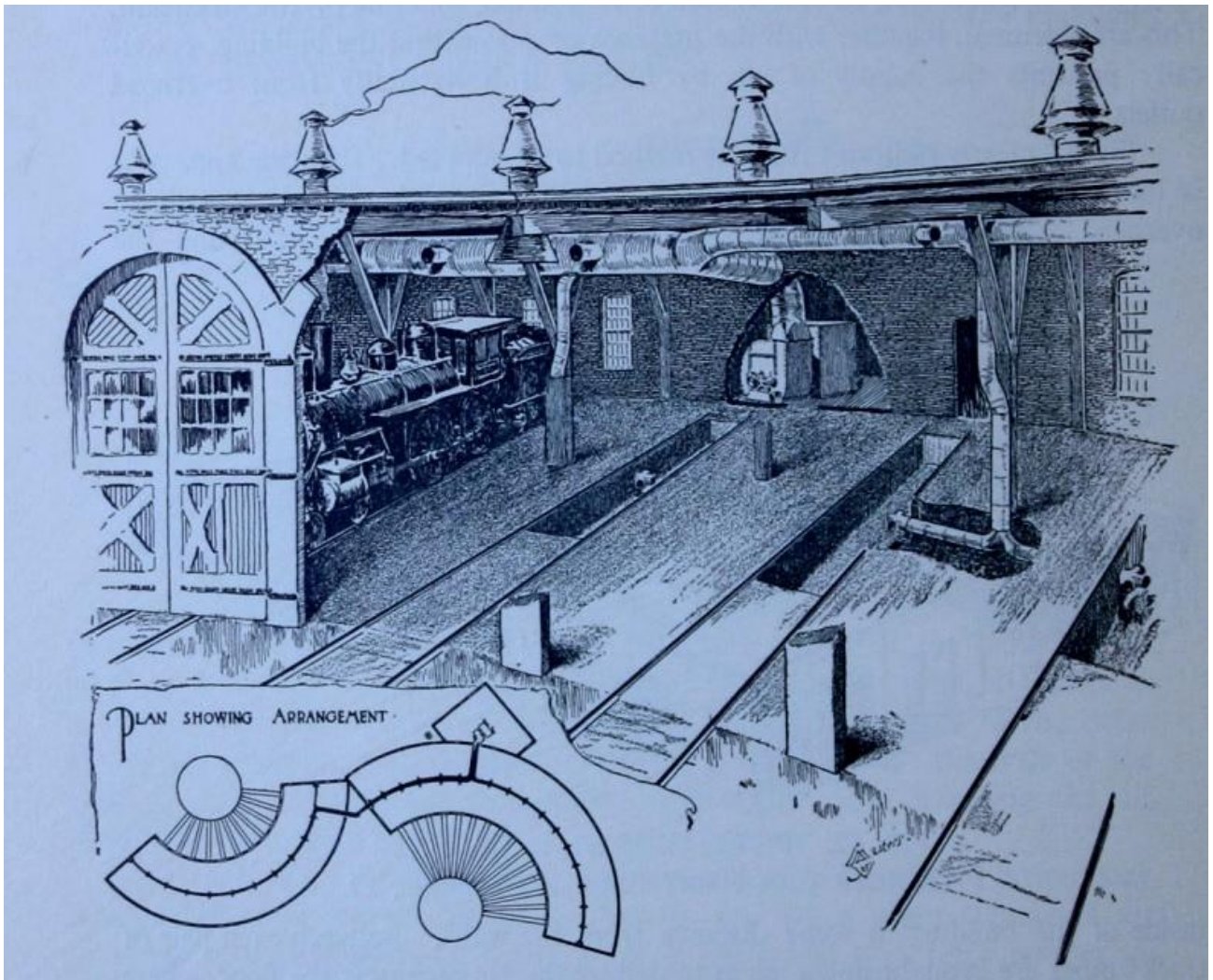


# KUN ISOISÄ FLÄKTILTÄ PAJATUHOTTIMEN OSTI



LVI-ALAN HISTORIAKOOSTE  
**2017**

KIRJ. BÖRJE HAGNER

## Esipuhe

### Tavoite

Tavoitteena on ollut kertoa alan eri osa-alueilta milloin ja mitä on tapahtunut - pääosin Suomessa, mutta myös muualla. Tarkoitus ei ollut luoda oppikirjaa, mutta perusteluita tai kommentteja nykikäytäntöihin ja ratkaisuihin on esitetty. Netistä löytyy jokaisesta asiasta lisätietoa, jos syvempi perehtyminen kiinnostaa.

### Esitystapa

Esityksessä on pyritty välttämään liioja yksityiskohtia, jotta sivuluku pysyy kohtuullisena. Palstoittamaton sähkökirjamuoto on kustannusten säästämiseksi ja jotta aineistoa on helppo muokata ja täydentää jatkossa. Kuvat on valitettavasti jouduttu pakkaamaan tiedoston koon pitämiseksi siedettävänä.

Tekstin tyyliä on pyritty välttämään sortumista hymistelevään jargoniin. Mukana on myös kriittisiä huomautuksia.

Eri osa-alueitten laajuutta on pyritty pitämään tasapainossa, mutta toisaalta vain se mistä on tietoa tai kuva-aineistoa, on voitu esittää.

### Kenelle suunnattu

Esitys on suunnattu alalle hakeutuville, alalla jo työskenteleville sekä yhteistyökumppaneille. Mukana on paljon asiaa, joka LVI-alan ammattilaisille voi olla itsestään selvää, mutta muille uutta. Jos lukija saa historiikin perusteella edes yhden uuden ajatuksen, olen mielestäni onnistunut.

**Oleelliset lisäykset tai muutokset vuoden 2016 versioon nähden on väritetty violetilla.**

### Taustaa

Ryhdyn historiikin kokoamiseen alkuvuodesta 2015, kun minut oli valittu Suomen Rakennusinsinööriliiton RIL ry:n senioreiden historiaryhmään. Ryhmä kokoaa, jalostaa ja tallentaa alan historiaa vapaaehtoistyönä ja ilman palkkiota.

Koosten aikaansaamissa erityistä apua olen saanut Alvar Hausenin, Esko Kukkosen ja Juha Muttilaisen muodostamalta tukiryhmältä. Paljon arvokkaita kommentteja ja suoraa tekstiäkin olen saanut rakennusneuvos Reijo Hänniseltä, Porin amk:n yliopettaja TkL Esa Sandbergilta ja DI Esko Tähdeltä.

### Esityksen kopiointioikeudet

Kaikki tekstit ja merkinnällä BHa, AX, KK tai Am olevat kuvat ovat vapaasti käytettävissä. Muut kuvat on kopioitavissa omaan tai opetuskäyttöön. Näiden osalta lähde on syytä mainita, jollei se käy ilmi kuvasta. Kuvamerkintöjä ja niiden lähteitä on selostettu tarkemmin kohdan 5 lopusta.

### Kommentit

Toivoisin saavani palautetta osoitteeseen borje.hagner@tonni.fi.

Tampereella

23.10. 2017 Börje Hagner

**ISBN 978 - 952 - 93 - 9612 - 2**

Kansikuvan lähde amerikkalainen ilmanvaihtolaite-esite 1800-luvun lopulta. Huomaa koneellinen tulo ja puhallus myös huoltomonttuihin.

## Sisällys

<b>1 LVI OSANA ELÄMÄÄ</b>	<b>1</b>
<b>2 LAITETEKNIIKAN KEHITTYMINEN</b>	<b>10</b>
Lämmitys	10
Vesijohto- ja viemärijärjestelmät	41
Ilmastointi	67
Jäähdytys	116
Automaatio	126
Paineilma	133
Eri rakennustyyppien erityispiirteitä	134
Suomalaisia lvi-innovaatioita	168
<b>3 ALAN TOIMIJAT</b>	<b>171</b>
Yhdistykset ja järjestöt	171
Valmistajat	175
Urakoitsijat, käyttö, hoito, huolto, ylläpito ja korjaaminen	184
Suunnittelijat	198
<b>4 OSAAMISEN JA MENETELMIEN KEHITTYMINEN</b>	<b>208</b>
Tutkimus	208
Koulutus	211
Työmenetelmät	220
Kirjallisuus, lehdet	236
<b>5 ALAN OHJAUS</b>	<b>243</b>
Lvi-alaan vaikuttaneita viranomaisia, määräyksiä yms, testaus, hyväksyntä, pätevyys. luokitukset, sopimuskäytäntö, tehtävien sisällöt, suuret rakennuttajat	
Kuvalähteet	249
<b>6 MITÄ JA MILLOIN</b>	<b>250</b>
Vuosikymmenten suuret teemat	250
Virstanpylvästaulukoita	252
SE OIKEIN ISO KUVA, kaiken maailman keksintöjä	261
<b>7 SUOMALAISIA MENESTYSTARINOITA</b>	<b>278</b>

## 1 LVI OSANA ELÄMÄÄ

### MITÄ LVI SISÄLTÄÄ

#### Tontin rajat

LVI-tekniikan rajana kiinteistöissä pidetään tontin rajoja. Tontin ulkopuolelle mentäessä kyse on kunnallistekniikasta. Tontin sisällä voi olla useita rakennuksia, joiden LVI-putkistot liittyvät toisiinsa ja tekniikka on samaa kuin kunnallistekniikassa.

#### Tekniikka-alueet

##### L niin kuin lämmitys

Lämmitysjärjestelmät sisältävät kaikki kiinteistön lämmittämiseen tarkoitetut järjestelmät mukaan lukien aurinkokeräimet, nestekaasun, maa- ja ulkoilmalämmön, matalapainehöyryn sekä erilaiset lämmöntalteenottojärjestelmät, joihin lämpö saadaan esim. poistoilmasta, viemäriverseistä tai prosesseista. Lämpökeskuksiin kuuluu kiinteistöjen lämmityskattilat polttoaineesta riippumatta. Myös lämmittäminen tulisijoilla kuuluu alaan.

##### V niin kuin vesi ja viemäri

Vesi- ja viemärijärjestelmät voivat sisältää myös kiinteistökohtaisen vesilähteen ja jäteveden käsittelyn kuten porakaivon ja viemäriverseiden puhdistamon.

Vesijärjestelmiin kuuluu myös tulipalojen alkusammutuslaitteet eli palopostiverkostot. Varsinaiset sprinklerijärjestelmät ovat oma erillinen erikoisalansa. Samoin kaasusammutusjärjestelmät. Vaikka ne sinänsä luetaan LVI-tekniikkaan, niiden suunnittelu ja rakentaminen on omien lupiensä takana.

Vesijärjestelmiin voi liittyä teollisuudessa myös prosessivesiä.

Perustusten kuivatus eli salaojajärjestelmät ovat LVI-järjestelmiä, joskin usein ne hoitaa rakennesuunnittelija.

##### I niin kuin ilmavaihto tai ilmastointi

Ilmanvaihto- ilmastointijärjestelmät voivat sisältää erikoisilmastointeja kuten puhdashuonetiloja, pölyn poistoja ja niihin liittyviä suodatuksia. Vielä 1960-luvulla käytettiin myös lyhenteenä kirjainta T = tuuletus, vrt. LVT-lehti.

##### A niin kuin automaatio

Kiinteistöautomaatio on osa LVI-tekniikkaa. Usein sen hoitavat erikoistuneet suunnittelijat.

##### Paineilma

Paineilmajärjestelmät ovat perinteisesti kuuluneet LVI-järjestelmiin.

##### Sairaalakaasut

Happi ja ilokaasu ovat kuuluneet LVI-järjestelmiin.

##### Teollisuuskaasut

Nestekaasu, happi, typpi, voivat kuulua LVI-järjestelmiin.

##### KY niin kuin kylmä

Jäähdytysjärjestelmiin kuuluu paitsi ilmastointiin liittyvät järjestelmät myös prosessin vedenjäähdytysjärjestelmät. Samaan ryhmään voidaan lukea lämpöpumput. Myös varsinainen kylmätekniikka - pakkasvarastot yms. teollisuuden kylmä - voi kuulua LVI-tekniikkaan.



## Miten muualla

Englanninkielisissä maissa ei ole suoraan LVI-osaajia, vaan Yhdysvalloissa on HEVAC- (heating, ventilation, air conditioning) insinöörejä, jotka hoitavat Mechanical-asioita. Plumbing eli putkiala on erikseen. Paremminkin LVI-käsitettä kuvannee lyhenne HEPAC. jossa P tarkoittaa piping eli putkistoja. Pohjoismaissa ja Saksassa on LVI-alaa vastaavat VVS ja Sanitär - Heizung - Klima. Alunperin Klima oli Lüftung.

## LVI-TEKNIikka RAKENNETUSSA YMPÄRISTÖSSÄ

Usein on niin, että mitä vähemmän LVI-tekniikka näkyy, sen parempi. Kuitenkin LVI-tekniikan kehitys on näkynyt välillisesti syvällisesti rakentamisessa.

### Piharakennukset tarpeettomia

Kun kiinteistöjä lämmitetään puilla, tarvitaan puuvarastoja. Kellarillisissa rakennuksissa on puuvarastolle voinut löytyä tilaa kellarista. Usein ei kuitenkaan tilaa ole tarpeeksi ja tarvitaan erillinen ulkovarasto. Siirtyminen antrasiittiin, kivihiileen ja koksiin pienensi varaston tarvetta yleensä niin paljon, että ns. hiilikellari riitti. Nämä polttoaineet alkoivat syrjäyttää halkoja jo 1930-luvulla. Siirtyminen öljyn käyttöön saattoi poistaa koko varaston tarpeen, jos säiliö sijoitettiin pihan alle.

Kunnallinen vesi- ja viemäriverkosto poisti ulkorakennuksissa olevien puuseitten tarpeen. Vesivessojen käyttö alkoi vähitellen 1880-luvulla.

### Savupiiput historiaan - pakkasilma seestyi

Siirtyminen kaukolämpöön tai sähkölämmitykseen poisti kattilahuoneet. Vielä 1950-luvulla kerrostaloissa luonnonvetoisten kattiloiden huoneet saattoivat olla puolentoista - kahden kerroksen korkuisia, ja painovoimainen veden kierto edellytti kattiloiden oloa montussa. Kaukolämpöverkkojen rakentaminen alkoi Suomessa vasta 1950-luvulla.

Kiinteistökattiloiden ja tulisijojen häviäminen puhdisti kaupunkitaajamien ilmaa oleellisesti. Pientaloalueilla on kuitenkin edelleen ajoittain tulisijojen käytöstä johtuvia ilmanlaatuongelmia.

### Rakennusten rungon syvyyden valinta vapautui

Koneellinen ilmanvaihto mahdollisti periaatteessa miten laajojen rakennusrunkojen teon tahansa. Varsinkin monikerroksisissa rakennuksissa tämä on ratkaiseva etu. Tätä ennen esim. monikerroksiset tuotantolaitokset ja isot julkiset rakennukset olivat usein varsin kapearunkoisia. Asiaan vaikutti myös luonnonvalon saanti ikkunoista.

### Suuret hormistoryhmät tarpeettomia

Koneellinen ilmanvaihto pystyy siirtämään ilmaa paljon suuremmalla nopeudella kuin painovoimainen. Näin kanavien koot saadaan pienemmäksi, millä on vaikutusta jopa kerroskorkeuteen. Käyttämällä palopeltejä ja palonrajoittimia voidaan eri huoneistoja tai tiloja yhdistää samaan järjestelmään, jolloin ei tarvita erillishormeja. Tämä ja pellin käyttö kanavamateriaalina säästää merkittävästi monikerroksisissa rakennuksissa tilaa

Toimitilojen jäähdyttämien jäähdytysvesijärjestelmällä ja tilakohtaisilla jäähdyttimillä - ensin puhallinpattereilla (fan coil units, coolers) ja nykyään enenemässä määrin vetoa ja ääntä aiheuttamattomilla jäähdytyspalkeilla ja paneeleilla - pienensi edelleen kanavien tilantarvetta verrattuna järjestelmiin, joissa tilat jäähdytettiin keskuskoneen ilmavirralla.



*Parannettaessa rakennuksen ilmastointia saatetaan joutua lisäämään ilmapirroja ja rakentamaan uusia kanavia. Niitä ei voi aina sijoittaa rakennuksen runkoon vaan ulos. Yhteistyötä arkkitehdin ja rakennusvalvonnan kanssa tarvitaan. (BHa)*

### **Sisäilmasto sanelee ikkunaratkaisuja**

Suuret ikkunat aiheuttavat ongelmia sisäilmalle. Auringon paiste nostaa sisälämpötilaa ja säteilyn vaikutuspiirissä on ilman suojauksia mahdotonta saavuttaa tyydyttävää sisäilmastoa. Ratkaisu on auringonsuojaikkunat, joissa on heijastava tai värillinen absorboiva lasi. Tämä vaikuttaa koko rakennuksen ulkonäköön. Myös ulkopuolisia varjostussäleiköitä ja kaksoisjulkisivuja voidaan käyttää. Korkealuokkaisia auringonsuojalaseja oli saatavissa jo 1980-luvulla. Parhaimmat lasit poistavat aurinkolämpökuormasta yli 80 %.



*Tämän näköisessä (BHa) toimistorakennuksessa erittäin korkeatasoiset auringolta suojaavat superlasit ja vyöhykkeittäin lämmitettävät lasit ovat edellytys hyvälle termiselle viihtyvyydelle. Ratkaisuihin tarvitaan kiinteää ja tietoon perustuvaa yhteistyötä arkkitehdin ja ilmastointisuunnittelijan kesken.*

### **Sisäpuoliset sadevesiviemärit mahdollistavat laajat katot**

Sisäpuolisten sadevesiviemäreiden käyttö mahdollistaa periaatteessa kuinka laajat kattoalueet tahansa. Viemäreiden sähkölämmityksellä ja säännöllisellä huollolla varmistetaan järjestelmän toiminta.

### **Savunpoistopuhaltimilla ja sprinklauksella tehokkaammat tilat**

Koneellinen savunpoisto mahdollistaa osaltaan laajarunkoisten rakennusten käytön tietyin edellytyksin. Tiloihin, joista on savunpoisto, on myös järjestettävä korvausilman saanti alimman kolmanneksen korkeudelle. Koneellisella tulolla ilman saanti voidaan varmistaa vaikkapa kellaritiloihin tai sisävyöhykkeille. Perinteiset ikkunoihin ja luukkuihin perustuvat savunpoistot ovat käytännössä usein huonosti toimivia. Luukut voivat juuttua kiinni, vuotaa vettä ja toimia tuulella väärään suuntaan. Korvausilman saanti toki on varmistettava myös koneellista savunpoistoa käytettäessä.

Sprinklauksen avulla on voitu laajentaa palo-osastoja, mikä on poistanut väliseinien ja kulkukäytävien rakentamistarvetta. Sprinklaus on mahdollistanut myös laajemmat rakennemateriaalivalinnat.

### Uusia elementtejä arkkitehtuuriin

Vaikka LVI-tekniikkaa on usein pyritty peittämään rakennuksissa, on myös mahdollista korostaa sen avulla nykyrakennusten teknistä ilmettä. Joidenkin koulujen sisäpuoliset IV-kanavat maalattiin eri väreillä 1970-lvulla, mutta käytäntö on hiipunut.

Euroopan kaupunkien julkisissa rakennuksissa oli 1800-luvulla usein näyttäviä torneja, jota toimivat poistoilmareitteinä.



*Helsingin Eteläranta 10:n poistoilmakatokset tervehtivät Eteläsatamaan tulijoita vielä jonkin aikaa merellisellä laivan piippua muistuttavalla muotoilulla. (BHa)*



*Ilmanvaihtokuiluista on kehitetty näyttävää ilmeikkyyttä 1989 valmistuneeseen toimitaloon Tampereella. (AX:n toimitalo 2015, BHa)*

Talotekniikasta kulkuväylät mukaan lukien on mahdollista kehittää hyvinkin kiinnostavaa arkkitehtuuria. Ideana on tällöin näyttää rakennus ikään kuin koneena tai toimivana organistina. Kuuluisimpia tämänkaltaisia pyrkimyksiä on 1977 avattu Pariisin Pompidou-kulttuurikeskus, jossa ilmanvaihtokanavat muodostavat oleellisen modernismia korostavan osan.

Jonkin verran 2000-luvulla on Suomessakin uskallettu tuoda esille, että rakennuksessa ihan oikeasti on teknisiä tiloja ja järjestelmiä. Kattokonehuoneita on sijoitettu osittain räystäään ulkopuolelle tai ilmanotto-kanavat on sijoitettu näyttävästi.

## LVI-tekniikka terveyttä ylläpitämässä



Suomessa Teknillisessä Yhdistyksessä toimi 1900-luvun alussa Terveysteknillinen Klubi. LVI-alan insinöörejä kutsuttiin myöhemmin saniteettialan insinööreiksi. Tämäkin viittaa alan merkitykseen terveyden kannalta. Puhdas vesi, hygienian hoito, terveellinen lämmitys ja lämpötilataso sekä puhdas ilma ovat tärkeitä terveydelle.

" **The Plumber protects the Health of the Nation**" on amerikkalaisen *The Plumbing-Heating-Cooling Contractors Association* eli putkialan urakoitsijajärjestön iskulause. Ja näinhän se pitkälti on.

Täytyy myös muistaa sanonta **PUHTAUS ON PUOLI RUOKAA.**

### Tautien leviämisen estäminen

Jo antikin roomalaisten vesi- ja viemärijärjestelmät merkitsivät kaupunkien tekemistä asumiskelpoisiksi. Keskiaikana kaupunkien infra rappeutui ja aiheutti laajoja joukkokuolemaan johtavia epidemioita. Kaivot saastuivat ja juomavesi levitti tauteja. Lontoossa alettiin tappavien kolera- ja lavantautiepidemioiden yhteydessä tutkia kaivoveden merkitystä 1800-luvulla ja saatiin selville asian ydin. Kaupunkien systemaattinen vesi- ja viemärihuolto alkoi. Samalla alettiin kampanjoida henkilökohtaisen hygienian merkitystä. Kylpyhuoneet ja kylpylät yleistyivät.

Tuberkuloosi oli Suomessakin suuri ongelma vielä 1920- ja 1930-luvuille. Tällöin alettiin valistaa kansaa tartunnan ehkäisemiseksi. Keskeinen keino oli käsihygienian korostaminen. Tämä taas edellytti pesuaitaiden käyttöä. Pesumahdollisuuksien lisääminen vähensi dramaattisesti tuberkuloosia jo paljo ennen antibioottien tuloa markkinoille.

Yllättävää kyllä sairaaloiden henkilökunnalle on pitänyt takoa käsihygienian merkitystä vielä viime vuosinakin sairaalabakteerien vähentämiseksi. Kosketusvapaat pesuallashanat ovat osaltaan auttaneet asiaa. Niiden käyttö on kiitettävästi levinnyt kaikkiin yleisötilojen vessoihin.

Vedettömät hygieeniset vessat ovat yleistyneet haja-asutusalueilla vähentäen viemäriverien levittämiä tauteja.

### Puhdas ilma terveyden kulmakiviä

Puhtaan ilman ja terveyden yhteys alkoi valjeta jo 1800-luvulla. Sairaalat ja erityisesti keuhkotautiparantolat pyrittiin rakentamaan korkeammille paikoille ja mäntymetsien keskelle. Sairaaloitten ilmanvaihtoon alettiin kiinnittää muutoinkin huomiota. Tuberkuloosipotilaille järjestettiin mahdollisimman paljon oleskelua ulkoilmassa.

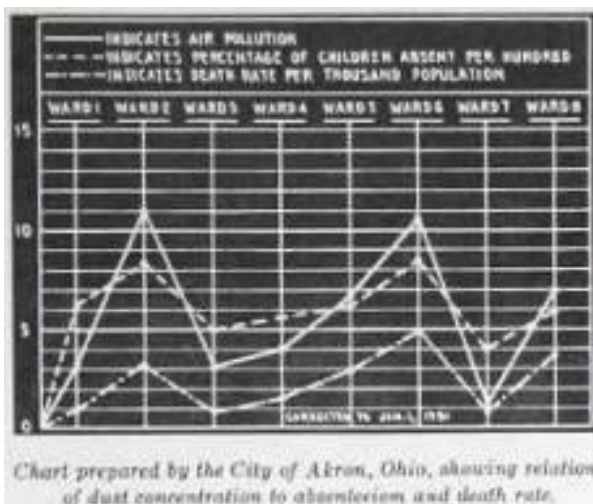
**Tietosanakirja kertoi jo yli 100 v sitten, että nykyaikaisen terveydenhuollon kulmakiviä on hyvä ilmanvaihto.** Tämä unohtui 1970-luvulla, kun asiaa ymmärtämättömät poropeukat alkoivat puuttua öljykriisin surauksena rakennusten ilmavirtoihin. Syntyi jopa absurdi käsite "Liian hyvä ilmanvaihto". Jälleen 2010-luvulla on asetettu kyseenalaiseksi ulkoilmavirtojen mitoituksen alarajat johtuen uusista energiatehokkuusdirektiiveistä. On myös tilanteita, joissa huonosti suodatettu ulkoilma on epäterveellisempää kuin mahdollisesti huipputehokkailla kierrätysilmasuodattimilla puhdistettu sisäilma.



*Kansakoulun opetustauluissa valistettiin jo 1920-luvulla raikkaan ilman merkityksestä. Ohessa Rudolf Koivun tekemä opetustaulu. Tuolloin kehoitettiin myös aamutuimaan raitisilmakylpyihin avoimen ikkunan ääressä.*

*Joskus myöhemmin terveystiedon opettaminen katsottiin tarpeettomaksi ja jäljet pelottavat. Terveellisen sisäilman merkityksen opetus näyttäisi opetusohjelmissa jäävän kunkin opettajan vastuulle; asia ei kuulu opetusohjelmien otsikoihin.*

Ulkoilman pienhiukkasten ja ennen aikaisten kuolemien yhteydestä on 2000-luvulla tehty laajoja tutkimuksia. Pienhiukkaset tappavat vuosittain Suomessakin 500 ihmistä ennen aikaisesti. Näistä puolet on pientulisijojen aiheuttamia. Suuri joukko ihmisistä kärsii ulkoilman siitepöly- ja sieni-itiöallergiasta. Ulkoilman aerosoleista pääsee eroon tuloilman suodattamisella.



*Jo 1930-luvulla oli USA:ssa tehty selvityksiä ulkoilman epäpuhtauksien vaikutuksesta. Siltä ajalta on American Air Filterin esitteestä kuva, joka näyttää eri kaupunginosien ilman epäpuhtauksien, kuolleisuuden ja lasten koulupoissaolojen ja yhteyttä.*

Leikkaussalien ilmanvaihto on vuosien varrella kehittynyt niin ilmavirtojen kuin ilman puhtauden ansiosta niin, että esim. silmäleikkauksissa aiemmin verraten yleiset tulehdukset ovat lähes poistuneet.

Nyt on tarjolla huoneilmastointiin laitteita, jotka poistavat kaikkein pienimmätkin hiukkaset ja tappavat mikrobit ionisuihkun avulla.

### **Hyvä sisäilma pitää yllä työtehoa ja mahdollistaa tuotannon**

Hyvän sisäilman ja työn suorituskyvyn yhteydestä on tehty monia tutkimuksia. Lopputulokseksi on saatu, että sisäilman hallinta on työvireyden ylläpidon ja virheiden minimoinnin peruspilareita.

Tuotanto- ja erikoistiloissa sisäilmaston hallinta voi olla välttämättömyys. Vaatimukset ovat myös kasvaneet. Esimerkiksi osassa mittatekniikan laboratoriotiloja Mikesissä Otaniemessä ilman lämpötila hallitaan 20 millikelvinin tarkkuudella. Tämän mahdollisti taiten toteutetut LVI-järjestelmät ja automaatio. Vielä pari kolmekymmentä vuotta sitten tämä olisi ollut utopiaa.

Ilman kylmäketjua ja jäähdytettyjä tiloja olisi vaikea kuvitella nykyaikaista elintarviketuotantoa ja -huoltoa.









*Tässä 1960-luvulla rakennetussa ja 2016 puretussa rakennuksessa on ollut riittämättömästä tuloilmasta johtuen selvä alipaine. Ulkoilman epäpuhtaudet ovat kertyneet eristeisiin pilaten tuloilman laatua.*

*Erityisen ongelmalliseksi tilanne muuttuu, jos vanhan painovoimaan perustuva ilmanvaihto muutetaan pelkällä koneellisella poistolla toimivaksi. (BHa)*



*LVI-alalla on tämänkin tason osaamista esim. kattoläpivientien tiivistämisessä (BHa). Vesi on sellainen vekkuli, että se tulee rei'istä läpi. Asiaa voi kokeilla poraamalla veneen pohjaan reiän. Tyypillisesti näitä kesken jääneitä läpivientejä syntyy lisättäessä jäädyttimiä tai lämpöpumppuja.*

*Ei tässä paljon nablaa tai differentiaaleja tarvittaisi. Kunhan nyt viitsisi mennä katolle tarkistamaan työnsä jälkiä.*

Pääongelma näyttäisi kuitenkin olevan itse rakennustekniikka. Kestävän loivan katon aikaansaaminen vaikuttaa liian monien toimijoiden kohdalla ylivoimaiselta. Jotkut fikset ovat siirtyneet pehmeistä eristevilloista vaahtolasiin katekermin alla.

## LVI mukana kohti nollaenergiaa

1990-luvulta saakka on rakennusten energiankulutusta pyritty määrätietoisesti laskemaan. Määräykset ovat aiemmin kohdistuneet uusiin rakennuksiin, mutta varsinaisesti vanhat rakennukset ratkaisevat kokonaiskulutuksen. Myös niille asetetaan vaatimuksia peruskorjauksissa.

LVI-puolella selvimpiä energiatehokkuuden parantamiskeinoja ovat olleet poistoilman lämmön ja kosteuden talteenotto ja sen lämpötilasuhteen eli hyötysuhteen nosto, matalampi puhaltimien ja pumppujen sähkön kulutus laitetekniikkaa ja laitteistomitoitusta parantamalla, erityisesti ilmanvaihdon tarpeenmukainen ohjaus ja lämmönlähteen valinta. Koneellinen tulo/poistoilmanvaihto on edellytys rakennusten tiiveyden parantamiseen, mikä on oleellinen tekijä rakennusteknisissä energiankulutuksen pienentämiskeinoissa. Itse rakentamistekniikkaan liittyy kysymysmerkkejä: **miten rakenteesta saadaan ilmatiivis, jos tuulensuojalevyt on asennettu puskusaumoilla ja eriste läpäisee vapaasti ilmaa? Mikä on höyrönsulun teippiliitosten käyttöikä; 50 vuottako?**

Passiivi- ja nollaenergiataloissa on tehokkaiden eristeiden takia erityisen tärkeää painesuhteiden hallinta. Ulkovaipan höyrönsuluissa on yleensä väistämättä reikiä, joista ylipaineella vuotaa kosteaa sisäilmaa rakenteeseen. Pieni alipaine olisi tarpeen, mutta miten se hallitaan tarkasti?

## Säästöpotentiaalia jäljellä

Energialähdetilastoissa ei vielä näytä olevan mukana maalämpö eikä ulko- tai poistoilmasta ilmasta saatu lämpö. Alla vertailu energian kokonaiskulutuksen jakautumasta Tilastokeskuksen ja 1950-luvun LVT-Lehden mukaan. Puupolttoaineissa on mukana sellutehtaiden mustalipeästä soodakattiloissa saadun höyrönsä energia, jonka osuus esim.

sähkön kehityksestä on merkittävä. Tämä energialaji on tilastoissa sikäli erityinen, että sellu/paperitehtaat paitsi tuottavat myös kuluttavat tuottamansa sähkön ja lämmön. Jos taseraja olisi tehdastontin raja-aidalla, olisi tulos plus miinus nolla. Jos taas sellua ei tehtäisi, vapautuisi vastaava puumäärä vaikka bioenergiaksi.

Sähkön kokonaiskulutus on ollut luokkaa 90 TWh/a. Poistoilman lämmön talteenoton lisäpotentiaali on karkeasti arvioiden 20 TWh/a. Maaperän lämmön hyödyntämispotentiaali on samaa luokkaa, mutta lämpöpumput lisääisivät sähkön kulutusta n. 7 TWh/a. Toisaalta, jos sähkölämmitetyt omakotitalot ja rivitalot siirtyisivät lämpöpumppujen käyttöön, säästyisi tehoa ehkä 3000 MW ja sähköenergiaa yli 5 TWh. Ilmalämpöpumpuilla arvioitiin jo säästetyn energiaa 3 TWh (2015). Kiinteistökannan energian kokonaiskulutus (sähkö + lämpö) on vajaa 100 TWh/a. Suomen energian kokonaiskulutus 2014 oli vajaa 390 TWh/a.

	2014*	1957
	%	%
<b>Puupolttoaineet</b>	<b>25</b>	<b>39</b>
<b>Ölly</b>	<b>23</b>	<b>19</b>
<b>Ydinenergia</b>	<b>18</b>	<b>0</b>
<b>Hiili</b>	<b>10</b>	<b>19</b>
<b>Maakaasu</b>	<b>7</b>	<b>0</b>
<b>Sähkön nettotuonti</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
<b>Turve</b>	<b>4,6</b>	<b>0,6</b>
<b>Vesivoima</b>	<b>3,5</b>	<b>23</b>
<b>Tuulivoima</b>	<b>0,3</b>	<b>0</b>
<b>Muut energialähteet</b>	<b>3,4</b>	<b>0</b>

**Uusiutuvat energialähteet yht. (ennakkotieto) 32 62**

Uusiutuvat sisältää mm. puupolttoaineet, vesi- ja tuulivoiman ja kierrätyspolttoaineista biohajoavan osuuden

Edullisin polttoaine?

Kivihiili alkoi korvata merkittävästi halkoja kiinteistöjen ja tehtaiden lämmityksessä ja höyryn kehityksessä jo 1930-luvulla. Alla Lokomon kattilaesitteessä ollut vertailu vuodelta 1932.

Vertailussa teräslevykattila/kivihiili on edullisin vaihtoehto. Yllättäen, ottaen huomioon suuren lamakauden läheisyyden, valurautakattilavaihtoehdossa koksi on edullisin vaihtoehto - näin ilmeisesti rannikkokaupungissa. Sisämaassa kuljetuskustannukset saattoivat muuttaa tilanteen.

### Vuotuiset polttoainekustannukset

keskuslämmityslaitoksissa eri kattilamalleja ja polttoaineita käytettäessä.

Lokomon kattila kivihiili-lämmityksellä				Valurautakattilat, jotka kehittävät vastaavan lämpömäärän koksi- tai halkolämmityksellä								
N:o	Kattilan tulipinta m <sup>2</sup>	Kivihiiliä		Vastaavat valurautakattilat			Koksia		Koivuhalkoja		Havuhalkoja	
		Tonnia 160: —	Smk	Kpl	ä m <sup>2</sup>	Yht. m <sup>2</sup>	Tonnia 250: —	Smk	m <sup>3</sup> 52: 50	Smk	m <sup>3</sup> 40: —	Smk
1	6	25	4,000: —	1	8	8	25	6,250: —	149	7,800: —	187	7,500: —
4	12	50	8,000: —	1	15,5	15,5	50	12,500: —	299	15,600: —	374	15,000: —
7	21	88	14,000: —	2	14	28	88	22,000: —	526	27,600: —	661	26,400: —
9	27	118	18,000: —	2	17,5	35	118	28,250: —	678	35,500: —	845	33,800: —
12	40	167	26,700: —	3	17,5	52,5	167	41,750: —	1001	52,600: —	1257	50,900: —
14	50	209	33,500: —	4	16	64	209	52,250: —	1257	66,000: —	1571	63,000: —
16	70	292	46,700: —	3	31	93	292	73,000: —	1777	93,300: —	2177	87,000: —
19	100	418	66,900: —	4	34	136	418	104,500: —	2513	132,000: —	3142	125,700: —

## 2 LAITETEKNIIKAN KEHITTYMINEN

### LVI-järjestelmien kolmiosainen perusrakenne

LVI-järjestelmät koostuvat kolmesta pääryhmästä:

- 1) **Keskuslaite**, esim. kattila, ilmanvaihtokone, jäähdytyskone, pumppaamo, kompressorikeskus
- 2) **Jakeluverkosto**: putkisto tai ilmanvaihtokanavisto
- 3) **Päätelaitteet**: esim. lämmityslaite, huonejäähdytin, vesihana, ilmanvaihtoventtiili, ulosottopiste.

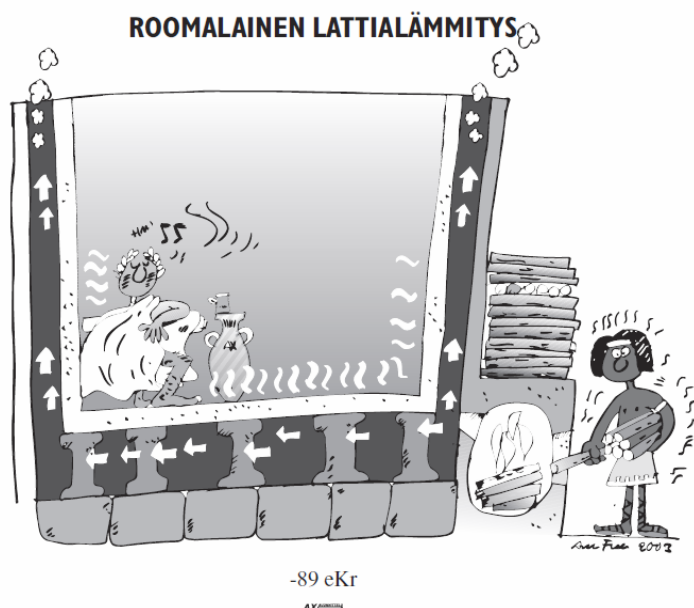
Lisäksi varusteet, kuten venttiilit, pumput, suodattimet ja säätölaitteet, ovat täydentävä joukko.

Seuraavassa on käsitelty tärkeimpien osien historiaa. Varsinkin varustelupuolella on erilaisia mielenkiintoisia ja välttämättömiä laitteita, joita tämä historia ei käsittele.

### Lattialämmityksellä se alkoi

#### Hypokausti omaksuttiin Turkin alueelta

Kiinteistöjen lämmityksen historia alkaa ehkä 200-luvulta ennen ajanlaskuamme. **Kreikkalaiset alkoivat lämmittää rakennusten lattiaa Anatolian ylängöllä eli nykyisen Turkin alueella** johtamalla savukaasuja alapohjaan. Pakistanin alueelta on löydetty merkkejä jopa liki pari tuhatta vuotta varhaisemmasta versiosta. Antiikin roomalaiset kopioivat tämän hypokaustiksi (hypo = alla, kaust viittaa polttamiseen tai tulen sytyttämiseen) kutsutun menetelmän ja kehittivät sitä edelleen. Roomalaiset lämmittivät jopa seiniäkin ainakin saunoissa ja kylpylöissä ylipäänsä. Myös muissa pesutiloissa hypokaustilämmitys oli suosittu. Orjatyövoima hoiti lämmityksen. Toki avotakkoja ja jopa siirrettäviä pronssisia kamiinoita ja hiilipatoja oli käytössä.

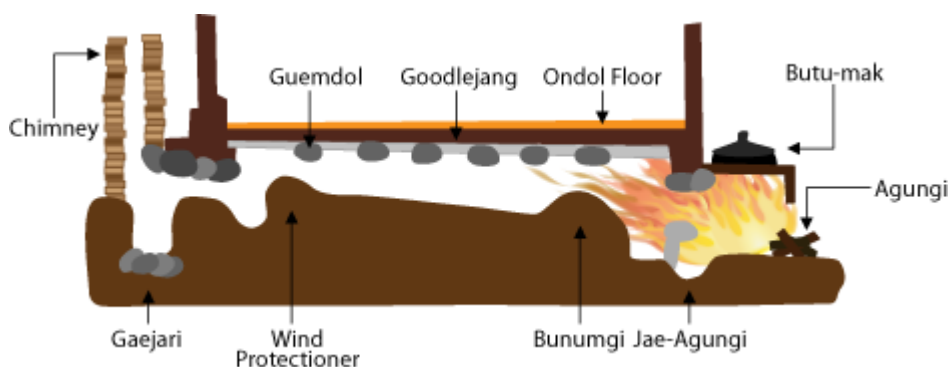


Menetelmä levisi keskiajalla luostareihin, linnoihin ja herraskartanoihin. Järjestelmää käytettiin sittemmin myös Suomessa joittenkin tilojen lämmittämiseen esim. Olavin-, Hämeen- ja Turunlinnassa.



Viron Kuressaaren linnassa on nähtävissä hypokaustin rakenteita infotauluilla varustettuna (BHa)

Pohjois-Korean alueella oli käytössä jo 200- ja 300-luvuilla - tai jopa yli tuhat vuotta aiemmin - savukaasuihin perustuva lattialämmitys nimeltään Ondol. Siinä savukaasut johdettiin lattian alla oleviin tiiliputkiin. Lämmönlähteenä saatettiin käyttää erillisen tulisijaa tai sen rinnalla tai asemasta myös keittiön liettä, jossa tulta pidettiin päällä muutoinkin pitkiä aikoja mm. riisin kypsentämiseen. Liesiä saattoi olla parikin kappaletta. Vedon parantamiseksi keittiö saatettiin rakentaa pari metriä muuta huoneistoa alemmaksi, ks. kuva alla. Ondol-lämmitystä on käytetty vielä 1960-luvulla.



Ondol-lämmityksen periaate (Wikipedia)

### Kiviunilämmitys

Keski-Euroopan linnoin kehittyi eräänlainen kertalämmitteisen saunan kiuasta muistuttava lämmitysjärjestelmä. Siinä holvatus rei'itetyn lattian alle ja muuratun rei'itetyn arinan päälle laitettiin pääkokoisista kivistä kerros. Arinan alla poltettiin tulta ja kiverroksen läpi mennyt savu johdettiin piippuun. Kun kivet olivat lämmenneet tarpeeksi, suljettiin savupiippuhaara ja avattiin kivien alle ulkoilmahaara. Lämmennyt ilma päästettiin lämmitettävään huoneeseen tai huoneisiin. Kivistä lähti tietenkin savun hajua tuloilmaan.

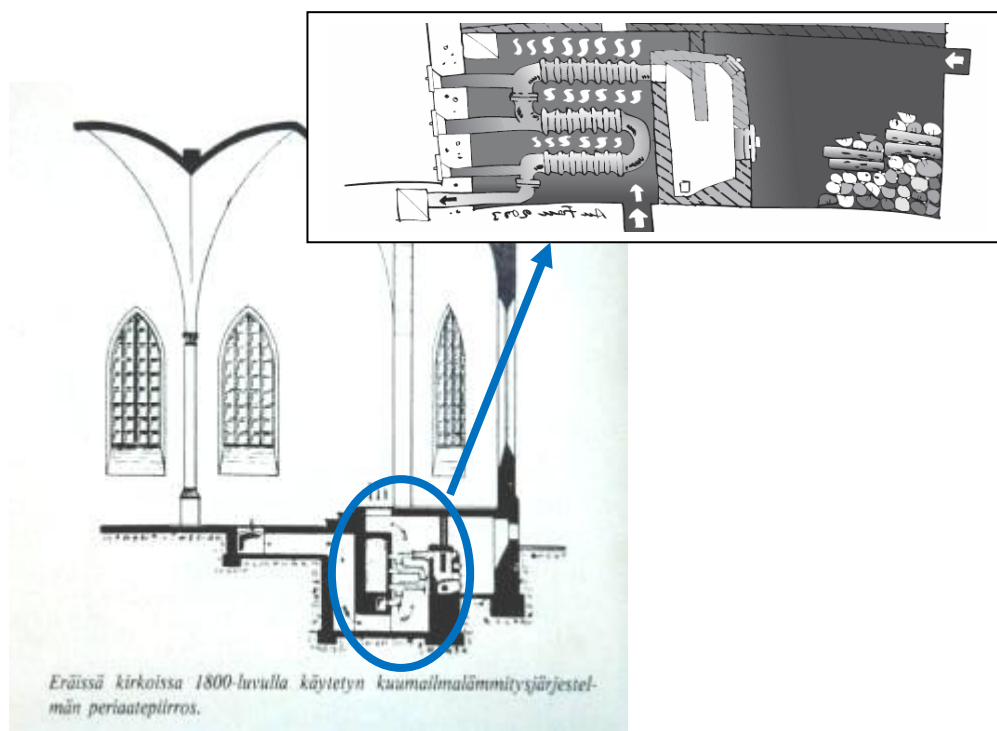
### Välillinen ilmalämmitys valtasi alaa

Jo 1500-luvulla alettiin nykyisen Saksan alueella kehittää savukaasut ja huoneilman täysin erottava ilmalämmitysjärjestelmä. Myös Ruotsin Skånessa oli yhdessä linnassa osa huoneista lämmitetty tämäläppäisesti. Tultaessa 1700-luvulle oli järjestelmä kehittynyt edelleen. Variaatioita oli monia ja Englannissa sen ensimmäisiä versioita käytettiin kasvihuoneissa ja myöhemmin jopa tekstiilitehtaan lämmityksessä. Suomessa järjestelmä tunnettiin nimellä kaloriferi (kalorifer = ilmalämmitys). Kellariin sijoitettu uuni lämmitti välillisesti huoneiloihin painovoimaisesti virtaavaa ilmaa. Menetelmä levisi jo 1800-luvun alkupuolella lukuisiin Englannin julkisiin rakennuksiin.

Uniosan savukaasujen välillistä lämmönsiirtoa parannettiin rakentamalla tulipesän jälkeen ensin rivoitettuja tiilisiä konvektio-osia ja 1800-luvun puolella valurautaisista jakeista koostuva lämmönsiirtimiä. Tällainen oli ratkaisu, jota Keski-Euroopasta Pietarin kautta Suomeen tullut arkkitehti Engelkin käytti Helsingin senaatintorin rakennusten lämmityksessä 1820-luvulla, ks. osa suunnittelu. Ruotsiin järjestelmä levisi lähinnä julkisiin laitoksiin vasta 1860-luvulla eli myöhään. Järjestelmää käytettiin tyypillisesti isoissa kouluissa, kirkoissa, virastorakennuksissa, kasarmeissa ja sairaaloissa. Järjestelmä oli käytössä aina 1910-luvulle, jolloin uuni tai koko systeemi korvattiin vesikeskuslämmityksellä.

Vaikka huoneisiin virtaavan ilman mukana tuli ulkoilmaa, oli järjestelmän päätavoite lämmitys. Jo 1800-luvun alkupuolella alkoi keskustelu myös ilmanvaihdon huolehtimisesta varsinkin kun kalorifereissä alettiin käyttää osin kiertoilmaa. Piennopeuksinen lämpimän ilman jako huoneisiin ja ilman poisto katon rajasta - eli ilmeinen tuloilman oikosulkuvirtaus poistoon - on ollut myös valtava energiasyöppö verrattuna vaikkapa varaavien uunien käyttöön.

Ilmalämmityksen käyttö jatkui pitkään. Yhdysvalloissa ja jossain määrin Englannissakin se vakiintui pientalojenkin lämmitystavaksi.



Kuva: SuLVI 50 vuotta, yksityiskohta kirjasta Ex Ax Lux- Talotekniikan valikoitu historia

Ilmalämmitysjärjestelmän heikko puoli oli savukaasujenkin pääsy ilmaan, sillä lämmönsiirtopinnoissa on arvaten ollut vuotoja. Jos uunin syöttöpuolta ei oltu erotettu konvektiopuolesta, pääsi huoneisiin menevään ilmaan helposti savua avattaessa uunin luukkuja. Panoslämmitteisiä uuneja käytettäessä virtaavan ilman lämpötila vaihteli, mutta tiilikanavien lämpökapasiteetti tasasi lämpötilaa.

### Pohjlassakin metsänhakuut huolettivat

Etelä-Ruotsissa metsiä oli laajoilla alueilla hakattu loppuun jo 1700-luvulla. Englannissa metsiä ei käytännössä enää ollut. Myös Suomea arveltiin uhkaavan puupula. Syynä oli tervan poltto, kaskiviljely ja siitä riistäytyneet metsäpalot. Meno muistutti nykyistä tilannetta itärajamme takana ja savupilvet haittasivat Pohjanlahdella ajoittain jopa merenkulkua. Rannikkoalueella ruotsalaisten perustamien rautaruukkien puuhiilen tarve vaati valtavia puumääriä. Toki rakentaminenkin tarvitsi puuta, varsinkin koska hirsitalojen alimmat hirsikerrat lahosivat ja rakennukset oli uusittava, elleivät tuhoutuneet tulipaloissa. ( Alimpien hirsien uusimista eli kengittämistä on pidetty ihan luonnollisena hirsirakennuksen kunnossapitotoimenpiteenä. Todellisuudessa talon sisäilma on totaalisesti saastunut siinä vaiheessa, kun hirret ovat menettäneet lujuutensa lahon takia.)



Jatkuva uudelleenrakentamisen tarve, takkojen surkea lämmityshyötysuhde ja valtava polttopuun käyttö johti siihen, että alettiin kiinnittää huomiota puun käytön vähentämiseen rakennuksissa. Tavoitteiksi 1700-luvun Ruotsissa asetettiin:

- rakennusmateriaalin vaihtaminen puusta kiveen julkisissa rakennuksissa
- rakennusten pienemmät lämpöhäviöt ja vanhojen rakennusten perusparannukset
- puuta säästävät lämmityslaitteet.

Annettiin jopa asetuksia esim. sotilasvirkamiesten rakennusten lämpötilousratkaisuista ja rakennusmateriaalista. Myös pappiloita neuvottiin tekemään kiviaineesta, joskaan tapa ei juuri levinnyt.

### Valtio käynnisti energiansäästöprojektin

Ruotsin tiedeakatemia perustettiin 1739. Jo ensimmäisenä vuonna ilmestyneessä akatemian julkaisussa tarkasteltiin energiansäästöä ja rakentamista. Kauppaneuvos Polhemin artikkelissa "Ajatuksia talonrakennuksesta" hän mainitsee, että hyvän rakentamisen perusvaatimuksia ovat **kestävyys, lämpimyyden ja puhdas terveellinen sisäilma**. Samoja teemoja käsiteltiin myös Turun yliopiston akatemian tutkimuksissa. Eric Inbergin kirjoitus 1762 sisälsi ohjeita vanhojen rakennusten peruskorjauksesta. Tennberg julkaisi 1775 kirjoituksen "Huomioita kestävien puutalojen rakentamisesta".

Yhtenä keinona rakennusten lahoamisen estämiseksi annettiin ohje käyttää **90 cm korkeaa kivijalkaa** - asia, joka välillä unohtui. Ulkovaipan eristämisestä annettiin ohjeita. Suomessa lasiteollisuus koki nousun 1780-luvulla ja alettiin vähitellen käyttää kaksinkertaisia ikkunalaseja. 1800-luvun puolivälissä "tuplien" käyttö oli jo laajaa. Englannissahan tämä kaksinkertaisten lasien käyttö oli vielä 1960-luvulla uutta ja ihmeellistä.

### Varaavat uunit saatiin kehitettyä



*Vieressä viritelmä avotakan lämpötilouden parantamiseksi. Arinoille voitiin laittaa lämpöä varaavaa kapasiteettia.*

Uunihistorian lähde: arkkitehtuuriprofessori Panu Kailan artikkeli Rakennustekniikka-lehdessä 1970-luvulla.

Savupirteistä pyrittiin eroon kaupungeissa. Jo 1500-luvulla annettiin kaupunkeihin tulipalojen välttämiseksi ohjeita varustaa rakennukset savupiipulla, mutta maaseudulla savupirtit olivat vielä yleisiä. Jopa 1900-luvun alussa oli käytössä joitakin savupirttejä lähinnä Itä-Suomessa.



*Keski-Euroopassa avotakat olivat yllättävän pitkään suosittuja. Kuva vuoden 1879 saksalaisesta mallistosta (Am). Avotakkojen rinnalla myytiin kyllä jo täyttä päätä varaavia uuneja.*



Avotakkojen lämpötalouden parannusyritykset arinatasojen lisäämisellä ei paljon auttanut. Lopulta Ruotsin hallitus määräsi 1767 arkkitehti Carl Johan Cronstedtin ja kenraali Fabian Wreden kehittämään parempia uuneja. Tutkimustyötä oli jo tehty. Uuden vallankumouksellisen vastavirtauunin piirustukset julkaistiin jo 1775. Varsinainen oivallus oli se, että savukaasut voidaan kierrättää alas pitkin poskikanavia, jotka näin lisäävät lämmönsiirtopinta-alaa ja varaavaa massaa. Erilaisia savukanavaratkaisuja oli useita.

Uunilämmitys jatkui vallitsevan lämmitystapana isoissakin rakennuksissa vielä 1900-luvun puolelle, kunnes vesikeskuslämmitys korvasi sen.



*Varaava kaakelipintainen uuni oli 1700-luvulla kodin tai residenssin ylpeys. Kuvassa (BHa) Tallinnan Kadriorgin palatsin uuni 1700-luvulta.*

*Kauniitahan ne olivat. Myöhemmin siirryttäessä keskuslämmitykseen niitä purettiin - nyyh.*

*Huom. asennus tolppien varaan lattian päälle. Vaihtoehto säilyi pitkälle 1800-luvun puolelle.*

Varaavia uuneja alettiin Suomessa suuressa määrin rakentaa vasta venäjänvallan aikana. Kaupungistuminen alkoi toden teolla teollistumisen yhteydessä 1800-luvulla. Muurarimestareita tuli vuoden 1808 jälkeen Venäjältä. Esimerkiksi teollisuuden vanhimmat korkeat piiput ovat kantikkaita, mistä ne ovat tunnistettavissa venäläisten muurareitten tekemiksi. Tältä ajalta perintönä on venäjänkielestä lainattu sana: **hormi**, joka lienee ainoa siltä suunnalta saatu LVI-termi.



*Tuiki yleinen uunimalli tavallisen rahvaan rakennuksissa, kouluissa ja myymälöissä yms. on ollut tämä pönttö- eli pystyuuni jo 1920-luvulta. (KK)*

Uunit päällystettiin ainakin varakkaampien kiinteistöissä lasitetuilla kaakeleilla ja siitä nimi kakluuni. Myös tiilipintaisia ja jopa peltipintaisia uuneja jotkut ovat väärin kutsuneet samalla nimellä.

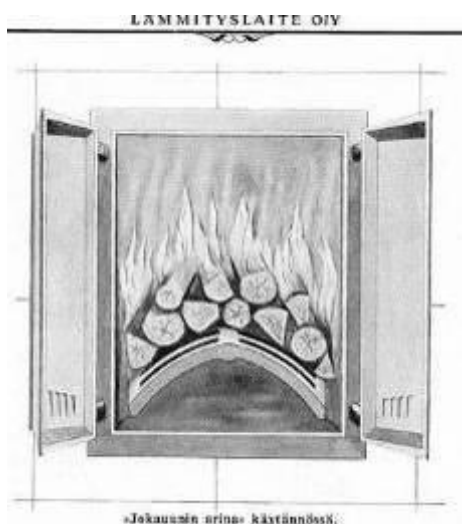
Uunien periaate on pysynyt hyvin samana, vain arinapuolelle on tullut oleellisia parannuksia.

Vaikka savukaasuista saatiin kakluuneissa lämpöä hyödyksi korkealla hyötysuhteella, ei tällaisissa pystyuuneissa palaminen sinänsä ollut erityisen tehokasta tai ainakaan puhdasta.

### Parannuksia puun palamiseen



*Palamista voitiin parantaa arinaratkaisuilla. Högforsin valimo mainosti 1920-luvulla tulipesään sijoitettavia rautaisia alaspäin supistuvia kouruja, joissa oli ritiläpohja. Tällaisen avulla saatiin palamisilma leviämään tasaisemmin palavaan puuhun. Kekäleet valuivat tasaisemmin arinan päälle palaen tarkemmin loppuun saakka.*

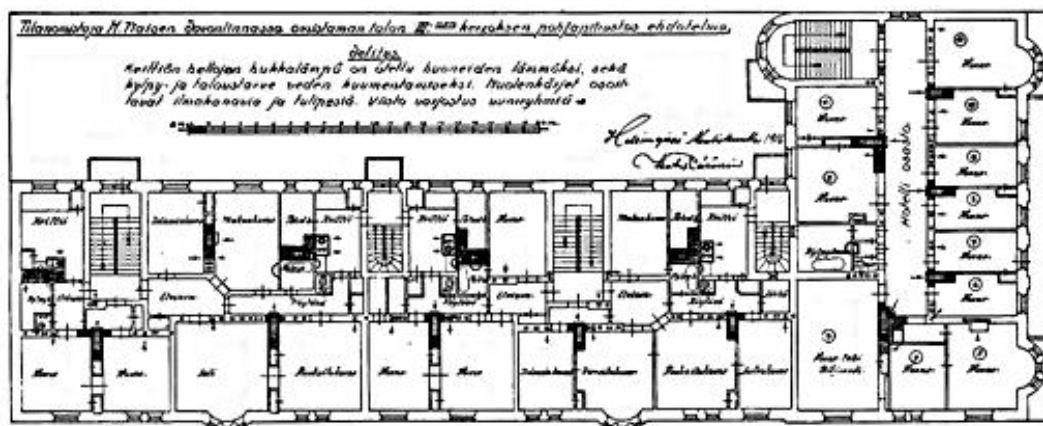


*Lämmityslaitte Oy:n arinaratkaisu oli kourun sijasta kupera. Myös tämä jakaa paremmin ilmaa koko puumassalle.*

*Käsittämätöntä kyllä, näitä parannuksia käytetään aniharvoin umpiarinauuneissa.*

*Kuvat KK*

### Uunilämmitys oli vakioratkaisu.



*Lämmityslaitte Oy:llä oli tyypikuvia uunien sijoittamisesta erilaisiin kiinteistöihin. Monia isoja kiinteistöjä lämmitettiin vielä 1910-luvulla ja sen jälkeenkin uuneilla. Kuvia Ihanne-lämmityslaitteiden esitteestä 1917. (KK)*



*Kakluunimalleja oli vielä ennen toista maailmansotaa tarjolla kymmeniä erilaisia: yksinkertaisista suoraviivaista hienoihin jugendtyylisiin.*

*Kuvassa (BHa) Turun Kaakelitehtaan eräs romanttinen malli 1920-luvulta, Tämä on edelleen täydessä käytössä maalämpöpumpun tukena. Lattialämmön asentamisen yhteydessä lattia uusittiin, jolloin uuni purettiin ja koottiin uudelleen.*

*Varalämmitys on osoittautunut ainakin haja-asutusalueilla tarpeelliseksi sähkökatkosten takia. Ilmastomuutoksen seurauksena on arveltu, että myrskyt lisääntyvät ja siis ajohtolinjat vaurioituvat entistä useammin.*

### Kamiinalla nopea lämmitys



Rautakamiinoiden historia alkaa 1700-luvulta Amerikasta. Kamiinoita käytettiin suurissakin tiloissa kuten seurojentaloilla ja vastaavissa epäsäännöllisesti lämmitettävissä rakennuksissa. Peltisten savupiippujen eristämiseksi ei ollut oikein selviä ohjeita. Niinpä kovan lämmitysjakson seurauksena esimerkiksi Jämsän kirkon katto syttyi 1920-luvulla piipun kuumettua. Koko kirkko paloi maan tasalle. Peltipiippujen eristämistä on harjoiteltu vastaavalla menetelmällä 2010-luvulle saakka.

Pientalojen kamiinoista katso omakotitalojen kohdalta.

*Kuvassa Turun Rautatehdas Oy:n komea kamiina vuodelta 1898 Merimaskun maamiesseuran talolla. (kuvannut Pekka Laine)*

### Uunilämmitys ei ole ongelmaton

Uunilämmityksessä huoneilmaan pääsee helposti savua lisättäessä hiilloksen päälle toinen pesällinen. Tuhkan poistokaan ei ole pölytöntä ja osa tuhkaimeista on varustettu suodattimilla, jotka eivät poista hienoimpia hiukkasia. Ehkä pahin puoli pienpuupoltossa on savupiipusta tuleva pienhiukkaspäästö. Ulkoilman haitallisista pienhiukkasista n. 30 % arvioidaan tulevan pienpuupoltosta. Jos puut eivät ole kuivia ja huolella ladottu oikein pesään, tulee lisäksi palamattomia tai huonosti palaneita kaasumaisia karsinogeenisiä PAH-yhdisteitä (polyaromaattisia hiilivety-yhdisteitä).

Uunilämmitys ei huoneen lämmityksen kannalta ole paras tapa. Lähtökohtaisesti lämpö tulisi tuoda sinne missä sitä eniten tarvitaan eli ikkunoiden alle ja ulko-ovien viereen. Uunit eivät mainoksista huolimatta toimi pelkästään säteilylämmittiminä, vaan niiden pinnoista nousee konvektiovirtaus, joka lämmittää katon rajaa. Uunit sijaitsevat rakennuksen

keskusvyöhykkeellä, jolloin uunista nouseva lämminilma laskeutuu alas ikkunoiden ja ulkoseinien alueella ja lisää siten haitallista viileän ilman kiertoa.

Koneellinen ilmanvaihto, ilmalämpöpumpun puhallus tai erillinen ilmankierrätyspotkuri eli tropiikkituuletin auttavat saamaan lämmön alas eli lattialle, joka on kriittisin lämpöä tarvitseva alue.



*1900-luvun puolella vesikeskuslämmitys ryyni markkinoille. Sitä ennen oli käyty kylläkin keskusteluja siitä, josko möinen luonnon lämmitystapa olisi peräti epäterveellinen. Eihän ihminen ole tottunut olemaan tasalämpöisessä huonetilassa!*

*Kun oma LVI-tieto ei riittänyt, sai Saksasta apua 1910.*

*Tätä reklaamia ei suunnattu LVI-suunnittelijoille, koska heitä ei käytännössä vielä ollut. (KK)*

### Kasvihuoneisiin ensimmäiset kattilat

Rakennuksia lämmitettiin ensin samankaltaisilla höyrykattiloilla, joilla tehtiin höyryä kaivosten vesipumpuille Englannissa. Sitten kehitettiin kattiloita laivoihin, vetureihin ja maakoneisiin. Sitä ennen kokeiltiin jo korkeapainehöyryä, esim. James Watt teki koelaitoksia 1700-luvun lopulla. Höyrykattilajähdyksiä sattui vielä 1800-luvulla taajaan vaikka matalapainehöyry voitti alaa. Yhdysvalloissa höyrylämmitys käyttäen omaa kattilaa tai höyrykaukolämpöä jatkui pitkään ja jatkunee jossain kaupungeissa edelleen.

Suomessa teollisuustiloissa höyrylämmitys on paikoin jatkunut ainakin 1960-luvulle. Höyrylämmityksen ongelmana on varusteiden korrosio, kiinnijuuttuminen, lauhteen poiston vaikeudet, pienet vuodot, paineiskut ja usein heikko eristys. Tuloilmakoneiden lämmityspattereissa portaaton säätö edellyttää usein ohitussäätöä ja hyvin hallittua alipainesuojaa. Vesikeskuslämmityksestä tuli vallitseva menetelmä kerrostaloissa 1920-luvulle tultaessa. Virastaloissa ja vastaavissa uunien polttoaineen lataus, tuhkan poisto, vedon säätö ja peltien sulkeminen olivat työtä häiritsevä riesa ja osin tietosuojaongelmakin. Riasat poistuiivat työhuoneista vesikeskuslämmityksen ansiosta.

Lämmityskattilat hankittiin aluksi ulkomailta, mutta 1900-luvun alkupuolella alkoi jo kotimainen valmistus.

*Kerrostalojen ja vastaavien keskuslämmityksen alku Suomessa oli huoneistokohtaiset lämmityspiirit, jotka saivat lämpönsä liedestä. Liettä kotona oleva perheenäiti tai piika lämmitti ahkerasti. Toinen lämmönlähde oli erilliset kamiinat ja kylpyvesilämmittimet. Kuvat KK.*



HÖGFORSIN TEHDAS OSAKEYHTIÖ

**LIESIKATTILA**  
merkki L.



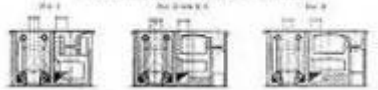
Liesikattilan voi varustaa joko höyrykattilan yhtey-  
teen liitettyä, esim. kellosta. Edellisessä tapauksessa  
voi varustella y.m. höyrykattilan tapaan lämmitykseen  
sovelia, mikä sisältää turvavaihtimen. Kattila-  
kattilan voidaan katella helposti pienessä tilassa mu-  
uramalla. Mälönsä nauttii määrän haluttuun tavalla poltto-  
ainetta. Ilmankäyttö j.a.s., su. ulkoinen lämmitys-  
järjestelmä ja lyhyttiläisillä yläkattiloin. Yksityinen ja lyhyttiläisillä lämmitys voi saada  
höyrykattilan avulla yhdistettävissä putkiverkoston inpart-  
ikarakalla varustettu lämmitysjärjestelmä.

Liesi- kattila	Merkki	Tul- kattila mm	Polttoainet mit			Paino kg	Kattila- kattila
			Etäisyys	Leveys	Kokous		
3	L. 3	400	250	400	710		
4	L. 4	400	300	400	710		
5	L. 5	400	350	400	710		
6	L. 6	400	400	400	710		
7	L. 7	400	450	400	710		
8	L. 8	400	500	400	710		

34



**LÄMMINÄ + KOMBINATION MED SPIEL**



Model	1	2	3	4	5
Height	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Width	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
Weight	150	200	250	300	350
Capacity	100	150	200	250	300

Suomessa kiinteistöjen lämmityskattilat oli sisämaassa sovitettava paikalliseen polttoaineeseen eli halkoihin. Englannissa oli käytössä kivihiiltä ja 1800-luvun puolivälin jälkeen myös koksia. Koksilla korvattiin rautamasuuneiden tarvitsemää puuhiiltä. Koksamoissa syntyi kaasua, jota alettiin käyttää ensin katuvalaistukseen. Koksamoitten kokoa kasvatettiin 1900-luvun puolella, jolloin kaasua riitti myös kaasuliesille ja lämmittimille. Näin syntyi koksia myös lämmityskattiloille. Kaasulaitoksia meillä perustettiin 1860-luvulla Helsinkiin, Viipuriin ja Turkuun. Näissä kaupungeissa koksi oli merkittävä kattiloiden polttoaine. Suomessa halkojen käyttö alkoi vähentyä 1930-luvulla, mutta sotavuosina ja niitä seuranneina pula-vuosina halkojaalat, -proomut ja valtavat halkopinot olivat tuttu näky ympäri maata.

Kiinteistöihin voitiin tehdä kattila myös muuraamalla, jolloin putkipattereista koostuvat konvektio-osat sijoitettiin muurattuihin savusoliin. Vähitellen valmiit tulitorvi-tuliputkikattilat tulivat vallitseviksi isompien kiinteistöjen kattiloina. Pienien kattiloiden rakenteessa on ollut tarjolla laaja kirjo.



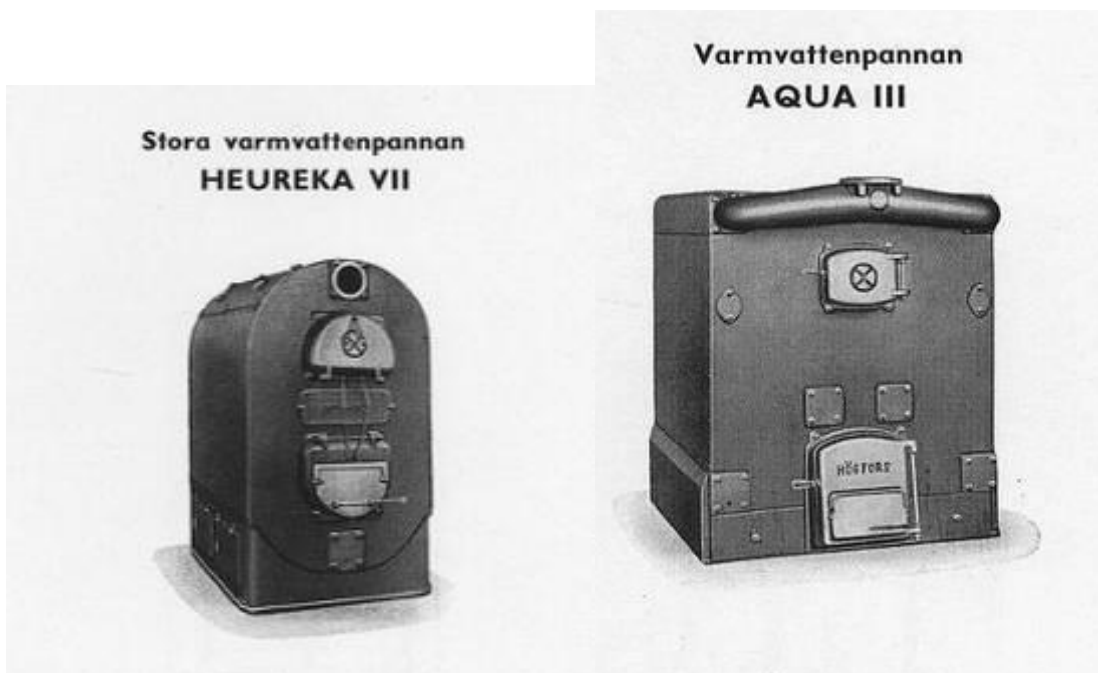
*Saksassakin järki voitti ja avotakkojen hormoneja muurattiin umpeen ja takkaan sijoitettiin radiaattori, kuten lämpöpatterifirman mainoksessa (Am) vuodelta 1910 näkyy. Ruokasaliin tarkoitettu radiaattorissa on lokero ruoan tai astioiden lämpimänä pitoa varten.*

Englannissa avotakat ja kuumavesipullot ovat olleet lämmittiminä monin paikoin vielä 1960-luvulla. Nykyään sielläkin vesikeskuslämmitys on verraten tavanomainen ratkaisu. Lämmön lähde voi olla lämpöpumppu.



*Tyytyväinen perhe asui Yhdysvalloissa jo 1900-luvun alussa keskuslämmityssä talossa. Vettä tai höyryä käytettiin lämmönsiirtoaineena.*

*Patterilämmitystä argumentoitiin kiistämättömin perustein. (Am)*

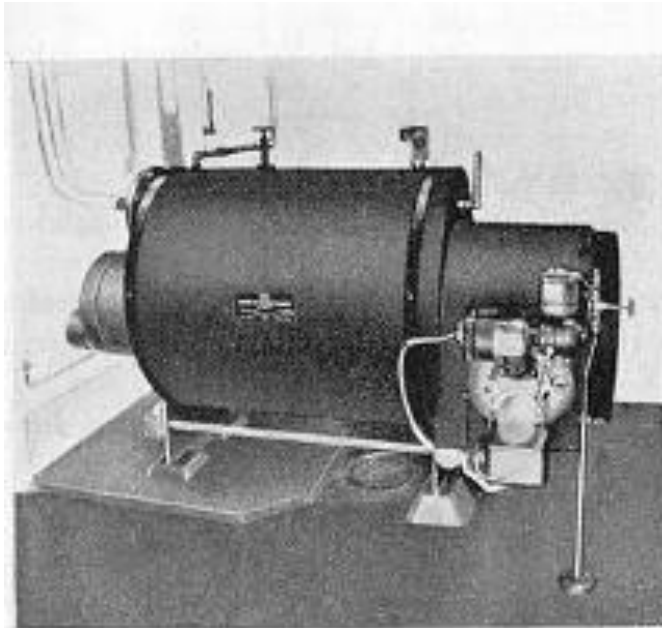


*Högforsin tehtaat valmistivat 1930-luvulla jo monia kattilamalleja (KK)*

Ennen valokaarihitsaustekniikan yleistymistä oli kattilat tehtävä niitatuista rautapeltiosista (mild steel) tai valurautaisista jakeista. Valurautaisissa kattiloissa käytettiin kiristystankoja pitämässä pakka koossa, joskin vuodot olivat aika tavallisia. Tuotanto alkoi Suomessa 1900-



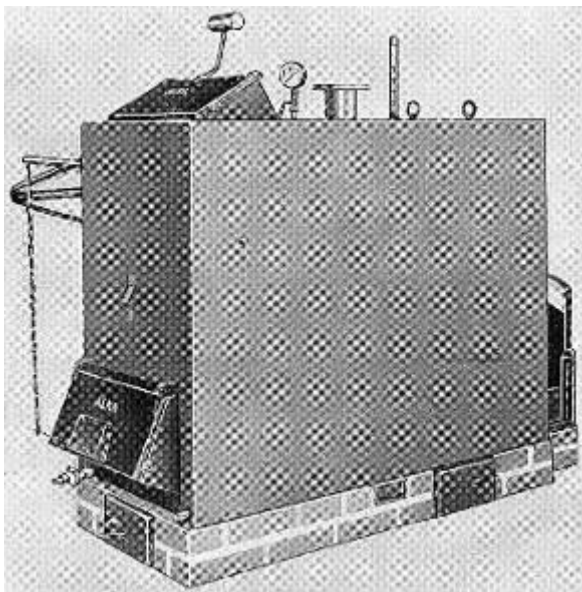
luvun alkupuolella ja esim. Högforsin valimolla oli useita rinnakkaisia malleja tarjolla. Näitä vanhempia malleja on ollut käytössä vielä 1980-luvulla ja uudempia edelleen.



*Jo 1938 oli tarjolla näin modernin näköisiä lämmittimiä. Polttimen sijainti on kuitenkin epäilyttävä. Lierion muotoiset kattilat kehitettiin jo 1800-luvun alussa korkeapainehöyrylle ja sitä kautta vetureihin, laivoihin ja maakoneisiin. (KK)*

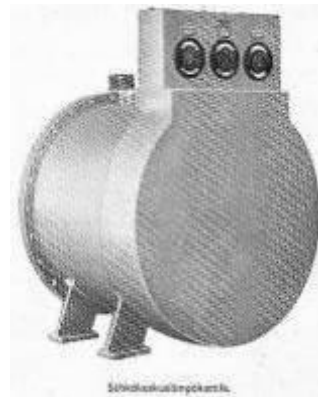
### **CTC-lämmityslaite. Itsetoimiva, öljyllä lämmitettävä**

Yksinkertainen käyttö, käytännössä melkein ilman hoitoa. Lämpötila on helposti säädettävissä 35° ja 80° välillä.



*Myös teräslevykattiloita oli tarjolla 1930-luvulla kuin myös sähkökattiloita.*

*Kuvat KK*



N:o 3 1959



**TALOUDELLISTA LOKOMO-LÄMPÖÄ**

LOKOMO-lämpö on taloudellista, sillä LOKOMO-teräslevylämmityskattiloita

- hyötysuhde on erittäin suuri
- hoito on helppo
- käyttöikä on pitkä

Insinööri Yrjö Lahti: "Käsittelemme kymmeniä LOKOMO-kattiloita täysin täyttävää 41.200 m<sup>3</sup> keraamisena lämmityskattilalla varustetun koulun lämmitykseen."

Talossa Sivu Korhosen: "Tänään, sitä ennen Tampereen Teollisuustankkiloitten perustamaa teollisuuden lämmityskattiloiden ei nyt rakennus puoleksi suosittele."

Maan vanhin teräslevylämmityskattiloitten valmistaja

**Lokomo Oy**

**LÄMPÖ-, VESIJOHTO- JA TUULETUS-TEKNILLINEN AIKAKAUSILEHTI**

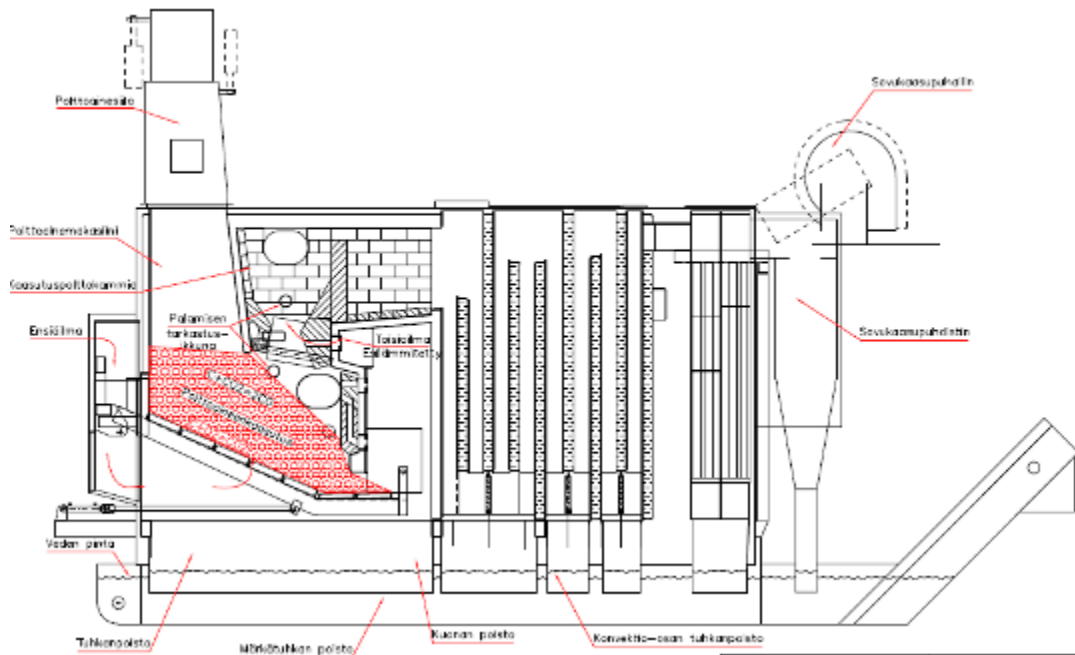
SÄÄTÖVENTTIILIEN MITOITUKSEEN JA VALINTAAN LIITTYVISTÄ TEKIJÖISTÄ •  
 PAINELMALAITOSTEN SUUNNITTELU •  
 JÄTEÖLJYN KÄYTTÖ LÄMMITYKSEEN •  
 Y.M.

Vaikka valokarihitsaus oli otettu käyttöön jo 1800-luvun puolella, tehtiin siihen jatkuvasti oleellisia parannuksia. Toisen maailmansodan jälkeen markkinoille alkoi yleisemmin tulla hitsattuja levykattiloita, jotka alkoivat syrjäyttää valurautakattiloita. Levykattiloiden etuna oli pienempi koko ja esim. kaksoistulipesän käyttömahdollisuus.

*Tamperelainen maan vanhin teräslevykattiloiden valmistaja Lokomo Oy mainosti LVT-lehdessä erityisen ahkerasti kattiloita 1950-luvulla.*

*Lokomon teräslevykattiloiden valmistus alkoi pienehköillä kattiloilla jo 1930 ja laajeni isojen kattiloiden puolelle 1934.*

Kukin polttoaine vaatii periaatteessa oman kattilatyypinsä. Esimerkiksi maakaasun palamisessa ei liekki paljoa säteile, joten lämpö siirretään veteen öljykattilaa suuremmissa konvektio-osassa. Puupelletti taas palaa lyhyemmällä liekillä kuin halko. Tulipesää ei paransi jäähdyttää ollenkaan, vaan kiinteitä polttoaineita käytettäessä tulipesän tulisi olla muurattu ja liekeille tulee olla tilaa. Välillä nämä periaatteet ovat unohtuneet alalle tulleilta valmistajilta. Pääasia on ollut, että kattila saadaan tungettu pieneen tilaan.



*Laatukattila Oy:n kattila, joka on tehty alusta alkaen puupolttoaineelle (ks. Lakan kotisivut)*

Lämpökeskukset saatiin kehitettyä niin kompaktiksi, että niitä voitiin rakentaa siirrettäviin kontteihin 1960-luvulla. Nykyisen saa jo kiinteiden polttoaineiden - kuten hakkeen ja pellettien - kattilalaitoksia siirrettävinä. Paketti voi sisältää myös puun kaasutuslaitteen ja kaasumootorikäyttöisen sähkögeneraattorin.



*Siirrettäviä vesi- ja höyrykattilalaitoksia voi myös vuokrata. Kuvassa Höyrytys Oy:n kontti.*

### Öljypolttimista kompakteja

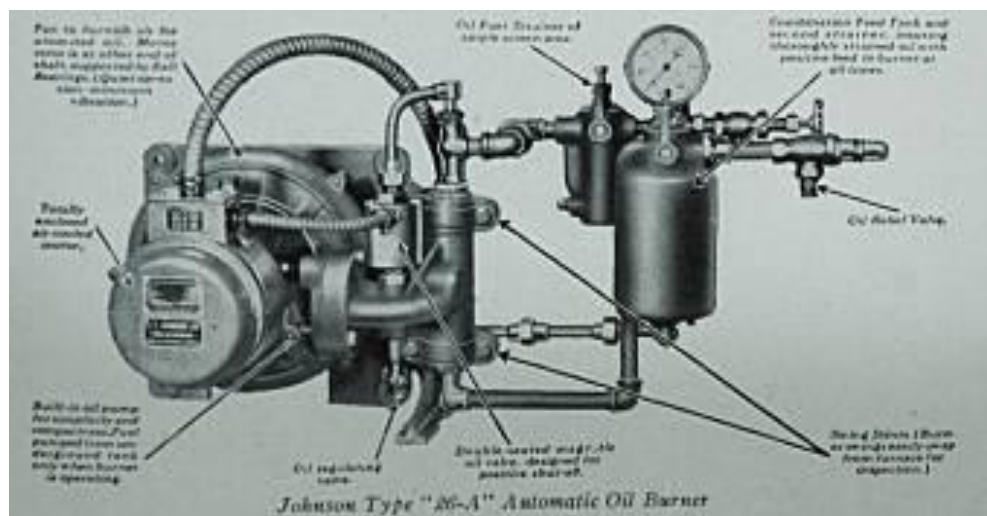
Öljypolttimia on alettu käyttää jo 1800-luvulla. Ensimmäinen rakennuksen lämmittämiseen tarkoitettu öljypoltin on todennäköisesti ollut Venäjällä Astrakaanissa jo ennen vuotta 1860. Kymmenen vuotta myöhemmin oli saatu Venäjällä aikaan suuttimella varustettu poltin. Varsinaiset paineöljypolttimet kehitettiin 1900-luvun puolella. Korkealla öljynpaineella saadaan öljy sumuuntumaan ja siten palamaan mahdollisimman täydellisesti ja nopeasti. Oleellinen osa sumuuntumista on suutin, josta öljy puhalletaan kattilaan. Myös ilman tehokas sekoittuminen öljysumuun on tärkeä.

Vielä 1920-luvulla polttimet olivat isoja, pumppua pyörittä erillinen akselin päässä oleva moottori ja akseliiviesteen öljyvuodot ja sitä kautta öljyn haju olivat yleisiä. 1930-luvun puolella

saatiin aikaan jo tiiviimpiä ja kompaktimpia versioita. Tämä kehitys tapahtui ulkomailla, ehkei Suomessa tuolloin ollut kiinteistöpuolella oikein markkinoita kalliille öljylle.

Poltintekniikassa on myös oleellista öljyn viskositeetti. Tapana on erotella öljy raskaaseen ja kevyeen polttoöljyyn. Raskaan öljyn puolella öljyn puolella öljyn sumuttamista voidaan tehdä myös käyttäen keskipakovoimaa ja pyörivää suutinpäättä. Öljyn esilämmitys noin 80 asteeseen on oleellinen osa viskositeetin alentamista. Menetelmä otettiin käyttöön yli sata vuotta sitten.

Alun perin kattilat olivat luonnonvetoisia. Tehon nostamiseksi ja palamisilman saannin varmistamiseksi alettiin jo 1860-luvulla käyttää höyrylaivoissa höyrykonekäyttöisiä savukaasupuhaltimia. Sähkökäyttöiset savukaasupuhaltimet tulivat käyttöön voimalaitoksissa 1800-luvun lopussa, mutta kiinteistöjen öljylämmityksessä niitä ei ole käytetty. Sen sijaan käytettäessä kiinteitä polttoaineita, kuten haketta tai turvetta, savukaasupuhaltimia on tarvittu jo savukaasusuodattimen painehäviön voittamiseksi.



Öljypoltin Amerikan malliin 1920-luvulta (Am)



Periaatteessa ihan moderni poltin  
vm. 1939 (KK)

Vedon varmistamiseksi ja hyvän ilma/öljysumun aikaansaamiseksi kiinteistökattiloissa kehitettiin palamisilmapuhaltimella varustetut polttimet jo 1920-luvulla. Poltinrakenteeseen integroitiin 1930-luvulla öljypumppu. Palamisilman puhallus edellytti myös kattiloilta parempaa tiiviyyttä, vaikkakin periaatteena on ollut, että savupiipun liitoskohdassa pyritään nollopaine-eroon. Ylipaine kattilaa käytettäessä savun nopeus voitiin valita niin, että piippu on itsepuhdistuva. Savukanavan mittoja voitiin pienentää ja piipun päässä olevan nuohoustaso voitiin jättää pois. Samaan suuntaan vaikutti myös koneellisten nuohouslaitteiden käyttö, jolloin alhaalla olevasta nuohousluukusta voitiin hoitaa nuohous ylöspäin.

## Öljypolttimienkin tehoa on säädettävä

Korkeajännitteisten noin 20 kV:n jännitteisten sytytyskärkien välille aikaansaadun kipinällä toimiva öljysumun sytytys kehitettiin jo 1900-luvun alussa. Joitakin vuosikymmeniä saatettiin käyttää myös jatkuvasti palavaa pilottiliekkiä syttymisen varmentamiseen. Palamista valvovat valoreleet vakiintuivat osaksi poltinta 1950-luvulla, joskin itse valovastus on paljon vanhempi keksintö. Valovastuksen avulla öljyn syöttöventtiili suljettiin ja pumppu pysäytettiin, jos liekkiä ei havaittu.

Öljypolttimien säädön perusversio on yksi suutin ja on-off-käyttö kattilatermostaatin ohjaamana. Varolaitteena voi olla myös kiehumisenestotermostaatti. Isompiin eli tyypillisesti lämpöteholtaan yli 90 kW:n polttimiin laitetaan kaksi suutinta, jolloin saadaan kolme tehoporrasta. Kaksoissuutinpolttimia tehdään 1500 kW:n tehoon saakka. Yli 500 kW:n polttimissa voidaan käyttää portaatonta moduloivaa säätöä. Yksinkertaisimmillaan modulointi on tarkoittanut öljyventtiilin ja palamisilman säätöä tyypillisesti tehoalueella 1/3 - 1.

Tehon säädön alarajana on se, etteivät savukaasut kondensoidu kattilassa tai edes piipussa, ellei kyse ole nimenomaan kondenssikattilasta. Öljyn rikki- ja happipitoisuus oli aiemmin korkea ja rikkihapon kastepiste 150 - 180 °C riippuen öljyalaadusta. Noin 1980-luvulla alkoi öljyn rikki- ja happipitoisuuden laskeminen, jolloin savukaasuja on voitu jäähdyttää hieman alemmaksi. Maakaasua käytettäessä on voitu savukaasun lämpötilassa mennä vielä alemmaksi ja myös kondensoivia haponkestäviä kattiloita on kehitetty matalalämpöverkostoja varten. Näin kattilahuötysuhde voi olla jopa yli 100 %, johtuen siitä, että normaalissa huötysuhdemäärittelyssä ei oleteta saatavan savukaasun kosteuden lämpösisältöä kondensoinnin avulla hyödyksi.

Öljyn sumuuntumista ja nokeentumisen estoa on pyritty parantamaan isoissa polttimissa 1980-luvulla sekoittamalla öljyyn pieni määrä vettä ns. emulsiolaitteilla. Öljyn ominaisuuksien kehityttyä tämäkin on jäänyt tarpeettomaksi. Pienpolttimissa öljyn esilämmityksellä on saatu kaasuuntumista paranemaan ja on otettu käyttöön termi siniliekkipoltin.

Kompakteissa öljypolttimissa on kuitenkin yksi harmi: palamisilmaa ei juurikaan voi esilämmittää, vaikka tarjolla olisi jätelämpöä. Polttimen puhallinlaakeri eikä muutkaan osat kestä kuumaksi esilämmitettyä palamisilmaa.

## Öljysäiliöiden vuodoista eroon

Teollisuuden öljysäiliöt tehtiin alunperin niitatuista peltilevyistä ja olivat maanpäällisiä. Kiinteistöihin öljysäiliöt tulivat varsinaisesti toisen maailmansodan jälkeen ja niitä sijoitettiin kiinteiltä polttoaineilta vapautuviin kellaritiloihin, bitumoituina maan alle tai eristettynä tai eristämättömänä maan päälle. Hyvin tyypillistä 1960-luvulla oli rakentaa kattilahuoneen viereen paloeristetty öljysäiliöhuone, johon sijoitettiin teräslevystä tehty säiliö.

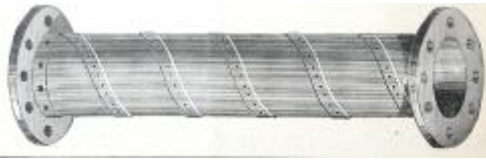
Yliätyn estimet tulivat pakollisiksi 1970-luvulla ja pohjaveden suojelemiseksi alettiin vaatia suojakaukaloita tai suoja-altaita 1980-luvulla. Samalla tuli käyttöön myös lujitemuovisia maanalaisia säiliöitä sekä sisälle tarkoitettuja muovisia ns. rivisäiliöitä, joita saattoi sijoittaa myös kattilahuoneeseen. Muovisäiliöt mitoitettiin siten, että ne saattoi kuljettaa ovista. Maanalaisten säiliöiden määräaikaistarkastukset tulivat pakollisiksi 1980-luvulla.

## Putkia kaikista aineista

Putkia on tehty puusta, bambusta, keramiikasta ja lyijystä jo ammoisina aikoina. Puuputkia tehtiin Suomessa kuusipuun rungoista erityisellä putkikairalla maaseudulla vielä 1920-luvulla. Paperiteollisuudessa on ollut puisia laudoista ja kiristysvanteista tehtyjä suuria D1000 ja isompia raakavesijohtoja käytössä vielä 1970-luvulla. Kunnallistekniikassa varsinkin Etelä-Euroopassa oli käytössä 1900-luvulla pitkään myös asbestisementtiputkia.

Rakennusten sisäputkistojen aika alkoi laajemmin lähinnä Englannissa 1700-luvun lopussa, Ensimmäisen putkia liitettiin laipoilla toisiinsa, mutta ratkaiseva kehitysaskel oli kierrelliitoksien ja erillisten muhvien kehittäminen.





*Niitattuja kierresaumaputkia tehtiin höyrylaitoksiin vielä 1890. (Am)*

**Mannesmannröhren-Werke**

**Düsseldorf**

Tilberka:

helvalsade och svetsade rör af stål, koppar och messing för vatten-, gas- och ångledningar för högtrycks- och turbinledningar; borrh- och brunnrör; rörslangar; förbindningsstycken af alla slag; helvalsade Mannesmann-stolpar för elektriska ljus- och kraftledningar.

Säsom specialitet rekommenderas:

**Helvalsade Mannesmann-Stål-Muffrör**

hvars hufvudfördelar bestå i: Stora fabrikationslängder från 8 intill 14 meter. Absolut driftsäkerhet. Ringa transport-, diktning- och arbetskostnader.

Prospekter och offerter lämnas genom

**Alb. Goldbeck-Löwe, Helsingfors.**

*Mainos kertoo, että 1910 oli tarjolla jo kaikkia metalliputkivaihtoehtoja. (KK)*

Suomessa alkoi valurataputken tuotanto 1800-luvun loppupuolella. Saksalainen Mannesmann oli kuitenkin varsinainen käsite alalla. Teräsputkia tehtiin pituushitsaten jo 1830-luvulla ja 1900-luvulla saumattomia teräsputkia työntämällä kuuma muokkautuva metalli tuurnaa vasten.

Lämmitysjärjestelmien putkina käytettiin ns. tuubiputkia eli höyryputkia aina 1970-luvulle. Näissä putkissa oli paksu seinämä ja ne kestivät verraten hyvin korroosiota. Sittenmin markkinoille tulivat halvemmat ohutseinämäiset teräsputket.

Tiilestä tehtyjä salaojaputkia käytettiin 1960-luvulle saakka ja lasitettuja tiiliputkia laboratorioden ja prosessiteollisuuden erityisen syövyttävien nesteiden viemäroinnissä vielä sen jälkeen.

Kylmävesiputkia alettiin valmistaa kuumasinkittyinä 1900-luvun alussa. Näitä kierrelliitosputkia käytettiin yleisesti vielä 1960-luvulle, jolloin kupari syrjäytti ne. Välivaiheessa saatettiin isompina putkina - esim. DN32 ja suuremmat - käyttää kuumasinkittyjä. Pienemmät tehtiin kuparista.

Muoviputkien valmistusta harjoiteltiin maailmalla jo ennen toista maailmansotaa, mutta Suomeen ne alkoivat tulla 1960-luvulla. Viemäripuolella raaka-aine oli PVC. Sen ympäristö- ja työolosuhteongelmien takia siirryttiin 1990-luvulla polypropeenin (PP) käyttöön. Vesijohtopuolella polyeteeni (PE) on ollut markkinoilla 1960-luvulta asti ja tarjolla on ollut kieppi- ja kankitavaraa.

Varsinkin lattialämmitykseen tarkoitettu peroksidilla ristosilloitettu PEX-polyeteeniputki tuli markkinoille 1980-luvulla. PEX-a ja PEX-c ovat juomavesiputkiksi hyväksytyjä ja laajalti käytettyjä. Näiden putkien valmistuksessa on 2010-luvulla ongelmia, sillä juomaveteen liuenneet aineet ovat aiheuttaneet makuhaittoja. Kyseiset aineet ovat terveydelle haitallisia, joskin haitallisuusaste riippuu pitoisuudesta. Kaikkia kyseisiä putkia ei ole vielä jäljitetty eikä siinä puuhassa ole oltu proaktiivisia, mikä on törkeää.

Komposiittiputkissa on kahden polyeteenikerroksen välissä alumiini. Putkityyppi yleistyi 1990-luvulla. Tämän putkityypin käyttö vaihtelee.



Vesijohtojen kupari- ja muoviputkien valmistajien kesken on käyty debattia. Aika ilmeiseltä näyttää, että kupariputkien pinnalla eivät bakteerit viihdy. Kupariputkissa kulkenutta lämmintä käyttövedettä ei pidä kuitenkaan juoda, sillä kuparia voi olla liuennut veteen liikaa. Uutena ilmiönä on Tampereella uudella kerrostaloalueella lämpimän käyttöveden putkissa ilmennyt pistekorrosiota, jonka syyksi VTT on päätellyt sinänsä normaalin vesijohtoveden silikaatti- ja klooripitoisuuden. Mineraalit muodostivat putkien pinnalle huokoisen kerroksen ja estivät tiiviin oksidikerroksen synnyn. Näin muodostui otolliset olosuhteet pistekorrosiolle. Lääke olisi uusien putkien peittäminen ennen käyttöä.

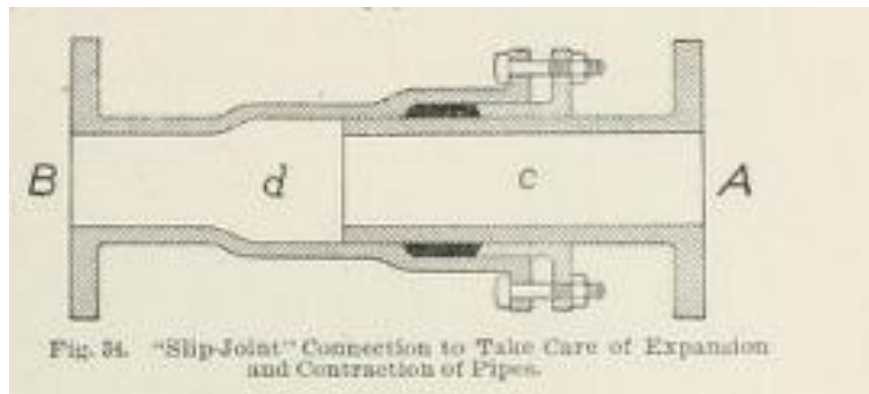
Valurauta säilyi viemärimateriaalina 1960-luvulle, jolloin alkoi muovin käyttö. Muovi on kemiallisesti kestävä ihan alkuvuosien putkia lukuunottamatta. Ääniteknisesti se ei kuitenkaan vedä likimainkaan vertoja valuraudalle. 2000-luvulla kehitettiin hieman parempia malleja. Myös mekaaninen kestävyys muovilla on heikko, mikä haittaa soveltuvuutta varsinkin suurkeittiöiden rasvaviemäreihin, joita on puhdistettava mekaanisesti. Kerrostalojen alapään mutkassa muovi on tuettava betonilla. Korkeiden rakennuksien viemärit tehdään valuraudasta ja niihin tehdään hidastusmutkia. Paloteknisesti muovi ei vedä vertoja valuraudalle.

Uusien maahantuotujen valurautaputkien ruostuminen alle kymmenessä vuodessa käyttökelvottomaksi on kuitenkin yllättänyt joissakin tapauksissa.

### Lämpölaajeneminen on kompensoitava

Alun perin lämmitysputkistojen lämpölaajeneminen kompensoitiin käyttämällä hyväksi putkiston mutkia tai asentamalla erityisiä paisuntalenkkejä. Niitä voitiin tehdä pajalla valmiiksi esimerkiksi lyyran muotoisina. Kaikkialle tällaisia ei kuitenkaan kovin helposti voinut tilantarpeen takia asentaa.

*Varhaisia lämpöliikkeen erikoisteknisiä kompensattoreita lienevät olleet liukuliitokset, jollaista vuoden 1909 oppikirja kuvaa (Am). Liitos tunnettiin myös ns. Johnsson-liitoksena, jota käytettiin myös isoissa kunnallisteknisissä putkissa. Paljetasaimia alettiin valmistaa jo 1930-luvun puolella. Niitä on kahden tyyppisiä: asennetaan suoraan linjaan, jolloin ne vaativat ohjaimet, tai laitteessa on tukimekanismi ja tasain voidaan asentaa mutkallekin.*





Kuva 9 (D:2,3.)  
Yksiosasto

Kuva 8 (D:2,3.)  
Kaksoosasto



Kuva 10 (D:2,3.)  
Painosoin, kaksiosasto

Rakennusten sisäjohtoasennuksissa käytettiin 1970-luvulla verraten paljon paljetasaimia. Tasaimet vaativat usein kiintopisteet ja ohjaimet, joten asennuksista tuli vaativia.

Sittemmin on taas pyritty käyttämään luonnostaan syntyviä mutkia. Myös putkidimensioiden pienentyminen ja lämmitysveden lämpötilan lasku on auttanut välttämään paljetasaimien tarvetta.

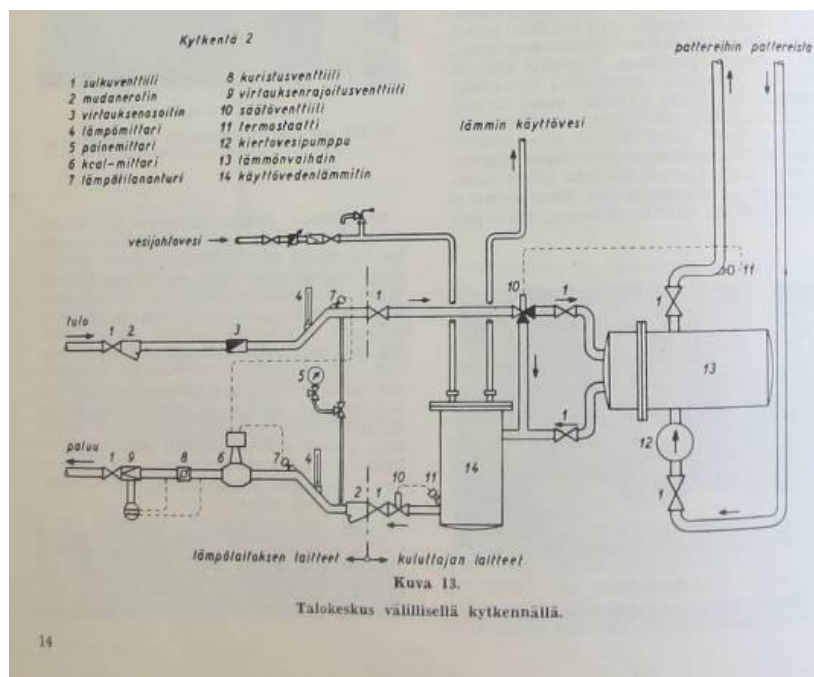
(Kuva SuLVI:n koulutusmateriaalista 1960-luvulta)

## Kaukolämmöllä kiinteistökattilat historiaan

### Jo vanha juttu

Kaukolämpölaitoksia alettiin rakentaa Yhdysvalloissa ja Saksassa jo 1800-luvun lopussa. Helsinkiin kaukolämpö tuli vasta 1950-luvulla ja pian sen jälkeen isoimpiin kaupunkeihin. Tosin Helsingin Olympiakylässä oli jo 1940 aluelämpöjärjestelmä. Kortteli- tai tehdasaluekohtaisia lämmityksiä on käytetty näitä aiemminkin.

Lämmönjakokeskukset tehtiin ensin paikan päällä erillisistä putkilämmönsiirtimistä, pumpuista ja putkista. Putkilämmönsiirtimiä asennettiin tilan säästämiseksi pystyyn. Alapäähän kertynyt sakka aiheutti kuitenkin korroosiota. Aluksi liittymismaksuista saatettiin joissakin isoissa kohteissa kuten tehdasalueilla antaa alennusta, jos jätti varalämmön lähteeksi vanhan kattilakeskuksen.



Kaukolämmön suosituskytkenäkaavio nro 2 50/60-luvun vaihteessa. Kaavio nro 1 oli suora kytkenä eli kaukolämpövesi kiersi kiinteistön lämmityspiirissä. Tällaisia käytettiin aluksi 1950-luvulla esim. Tapiolassa. Myöhemmin mallikaavioita on rukattu moneen kertaan. (LVT-Lehti)

1970-luvulla tuli suurena uutuuksena markkinoille ruostumattomasta teräksestä tehdyt levylämmönsiirtimet, joissa oli tekokumitiivistet. Tilaa säästy ja koko paketti tehtiin tehtaalla valmiiksi. Valitettavasti osoittautui, etteivät tiivistet kestä kaukolämmössä ja niiden uusiminen on varsin hankala työ. Tämän jälkeen kehitettiin juotettuja lämmönsiirtimiä, jotka ovat kestäneet paremmin. Juotosmenetelmiä on kuitenkin jouduttu parantamaan. Käyttövesipuolelle valmistettiin 1980-luvulla kierukkalämmönsiirtimiä, joissa eräänlainen kuparinen ripaputkikierukka oli tiiviisti pakattu lieriömäiseen säiliöön. Näiden ongelmaksi osoittautui tukkeutuminen.

Valmiissa lämmönjakokeskuksissa on nykyään myös tehokkaat ilman- ja lian poistimet ja tyyppillisesti pumppujen pyörimisnopeusohjaus, jolla pidetään vakioapaine-ero verkostossa.

### **Kohti haaleampaa vettä**

Kaukolämpöjärjestelmien kuluttaja- eli rakennuspuolen mitoituslämpötilat ovat vähitellen madaltuneet. Näin päästään parempaa kaukolämpöveden jäähtymään, mikä pienentää verkostohäviöitä, putkien koon tarvetta ja parantaa erityisesti vastapainevoimalaitoksessa hyötysuhdetta. Ilmanvaihto- ja patteripiirin mitoituslämpötila ovat nykyään yleensä samat, joten erillisiä lämmönsiirtimiä tai verkostoja ei enää tarvita. Lattialämmityspiiri on matalasta lämpötilasta johtuen erillinen.

Aiemmin lämmönjakokeskuksen eliniäksi arvioitiin 20 - 25 vuotta. Nykyisin voisi arvioida iän olevan pitempi. Toki pumppuja tai automatiikkaa voi joutua uusimaan.

### **Naapurissa suora kytkentä**

Neuvostoliitossa ei alun perin useinkaan käytetty lämmönsiirtimiä laisinkaan, vaan kaukolämpökytkentä oli suora. Jopa niin, että käyttövesi otettiin lämpöjohdosta. Jotta korkeimmillaan 16 barin katujohdopaine ja 150 asteen lämpötila ei olisi siirtynyt rakennuksen pattereihin, sekoitettiin rakennuksen paluuvettä menoveteen ejektorilla. Tämän toiminta edellytti, että virtaus pysyi vakaana, joten patterikohtaisia sulkuja ei juurikaan voinut käyttää. Niinpä rakennusten menoveden lämpötilasäätö riippui voimalaitokselta lähtevän veden lämpötilasta. Tämä johti lämmön tuhlaamiseen ja huonelämpötilan säätöön ikkunaa avaamalla.

Käyttöveden otto lämpöjohdosta ruostutti koko järjestelmää, sillä voimalaitosten ilmanpoistimet eli deaeraattorit eivät suinkaan pystyneet poistamaan kaikkea happea syöttövedestä. Venäläisille oli kova pala luopua huonosti toimivasta ja yllättävän paljon tilaa vievästä suorasta kytkennästä yhteisprojekteissa. Myöhemmin on käyttöveden lämmitys alettu hoitaa välillisesti lämmönsiirintä käyttäen, mutta suoraa lämmitysverkoston kytkentöjä on edelleen runsaasti.

Naapurin naapurissa eli Kiinassa on yleinen ratkaisu ollut kortteli- tai aluekohtaiset lämmönjakokeskukset. Niiden korvaaminen rakennuskohtaisilla lämmönjakokeskuksilla säästää energiaa mm. tarkemman virtaama- ja lämpötilasäädön ansiosta. Myös maanalaisten putkien korroosio vähenee mm. putkistojen vähetessä.

### **USA:ssa suosittiin höyryä**

Amerikkalaiset ovat olleet innostuneita höyrylämmitykseen. Jopa kaukohöyryä on käytetty siten, ettei lauhdetta palauteta. Tämän takia katujen viemärikaivot höyryävät. Huonelämpötilan säädettävyyden parantamiseksi ja pattereiden vaarallisen kuumen lämpötilan laskemiseksi kehitettiin monimutkainen alipainehöyrylämmitys.

Höyrykaukolämpöä on käytetty paikoin myös Euroopassa.

### **Kaukolämpöputket ruostuivat ulkopuolelta**

Kaukolämpöputket tehtiin 1960-luvulle käyttäen betonisia pohja- ja kansirakenteita ja kevytbetoni- ja lasivillaeristeitä. Ongelmaksi muodostui veden pääsy eristeeseen, jolloin ulkopuolinen korroosio tuhosi putkea. Ohjeissa oli kyllä putkilinjojen varustaminen salaojituksella, mutta joko tämä jäi tekemättä tai vesi pääsi kuitenkin linjaan, sillä varsin paljon

putkilinjoja on jouduttu uusimaan ja vuotoja metsästetään edelleen mm. kuvaamalla linjoja lämpökameralla helikopterista.

Muovieristeisiä kaukolämpöputkia tuli markkinoille jo 1950-luvulla. Fiskars-elementit tehtiin siten, että niissä on polyeteeninen suojakuori, polyuretaanieristys ja sisällä 2 tai 4 kpl lujitemuovisia suojaputkia, joihin teräs- tai kupariputket ujutettiin. Elementtiä tehtiin 1980-luvulle saakka. Ongelma oli huonosti tehdyistä tai vaurioituneita liitoskohdista sisään pääsevä vesi. Se levisi suojaputken ja metalliputken välissä pitkiä matkoja ja ruostutti pahimmillaan teräsputken puhki vuodessa. Eristeen vaahdotus kiinni teräsputkeen estää veden pääsyn pitemmälle.

Joissakin kohteissa polyuretaania käytettiin paikan päällä vaahdottaen. Ongelmia saattoi tulla eristeen haihtumisesta pois. Maanalaisten lämpöjohtojen kalliit paljetasaimet ja kiintopisteet voitiin jättää pienemmissä valmiiksi eristetyissä elementtiputkistoissa pois asentamalla putket mutkittelemaan, jolloin lämpöliike kompensoitui luonnostaan mm. maan kitkalla ( ns. No Comp-menetelmä). Valmiiksi eristettyihin putkiin sai vuotohälytysjohdon jo 1970-luvun lopulla. Näiden esim. tanskalaisen I. C. Möllerin putkien käyttöönotto yleistyi varsin hitaasti, vaikka tekniikka oli ylivoimainen verrattuna käytössä olleisiin yleisiin heikosti eristettyihin ratkaisuihin.

Nykyään isotkin kaukolämpöputket tehdään elementeistä, joissa polyuretaanieristys on vaahdotettu kiinni teräsputkeen ja suojuksena on polyeteeninen suojaputki.

Rakennusten välisiin kiinteistölämmityksessä käytettäviin mataliin lämpötiloihin on tarjolla kokonaan muovisia ja taipuisia putkia. Vuodesta 2013 asti on saanut asiallisesti eristettyjä aluelämmityspotkia, jotka pitävät lämmön sisällään eivätkä toimi lumensulattimina.

### **Energiamarkkinat sekaisin**

Kaukolämpö on joutunut kilpailemaan sähkön varassa toimivien lämpöpumppulämmitysten kanssa. Tämä johtuu pohjoismaisen sähkön alhaisesta hinnasta. Väliillä CHP-laitoksissa (cogeneration of heat and power) ei ole kannattanut kehittää juurikaan sähköä, kun markkinahinta on tuotantokustannuksia alhaisempi. Toisaalta lauhdevoiman kehittämistä hiilelläkin on vähennetty. Kaukolämmön hinnan kalleutta on äimistely ja väitetty sen johtuvan siitä, että kunnat käyttävät kaukolämpölaitoksiensa tuloja muiden menojen kattamiseen. Veronkorotukset selittävät vain osittain tariffien nostot.

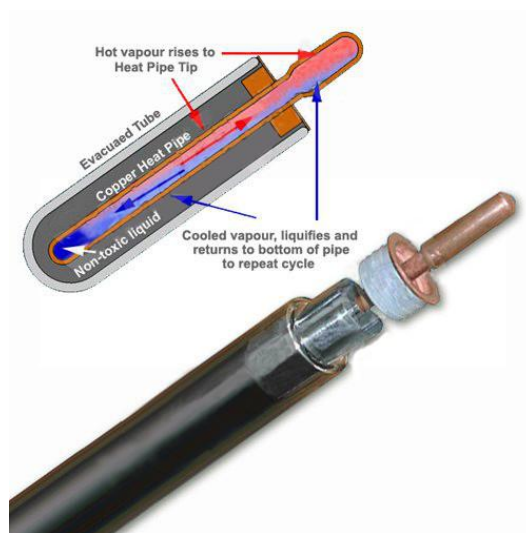
### **Aurinkoinen paistaa**

Vesikeskuslämmityksen rinnalle ja myös pelkästään käyttöveden lämmitykseen on kehitetty aurinkolämpökeräimiä ainakin jo 1970-luvulla. Etelä-Euroopasta tuttuja ovat vesisäiliössä varustetut katolle asennetut keräimet, joissa vesi kiertää painovoimaisesti.



*Tasokeräinpatteristo erillisine vesisäiliöineen Alanyassa Turkissa. Valok. Pirkko Rantanen.*

Pohjoismaihin tarjolla on tasokeräimiä ja tyhjöputkikeräimiä. Tasokeräin on perinteisempi malli, jossa nesteputket ovat selektiivilasilla varustetussa laatikossa. Tyhjöputkiversiossa putkien ympärillä on kaksoisvaippa, jossa tyhjä estää konvektiivisen lämpöhäviön eli keräimellä saadaan lämmintä liuosta viileässäkin säässä, jos aurinko paistaa. Kukin tyhjöputki on itsenäinen ja toimii ns. ilmanvaihdon lämmöntalteenotosta tutulla lämpöputkiperiaatteella (heat pipe) eli putkessa höyrystynyt neste - yleensä alkoholiliuos - luovuttaa lämmön välillisesti putken yläpäässä kiertävään liukseen. Lauhtunut nesteytynyt liuos valuu putkessa takaisin alas. Tyhjöputkien ja keräinlaatikoiden rakenteessa ja pinnoituksissa on eroja.



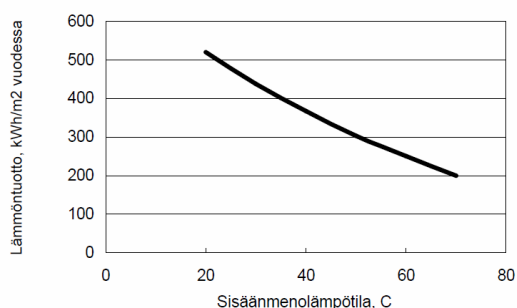
*Tyhjöputkikeräimen rakenne (Wikipedia)*

Ruukki tarjoaa 2014 teknisesti toisenlaista ratkaisua: peltikatetta on integroitu keräintointiminta katteen alapuolelle asennetuilla putkilla. Tarvitaan pitkäaikaisia mittauksia, jotta nähdään ratkaisun energiatehokkuus. Omatoiminen pelletin voi rakentaa vanhoista radiaattoreista itsekin keräimen, mutta energian saanti jää oleellisesti alemmaksi kuin kaupallisista selektiivisellä pinnalla varustetuissa keräimissä.

Tekniikka on ratkaisevasti parantunut 1980-luvun alusta, jolloin eräissä koekohteissa (Tampereen Lukonmäellä) keräimillä varustetut talot kuluttivat enemmän lämpöä kuin sähkölämmitetyt talot. Tämä johtui kehoista säätölaitteista ja keräimien alkeellisesta rakenteesta.

Keräimien hyötysuhde vaihtelee erityisesti sijainnista, suuntauksesta ja mallista johtuen ollen 35...85 %. Talviaikana lämmön saanti jää todella heikoksi, sillä keräimien hyötysuhde laskee auringon säteilytehon laskiessa menen nollaan. Tätä voi verrata paneelien 11...17 %:n sähkönsaannin hyötysuhteeseen, joka sentään pysyy liki vakiona säteilytehosta riippumatta ja jopa paranee viileällä tai kylmällä säällä.

.Keräimillä lämmitetään tyypillisesti käyttövettä, mutta myös vesikeskuslämmityksen avittaminen voi olla mahdollista. Uima-allasvedenkin lämmitys on erinomainen kohde. Erittäin tärkeä asia on keräimelle tulevan nesteen lämpötila: mitä matalampi, sen parempi. Lattia- tai ilmalämmitys ovat hyviä lämmönkäyttökohteita. Käyttöveden vuotuisesta lämmöntarpeesta jopa 60 % mainostetaan voitavan lämmittää keräimellä.





Keräimet sijoitetaan tyypillisesti katolle. On myös tarjolla laitteistoja, jotka suuntavat keräimet automaattisesti auringon suuntaan. Energian saanti voi parantua tyypillisesti 30 %, erikoistapauksissa enemmänkin. Kääntyvä laitteisto sijoitetaan yleensä pihalle, erittäin tukeva tasakattokin toki kävisi. Pihan ongelmana on usein puut ja muut varjostavat rakenteet. Ilkivaltakin on mahdollinen.

Oleellinen komponentti on myös lämpöakku eli varaajasäiliö ja sen hyötysuhde eli käytännössä veden kerrostuneisuus. Varaajan vesi lämmitetään välillisesti keräinpiirin kierukkalämmönsiirtimellä. Esitteistä päätellen lämpöakuissa näyttäisi olevan parantamisen varaa. Keräimistä lämpö saadaan jäätymättömään liuokseen, joka on yleensä etyleeni- tai propyleeniglykoli. Etyleeniglykolin myrkyllisyyden takia käyttöveden lämmitys on hoidettava omalla kierukkalämmönsiirtimellä eli kaksinkertaisesti välillisesti. Jos keräimissä kiertäisi vesi, olisi sille järjestettävä helppo tyhjennys. Arveluttavaa olisi kuitenkin kesäajan hallaöiden yms. hoitaminen.

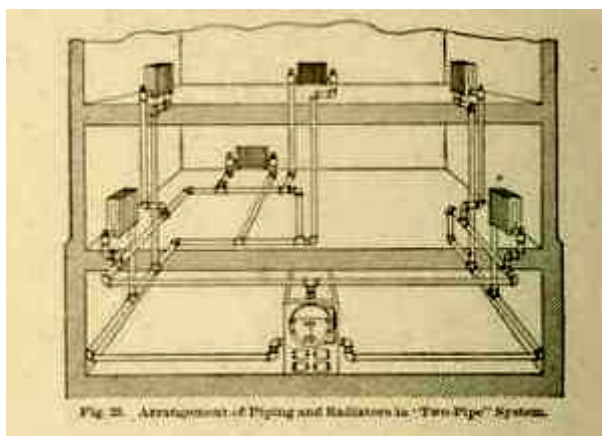
Aurinkokeräimien kannattavuus riippuu pitkälti kesäkauden käyttöveden kulutuksesta. Suuri urheileva läpi kesän kotona asuva perhe kuluttaa vettä moninkertaisesti suihkussa käynteihin ja vaatteiden pesuun verrattuna eläkeläispariskuntaan, joka parhaan kesäajan on poissa mökillään. Näin sijoitetun pääoman tuotto vaihtelee nollan ja kuuden prosentin välillä.

#### Kuumailmakeräimet

Nestekiertoisten keräimien lisäksi tarjolla on myös ns. kuumailmakeräimiä, joilla lämmitetään sisälle tulevaa ilmaa. Tarjolla on myös valmiita paketteja, joissa ulos asennetusta keräinlaatikossa kiertää sisäilma. Näin saadaan lämpöä muutoin talvella kylmillään olevaan huoneeseen tarkoituksena mm. estää kosteudesta johtuva mikrobikasvu. Jotkut omatoimiset ovat tehneet tällaisia keräimiä juomatölkeistäkin. On kuitenkin muistettava, että tavallinen verhoton ikkuna toimii keräimenä eli päästää auringon lämmön tehokkaasti sisälle ilman sen kummempia putkia. Nimi kuumailmakeräin on harhaanjohtava, sillä kovin kuumaksi ilma ei yleensä lämpene sinä aikana, kun lämmitystä tarvitaan.

Joissakin erikoistapauksissa on rakennuksen mustaksi maalatun ulkovuorauksen ilmaväliä käytetty tuloilman esilämmittämiseen. Ilman kierto vaatii kylläkin puhaltimen, joskin sen paineen tarve jää alhaiseksi. Tällä menetelmällä saadaan esim. klapivarasto toimimaan kuivurina.

## Lämmityspattereita jos jonkinlaisia



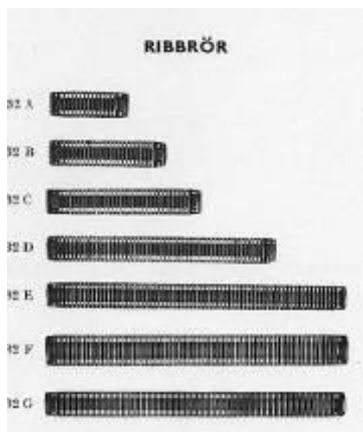
*Patteriverkoston kytkennän perustyyppkejä on kaksi: 1-putki- ja 2-putkikytkentä. 2-putkikytkentä on vakiintunut vallitsevaksi Suomessa. (Am)*

*Painovoimaisesti kiertävän veden putkistojen suunnittelu oli tarkkaa työtä. Vaihtoehtona oli ylä- tai alajakoinen järjestelmä. Kerrostaloissa saattoi olla vesilämmityskattiloiden rinnalla myös matalapainehöyrykattila käyttöveden ja kellarin lämmittämiseksi.*

Käytettäessä höyrylämmitystä olivat sileäputkipatterit ja ripaputkipatterit itsestään selvä ratkaisu johtuen lämpötilasta ja paineista. Yhdysvalloissa 1860-luvulla käyttöön otetut valuraudasta tehdyt jaepatterit levisivät Eurooppaan 1880-luvulla ja niiden käyttö jatkui 1950-luvulle.



*Putkipatteri 1930-luvun malliin  
tehtaan porrashuoneessa (BHa).  
Putkipattereiden malleissa vain  
mielikuvitus on ollut rajana.  
Kaikenlaisia on tehty, joko myyntiin,  
omiin urakkakohteisiin tai omiin  
kiinteistöihin.*



**Högfors Bruk, Högfors**



**ORION  
Kaminer**  
Högfors patent.

Dessa ytterst bränsle-  
besparande och med  
luftcirkulation försed-  
da kaminer äro skeddade  
för kontinuerlig eld-  
ning och äro de där-  
för under den kalla  
sätiden egnade att  
hålla i lokalen dygnet  
om en jämn och be-  
haglig värme.

KAMINER af kamfläselement med där-  
till hörande delar samt stjärnkaminer  
finnas ständigt på lager.



Kompleta lokala värmeinrättningar för  
kamineldning till kyrkor, skolsalar, sam-  
lings- och föreningslokaler projekteras  
och uppsätts.

KOSTNADSFÖRSLAG GRATIS.

*Ripaputkipattereita käytettiin varsinkin teollisuudessa ja myymälöissä näyteikkunoiden alla  
(KK)*

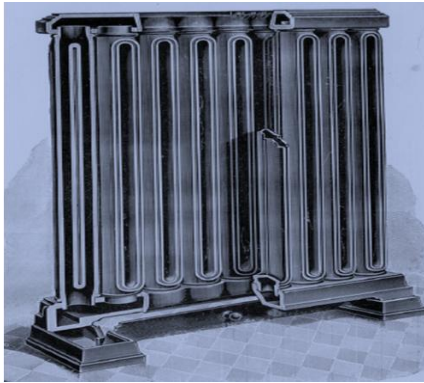


*Jo 1930-luvulla oli myynnissä rinnan valurauta- ja teräslevypattereita (KK)*

Kiekkohitsausmenetelmällä alettiin levypattereita valmistaa jo 1930-luvulla, mutta valurautaiset jaepatterit olivat markkinoilla vielä sotien jälkeen.

Vanhojen valurautaisten jaepattereiden replikat ovat tulleet 2000-luvulla uudelleen myyntiin ja ei aivan ihme. Tiheillä ritilöillä varustetut tavanomaiset konvektoripatterit vaatisivat paineilmapuhalluksen, jotta ne saisi puhdistettua pölystä.

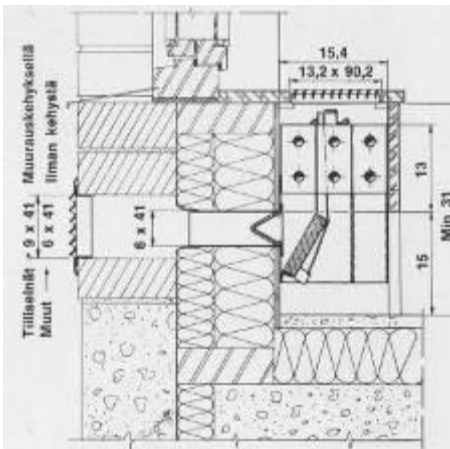
## Patterilla ulkoilma lämpimäksi



*Korvausilman saanti lämmitettynä ilman konetta on yritetty ratkaista mm. tuomalla ulkoilmaa patterin alta, takaa tai päältä. Erilaisia ratkaisuja oli runsaasti tarjolla. Kuvassa eräs 1880-luvun tyyppi. Alimmassa kerroksessa tuloilman otto lähes maan pinnasta tuo erityisen paljon epäpuhtauksia. (Am)*

1800-luvulla oli maailmalla kehitetty monikerroksisten toimitalojen ilmanvaihtoon ja lämmitykseen järjestelmiä, joissa tuloilma johdettiin sisään radiaattoreiden kautta. Näin saatiin yksilöllinen huonekohtainen jälkilämmitys.

Tyypillisissä kerrostaloissa johdettiin ulkoilma sisälle ikkunaraoista. Pattereiden tärkeä tehtävä lämmittää tämä ilma. Vanhemmissa taloissa oli seinissä erillisiä ulkoilmaventtiileitä, mutta ne suljettiin pakkasella.



*Valmet kehitti 1960-luvulla erityisesti uima-allastilojen korvausilmaa varten konvektoriratkaisun (konvektorin lämmön pääosa saadaan levyjen väliin poimutetusta peltipinnasta), jossa ulkoilma tulee lämmityspatterin kautta. Myöhemmin näitä suodattimella varustettuja ilmaventtiiliratkaisuja on kehitetty lukuisia. Varustamalla ulkoilmaventtiili termostaattisella sulkuosalla saadaan aikaan melko siedettävä ratkaisu.*

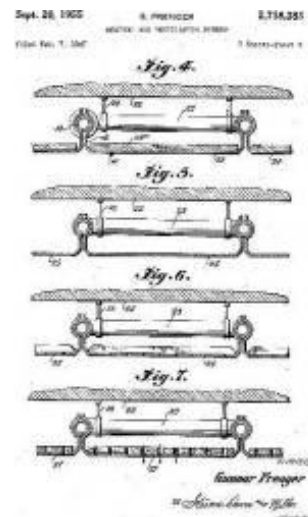
## Säteilylämmitystä keskuslämmitysvedellä

Vesikiertoisia **lattiaan asennettavia** Crittall-lämmityksiä markkinoitiin nimellä säteilylämmitys 1950-luvuna alussa. Muualla maailmassa niitä oli käytetty jo 1930-luvun alkupuolelta. Norjalaisen Frengerin kehittämiä säteilylämmityskattoja markkinoitiin samoihin aikoihin ja alettiin asentaa 1950-luvun lopussa. Ne eivät lopulta saavuttaneet kovin laajaa suosiota, Yksi syy saattoi olla, että suhteellisen matalalämpöistä vettä käytettäessä konvektion osuus lämmönluovutuksesta on iso. Katon rajassa lämmennyt ilma menee helposti poistoilmaventtiileistä harakoille.



1960

AKKORDI



*Frenger-kattoon oli 1950-luvulla monia toteutusvaihtoehtoja*



Yhdistetyt jäähdytys- ja lämmityskatot sekä vastaavasti palkit luultavasti tulevat yleistymään, kun ikkunat ovat tasokkaita ja lämmitystarve pieni.

### Kuumasäteilijöitä varasto- ja tuotantohalleissa

Ulkomailla on käytössä kuumakaasusäteilyputkilämmityksiä lähinnä varastoihin, varikoihin ja teollisuustiloihin. Hallin katon rajassa kiertää kanavat, joiden sisällä virtaa kuumat savukaasu tai sähköllä kuumennettu ilma. Menetelmän aiheuttama epätasainen säteilykenttä ei ole saavuttanut suosiota, vaikka laitteita mainostettiin Suomessakin 1970-luvulla.



*Keski-Euroopassa ja Yhdysvalloissa suosiota saavutti kuumavesi- tai höyryputkisäteilylämmitys, kuten vuoden 1910 valokuvassa. Putkipatterista puuttuu yläpuolelta eristys, joten sen hyötysuhde on ollut keuhko. (Am)*

Kaasulla tai sähköllä lämpeneviä säteilylämmittimiä on käytetty jo ainakin 1960-luvulta saakka ja käytetään teollisuudessa ja varastoissa paikallislämmittiminä. Sähköpuolella on myös matalalämpöisiä paneeleita, joita voidaan käyttää pölyisissä palonaroissa paikoissa.



*Kreikkalainen ratkaisu lämmittämättömän toimistotilan sihteerin sormien sulana pitämiseen talvikautena eräässä tehtaassa Thessalonikissa vielä 1990-lvulla.*

1950

AA

## Ikkunalämmitys poisti vedon

Ikkunavedosta pääsee eroon lämmittämällä ikkunaan siihen valmistusvaiheessa tehdyllä metallikalvolla. Energiataloudellisesti tämä on epäilyttävää, mutta 1980- ja 1990-luvuilla ratkaisua puolusteltiin sillä, että käyttämällä alhaisen U-arvon ikkunoita lämpöhäviöt ovat pienempiä kuin tavanomaisilla ikkunoilla. Nykyisten U-arvomääräysten aikana tämä argumentti ei enää päde.

### IKKUNALÄMMITYS



1980

AKI

*Hulpeankokoiset ikkunat aiheuttivat epäsymmetrisen lämpötilakentän ja alas valuvan konvektiovirtauksen takia sisäilmaongelmia. Ratkaisu oli tarjolla: lämmitetään ikkuna metallikalvolla.*

## Lattialämmitys levisi Saksasta

Lattialämmitys alkoi yleistyä Suomessa 1980-lvulla, kun tarkoitukseen sopivia muoviputkia tuli markkinoille. Saksassa se oli jo aiemmin vallitseva pientalojen lämmitystapa. Lattialämmitys sopii pientalojen lisäksi myös kerrostaloihin ja esim. autokorjaamoihin, joissa oviveto on ongelma. Putkien sijasta Saksassa on ollut käytössä vaihtoehto, jossa vesi kiertää litteissä muovisissa lämpöelementeissä.

Lattialämmityksen lisäksi on Saksassa kehitetty myös seinälämmitys eli lattialämmityspotkiston tyyppinen putkisto lämmönjakolevyineen asennetaan seinälle, jos jostain syystä lattia ei ole käytettävissä.

Lattialämmityksen erityismuoto on ilmalla tapahtuva lattialämmitys eli lattiaan asennetaan kiertoilmakanavia. Menetelmää markkinoidaan pientaloihin. Yhdenlainen versio oli jo 1950-luvulla tarjolla, ks. pientalot.

## Varustelutekniikkaa tarvitaan

### Kunnon suodattimet välttämättömiä

Lämmitysjärjestelmien varusteet ovat kehittyneet ja entisistä virheistä on otettu opiksi. Esimerkki: vielä 1990-luvulle mallikaavioista ja alan oppikirjoissa esitetyistä lämmitysjärjestelmien esimerkkikaavioista puuttui kuluttajaverkoston suodattimet, jotka ovat välttämättömiä häiriöttömälle toiminnalle. Nykyisin suodattimet ovat kehittyneet aiemmista karkeista sihdeistä eli mutapusseista ja pystyvät poistamaan hienonkin lietteen. Niissä voi olla myös magneettinen osa, joilla saadaan pois rautaruostehiukkaset.

Kaasunpoisto tärkeää

Verkoston täyttöviedessä tai liuoksessa oleva kaasu kuplii pois lämpötilan noustessa ja aiheuttaa kiertovaikeuksia ja ääntä. Happi poistuu vähitellen muodostaessaan oksideja eli



korroosiota ja sakkaa. Pattereihin kertynyt ilma aiheuttaa lorinaääniä ja estää lopulta nesteen kierron.

Avoimien paisuntajärjestelmien aikaan kiertovesiputkistojen ilma poistui suurelta osin paisunta-astian kautta. Ylimmissä pattereissa käytettiin ja edelleen käytetään käsin kierrettäviä ilmausavaimella kierrettäviä ilmanpoistiventtiileitä. Automaattisia ilmanpoistimia tuli markkinoille jo 1930-luvulla, mutta laatu ei ollut kovin hyvä. Vesivuodot ja tukkeutuminen olivat tavallisia. Korkealuokkaiset automaattiset ilmanpoistimet tulivat markkinoille 1960-luvulla. Glykoliliuokselle tarvittiin kuitenkin omat ja paremmat tyypit, jotka eivät jääneet vuotamaan. Näitä kalliimpia malleja oli käytössä jo 1970-luvulla. Nykyään tehokkaat ilmanpoistimet asennetaan lämmönjako/lämpökeskukseen.

Paras keino välttää vaikeuksia olisi poistaa verkoston täyttönesteestä kaasut jo heti alkuunsa. Tätä varten jo 1970-luvulla täyttölaite, joka kiehatti vedestä kaasut. Mitään suurta suosiota laite ei saanut, sillä esim. suunnittelijoilla tai urakoitsijoilla ei ollut kovinkaan selvää käsitystä sen tuomista eduista. Laitehan hidasti verkoston täyttöä. Myöhemmin laite poistui ohjelmasta ja sen korvasivat mikrokuilien poistajat ja alipaineella toimivat kaasunpoistimet.

Tehokkaita alipaineeseen perustuvia ilman ja muiden kaasujen poistajia on ollut markkinoilla jo parikymmentä vuotta. Näitä voidaan käyttää myös siirrettävinä eli uudislaitoksissa tai putkistoremontin jälkeen verkosto täytetään kaasunpoistajan avulla ja tämän jälkeen laite siirretään seuraavan kohteeseen. Kaasunpoisto samoin kuin huomion kiinnittäminen verkostojen huuhteluun ja pesuun asennusten jälkeen on vähentänyt häiriöitä kuten säätöventtiilien jumiintumista ja lämmönsiirtopintojen likaantumista.

Eriyksen huolellisesti kaasut on poistettava glykoliverkostoista, sillä mikrokuplat heikentävät lämmönsiirtoa. Lämmöntalteenottoverkoston hyötysuhde voi pudota oleellisesti kuilien takia.

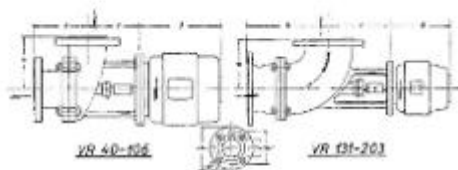
### Höyrykone kehitettiin veden pumppujen moottoriksi

LVI-pumppuja tarvitaan lämmitys-, jäähdytys- käyttöveden kiertovesiverkostoissa, käyttöveden pumppaamiseen kaivoista ja jätevesipumppaamoissa. Pumppujen historia on tuhansia vuosia vanha ja ensimmäiset pumput kehitettiin kastelujärjestelmiin. Myöhemmin kehitettiin mm. mäntäpumput, hammasrataspumput, ruuvipumput, kalvopumput ja kierukkapumput sekä teollisuuden, lääketieteen ja laboratorioden tarvitsemat erikoispumput.

**Industrialismin ydin höyrykone kehitettiin LVI-tarkoituksiin: kaivosvesien pumppaamiseen 1700-luvun alussa.** Kun James Watt onnistui parantamaan höyrykoneiden hyötysuhdetta 1700-luvun loppupuolella, alettiin höyrykoneita vähitellen käyttää myös kaivosten ilmanvaihtoon, ks. tarkemmin kohta Ilmanvaihto.

Kaartuvin siivin varustetut keskipakoispumput eli LVI-alan yleisimmin käytetyt pumput kehitettiin jo 1850-luvun alussa. Näitä höyrykonekäyttöisiä pumppuja käytettiin hule- ja pohjavesien pumppaamiseen. Sähkömoottorien keksimisen jälkeen niistä tuli käyttökelpoisia koko LVI-alalle. Lämmitysvesiverkostojen veden kierto perustui kuitenkin pitkään eli pientaloissa aina 1960-luvulle painovoimaan.

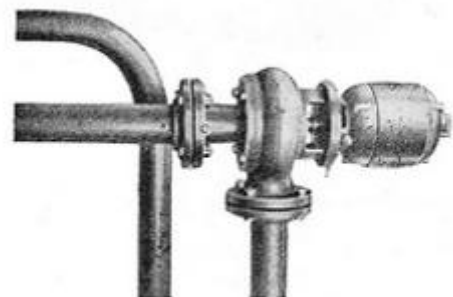
### Lämpöjohto-siipipotkuripumput malli VR



Nämä pumput korvittavat vanhojen, luonnetikintävien painovoimavesilämmityslaitosten tehoa. Ne voidaan rakentaa mihin armitseeseen tahansa. Siipipoturi on sijoitettu potkurikyntään, joka samalla on pumppuun pesä. Poturi on kiikkuvaa ja fosforipainusta. Ilmeinen akseli on suoraan poturin akselista. Tiivistyskappaleen muodossa erillisen korkealaatuisen kaasunvesihäviön prosessilla ylläpidettävillä. Käyttömoottori on laipalla yhdistetty pumppuun ja elastisesti kytketty tähän akseliin.

Käyttömoottori on erikokoisuuksissa täysin suojattu mallin teknisillä varusteilla, jotta suojataan täysin akselin käyntiä.

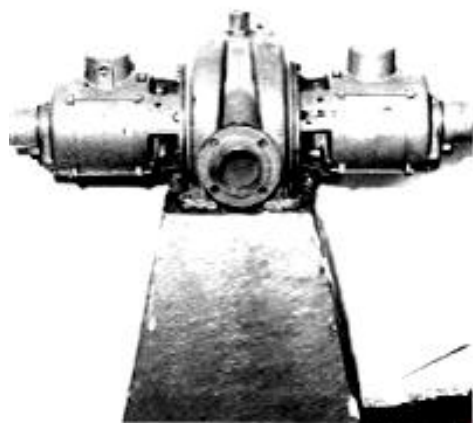
*Painovoimaisen kierron kanssa oli vaikeuksia, mutta apua löytyi Onniselta v 1938. Alempi pumppuasennus on virtausteknisesti erinomainen. (KK)*



Vesipumppujen heikko lenkki on aina ollut akselitiiviste. Se kuluu ja kuivuttuaan alkaa helposti vuotaa. Ongelma ratkaisuksi on kehitetty märkämoottoripumppuja, joissa ei ole akselitiivistettä. Näiden ongelmana on ollut herkkyys veden epäpuhtaudelle, joten kunnollinen kiertovesisuodatus on erityisen tärkeä. Lämmitysverkoissa märkämoottorin eduksi on laskettu se, että sähkömoottorin häviöt lämmittävät kiertovettä. Jäähdytysvesiverkostoissa tämä on vastaavasti haitta.



*Honeywellin pumppu vm. 1937 muistuttaa jo modernia pumppua. (Am)*



*Kotimainen Kolmeks Oy:n kaksoispumppu vuodelta 1954. Firmalla oma moottorivalmistus on ollut koko ajan tärkeää. (Kolmeksin historia)*

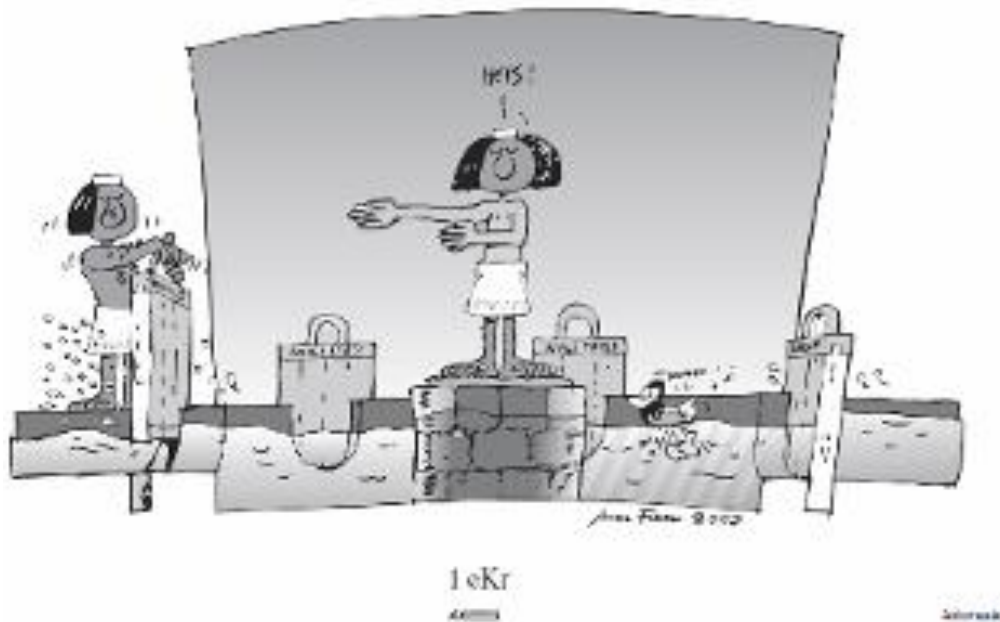
Kiertovesipumppujen tärkeä ominaisuus on laakea ominaiskäyrä. Jos lämmitinpuolella esim. termostaattiset venttiilit sukeutuvat, ei paine saisi nousta verkossa. Muutoin säädön tarkkuus heikkenee. Jyrkän ominaiskäyrän korjaamiseksi eräs ulkomainen valmistaja kehitti pumppuun integroidun taajuusmuuttajaohjauksen, jolla leikattiin haitallista paineen nousua. Pyörimisnopeutta ohjattiin moottorin virran kulutuksen perusteella, sittemmin pumpun yli

olevan paine-eron mukaan. Korkealuokkaisessa pumppusäädössä mitataan verkoston menojen ja paluujohdon välistä paine-eroa verkostossa ja pidetään tämä ero vakiona tai haluttuna. Lisäksi haarajohdoissa voidaan käyttää omavoimaisia paine-eroa vakiona pitäviä säätöventtiileitä.

### Jo roomalaisilla kunnan venttiileitä

Ensimmäiset venttiilit kehitettiin kasteluvesijärjestelmiin jo tuhansia vuosia sitten. Alkeellisimmillaan venttiilinä on voitu käyttää maavallia tai laattakiveä, mutta antiikin Roomassa kehitettiin jo pronssiventtiileitä.

### ROOMALAINEN VESILAITOS

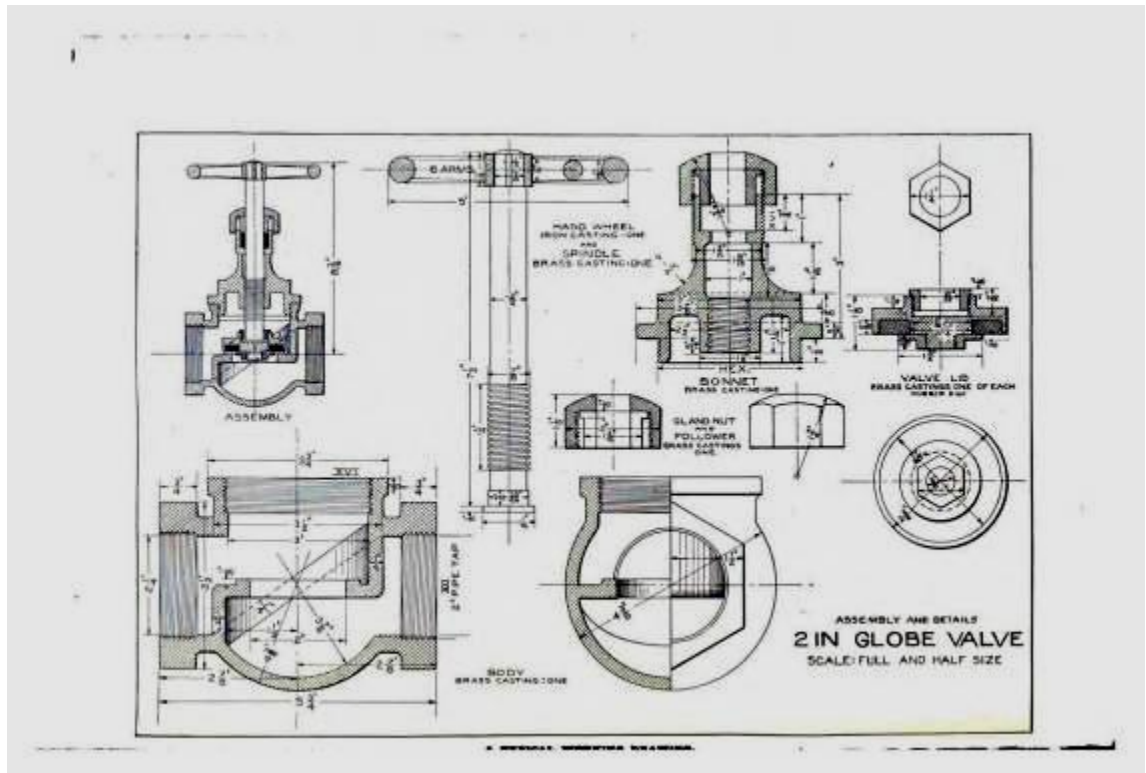


Antiikin Roomassa oli käytössä luisti- ja tulppaventtiilejä. Materiaali oli pronssi ja venttiileiden laatu oli korkealuokkainen. Tulppaventtiileiden malli pysyi samana liki 2000 vuotta.



Näkyviin jäävät putkiarmatuurit noudattelivat aikansa koristeellista muotoilua. Mainos vuodelta 1910, jolloin jugend-tyyli oli voimissaan. (KK)

Rakennusten sisävesiputkistoissa suosituksi tulivat istukkaventtiilit, joiden suosio jatkui 1970-luvulle. Venttiilityypin huono puoli on ollut istukan kuluminen, venttiililautasen irtoaminen ja tiivisteen kuoleentuminen. Myös karatiivisteen vuoto voi olla harmina. Korvaavaksi venttiilityypiksi nousi 1970-luvulla palloventtiili, jota alettiin tehdä aivan pieniinkin putkiin. Vesijohtokalusteiden kytkentäjohtojen sulkuina palloventtiili on käytännössä ainoa malli.



*Yhdysvaltalaisesta konepiirustuksesta vuodelta 1907 näkyy hyvin LVI-puolella vallinneen istukka- eli lautasventtiilin rakenne. (ASC)*

Palloventtiilit oli keksitty jo 1870-luvulla, mutta vasta teflonin tultua tiivisteeksi niiden käyttö alkoi todenteolla sata vuotta myöhemmin.

Läppäventtiileiden pääkäyttöalue on suuret putket kuten kaukolämpö- aluelämpöputket. Mäntäventtiileitä käytetään höyryputkissa.

Neulaventtiilit kehitettiin polttoaineille ja ovat käytössä esim. öljypolttimen putkissa.

Yksisuunta- eli takaiskuventtiilit ovat tärkeitä LVI-putkiston osia. Jo 1800-luvulla kehitettiin jousikuormitetut venttiilit, Idea lienee syntynyt varoventtiileistä, joissa vastapainovivulla varustetun venttiilin rinnalle nousi jousikuormitettu malli 1800-luvulla. Vastapainomalli oli käytössä vielä 1950-luvulla. 1920-luvun puolella kehitettiin yksisuuntaventtiileiksi saranoituja läppiä, joissa ei ollut kuoleentuvia jousia tai suurta virtausvastusta. Malli on antanut aiheen eräisiin piirrosmerkkisymboleihinkin.

Pumppamoihin on 1960-luvulla kehitetty joustavia kumista valmistettuja yksisuuntaventtiileitä, jotka eivät aiheuta sulkeutuessaan paineiskua ja sitä kautta kovaa ääntä ja putkistorasituksia.

### **Säätöventtiileiden toimintakäyriä kehitettiin**

Säätöventtiileiden toiminnan kannalta on oleellista, että venttiilin karan liike ei aiheuta liian suurta muutosta virtaamassa. Tämän takia on kehitetty neliöllisiä tai logaritmisia säätökäyriä jo 1800-luvun puolella. Kiertovesipumppujen aikana venttiileiden vaikutusaste eli painehäviön mitoitus suhteessa säädettävään piiriin helpottui. Säätöventtiileiden yhtenä haittapuolena on yleensä pieni vuotovirtaus, vaikka venttiili on nimellisesti kiinni.

Termostaattiset vahatäytteiset patteriventtiilit kehitettiin USA:ssa jo 1920-luvulla, mutta vasta Danfossin kehittämä ja 1950-luvulla markkinoille tullut kaasutäyteinen venttiili oli käytännössä tarkka eli suhdealue on siedettävän pieni eikä sisäisestä kitkasta johtuva hystereesi ole liian suuri. Halvemman hinnan takia vahatäytteisiä venttiileitä on kuitenkin edelleen markkinoilla. Ehkä laatukin on parantunut.

### **Paisunta-astiat suljetuiksi**

Kiertovesijärjestelmissä tarvittavat paisunta ratkaistiin vielä 1960-luvulla yleisesti avoimilla paisunta-astioilla tai savupiipun kylkeen asennetuilla paisuntajohdoilla. Niiden ongelmana oli se, että ilma ja vesi olivat yhteydessä toisiinsa. Veteen pääsi hapetta ja se taas aiheutti korroosiota (sekä ruostuminen että sähköpari) ja korroosio sakkaa, lisää korroosiota ja tukkeutumisia ja lopuksi vuotoja. Kaikkein pahimpia tapauksia olivat kytkennät, joissa vesi alkoi kiertää paisunta-astian kautta. Paisunta-astiasta ilmaan pääsevä vesihöyry saattoi aiheuttaa ympäröivissä rakenteissa hometta ja lahoa.

Markkinoille alkoi tulla jo 1950-luvun puolella suljettuja paisunta-astioita, joissa kumikalvo erotti kaasu- ja vesitilan. Kaasutilan puolella käytettiin tyyppiä, jonka diffuusio kalvon läpi vesipuolelle ei haitannut. Tarjolla oli myös astioita, joissa oli vain tyypitöntä ilman kalvoa. Isoja laitoksia varten kehitettiin paineilmakompressorilla tai pumpuilla varustettuja paisunta-astioita.

Täysin suljetun metallisen kiertovesiverkoston käyttöikä on periaatteessa ääretön. Jos hapetta ei pääse verkostoon, ei synny ruostetta tai sähköpareja, jotka aiheuttavat korroosiota.

Muoviputkien käyttöikä on osin arvoitus, sillä muoveilla on taipumus vanheta eli haurastua ja menettää lujuuttaan vuosien kuluessa. Mitä korkeampi on paine ja lämpötila, sen lyhyempi käyttöikä. Muovien laatu vaihteluistakaan ei ole tarkkaa tietoa.

### **Jäätymisen ja korroosion estoon kemikaaleja**

Jäätymisenestoaineet tulivat tärkeäksi osaksi LVI-tekniikkaa jo 1960-luvun puolella. Halvan öljyn aikana alettiin tehdä katu- ja ajoluiskalämmityksiä, joissa jäätymätön neste on tarpeen. Myös jäähalleissa tarvittiin vastaavasti jäätymätöntä rataputkistonestettä. Nestekiertoisen ilmanvaihdon lämmöntalteenoton käyttö alkoi 1960-luvun lopulla ja edellytti jäätymätöntä liuosta. Kylmävarastoissa kiertonesteen jäätymisen ei ollut ongelma niin kauan kuin käytettiin laajoja kylmäaineverkostoja. Siirtyminen vähitellen välilliseen jäähdytykseen 1990-luvulla on tuonut myös kylmätilat jäätymisenestoaineiden piiriin.

Autoista tuttu monoetyleeniglykoli oli itsestään selvä valinta LVI-putkiin, joskin jäähalleissa käytettiin suolaliuoksia. Aluksi oli haparointia glykolin korroosionestossa. Jos inhibiittejä ei käytetty riittävästi, saattoi glykoli hajota orgaanisiksi hapoiksi nopeasti ja koko verkosto syöpyä. Autoihin tarkoitetut aineet eivät ole parhaimpia LVI-verkostoihin. Elintarviketeollisuudessa on käytetty propyleeniglykolia, jota on myös käytetty joissain elintarvikkeissa. Se voi kuitenkin jäätymä muodostaen kovan jään joustavan hyhmän sijasta, jolloin vaarana on esim. patteriputkien repeäminen. Myös lämmönsiirto-ominaisuudet ovat etyleeniglykolia huonommat. Teollisuusalkoholin käytön rajoitteena on palavuus, jos jäätymisen esto edellyttää korkeaa liuospitoisuutta.

Etyleeniglykolin haitallisuuden takia 1990-luvulla kokeiltiin ja jonkin verran käytettiin myös sokerijuurikkaasta peräisin olevaa betaainia. Sen haittapuolena on ollut varsinkin magneettiventtiileiden kiinnijuuttuminen. Betaainiverkosto on rakennettava aivan omien ohjeiden mukaan. Myös suolaliuoksia kehitettiin. [Muurahaishapon kalsiumsuolasta eli kaliumformiaatista \(KCOOH tai HCO<sub>2</sub>K tai CHKO<sub>2</sub>, potassium formate\) sopivilla inhibiiteillä ja stabilointiaineilla varustettu Freezium tuli käyttöön 1990-luvulla. Aineen lämpötekniset ominaisuudet ovat erinomaiset. Valmistajan materiaali-, asennus- ja käyttöohjeiden mukaan toteutetuissa laitoksissa on selvitty ilman teknisiä ongelmia.](#)

Tehokas ilman- ja kaasunpoisto on tarpeen liuosverkostoille. Ilmanpoistimien tulee poistaa mikrokuplat ja rakenteen sekä materiaalien olla liuokselle sopivia.



Vesikeskuslämmityksen verkostojen korroosionestoon markkinoitiin jo 1960-luvulla kemikaaleja, mutta silloiset aineet aiheuttivat erityisesti ilmanpoistimissa vaahtamista eikä niiden hyödystä muutoinkaan saatu selvää.

Nykyisin lienee edelleen pääsääntö, ettei suljettu vesipiiri tarvitse kemikaaleja. Korroosion vaivaama verkosto on syytä pestä, poistaa sakat, peitata ja poistaa vuotojen syyt. Jos jostain syystä verkostoon tulee jatkuvasti happea - esim. teollisuuden jäähdytysverkot, joissa on jäähdytysteloihin liittyviä pyöriviä bokseja - on käytettävä paitsi tehokasta lietteen suodatusta, myös korroosionestoaineita.

## Mamu toi vesijohtojärjestelmän Suomeen



*Kunnallinen vesijohtojärjestelmä tuli Suomeen 1870-luvun loppupuolella sveitsiläisen Robert Huberin mukana. Vähitellen vesijohtoverkostoja rakennettiin eri puolille, mutta vielä 1960-luvulla esim. Valkeakosken Tervasaaren sellu- ja paperitehtaan alueella juomaveden jakelua tilapäisrakennuksiin hoidettiin kuvan (ASC) kaltaisella hevospelillä.*

*Samanlaista vedenjakelua harrastettiin sodanjälkeen rakennusvaiheessa pientaloalueilla, joihin kunnallistekniikka tuli viiveellä.*

**himanit**  
asbestisementti-paineputket

- kestää vaurioitua, keuhon taudin ja asbestin aiheuttamia vaivoja
- keuhkotautia
- keuhkotautia
- keuhkotautia
- keuhkotautia
- keuhkotautia

**PARAISTEN KALKKIVUORI OSAKEYHTIÖ**

Puhelin: 44 422  
Faksi: 44 422  
Teleposti: 13 450  
Osoite: 13 371

*1960-luvulla markkinoitiin vedenjakeluun innolla asbestisementtiputkia. Ne olivat erityisen suosittuja Keski- ja Etelä-Euroopassa. (LVT-Lehti)*

## Kaivovettä pumpuilla

Ensin tulivat käsikäyttöiset pumput 1800-luvulla.

### Jäätymätön »TAIKA»-pihapumppu



Suuruus	N:o	1	2	3
Imuputki	tuumaa	1 1/4"	1 1/2"	2"
Imuputken pituus	m/m	2250	2250	2250

Käsivivun avulla toimivat mäntäpumput kaivovedelle kehitettiin 1870-luvulla ja yleistyivät vähitellen. Tätä ennen oli olemassa vinttikaivoja eli pitkän varren päässä olevaa ämpäriä voitiin laskea ja nostaa kaivoon. Veivillä köyttä tai vaijeria kelattavia kaivoja on rakennettu esim. rintamamiestaloihin kunnallistekniikan puuttuessa vielä 1950-luvulla.

### Amerikalaisia Itsehoitavia Tuulimotoreja

Winds and turbines work off the breeze with noise, laborless, clean, and safe. It is the most reliable and economical power source for rural and isolated areas.

Winds, H. S. Wind Engine & Pump Co., Boston U. S. A.  
G. I. Pohjonen.

Jo 1890 myytiin Suomessa tuulivoimaa pumppujen voimanlähteeksi. Menetelmä on tuttu lännenelokuvista. Karjataloilla oli tuulimyllypumppu. (KK)



## Pumppuja

kaikenlaisia, kuten Piha-pumppuja, Lämpöpumppuja, Columbia pumppuja, Delta pumppuja, Aiertpumppuja, Lundbergin pumppuja käsi- ja konevoimaa varten, Svecla pumppuja ilman venttiilillä, Hevoskiertopumppuja, Lantavesipumppuja, Diafragma pumppuja, Keskiakselipumppuja, Worthington höyrypumppuja, Moottoripumppuja, Tuulimoottoripumppuja, Tuulimoottoreita.

RAUTAPUTKIA, taotuita ja valettuja, Saviputkia, Putkenosa, Hanoja, Venttiilejä, Lämpöjohtoputkia ja -radiaattoreita, Paloruiskuja y. m. toimittua.

OSAKEYHTIÖ  
**VICTOR PORSELIUS**  
TURKU

Pyytäkää hintaluettelomme  
N:o 409 ylimainituille koneille.

Tuulivoimapumppujen myynti jatkui vielä 1910-luvulla ja loppui vasta sähköverkkojen saavuttua (KK). Generaattorilla varustettuja pientuulivoimaloitakin oli kaupan.

Myös joitakin jauhomyllyjä pyöritettiin vielä 1900-luvun puolella harakkamylyiksi kutsutuilla tuulivoimaratkaisuilla, joissa myllyn siivistö muistutti kuvan versiota.

Automaattisesti käynnistyvien kaivovesipumppujen automatiikan tueksi tarvitaan painesäiliö, jotta pumpun käynnistys voidaan jaksottaa sähkömoottorille sopivaksi. Jatkuva käynnistys ja pysähdys tuhoaa moottorin. Painesäiliötä kutsutaan hydroforisäiliöksi. Valmiita laitepaketteja oli tarjolla jo 1930-luvulla. Nykyisin inverttereiden aikaan painesäiliön tarve on joko poistunut kokonaan tai ratkaisevasti pienentynyt.

# HYDROFORISÄILIÖT

## Hydroforisäiliöiden mitoittaminen automaattisesti toimivissa pumppulaitoksissa, kun paineen tasaajana käytetään ilmapolsteria

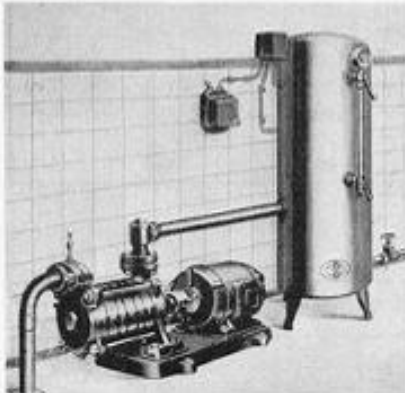
Jotta voitaisiin yksinkertaisesti laskea hydroforisäiliöiden suuruuden, oheistamme alempana graafillisen piirroksen, jossa helposti voidaan lukea kutakin eritapausta varten tarvittavien säiliöiden suuruuden. Tällöin on kuitenkin käytettävä apuna kahta kaavaa:

$$1) V = V' \cdot \frac{L_a}{S},$$

$$2) V = 30 \cdot \frac{(p_a + 1)}{(p_a + p_e)},$$

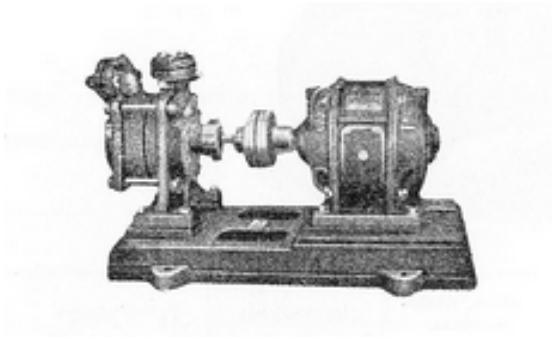
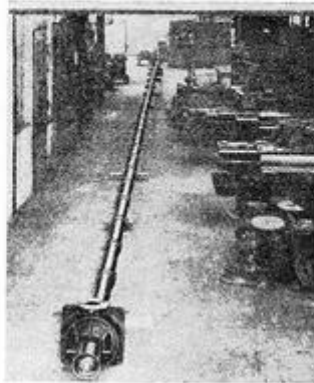
joissa kirjaimet tarkoittavat:

- $L_a$  = tarvittava litra-määrä minutissa
- $S$  = pumpun käyttömäärä luku tunnissa (tarkoittaa kuinka monta kertaa pumppu 1 tunnin sisällä pumppaa vettä)
- $p_e$  = alkupaine
- $p_a$  = loppupaine
- $V$  = arvo, joka luetaan graafillisesta taulukosta
- $V'$  = käytännössä tarvittava säiliötilavuus.



Porakaivopumppuja ja itseimeviä pumppuja saatiin myös 1930-lvulla.(KK)

## Pora-kaivojen keskipakoispumput RS

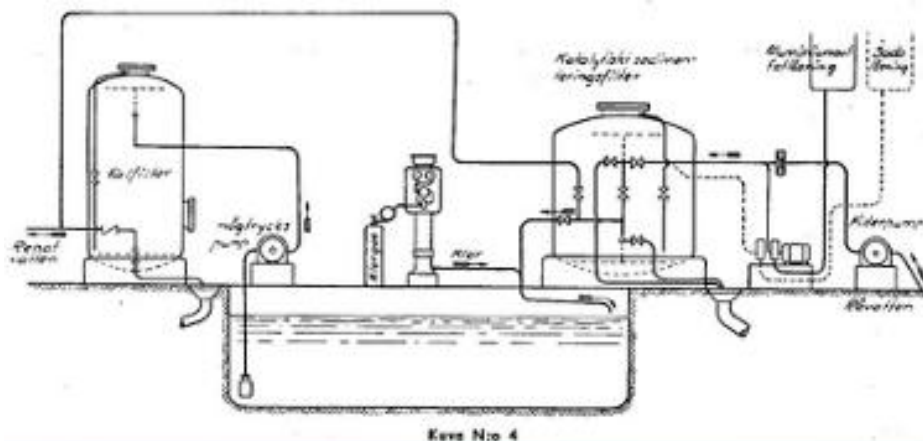


*Itseimevä vesirengaspumppu SIHI vm. 1938. (KK)*

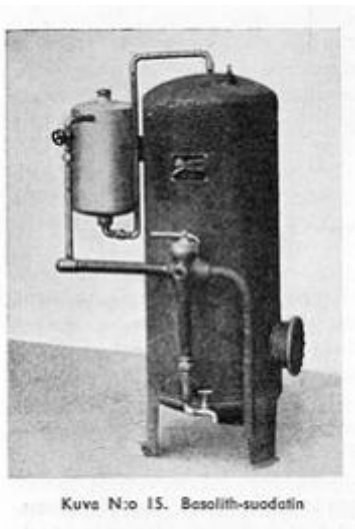
Vesiautomaatiksi kutsuttuja keskipakoispumppuja painekeytimellä ja pienellä paisunta-astialla tuli markkinoille 1950-luvulla. Näiden edelleen myynnissä olevien pumppujen heikkoutena on siemenveden tarve, sillä pumput eivät ole itseimeviä. Pohjaventtiilin tiivistepintojen väliin jää helposti roskia, jolloin pumppuun tulee häiriöitä. Itseimevät vesirengaspumput tulivat markkinoille jo 1930-luvulla.

Halvat puhtaalle vedelle tarkoitetut käynnistyskellukkeilla varustetut uppopumput tulivat rautakauppatavaraksi 1990-luvulla. Ne oli kyllä kehitetty ja parikymmentä vuotta aiemmin.

## Raakavettä on puhdistettavakin



*Raakaveden puhdistamiseksi oli jo valmiita pakettiratkaisuja 1930-luvulla, kuva Onnisen luettelosta. (KK)*



Kuva N:o 15. Besolith-suodatin

*Pehmennyssuodattimia tarvittiin erityisesti höyryn valmistuksessa. Vedenpehennin 1930-luvulla.*

*Joissakin kaivoissa vedessä on paljon rautaa tai arseenia, ja niiden poistamiseen tarvitaan suodattimia. (KK)*



*Suomessa porakaivovesien ongelmana useissa paikoissa on metallit ja muut aineet kuten kadmium, koboltti ja arseeni. Kuvan (BHa) ioninvaihtolaitteistolla poistetaan talousvedestä uraania. Radonin poisto on vielä erikseen.*

**Högfors'in Tehdas,**  
Högfors.

Edustaja: O. V. Industriä Tehallinen Yritys, Helsinki  
toimittaa  
Keskuslämmitys ja Ilmanvaihtolaitteita  
eri järjestelmän mukaisesti

*Konepesulaitoksia, Kuivauslaitoksia, Vedenlämmityslaitoksia, Höyrykattilalaitoksia, Kyypylaitoksia, Desinfektio-koneita, Steriliseeraus-koneita ja Höyrypannujen patterilämmittäjiä.*

Kun tehtaan on laitetu erittäin osasto pölynsäätöjen laitteiden esikokeellisuuden varien, voidaan työt, esikokeiden parhaimpaa rakenteiden mukaisesti, suorittaa halvimalla hinnalla.

Kolonnia (pylväitä) ja Rakennuslaitteita — kaikki laatu — tehdään pöytäsuuren mukaan.

Tehtaan hyönteismaitoja  
Kaappavälilaitteita on myös: kaikki hyönteisvarusteita valmistavat.

Postiosoite: Högfors'in Tehdas, Högfors.  
Suomen ja Ruotsin osasto: Högfors, Korpi

*Högforsin tehdas oli putkipuolella johtava valmistaja 1900-luvun alkupuolella. (KK)*

*Oli toki kilpailijoitakin*

**Helsingin Walimo Osakeyhtiö**  
Flemminginkatu 34  
HELSINKI  
Puhelin 31

Kauppa- ja Rakennusvaltuutusta, Raamattuja ja Mylylaitoksia, Lämmitysjohtoja, Viemäreitä, Voimansiirtolaitteita, Nostokoneita, Turbiineja.

VALMISTAA:

Suorittaa kaikki Rakennuksen kaikki Vaki- ja Takatut. Kallorakenteita Korjaustöitä tehdään puu, harkkilla ja betoni.

**Rauta- ja Metallivalimo, Kone- ja Korjauspa**



## Vesivessa helpotus

Antiikin Roomassa käytettiin ryhmävessoja, joissa oli virtaava vesi. Orjat lämmittivät istumalla talviaikaan istuinpaikan. Samantapaisia korttelikohtaisia ryhmävessoja on Kiinassa käytetty vielä 1990-luvulla. Säiliöön perustuva vesihuuhtelujärjestelmä kehitettiin Englannissa 1700-luvulla.

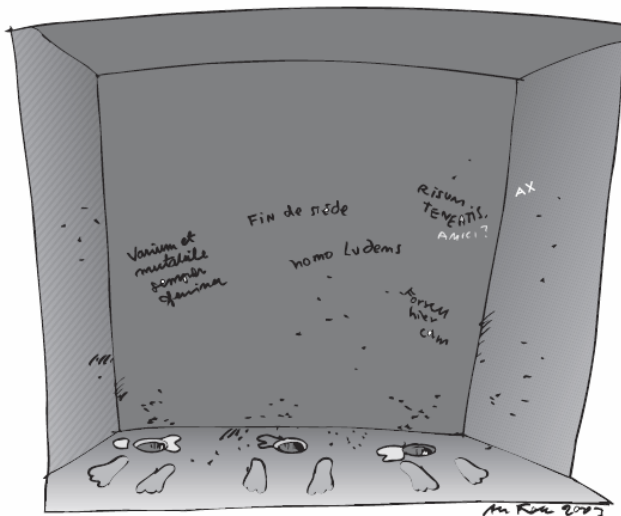
### ROOMALAINEN



50 eKr

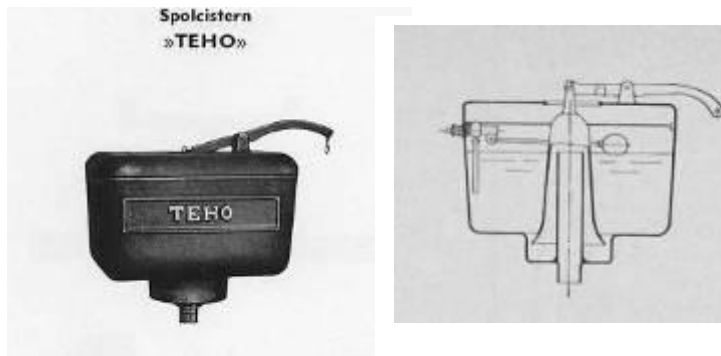
Suomessa rakennusten sisävesijohdoissa ja viemäreissä on 1900-luvun alun jälkeen tapahtunut aika hitaasti kehitystä. Vessojen huuhtelun yläsäiliön vaihtoehdoksi yleistyivät 1930-luvulla alavesisäiliöt, ns. IDO-malli. Tosin sekin oli käytössä Yhdysvalloissa jo vuosisadan vaihteessa. Samalla levisivät myös säiliöttömät painehuuhtelulaitteet. Nopeasti toimivina niitä käytettiin erityisesti palvelualan rakennuksissa, mutta myös asunnoissa. Painehuuhtelu aiheutti mm. ääniongelmia ja vaati paljon vettä. Mekanismi tarvitsi huoltoakin liki vuosittain.

### ETELÄ



Etelä- ja itämainen vessamalli jalankuvat ja reikä tai kouru lattiassa on monelle vähintäänkin yllätys ja koettelemus. Ratkaisussa on hyviä ja huonoja puolia.

Huuhtelumekanismi voi olla samankaltainen, kuin ns. normaaleissa pönttövessoissa. Tai sitten käytetään erillistä huuhteluastiaa,



Spolcisternen använder för varje spolning c:a 11 ltr. (KK)

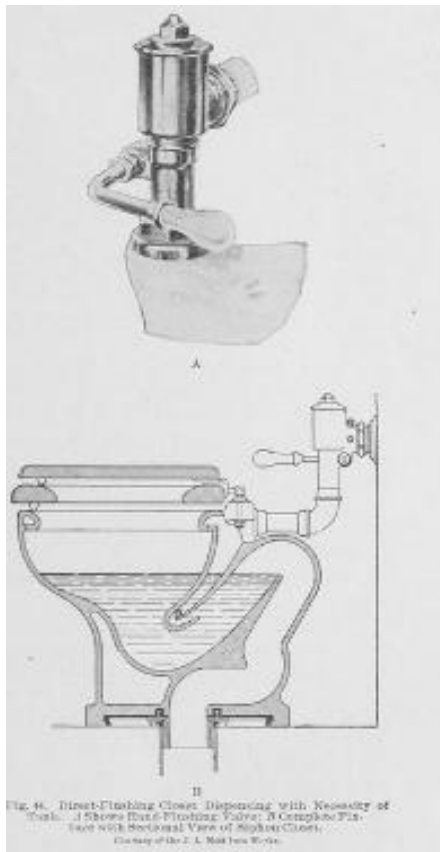
HuuhTELUVESISÄILÖISSÄ luki usein myös HUBER.



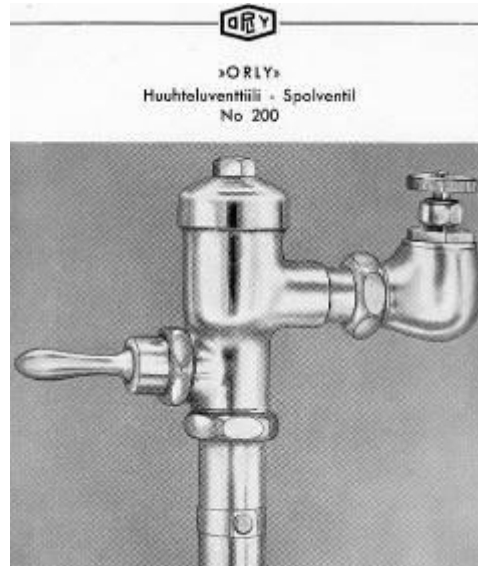
TuuletusputkiyhTEELLÄ varustettu pÖNTTÖ 1930-luvulta lähDÖSSÄ kaatopaikalle (BHa).



PÖNTTÖMALLEJA on ollut jo 1900-luvun alussa useita. Piirroskuvissa ylhäällä olevaa ns. näytteenottomallia on käytetty paljon esim. Saksassa, josta se lienee kopioitu Venäjälle. (Am) 1920-luvulla valmistettiin myös mallia, jossa pÖntöstä lähtee tuuletusputki. Nämä putket yhdistettiin pieruputkeksi kutsutuksi putkistoksi. Tämä ratkaisu hiipui ilmeisesti jo talvisotaan mennessä. Yllättäen kyllä samankaltainen ratkaisu on nyt nostettu uutuutena esille.

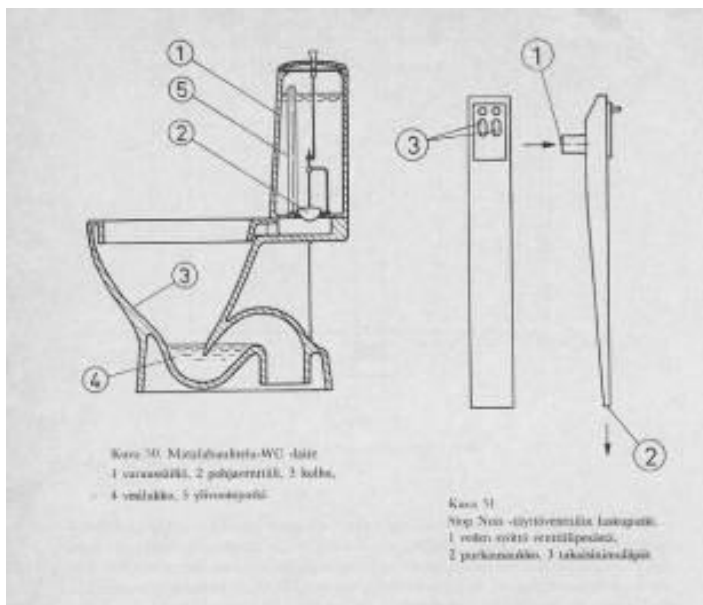


Vessojen painehuuhteluventtiilit oli otettu käyttöön Yhdysvalloissa jo 1900-luvun alussa ja levisivät Suomeenkin vähitellen. Käyttö jatkui aina 1960-luvulle. (KK)



(Am)

Säiliön sisällä olevasta huuhtelumekanismista Wärtsilä kehitti 1960-luvulla hiljaisen malli Stop Noise-mallin.



Stop Noise -  
täyttöputken rakenne

(SKTY:n julkaisema  
RVV-käsikirja)

1990-luvulla tulivat kaksoishuuhtelumekanismilla olevat mallit eli pienempiä tarpeita huudellaan vähemmällä vesimäärällä. Myös muotoilu on kehittynyt, vesi huuhtelee tehokkaammin nykypönttöjä. Liki itsestään puhtaana pysyviä pinnoitteitakin on kehitetty, samoin aivan uudenlaista huuhtelumutoilua.

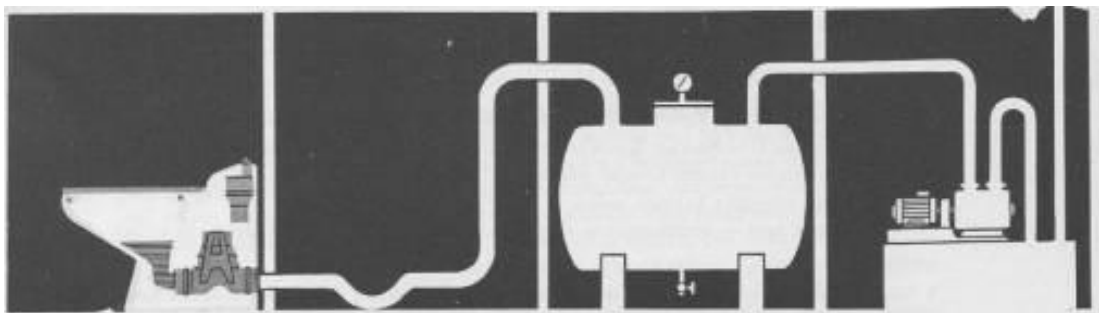
Seinään kiinnitettäviä WC-istuimia on ollut myynnissä jo 1970-luvulla, mutta niiden käyttö on yleistynyt vasta 2000-luvulla. Lattian puhtaanapito helpottui ratkaisevasti seinämällä käytettäessä. Huuhtelujärjestelmä ja säiliö ovat seinään upotettuna, joten myös siltä osin puhtaanpito on helppoa. Japanissa jo käytössä olevat alapään pesevät ja kuivaavat pytyt ovat vasta tulossa Suomeen.

Erikoistarkoituksiin on tehty kaikenlaisia ratkaisuja. Vanhoissa linnoissa, laivoissa ja junissa vessaratkaisussa oli vain reikä erkkerin istuimessa. Sukellusveneissä tarvittiin jo kovempaa tekniikkaa.

*Alla on kuva sukellusveneratkaisusta vuodelta 1937 (BHa). Tämä on nähtävissä Tallinnan Lennusatamassa.*



### Alipainejärjestelmä



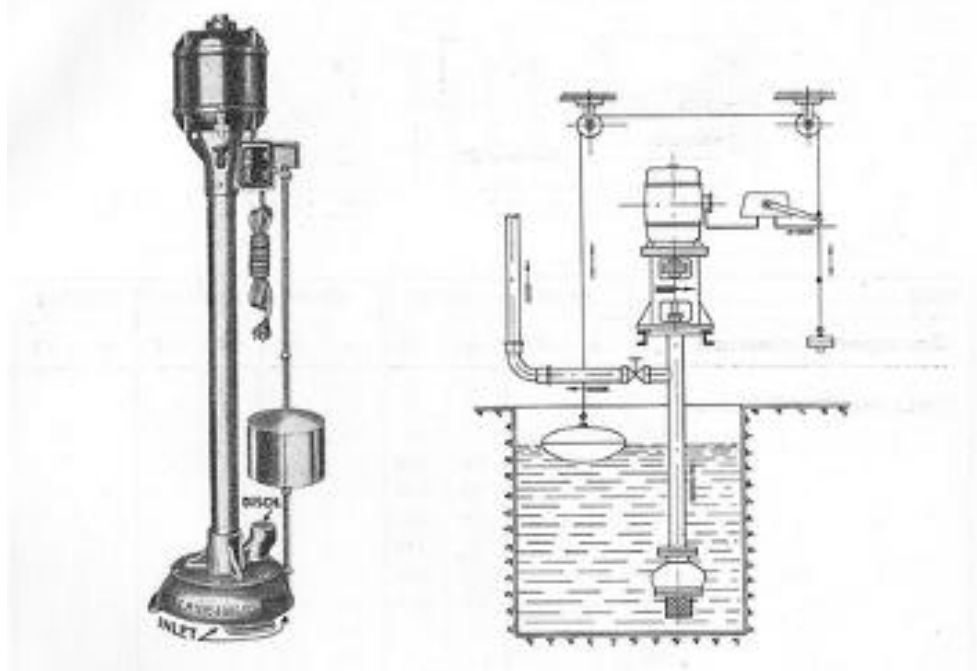
*Alipainejärjestelmä kehitettiin Ruotsissa 1950-luvun loppupuolella ja se alkoi levitä Suomeen 1960-luvulla. Järjestelmä on nykyään vakioratkaisu aluksissa ja junissa. Sitä käytetään myös loma-asutusalueilla ja muualla vaikeasti viettoviemärillä hoidettavilla alueilla. Järjestelmä toimii hyvin, jos pönttöön ei laiteta sinne kuulumattomia esineitä. (Kuva Wärtsilän mainos)*

Vesivessojen sijaan kehitettiin jo 1960-luvulla pakastamiseen tai polttamiseen perustuvia malleja. Perinteisten ulkokuuusin ratkaisua on kehitetty käyttäen erilaisia säiliöitä, virtsanerotussysteemiä ja biovessoja, joista tulee lähinnä kompostiin sopiva ainetta. Nämä ovat olleet lähinnä pientaloihin ja loma-asumuksiin sopivia.

## Viemäri-vesipumppaamot

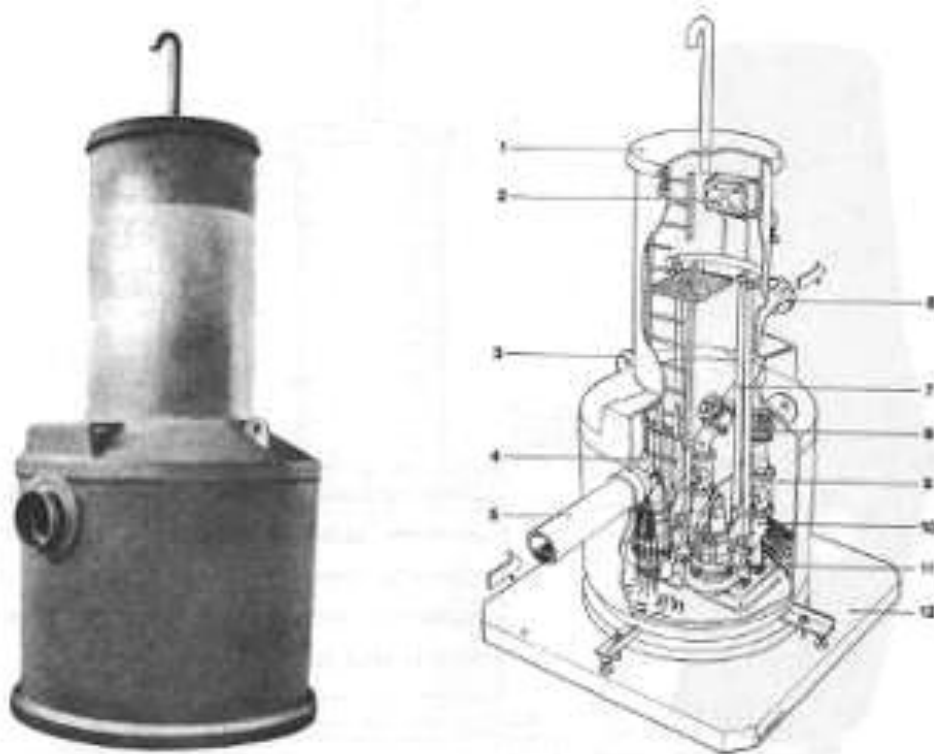
Viemäri-vesipuolella jo 1678 kehitettiin suorasiipinen keskipakoispumppu. Sähkömoottorikäyttöinen uppopumppu keksittiin 1908. Varsinaiset nykyaikaiset viemäri-vesien uppopumput tulivat markkinoille kuitenkin vasta 1950-luvulla. Lujitemuovisia kompakteja pumppaamoja on saatu 1960-luvulta. Myöhemmin on kehitetty pieniä yhdelle vessalle tarkoitettuja pumppaamopaketteja, joita voi käyttää esim. kellarissa olevan vessan yhteydessä. Näin vessa voidaan asentaa katuviemärin padotuskorkeuden alapuolelle.

## Itseimeviä vertikaali likavesipumppuja



*Jätevesipumppaamo mallia 1938. Pystypumppuista on sittemmin luovuttu. Pumpun oleellisin osa on juoksupyörän ja pesän rakenne siten, ettei se tukkeudu vessapapereista yms. (KK)*





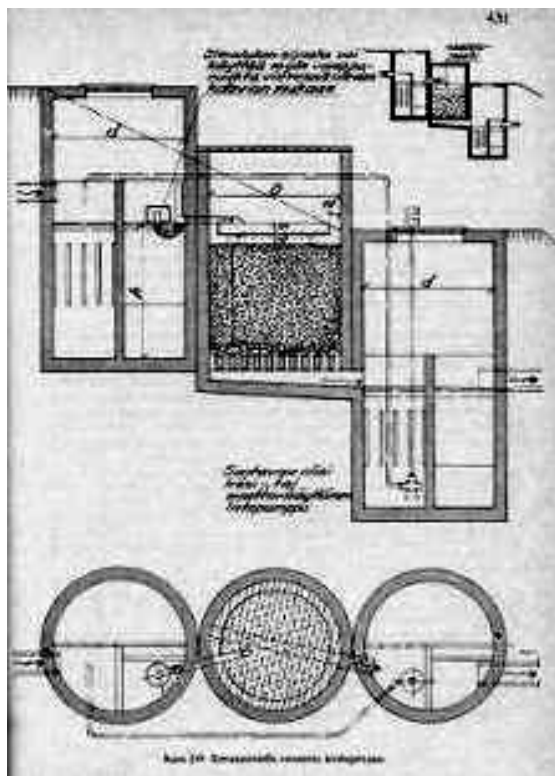
*Lujitemuovinen pumppaamopaketti 1960-luvulta. Sen jälkeen vain hyvin vähän on tapahtunut muutoksia. Kuva SuLVI:n koulutusmonisteesta.*

### **Viemäriesien puhdistus eteni**

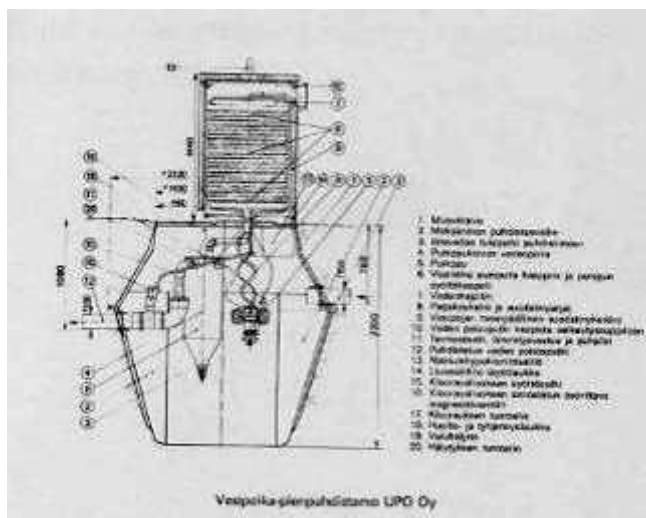
Vesijohtoverkoston mukana levisi vesivessojen käyttö, vaikka aiheuttikin polemiikkia. Toisaalta vielä 1890-luvulla joissakin maalaiskunnissa piti oikein sakon uhalla velvoittaa rakentamaan ulkohuusseja ja vieläpä kauemmaksi kuin viisi metriä asuinrakennuksesta. Paikoitellen muuallakin kuin Irvin Goodmanin laulun Ryysyrannassa oli tapana laskea jopa kumpikin lasti talon nurkalle. Suomi oli monessa mielessä kehitysmaa.

Kunnalliset viemäriesien puhdistuslaitokset tulivat verraten myöhään Suomeen. Helsinkiin ja Lahteen rakennettiin ensimmäiset kunnalliset puhdistuslaitokset 1910, mutta esim. Tampereellekin vasta toisen maailmansodan jälkeen. Myös teollisuudessa oli tapana laskea jätevedet sellaisenaan vesistöön. Kiinteistöjen puhdistusratkaisuna oli saostus- eli ns. sakokaivo, johon jäi kiinteitä jätteitä. Näin näkyvä esteettinen haitta purkuputken päässä pieneni. Kaivoja käytiin tyhjentämässä vähintään vuosittain.

Vaativampiin paikkoihin tuli vähitellen ohjeita myös paremmasta viemäriesien puhdistamisesta. Puhdistamoja saattoi rakentaa betonirenkaista, mutta tarjolla oli myös tehdasvalmiita puhdistamoita.



Paikan päällä rakennettava täyshapettamo 1960-luvun tyyliin (RVV-käsikirja)



Valmis puhdistamopaketti 1960-luvun malliin (Sulvi)

Kehityspyörähdyks tuli 2000-luvulla, kun ympäristöministeriö alkoi edellyttää jatkossa haja-asutusalueilla käytännössä kiinteistökohtaisia jätevesipuhdistamoja. Ongelmaksi tulivat kuitenkin mm. luotettavat mittausmenetelmät. Rakennusmaailma-lehden pitkäaikaisessa mittauksessa useimpien puhdistamojen puhdistustulos ei täyttänyt tavoitearvoja. Lisäksi tuntui kohtuuttomalta, että vanhoissa kiinteistöissä kaukana vesistöistä ja taajamista tarvittaisiin samanlainen ratkaisu, kuin vesistön varrella. Asetuksen voimaantuloa onkin vanhojen kiinteistöjen ja omistajien osalta osin lykätty. Olisi mieleöntä investoida haja-asutusalueella puhdistamoon, jos on hyvin mahdollista, että talo jää tyhjäksi omistajien jouduttua ikäännyttyään muualle samalla kun viereinen pelto aiheuttaa moninkertaisen päästön. Haja-asutusalueiden aiheuttama vesistöjen fosforikuormitus on 2015 ollut 13,1 % ja typpikuormitus 4,3 %, joita voi verrata maatalouden päätöihin 59,1 % ja 47,6 %. [Uudessa asetuksessa kiinteistöjen etäisyys vesistöistä vaikuttaa vaadittavaan puhdistusratkaisuun. Yli 100 metrin etäisyydelle on lievemmat säännöt.](#)

## Käsiä ja vartaloa pesemään

Jonkinlaisia pesupisteitä on aina tarvittu asunnoissa. Ennen vesijohtoja vesi kannettiin sisälle ja ulos.

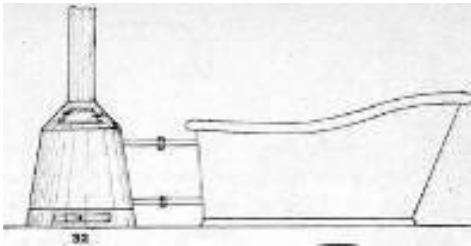


Pesukomuutti eli pesupöytä/kaappi 1600-luvulta (Rembrandt-museo Amsterdam, kuva Aino Hagner)

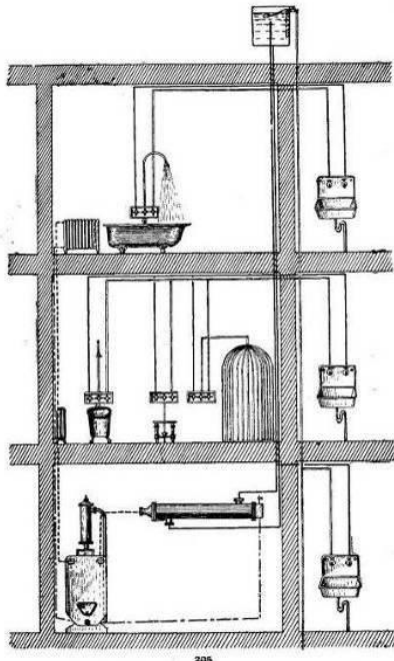
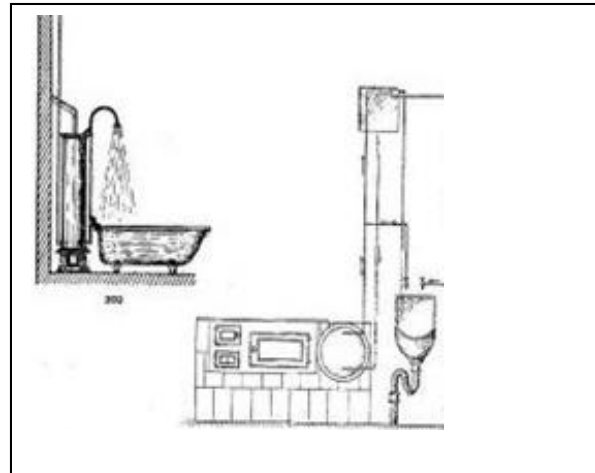
Kylpyhuoneita on rakenneltu varakkaiden residensseihin ja vastaaviin jo tuhansia vuosia sitten. Vanhimmat löydöt ovat Indus-joen kulttuurin alueelta. Jotkut antiikin roomalaiset käyttivät kivistä ammetta omistajan kuoltua jopa sarkofagina.



*Jos keskuslämmitysvettä ei ollut, niin paikallinen lämmitin hoiti homman 1800-luvun lopussa. Vesi ja Lämpö myi saksalaisia kaasulla lämpiäviä kylpyhuonelämmittimiä 1907. Puuliettäkin voitiin käyttää (KK). Ainakin USA:ssa oli tarjolla erillisellä varaajalla varustettuja kaasulämmittimiä (Am). Kaupunkikaasu tuli Helsinginissä kotitalouskäyttöön 1900-luvun alussa*



Puulla tai hiilellä lämpiäviä  
ammelämmittimiäkin oli olemassa



Keskuslämmitys tuli  
hoitamaan käyttöveden  
lämmityksen jo kovaa vauhtia  
1900-luvun alussa. Tuon  
jälkeen oleellisia muutoksia  
ovat olleet öljypoltin,  
pumppukierto, suljettu  
paisunta-astia ja kattilaan  
integroitu käyttöveden  
lämmityslämmönsiirrin.  
Esitteen kuvassa vuosisadan  
alun ajoilta käyttövesi  
lämmitetään erillisellä  
putkilämmönsiirtimellä. (KK)



"Standard-mallinen" marmorinen lavuaari  
vm. 1905 - ehkä Yhdysvalloissa, mutta ei  
Suomessa vielä moneen kymmeneen  
vuoteen. (Am)

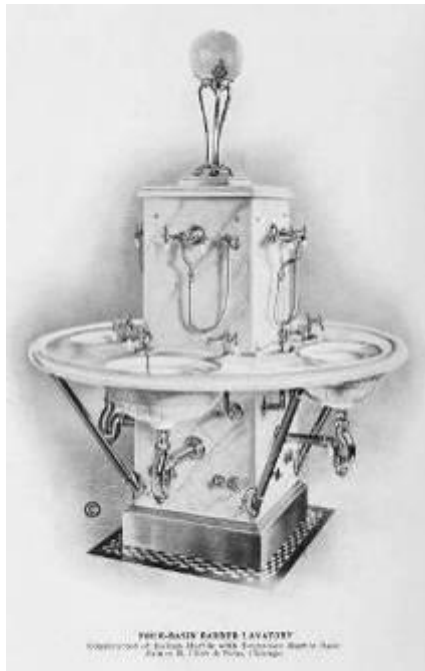
Posliini oli kuitenkin marmoria yleisempi  
ja itse asiassa hygieenisempi vaihtoehto.  
Posliinisten pesualtaiden valtakautta  
nakersi 1970-luvulla emaloidut  
teräsaltat, jotka tulivat tutuksi mm.  
Ruotsinlautoilta. Myöhemmin altaita on  
alettu tehdä myös puristemateriaaleista.

Suihkuihin sai jo 1900-luvun alussa eräänlaisia yksiotesekoittajia (KK). Valmet myi 1950-luvulla allashanaa, jossa yhdellä kädellä säädettiin virtaama ja toisella lämpötila. Jos käytettiin aina suurin piirtein samaa lämpötilaa, ei tarvinnut säätää kuin virtaamaa.



Käsien pesupuolella suurin muutos oli kehittyneiden yksiotesekoittajien tulo markkinoille vallitsevaksi pesuallashanaksi 1980-luvulla. Niiden tiivistepintoja on kehitetty siten, että ne ovat erittäin kestäviä eivätkä hanat jää tippumaan.

Hygienian kannalta erinomaiset liiketunnistimella varustetut pesuallashanat tulivat 1980-luvulla ja mekanismia ja liiketunnistinta on sittemmin parannettu luotettavammaksi.



*Ei ihan SA INT-mallinen ryhmäpesupaikka vm. 1906.(Am)*

Työpaikoillekin kehitettiin kyllä ryhmäpesupaikkoja. Ruostumattomasta teräksestä sai helppohoitaisia malleja.



*Pajalla valmiisi rakennettuihin elementteihin on pyritty jo 1930-luvulla. (KK)*

Termostaattiset suihkusekoittajat tulivat markkinoille jo 1950-luvulla, ensin yleisiin tiloihin ja sitten sirompina malleina asuintaloihin ja vastaaviin. Painonappimalli kehitettiin säästämään vettä lähinnä yhteisissä tiloissa.



Ammeita on käytetty jo antiikin Roomassa. Valurautaisia ammeita alettiin valmistaa Englannissa jo 1800-luvun alkupuolella. Suomeen ne levisivät viemäröinnin laajetessa. Valurautaa on pinnoitettu erilaisilla emaloinneilla ja maaleilla. Teräslevyammeet tulivat markkinoille 1960-luvulla ja olivat kerrostaloissa kylpyhuoneiden vakioratkaisu. Lujitemuovi ja akryyli tulivat 1970-luvulla. Ammeiden muodot ovat vaihdelleet ja päämuodot ovat olleet istuma-amme ja täyspitkä amme.



Amerikkalainen paremman väen kylpyhuone vm. 1906 kaikkine vekottimineen. Merkittävää on nurkassa oleva erillinen suihkukaappi monipäisine suihkuineen. Näitä asennettiin toki jokunen Suomeenkin esim. 1970-luvulla. Yksinkertaisia suihkukaappeja oli tarjolla sata vuotta sitten useita eri malleja - ainakin Yhdysvalloissa. Vakioituja kylpyhuoneratkaisuja oli useita versioita aivan pienistä isoihin. Mutta yksi näistä puuttuu ja puuttui vielä kymmenet vuodet ellei vielä tänäänkin: lattiakaivo. (Am)



Tämä Arabian esitekuva on 1930-luvulta. Vessan huuhtelu on paineventtiilillä. Huoneen lämmitystapa ei selviä, mutta 1960-luvulla alettiin käyttää ammeen sivuun asennettavia käyttöveden kiertojohtoon liitettäviä etulevypattereita. Ne edistivät pyykin kuivumista, useinhan ammeen päällä oli narut kuivaamista varten.

Ainakin 1920...1950-luvuilla saatettiin isommissa asunnoissa sijoittaa vessa erilleen kylpyhuoneesta. Joissakin tapauksissa köyhisteltiin vielä 1960-luvulla Ranskassa esiintyneeseen tapaan eli jätettiin käsiensuullas vessasta pois. Ei ihme, jos vatsataudit levisivät.



*Tässä 60-luvulla rakennetussa hotellin kylpyhuoneessa näkyy tyypilliset aikansa mokat ja puutteet: putket tulevat lattiasta, jolloin laattoja on rikottu ja tiivistys on vähintään tökerö. Niiden taustoja ei juurikaan pysty siivoamaan. Bide-suihkua ei oltu keksitty, joten alapesu kastelee koko suihkunurkkauksen, jota ei ole rajattu kynnykselläkään muusta tilasta. Laatoitus on tehty pienistä laatoista, eli saumoja on paljon. Jatkuva kosteuskuorma homehduttaa laattasaumat, joita on mahdotonta kuivata lastalla (näkyisi tarkemmassa kuvassa).*

*Hyvää tässä on liukuovet, jotka eivät kerää bakteerikasvustoja suihkuverhojen tavoin. Suihkukaappi olisi kuitenkin parempi ratkaisu. (BHa)*

Öljykriisi 1970-luvulla alkoi vaikuttaa myös ammeiden käyttöön, siirryttiin suihkunurkkiin, jotka vähensivät myös tilan tarvetta. Ammeita korvaava vaihtoehto ilmestyi 1990-luvun lopulla, jolloin poreammeet tulivat markkinoille. Niiden suosio on kuitenkin hiipunut. Jonkin verran on palattu asentamaan tavallisia ammeita uudisrakennuksiin. Ulkotiloihin alettiin 2000-luvulla myydä kylpytynnyreitä. Puupintaisten mallien hygienia ei voine olla korkea, ellei niitä puhdisteta ja desinfioida ahkerasti. Saatavana onkin muovisella tai rosterisisustuksella olevia malleja, joiden puhdistaminen on realismia.

1970-luvun elementtikylpyhuoneissa on ollut harmillisen paljon vikoja. Esimerkiksi seinämällisten lattiakaivojen liitokset ovat pettäneet ja seurauksena on ollut vesivahinkoja. Vesieristykset yleensäkin ovat olleet kehoja. Tämänkin takia kylpyhuoneremonteista on tullut erittäin kalliita, sillä perusrakenteita on ollut pakko rikkoa ja uusia.



*Pide-altaatkin tulivat paremmin varustettuihin kylpyhuoneisiin ja vessoihin 1930-luvulla. (KK) Näiden käyttö on Keski-Euroopassa yleistä, mutta Suomessa vessan pöntön vieressä oleva alapesusuihku on korvannut erillisaltaan tarvetta. Ulkomaalaisille bide-suihkun käyttöä on pitänyt opastaa.*

Urinaaleja eli pisuaareja on tehty ravintoloihin ja vastaaviin posliinista tai kaakelimuurauksilla. Työpaikoille, kouluille yms. on niitä tehty pellistä. Valokenno-ohjausta alettiin käyttää 1970-luvulla.

## Ja sitten saunaan

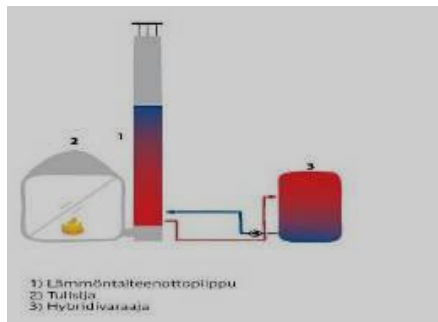
Talosaunojen alku oli 1900-luvun alussa, kun tyhjentyneistä tynnyreistä keksittiin tehdä kiuas. Tynnyriä oli käytetty jo savusaunoissa kiuaskivikasaa koossa pitämässä.

Kehittyneemmässä mallissa rakennettiin tynnyrin päälle luukulla varustettu huuva, josta savupiippu johti ulos. Kivet laitettiin arinalle tulipesän päälle. Näin kertalämmitteinen sauna oli valmis. Muutamassa tunnissa sillä sai löylyjä isommallekin porukalle.



Kertalämmitteistä kiuasta käytettäessä pesuvesi lämmitettiin yleensä erillisellä puulämmitteisellä padalla. Näin lämmintä vettä saattoi valmistaa kiukaan käytöstä riippumatta. Jatkuvalämmitteisessä saunassa lämminvesisäiliö voi olla kiukaan kyljessä tai savupiipun ympärillä. Eräs ratkaisu on ollut kiukaan vieressä seisova lieriömäinen säiliö, josta on lähtenyt tulipesän sisään U-putki. Menetelmä on tehokas, joskin putki pienentää tulipesän hyötytilavuutta. Malli on poistunut markkinoilta.

*Jatkuvalämmitteisten kiukaitten palamishyötysuhdetta korjaamaan on Hormiproffa Oy kehittänyt vesivaipallisen patentoidun savupiipun, josta lämpö saadaan hyödyksi. Lämpöä talteen ottava savupiippu sopii tietysti myös uunien ja liesien piipuksi. Vastaavia LTO-piippuja on tullut markkinoille lisää.*



Kuva, ks Hormiproffa

### Sähköä kiukaaseen

Sähkökiukaat kehitettiin lähes vahingossa 1930-luvun loppupuolella samalla, kun sähköliedet tulivat markkinoille. Varsinaisesti ne löivät itsensä läpi vasta 1960-luvulla, jolloin sähköverkot vahvistuivat. Sähkökiukaan huonoksi puoleksi tunnistettiin punaisena hehkuvat vastukset, jotka saavat aikaan plus-ioneita.

2000-luvulla tuli uusi keksintö eli kivillä ympäriinsä verhoiltu verkon varassa oleva tornimainen kiuas. Perinteistä alhaisempi vastuslämpötila saa aikaan monien mielestä miellyttävämmän löylyn kuin alkuperäinen sähkökiuas. Myös vuolukivilevyillä päällystetyt kiukaat tulivat markkinoille. Eräs uudehko versio on jatkuvasti sähköllä lämpimänä pidettävä eristetty kiuas, jolloin saunomin voi alkaa pian sen jälkeen, kun päällä oleva luukku on avattu. Sähkökiukaiden eräs etu on mahdollisuus ohjata lämpö päälle ajastimella tai mobiililaitteilla.

### Öljy- ja kaasulämmitteisiä suurkiukaita

Yleisiä saunoja varten tuotiin markkinoille öljypolttimella oleva kiuas 1960-luvulla. Myös kaasua on käytetty. Yleisten saunojen muutoinkin hävitessä öljylämmitteisen markkinat poistuivat. Lähinnä uimahalleissa, kylpylöissä, uimareiden majoilla ja muilla harrastusporukoilla on edelleen suuria yleisiä saunoja vastaavine kiukaineen. Päivittäisessä käytössä kiukaan elinikä voi helposti jäädä yhteen vuoteen.

### Höyryä ja infrapunaa

Kylpylöiden erikoisuus on höyrysauna, johon höyry saadaan pienestä sähköllä lämpiävästä höyrykehittimestä. Höyryyn on helppo sekoittaa hajusteaineita. Höyrysaunoja käytettiin jo antiikin Roomassa. Osmanien höyrysauna on 800 vuoden takaa. Höyrysaunoja alettiin asentaa suomalaisiin kylpyläkohteisiin 1970-luvulla. Tavanomaisen tai höyrysaunan saa elementtirakenteisina kotiinsakin. Eräs sähkösaunan laji on infrapunasauna. Noin 60 asteen lämpötilassa kerrotaan säteilylämmityksen rentouttavan.

### Saunan ilmanvaihto selvitetiin VTT:llä

Saunojen oikeasta ilmanvaihtotavasta on ollut jokaisella oma käsitys. VTT teki 1960-luvulla Otaniemessä erityisen saunalaboratorion, jossa mittauksin ja aistinvaraisesti tutkittiin eri ratkaisujen vaikutusta saunomisen nautittavuuteenkin. Lopulta päädyttiin siihen, että tuloilma tulisi tuoda kiukaan päälle, jossa se sekoittuu nousevaan kuumaan ilmavirtaan ja tulee hengitysvyöhykkeelle lämmentyneenä eikä mene oikosulkuvirtauksena poistoventtiiliin tai palamisilmaksi kiukaaseen. Sähkö- ja kertalämmitteisissä saunoissa poisto sijoitetaan



lauteiden alle varmistamaan jatkuva ilmanvaihto. Lauteiden päälle sijoitetaan helposti avattava ns. pikaventtiili poistoa varten. Sitä voidaan tarvita mm. kuivatuksen ajaksi.

### Keittiön juokseva vesi

Ruoanlaittoon ja tiskaukseen on tarvittu vettä kautta aikojen. Oman kaivon saaminen merkitsi tuntuvaa apua näihin toimiin,



*Hollantilaisen tiskipöydän varustus 1600-luvulta: käsipumppu, pronssinen hana ja marmorinen tiskiallas.*

*(Rembrandt-museo Amsterdam, kuva Aino Hagner)*

Ruostumattomia tiskialtaita tuli markkinoille jo 1930-luvulla, mutta sota ja sitä seurannut pula-aika johti sinkittyjen altaiden käyttöön, rosteria ei ollut saatavissa. Sinkitys kului aika pian ja pesupöytiä kylmäsinkittiin ja paikattiin, kunnes ruostumattomat materiaalit tulivat uudelleen myyntiin. Jotkut onnelliset kävivät pula-aikana hakemassa Ruotsista rosterialtaan.



*Alun perin tiskialtaatkin olivat sinkittyä peltiä. Porhoille oli tarjolla marmorisiakin vielä 1800-luvulla. Ainakin Ranskassa oli saatavana lasitettuja posliinialtaitakin (kuva Pekka Laine). Puhtaanapidon kannalta rosteriallas on omaa luokkaansa. Yllä oleva mainos on vuodelta 1936 (KK). Ruotsihan on melkeinpä koko ruostumattoman teräksen kehittäjämaa. Rosterista tehtiin myös käsienpesualtaita jo 1930-luvulla. Sittemmin ne korvasivat valurautaiset emaloidut kaatoaltaat siivouskomeroista ja teknisistä tiloista.*

Vanhimpiin keittiöihin tuli vesijohtoverkoston asentamisen jälkeenkin usein vain kylmä vesi. Keskuslämmityksen tai asunokohtaisen vedenlämmittimen avulla keittiöön saatiin myös juokseva lämmin vesi. Kehitys kulki erillistä kylmä- ja lämminvesihanoista tai kaksiotehanoista yksiotehanoihin kuten pesualtaissakin. Erikoisuutena yritettiin 1990-luvulla hanoihin ujuttaa elektroniikkaa ja nuolinäppäintekniikkaa, mutta siitä tuli tietenkin floppi. Mutta 2010-luvulla

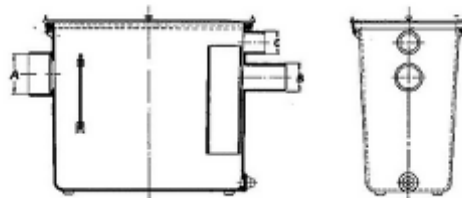


asia on nostettu uudelleen esille. Pesukoneitten vuotoja minimoimaan on kehitetty ajastimella toimivat hanat.



*Suurkeittiöihin on ollut tarjolla astianpesukoneita jo 1920-luvulla. Kuvassa kotimainen astianpesukone vm. 1937. Sitä oli myyty jo 20 kpl. (KK)*

*Suurkeittiöviemäreiden rasvanerotus on aina ollut ongelmallinen. Suomeen tuotiin valmiita rasvanerottimia Saksasta ainakin 1930-luvulla. (KK) Betonisia paikan päällä rakennettavia mallejakin oli.*



U  
r  
r

tehokkaat astian- ja pyykinpesuaineet 1970-luvulla johtivat siihen, että vanhojen betonisten jätevesiviemäreiden saumat alkoivat vuotaa. Aiemmin rasva oli suojellut niitä. Toisaalta kiinteistöjen keittiöviemäreiden tukkeutumiset vähenivät, mikäli putkiston kaadot olivat kunnossa.

astianpesukoneet yleistyivät 1970-luvulla, joten keittiöhanojen varustukseen on 2000-luvulla suihku astioiden esihuuhteluksi. Uudet

### Kaikenlaisia vesilaitteita

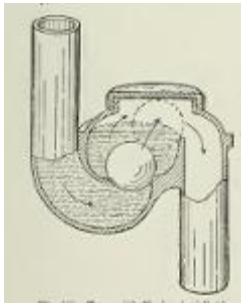
Kouluissa ja joissakin muissa julkisissa tiloissa juomavesipisteet olivat tavanomainen varuste 1970-luvulle. Mutta nykyään ne ovat pääosin hävinneet. Suomalaisen vesijohtovesi on kuitenkin usein parempaa kuin jokin muoviastiassa seisotettu vesi puhumattakaan hampaita syövästä ja lihottavista limskoista ja energiajuomista.



*Sylkyastiat olivat käytössä vielä 1930-luvulla ja sen jälkeenkin yleisissä tiloissa. Vasemmalla tyylikäs juomavesipiste. (KK)*

### Ilmastointikoneetkin vaativat viemärin

Ilmastoinnin jäähdytyspatterit ja kostutinosat vaativat viemärin. Jos ne sijaitsevat imupuolella, on käytettävä vesilukon kuivuesa sulkeutuvaa mallia. Ratkaisu on maaimalla ollut olemassa jo 1900-luvun alusta.



*Vesilukon kuivuessa sulkeutuva vesilukko vm. 1907 (Am).  
Ratkaisu estää myös takaisinvirtauksen viemärin tulviessa.*

LVI-puolella vastaava ns. pingispallomalli tuli käyttöön IV-koneitten vesilukoksi 1980-luvulla. Tosin vielä 2010-luvullakin sen käyttö on joillekin ollut uutta.

*Alempana kuvassa Fläkt Woodsin myymä malli. Johtuneeko myyjän päätoimialasta, etteivät kaikki putkiurakoitsijat tunne koko laitetta ja sen ideaa? Sen tulisi ehkä kuulua IV-urakkaan.*



Vesilukko etäpaineseennukseen  
GLAZ-26

*IV-konehuoneiden lattiakaivojenkin vesilukot tyhjenevät, sillä niihin ei tule vettä pitkiin aikoihin. 1990-luvulla kehitettiin uudelleen itsestään sulkeutuvat vesilukot. Tätä ennen lattiakaivojen vesilukkoihin voitiin johtaa vettä kallokytkimen ohjaamana esim. kerran parissa viikossa. Toinen tapa hoitaa asia on tehdä viemäriputkista yli puolimetriä korkea vesilukko, josta vesi ei ehdi haihtua talven tai siivousjaksotuksen aikana. Tosin monissa kiinteistöissä konehuoneet eivät kuulu normaalin siivouksen piiriin.*

## Legionella nitistetään lämmöllä

Lämpimään käyttöveteen alettiin yhdistää pyyhkeiden kuivaustelineitä ja kylpyhuonepattereita jo 1930-lvulla. Myöhemmin lämmitettiin märkätilojen lattioita. Legionellabakteerin aiheuttamat kuolemat ulkomailla havahduttivat tutkimaan lämpimän käyttöveden laatua jo 1980-luvulla. Todettiin, että käyttövesisäiliöissä on oltava vähintään 55 °C, eikä erillislämmittimiä saa yhdistää kiertojohtoon ainakaan niin, että ne voitaisiin sulkea. Seisovassa huoneenlämpöisessä vedessä voi alkaa bakteerikasvu. Putkisto pitääkin rakentaa siten, ettei sinne synny pussinperiä tai varusteosia, joita virtaus ei huuhtelee.

1980-luvun lopussa markkinoille tuli betonisia hormielementtejä, joiden sisälle sijoitettiin käyttövesiputket. Asennuksen jälkeen hormi täytettiin betonilla. Kylmän veden lämpötila saattoi nousta yön aikana 30 asteeseen putkien ollessa ikään kuin yhteisessä paketissa. Seurauksena oli fataali legionellakasvu. Nykyiset määräykset estävät tällaisen asennuksen.

Hengenvaarallisen keuhkokuumeen aiheuttavat bakteerit pääsevät hengitysilmaan pesutilanteissa suihkua käytettäessä. Uudet määräykset käyttöveden lämpötilalle tulivat voimaan 1990-luvulla aiheuttaen esim. joillekin käyttövesisäiliön vaippalämmitystä käyttäville lämpöpumppuvalmistajille ongelmia, sillä lauhdutuslämpötila ei nosta riittävästi lämpötilaa. Niinpä on käytettävä erillisiä sähkövastuksia. Erillisellä tulistinlauhduksella tilanne oli hallinnassa. Tulistinlämmönsiirrintä käyttävät muutamat suomalaiset valmistajat.

Eräs legionellalähde voi olla teollisuuden, laboratorioiden yms. hätäsuihkuverkosto. Ruotsissa henkilö kuoli hätäsuihkusta saamaansa tartuntaan. Hätäsuihkuvesi on pidettävä kuumana ja suihkut varustettava hyvälaatuisilla termostaattisekoittajilla. Epäjatkuvassa käytössä voidaan järjestelmässä kiertävä vesi lämmittää yöajaksi kuumaksi desinfiointia varten; päivällä kiertää silmäsuihkuun sopiva n. 37-asteinen vesi.

## Vesiämpäreistä sprinkleriin

Suomen kaupungit paloivat 1900-luvulle saakka tyypillisesti 30...40 vuoden välein. Avotulia käytettiin mm. valaistuksessa. Liesien ja uunien hormien nokipalot ja halkeamista lähtevät tulipalot olivat yleisiä. Pärekatot syttyivät herkästi. Myös tuotantolaitoksissa oli avotulia kuten tulitöitä, ahjoja ja leivinuuneja. Pölyä ja roskaa riitti. Tupakointi ja juopottelu olivat yleisiä. Palolähteitä oli riittävästi.



Ennen polttomoottoripumppuja oli rikkaimmille palokunnille tarjolla höyrykonekäyttöisiä ruiskuja. Kuvassa (BHa) Tampereella käytössä ollut Tukholmassa 1889 valmistettu hevosvetoinen ängspruta. Sen käyttöönoton nopeudesta eli höyrynpaineen nostoajasta ei ole tarkkaa tietoa. Ehkä pannu lämpeni jo matkalla palopaikalle.

F. E. WAHLROOSIN RUISKUTEHDAS  
TAMPERE, SUOMI - 1910 - 1911

## RUISKUJA

Kytänspruta No 1  
Kytänspruta No 2  
Kytänspruta No 3

**Kyläkunta-  
kuntaruiskuja**  
Kytänspruta No 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

N:o	Nimi	Käyttökäyttö n. l.	Käyttökäyttö n. l.	Käyttökäyttö n. l.	Käyttökäyttö n. l.	Käyttökäyttö n. l.	Käyttökäyttö n. l.
1	Kytänspruta	100	5	108	50	60	11
2	Kytänspruta	100	5	118	50	60	11
3	Kytänspruta	100	5	128	50	60	11
4	Kytänspruta	100	5	138	50	60	11

Käsikäyttöiset paloruiskut olivat kuitenkin kiinteistöjen alkusammutuskalustoa ja palokuntienkin arkipäivää vielä 1910-luvulla. Yksi- tai kaksimäntäisen paloruiskun kehittivät jo antiikin roomalaiset. (KK) Yhden miehen käyttämä versio löytyy mm. Tampereen Palomuseosta (BHa)

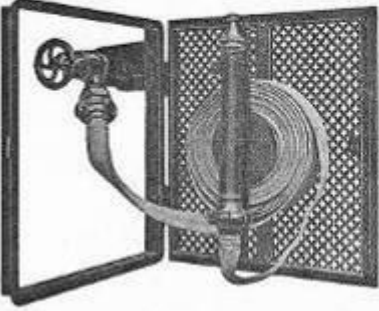


Rakennuksiin alettiin asentaa paloposteja yleisemmin 1900-luvulla. Ne merkitsivät tuntuvaa parannusta paloturvallisuuteen.

**Mako**

**Letkukaappi**

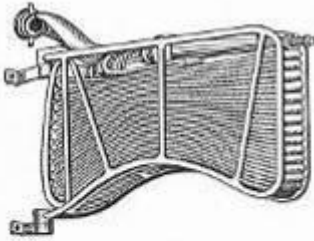
seinään muurattava, leveys 460×510 m/m. Letkukela on mukavasti kiinnitetty kaapin oveen. Kelaan mahtuu 15 mtr. 1 1/2" letkua. Nopealla ja yksinkertaisella otteella irroituu suihkuputki pidikkeestään ja letku juoksee ulos kiertymättä. Kaappi toimitetaan maalattuna ja mukana seuraa 1 1/2" palopostiventtiili pikaliittimellä sekä 1 1/2" suihkuputki pikaliittimellä.



Hinta täydellisenä ilman letkua ..... Smk. 900:—

**Letkuhylly**

rautainen, saranoilla seinään kiinnitettävä. Letku sijoitetaan hyllyyn laskoksille ja vedetään ulos kiertymättä. Hyllyyn mahtuu 60 mtr. 2" letkua liittimineen. Nostamalla hyllyn saranoiltaan voi koko letkumäärän tarpeen vaatiessa helposti siirtää lähemmäksi palopaikkaa.




Hinta maalattuna Smk. 275:—

Samanlainen kuin edell. 20 m. 2" letkuille.  
Hinta maalattuna Smk. 225:—

**Sulakkeita**

palo-ovia varten ..... Smk. 14:—



*Makon paloposteja vm. 1937 (KK). Sen jälkeen ei ole oleellisia muutoksia tullut. Pikapalopostikaappeihin on tapauksesta riippuen alettu asentaa myös jauhesammuttimia.*



*1900 valmistuneen Tampereen Lapinnimen pellavatehtaan mainitaan olleen Suomen ensimmäinen jo alunpitäen kokonaan sprinklattu rakennus.*

*Kulmassa näkyy tehtaille tyypillinen (sprinkleri-) vesitorni, jollaisia tarvittiin, ennen kuin kunnalliset vesilaitokset kehittyivät teholtaan ja luotettavuudeltaan tarpeeksi.*

*Mitään kuuden barin painetta ei tuollaisilla torneilla tietenkään saanut aikaan, mutta silloin riitti vähempikin. (BHa)*

Suomeen automaattinen vesisprinklerijärjestelmä tuli Englannista. Aluksi näitä asennettiin paloherkkiin tehdasrakennuksiin kuten tekstiiliteollisuuteen. Suomessa ensimmäinen



merkittävä kohde oli 1890-luvulla Tampereella Finlaysonin 1938-vuodelta peräisin oleva ns. kuusvooninkinen kehräämörakennus.

Pitkään sprinklauksessa oli vain yksi toteutustasovaihtoehto, joka oli varsin raskas varsinkin tilanteissa, joissa katuvesijohto ei ollut renkaassa eli veden syöttöä ollut kahdesta suunnasta tai vesivirta muutoin ei täyttänyt normia. Tällöin oli rakennettava oma vesiallas diesel- ja sähköpumppuineen.

1990-luvulla levisi laivoissa jo pitkään käytössä ollut sumusammutusjärjestelmä jonkin verran myös rakennusten ratkaisuksi. Sen hyviä puolia on vähäinen kunnallisveden tarve, vähäiset vesivahingot ja joissakin palotyypeissä vesiriskutusta parempi tunkeutuminen esim. kalusteiden ja esteiden alle.

Vasta 2000-luvulla alettiin hyväksyä vaihtoehdoksi kevytsprinklaus, jossa suuttimet toimivat paikallisen kunnanvesijohdon paineella. Muoviputkista valmistettu järjestelmä on varsin helppo ja nopea asentaa. Puukerrostaloissa sprinklaus on välttämätön. Sumusammutus on saavuttanut niissäkin suosiota, sillä sen avulla välttyään vesivahingoilta.

Alkusammutukseen on ollut saatavissa vaahtosammuttajia jo 1900-luvun alusta. Jauhesammuttimet tulivat yleiseen käyttöön jo 1970-luvulla ja sittemmin niiden hinta on laskenut varsin alas. Sankoruiskuja on käytetty yleisesti vielä 1960-luvulla ja niitä valmistetaan vieläkin. Sankoruisku on tehokas sammutin ja sitä voi käyttää esim. puutarhassa muihinkin tarkoituksiin.

Keskitetetyt kaasu- ja vaahtosammutusjärjestelmät ovat oma alueensa, joita tarvitaan sähkötiloissa ja palavien nesteiden käsittelylaitoksissa.

### **Uima-altaat tulivat ja menivät - ja taas tulevat?**

Uima-altaita on rakennettu jo 3000 vuotta sitten, mutta vasta 1800-luvulla alettiin niitä rakentaa nykyaikaisiin kaupunkeihin. Englanti oli eturivissä. Jo 1907 asennettiin ensimmäinen uima-allas The White Star Linen valtamerialukseen. Suomessa elintason nousu ja halpa öljy innostivat jo 1960-luvulla rakentamaan uima-altaita erityisesti pientaloihin, mutta myös joihinkin kerrosaloihin. Myös joidenkin työpaikkojen sauna-osastoille tehtiin uima-allashuoneita. Laitemyyjiä oli useita. Öljyn hinnan nousu 1970-luvulla sai monet lopettamaan altaiden lämmittämisen, nehan vaativat kahta kautta lämpöä: 1) Itse veden lämmitys 2) Runsaan ilmanvaihtoilman lämmitys, jota tarvitaan kosteuden hallintaan. Tinkimällä ilmanvaihdosta on saatu rakennukselle kosteusvaurioita. Uima-allashuoneitten rakennustekniikkakin alkaa olla jo hallinnassa. Aiemmin kosteuskuorman merkitystä tai koko kosteiden tilojen rakennusfysiikkaa ei aina hallittu.

1970-luvulta saakka uima-altaisiin on saatu haihtumista ja roskaantumista vähentäviä kansi- ja peiteratkaisuja. Uimista on tehty mielekkäämmäksi vastavirtalaitteistolla. Useiden alkuperäisten altaiden ongelmana on ollut puutteellinen vesieristys tai sen rikkoutuminen. Monilla oli sellainen harhakäsitys, että laatoitus on vesieristys, vaikka se on lähinnä vain mekaaninen maski vesieristeen päällä. Useimmat uima-altaat on tyhjennetty ja toimivat varastona tai sitten on täytetty hiekalla ja valettu päälle lattia. Uusiin luksustaloihin on jälleen alettu tehdä uima-altaita - joko sisälle tai ulos.

Itse uima-allaslaitteistossa on tapahtunut suodatinpuolella merkittävää kehitystä. Vanha ja hyvä suodatin on ollut piimaasuodatin samoin kuin hiekkasuodatin. Altaan bakteeripitoisuutta pidettiin kurissa pH:n säädöllä käyttämällä mm. lipeää. Natriumhypokloriittia - tai kloorikaasuja käytetään isommissa altaissa mikrobien torjunnassa. Kemikaalipainopiste on siirtynyt vähemmän ärsyttävään otsonin käyttöön.

2000-luvulla on taas jonkin verran alettu asentaa uima-altaita jopa kesähuviloille. Eräs syy erityisesti Saaristomeren alueella on levien pilaama merivesi. Leväpuurossa ei ole kiva eikä terveellistä uida. Leväkasvuston pääsyy on maatalouden lannoitepäästöt, ei LVI-tekniikka.





*Lähinnä lapsille tarkoitetut muoviset piha-altaat ovat huokea ratkaisu virkistymiseen hellesäällä. Valikoima koon ja laadun suhteen on laaja. Sjöblomin Stella ja Saga nautiskelevat 2016 turvallisesti pihallaan. Kuvaaja Satu Hagner.*

### **Kylmä auttaa joitakin**

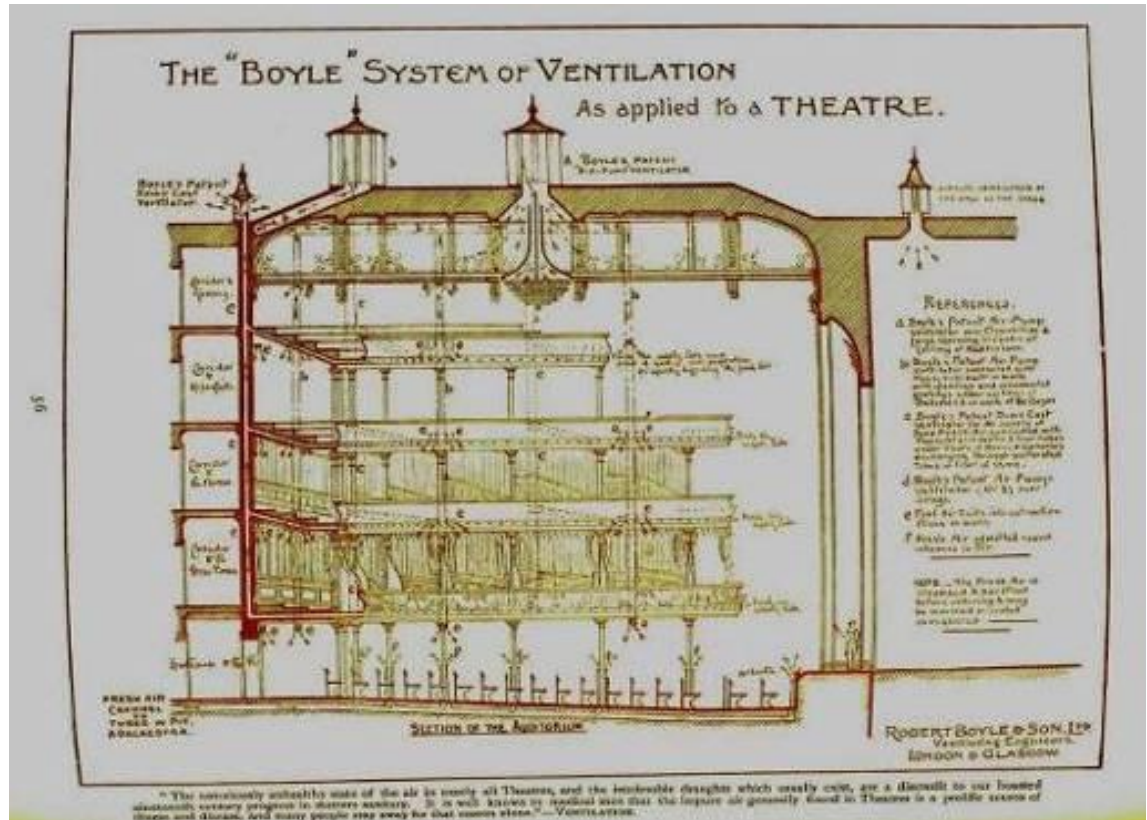
Kylmäallas eli jacuzzi on melko turvallinen ratkaisu, sillä siitä ei käytännössä haihdu kosteutta eikä vedessä muhi kovinkaan paljon bakteereita. Lisäksi kylmä kylpy toimii avantouinnin tavoin ja auttaa joissakin oireissa kuten nivelkivuissa.

Kylmäaltaan ja siten myös avantouinnin vaikutuksen tapaista saadaan aikaan joissakin (Vuokatissa, Kirkkonummella, Porvoossa) hoitolaitoksissa olevilla kryohoito- eli pakkahuoneilla, joissa lämpötila on -110 astetta. Menetelmä kehitettiin Japanissa 1970-luvulla. Terveysvaikutukseen riittää jo 1...3 minuutin oleilu osin suojattuna - eikä siellä kauempaa voisikaan olla. Kipujen ja turvotusten lisäksi huippukylmähoito auttaa mm. joihinkin ihosairauksiin (esim. psoriaasis ja atooppinen ihottuma), unihäiriöihin ja stressioireisiin.

Kylmähuoneita käyttävät myös huippu-urheilijat kuten hiihtäjät, maratoonarit ja kamppailulajien harrastajat. Tavoitteena nopea palautuminen ja helpotus lihaskipuihin.

## Ilmastointi = sisäilman laadun hallintaa

Ilmastointi = ilman puhtauden, kosteuden ja lämpötilavaihtuvuuden hallintaa



Painovoimaista ilmanvaihtoa yritettiin käyttää vielä 1885 epätoivoisesti. Englantilaisen Boylen "Ilmapumppu-patentin" periaatteella oli rakennettu yli 100.000 ilmanvaihtolaitosta ja esimerkkimateriaalia alkoi olla runsaasti. (Am)

Vaikka painovoimainen ilmanvaihto saatiin toimimaan juohevilla poistokanavilla ja poistoilmaa lämmittämällä, oli ilman sisääntuot sen heikkous. Vedottomasti se ei kylmässä ilmanalassa kertakaikkiaan toiminut siedettävästi. Lisäksi satunnaiset säähäiriöt kuten tuuli sotki koko systeemin. Ilma tuli sisään tuulen puolelta ja saatoi poistua tuulen alapuolisen seinän rakojen tai ilmaventtiilien kautta.



Painovoimaisen ilmanvaihdon erilaisia poistopiippuja sai Englannissa ja USA:ssa ostaa sarjavalmisteisena esim. 1880-luvulla. (Am)

Kaikenlaiset kattotornit olivat myös uusgotiikan ja uusromantiikan ajan arkkitehtonista muotokieltä. Niitä tarvittiin monissa tapauksissa painovoimaisen ilmanvaihdon tehostamiseen. Koneellinen ilmanvaihto poisti niiden tarpeen, vaikkakin vielä jugend- (art nouveau-) rakennuksissakin niitä näkyi.

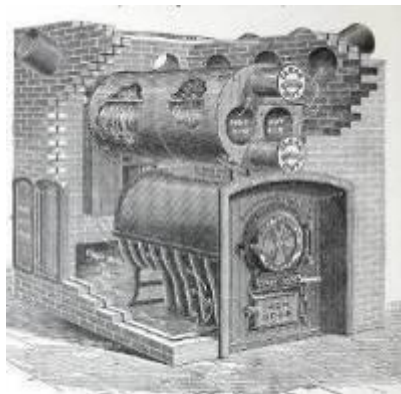


1800-luvun alkupuolen kaloriferi-järjestelmän ja kamiinalämmityksen hybridi on kokometallinen lämminilmauuni, josta ilma johdetaan peltikanavilla huoneisiin.

Yhdysvalloissa menetelmä oli yllättävän suosittu pitkälle 1900-luvulle. Ei ollut veden aiheuttamaa vuotovaaraa, korroosiota tai jäätymistä eikä huonekohtaista sähläämistä roskaavan polttoaineen kanssa.

Lämpötilan hallinta kiinteitä polttoaineita käytettäessä on ollut väkisin keho. Lämminilmauuneja tehtiin silti isommillekin kiinteistöille.

Uunissa oli usein myös vedenlämmitinosa ja jopa kostutusvesisäiliö. (Am)



Lämminilmauunin sydän voitiin asentaa myös muurauksen sisään, mutta tämä menetelmä korvaantui isommissa kohteissa kytkemällä kaksi kokometallista lämminilmauunia rinnakkain. (Am)



## ILMARI

Medelst „ILMARI“ kan rummen ventileras under hvarje årstid oberoende af väderleken.

„ILMARI“ är praktisk och funktionerar väl.

„ILMARI“ är nödvändig i hvarje sjuk- och sofnim samt kök.


„ILMARIS“ tillverkare är

### O. Y. G. W. SOHLBERG A. B.

Bleck-, Plåt- & Kopparslageri.  
Bergmångsgatan 29. Telefoner 80 och 33 70.

### UTSUGNINGSVENTILER

littera L



Med gjutna lameller

Övre utsugningsventilerna förses med tvenne trissor för regleringssnodden, då däremot nedre utsugningsventilerna levereras utan trissor.

Avattavat ikkunat ja poistoventtiili keittiössä ja vessassa - siinä 1900-luvun alun suomalaisten asuintalojen ilmanvaihtoratkaisu, joka kesti 1960-luvulle saakka. (KK)

Ikkunatuuletuksen vedon pienentämiseksi kehitettiin ns. terveysikkunat eli ikkunan yläruutu oli makaava suorakaide, joka oli saranoitu alareunastaan. Näin sisään tuleva ilmasuihku suuntautui katon rajaan ja sekoittui lämpimään sisäilmaan. Tällaisia ikkunoita oli myynnissä USA:ssa jo 1900-luvun alussa. Suomessa niitä esiteltiin jossain määrin pohjoismaisena keksintönä. Myöhemmin eli 1950-luvulla otettiin käyttöön **tuloilmaikkuna**, jossa ikkunalasien

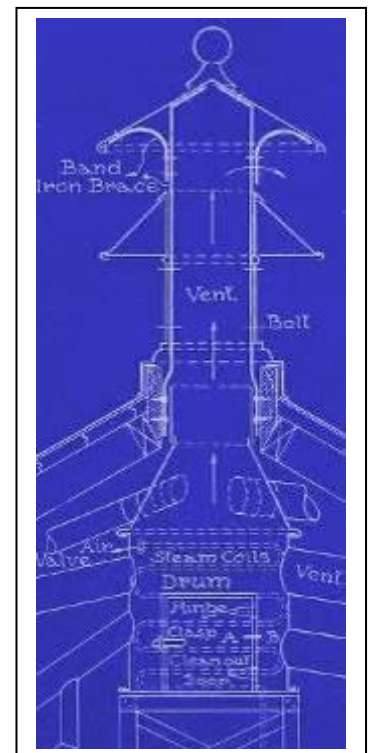
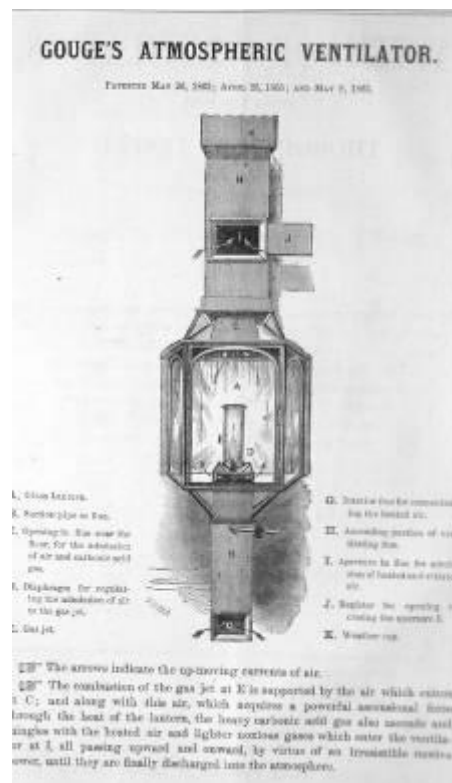
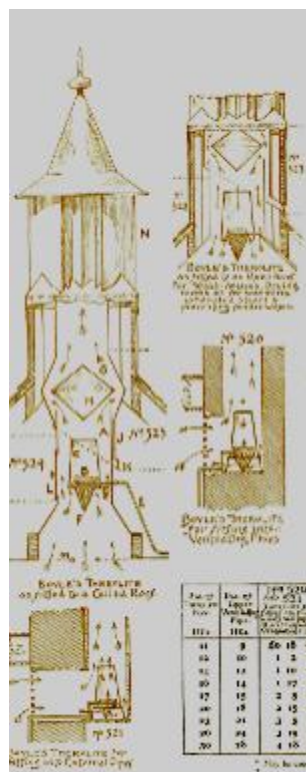


välissä sisään tuleva ilma esilämpeni ja johdettiin sisimmäiseen pokaan tehdyn säädettävän rakoveintiin kautta huoneeseen. Kovalla pakkasella venttiili oli paras sulkea, muutoin ikkunan lähellä oli varsin kylmää, vaikka alla olikin lämmityspatteri. Sisään virtaava ilma jäähdytti koko ikkunarautua.

Painovoimaisen eli luonnolliseksikin kutsutun ilmanvaihdon toimintaan on liittynyt paljon harhakuvia. Eräs näistä on uunien käyttö ilmanvaihtolaitteena. Uuneissa ei kuitenkaan pidetä tulta kahtakaan tuntia päivässä aivan kovia pakkasia lukuunottamatta. Liedessä on voitu pitää tulta päivän mittaan, mutta vastaavasti on ollut porisemassa vettä ja kuivumassa pyykkiä. Huoneiden ilmanvaihto perustui pitkälti hatariin ikkunoihin, ulko-oviin, ulkoilmaventtiileihin ja korkeiden huoneiden antamaan ilmatilapuskuriin.

Painovoimainen ilmanvaihto on tehokkainta silloin kuin sitä vähiten haluaa eli kovalla pakkasella ja myrskyllä. Painovoimainen ilmanvaihto edellyttää, että rakenteissa on rakoja tai käytetään ulkoilmaventtiileitä. Näiden kautta pääsevät ulkoilman haitalliset hiukkaset ja häiritsevä ääni sisälle.

Jos ei ole lämpökuormaa eikä tuulta, on hormivoiman aikaansaamiseksi lämpötilaeroa kehitettävä keinotekoisesti. Keski-Euroopassa asennettiin sairaaloiden ja julkisten tilojen poistokanavaan höyrypattereita tai kaasulla toimivia avotulia.



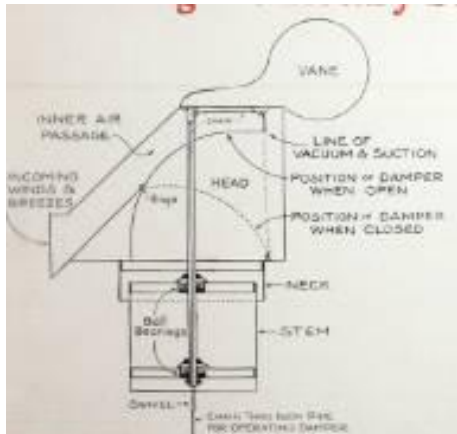
Vasemmanpuoleisissa kuvissa (Am) on avotuli eli kaasuliekkiratkaisuja poistoilman saamiseksi liikkeelle. Helppo arvata, miten siinä käy, kun pölyiseen poistokanavaan laitetaan avotuli rakennuksen vintille.

Oikeanpuoleisessa kuvassa eletään jo vuotta 1908. Ratkaisussa (Am) poistoilmaa ja samalla harakoita lämmitetään turvallisesti höyrypatterilla. Että se siitä ekologisuudesta.

Painovoimaista ilmanvaihtoa on yritetty tehostaa tuulen avulla. Erilaisia tuulessa kääntyviä ja muotoilunsa takia imua parantavia laitteita on ollut tarjolla jo 1800-luvulla. On kehitetty myös pyöriviä luonnonvetoisia tuulettimia.



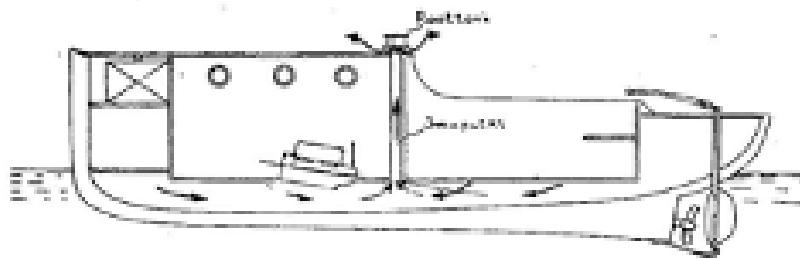
Välimeren rannalla painovoimainen tai merituuleen perustuva ilmanvaihto on edelleen vakioratkaisu. Tuulessa pyöriviä imureita myydään kuvan (BHa) peltialan liikkeessä kastelukannujen ohessa. Teollisuusrakennuksiin tätä laitetyyppiä tehdään metrin halkaisijaan saakka. Poistoilmapiippu oikeanpuoleisessa kuvassa (BHa) antaa arkkitehtuurille ideointimahdollisuuksia



Ilmanvaihdon parantamiseksi kehitettiin kymmeniä erilaisia vetoa tehostavia poistopiippujen sadekatoksia, tötteröitä ja tuulessa pyöriviä imureita. Vasemmalla puolella olevasta poistoilmakatoksesta on edelleen erilaisia versioita. Prosessilämpöä tuottavissa teollisuuslaitoksissa näitä asennetaan harjan suuntaisesti. On myös harjaan nähden poikittaisia versioita. Kuvat Am.

Painovoimaisen ilmannvaihdon tehostamiseksi arkkitehti Sigurd Savonius kehitti laivasovelluksen perusteella nimeään kantavan tuuliroottorin 1920-luvulla. Pian sen käyttö levisi ennen sähkömoottoreiden yleistymistä kaupunkitalojen katoille ja tehdaslaitoksiin, laivoihin, linja-autoihin, ambulansseihin, maakellareihin ja huoltoasemille. Roottori tehosti ilmanvaihtoa aina kun tuuli. Roottorista kehitettiin myös tuulimylly, jollaisia tehdään edelleen. (KK)





Savonius-tuuletusjärjestelmä moottoriveneissä.



Vastus $\alpha =$	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2
Maksimaalinen ilmavirtaus: 47 % tuulenopeudesta	100	100	75	43		188	151	120	70		435	345	268	168	90
Maksimaalinen tyhjiö: 95 % tuulenpainosta	100	100	75	43		188	151	120	70		435	345	268	168	90
<b>TÄHTI-Imuri</b>															
Kaukaloipimita	12	15	20	30	50	75	100								
Vastus $\alpha =$	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2
Maksimaalinen ilmavirtaus: 47 % tuulenopeudesta	76	66	55	39	23	135	118	96	70	43	210	185	150	115	68
Maksimaalinen tyhjiö: 90 % tuulenpainosta	135	118	96	70	43	210	185	150	115	68	390	335	265	190	110
<b>RENGAS-Imuri</b>															
Kaukaloipimita	12	15	20	30	50	75	100								
Vastus $\alpha =$	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2
Maksimaalinen ilmavirtaus: 35 % tuulenopeudesta	88	70	50	34	18	155	124	89	60	33	350	295	215	140	70
Maksimaalinen tyhjiö: 35 % tuulenpainosta	155	124	89	60	33	350	295	215	140	70	650	530	390	260	120
<b>SPN-painokupu</b>															
Kaukaloipimita	15	20	30	50	75	100									
Vastus $\alpha =$	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2
Maksimaalinen ilmavirtaus: 62 % tuulenopeudesta	180	157	135	101	55	280	245	210	160	85	1750	1500	1325	1000	500
Maksimaalinen ylipaine: 100 % tuulenpainosta	280	245	210	160	85	1750	1500	1325	1000	500	3000	2600	2300	1800	915
<b>Savonius VEDOTON seinäventtiili</b>															
tekee															
huoneiden jatkuvan tuuletuksen mahdolliseksi vetoa synnyttämättä.															



**S-ROTORN**  
VARLÖSPATENT

NYTTIGENS ENKLAST, EFFIKONASTE OCH BILLIGASTE

**VINDMOTOR**

**SAVONIUS & Co**

HÄMEENPUUSTO - TELEF. 52-54

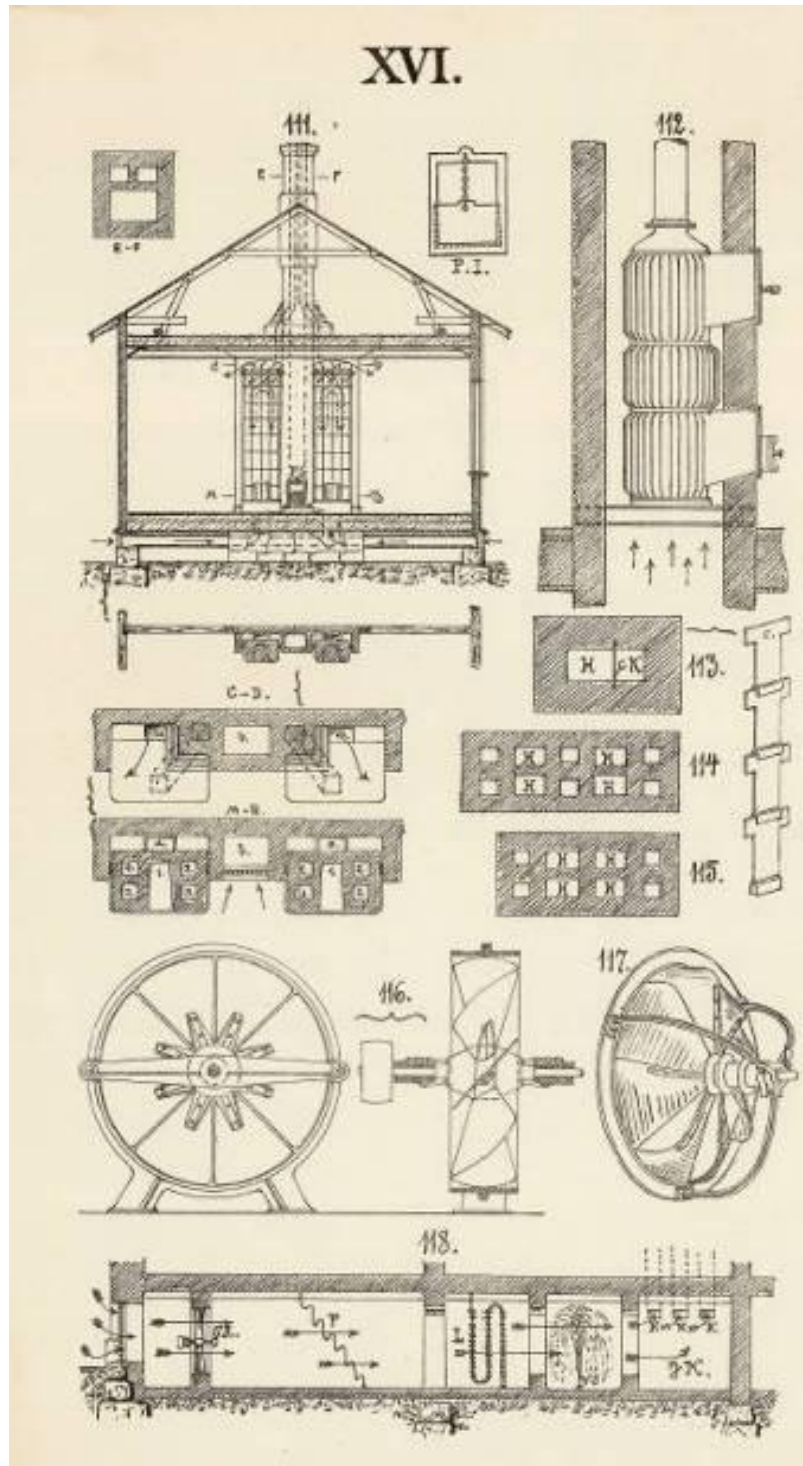
ÅKERSTADEN 10

Savonius ja Kumppanit oli globaali yritys, jolla oli jälleenmyyjä useissa maissa. (KK)



Savonius-roottorit  
pyörivät vinosti  
edelleen  
2017tamperelaisen  
kerrostalon katolla  
Hämeenpuiston  
vieressä (BHa)

1900-luvun alussa oli jo kehitelmiä ilmastointikoneiksi. Allaolevan kuvan alaosan koneessa on puhallin, suodatus, lämmitys, kostutus tai haihdutusjäähdytys. Ylempänä on ulkoilman tuonti valurataisille rivoitetuille uuneille lattian alla olevia kanavia pitkin. Ratkaisua käytettiin erityisesti Ruotsissa. Kirpputorilta ostetun kuvan lähde on tuntematon ruotsalainen oppikirja tai opetustaulu.



Kuitenkin valtaosa 1900-luvun alun rakennusten ilmanvaihdosta perustui painovoimaan.

Sähkötekniikka, sähkön tuotanto ja -moottorit kehittyivät nopeaa vauhtia ja koneellinen ilmanvaihto löi itsensä läpi. Oy Strömberg Ab (Suomen Sähkö Osakeyhtiö Gottfr. Strömberg) valmisti ja edusti ilmanvaihtolaitteita vielä 1930-luvulla. Yrityksen tuuletinesitteen johdantoteksti on edelleen täyttä rautaa.

## *Vietätte 90% elämästänne sisällä*

Raikas ilma työhuoneessanne ja muualla, missä joudutte päivittäin oleskelemaan, merkitsee Teille arvaamattoman paljon.

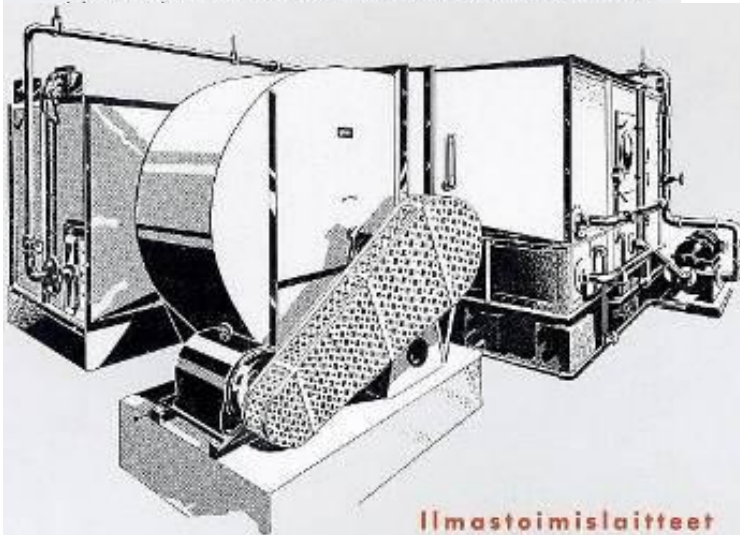
Jo kauan on osattu panna ilma liikkeeseen luonnollisen vedon avulla lämpötilan erotuksesta johtuvaa painoeroa hyväksi käyttäen. Mutta vasta sen jälkeen, kun sähkömoottori saatiin käyttövoimaksi, on ilman siirtäminen voitu suorittaa paikasta toiseen täsmällisesti ja luotettavasti koneellisten tuulettimien avulla.

Nykykaikaisten tuuletuslaitteiden avulla voidaan huoneilman laatua, liikettä, lämpötilaa sekä kosteutta hallita ja siten lisätä sisällä oleskelun viihtyisyyttä. Hyvä tuuletus ei anna vain mukavuutta, vaan samalla se lisää kantoreissa, virastohuoneistoissa, tehtaissa y. m. toimivien työkykyä.

Tuuletusta järjestettäessä on kussakin tapauksessa otettava huomioon kysymyksessä olevien huoneiden rakenne ja käyttötarkoitus. Poistettava ilma on mikäli mahdollista otettava sellaisista kohdista, missä ilman pilaantuminen varsinaisesti tapahtuu. Samalla on huolehdittava siitä, että poistetun ilman tilalle saadaan uutta. Tämä ilma saadaan puhtaana ja vedottomasti, jos se ensin suodatetaan, lämmitetään, ehkä vielä pestään ja kostutetaan sekä sen jälkeen painetaan tuulettimien avulla sopivien jakokanavien ja aukkojen kautta tuuletettaviin huoneisiin.

Teollisuuslaitokset käyttävät tuulettimia lukemattomiin eri tarkoituksiin. Suurten tehdassalien lämmitys, joka aikaisemmin usein jäi kovin puutteelliseksi, suoritetaan nykyään lämmitysilmalla puhaltamalla. Tuulettimien painaa ilman patterin läpi ja siten aikaansaadut, määrättyille tahoille suunnatut lämpimät ilmavirrat suorittavat tehdassalien lämmityksen ja tuuletuksen.

Eriolaisten työprosessien yhteydessä syntyvät tomuhiukkaset, lastut, jätteet, kaasut y. m. poistetaan tuulettimien avulla parhaiten. Tuulettimia käytetään vielä m. m. lisäämään tulipesien, sulatusuunien ja kuivaus-



**Ilmastoimislaitteet**

Huoneilman puhtauden, lämpötilan, kosteuspitoisuuden ja liikkeen täydellinen hallinta saadaan aikaan ilmastoimislaitteilla. Niissä puhdistetaan ilma sekä suodattamalla että vesisuihkujen avulla pesemällä. Vesisuihkut antavat ilmalle samalla myös tarvittavan kosteuden. Lämmityspatterit ja tarvittaessa jäähdytyslaitteet huolehtivat lämpötilasta. Automaattiset säätölaitteet ohjaavat ilmastoimislaitteiden toimintaa. Ne säätävät ilman kosteuden ja lämpötilan tarkalleen haluttuun arvoon.

Tuulettimet panevat näin käsitellyn ilman kiertämään kanavia pitkin kaikkiin ilmastoitaviin huonetiloihin, joista pilaantunut ilma samanaikaisesti poistetaan.

*Jo 1930 Oy Strömberg Ab  
mainitsee ilmastonin  
yhteydessä jäähdytyksen -  
ettei vain teksti olisi kopioitu  
ulkomailta. (KK)*



### Minimi-ilmavirran määrittäminen

Minimi-ilmavirran määrittämisessä henkilöä kohti on vallalla kaksi kokeellista menetelmää: miten ihmiset aistivat ulkoa tultuaan sisäilman laadun ja miten oltuaan siellä jo jonkin aikaa. Yksiselitteistä absoluuttista ilmavirta-arvoa ei ole olemassa. On kuitenkin kokeellisia ja tilastollisia tietoja, miten poissaolot ja sairaudet yms. liittyvät ilman vaihtuvuuteen. Ilman tämän taustan tuntemista on turha viisastella oikeasta ilmavirrasta.

Ylilämmön ja selkeiden mitattavien epäpuhtauksien tapauksissa taselaskelmat antavat tarvittavan ilmavirran. Käytännön ongelma on se, että aniharvoin on tiedossa huoneilmaan tulevia epäpuhtausemissioita edes rakennuksen valmistuessa saati sitten tulevaisuudessa. Uutta tietoa eri epäpuhtauksien vaikutuksesta tulee jatkuvasti. Huoneilman kuormitustekijöiden suurin muutos on ollut tupakoinnin kieltäminen - kuka olisi uskonut vielä 1970-luvulla.

### Muinaiset fanittajat

Kuumassa ilmanalassa olotilaa helpottaa ilman liikkuminen. Vanha ilman liikuttamistapa on viuhkan käyttö. Viuhkoja heiluttelivat orjatkin hallitsijoiden viihtyisyyden parantamiseksi. Viuhka, puhallin ja fanittaja ovatkin englanniksi fan.

### “EGO-JÄÄHDYTYS”



1001

ARCTIC

Tunnetunmuoto



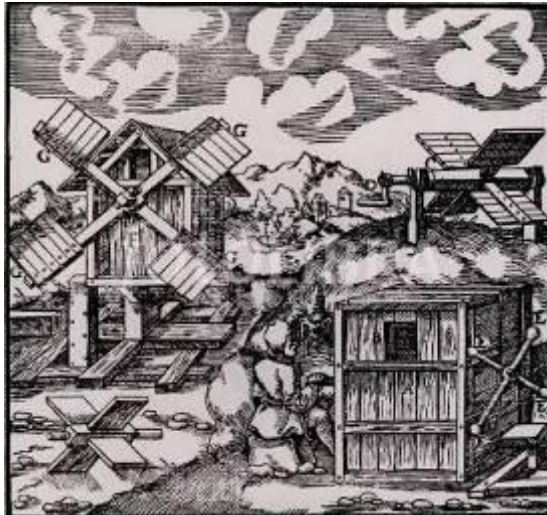
Viuhkojen ja vastaavien jäähdytysvaikutus perustuu ilman nopeuden kasvuun ihon pinnalla, jolloin lämmönsiirto ja hien haihtuminen kasvavat.

*Hikisistä orjista pääsi eroon koneellistamalla löyhytin. Voimanlähteenä punnus. Etsaus (Am) lienee keskiajalta. Teksti on kuitenkin harhaanjohtava. Ilman liikkeen kasvattaminen ei vastaa sanan conditioning sisältöä. AC-termi syntyi, kun ilman kosteutta ja lämpötilaa alettiin muokata eli hallita.*

1800-luvulla punnusmoottorisesta löyhyttimestä tehtiin oikein patentoitu versio. Tällaiset laitteet menivät romukoppaan, kun sähkökäyttöiset tropiikki- ja pöytätuulettimet eli potkuripuhaltimet astuivat markkinoille 1800-luvun lopussa.

## Puhaltimien kehitys alkoi metallurgiasta ja kaivoksista

Palkeet on vanhin puhallinmuoto. Käyttö alkoi jo pronssikaudella. Metallin sulatus malmista vaatii tehostetun hapen eli ilman saannin puuhiilille. Puhallintekniikka oli siten ratkaisevassa asemassa pronssikauden mahdollistamiselle runsas 3000 vuotta sitten. Myöhemmin 1700-luvulla teollisen vallankumouksen eli industrialismin laajentumisen keskeinen edellytys oli suurten kaivosten perustaminen ja niiden tehokas ilmanvaihto.



*Suorasipiisiä keskipakoispuhaltimia käytettiin jo keskiajalla kaivosten tuuletukseen. Käyttövoimana maan pinnalla olevat tuulimylyt, koskivoima tai pelkästään lihasvoima. (kuva Fläktin Puhallin-lehdestä)*

Käsikäyttöisillä puhaltimilla saatiin aikaan vain vähäinen ilmanvaihto. Kaivoksissa ei painovoimainen ilmanvaihto toimi kesäolosuhteissa ollenkaan. Nosteen saamiseksi laitettiin poistokuiluihin nuotioita. Palava hiilipata voitiin sijoittaa myös maan päälle poistoilmakuilun päähän erityiseen poistoilmapiippuun. Hiilikaivoksissa tämä johti tuhoisiin paloihin, kun metaanipäästöt syttyivät palamaan.

Paitsi ilmanvaihto myös veden poisto oli kaivoksissa kriittinen tekijä. Pumppauksen ja vähän myöhemmin ilmanvaihdon koneellistaminen mahdollistivat laajamittaisen hiili- ja metallikaivostoiminnan. Pumppujen ja puhaltimien käyttövoimaksi oli kehitettävä höyrykone. Höyryturbiinin idea oli jo keksitty antiikin aikana ja sen jälkeen oli kehitelty erilaisia kokeiluversioita. Erityisesti 1600-luvulla kehitettiin vakuumiin perustuvia pumppuja. Kaupallisesti käyttökelpoisen ns. atmosfäärisen (mäntä-)höyrykoneen kehitti 1700-luvun alkupuolella Thomas Newcomen, mutta sen terminen hyötysuhde oli surkea, vain ehkä pari prosenttia. James Watt sai tehtäväksi kehittää paremmin ja hän onnistui siinä 1700-luvun loppupuolella ottamalla käyttöön ulkopuolisen lauhttimen ja tekemällä lukemattomia muita parannuksia, jolloin höyryn kulutus putosi kolmasosaan - ja loppu onkin historiaa.

Myöhemmin kehitettiin korkeapainehöyryllä toimivat koneet, jolloin laitteiden koko ja hinta putosi oleellisesti. Wattin ja kumppanin kikkailut patenteilla jarruttivat kehitystä Englannissa, mutta USA:ssa vastaavaa rajoitusta ei ollut. Siellä kokeiltiin höyrypurttia jo 1700-luvun lopulla.

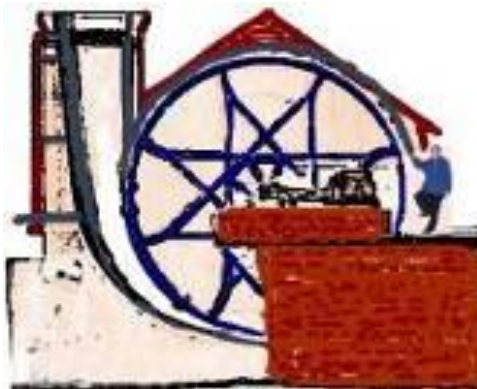


*Englannin parlamenttitalossa tarvittiin mekaanista ilmanvaihtoa. Vielä 1735 ratkaisuna oli suorasiipiset keskipakoispuhaltimet, joita pyöritettiin miesvoimin.*



Kaivosten höyrykäyttöiset puhaltimet eivät aluksi olleet suinkaan pyöriä keskipakoispuhaltimia vaan jättimäisiä mäntäpumppuja. Tämä johtunee siitä, että niitä voitiin käyttää samanlaisella vipumekanismilla kuin mäntäpumppuja veden poistossa. Mäntäilmapumput vaativat jatkuvaa kunnossapitoa, mutta niitä oli käytössä pitkälle 1800-luvulla. Rinnalle toki nousivat pian pyörivät puhaltimet. Tarvittiin vain ensin kampiakseli ja kiertokanget, jotta saatiin aikaan pyörivä liike.

Varsinaiset puhaltimet olivat aluksi suorasiipisiä keskipakoispuhaltimia. Välillä kokeiltiin ruuvipuhaltimiakin ja kehitettiin sekavirtauspuhaltimet. Ruuvejahan käytettiin aluksi laivoissakin siipirattaiden sijasta ennen potkurin kehittymistä. Potkuripuhaltimet tulivat kuvaan vasta 1800-luvun loppupuolella, vaikka laivoissa potkurit alkoivat syrjäyttää siipirattaita jo 1800-luvun alkupuolella.



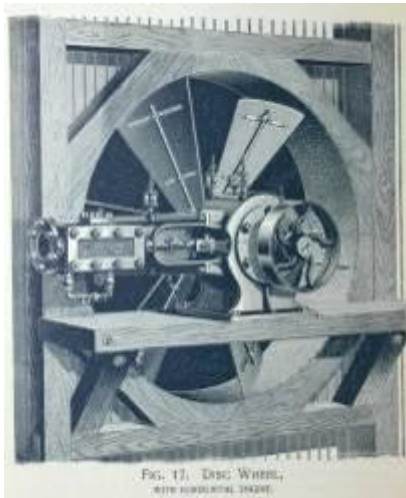
*1800-luvun puolella puhaltimien kehitys pääsi vauhtiin ja koko kasvoi. Englannissa alkanut industrialismi lisäsi valtavasti hiilen kulutusta niin tehtaissa, nopeasti kasvavien kaupunkien lämmittämisessä kuin kulkuneuvoissa. Kaivoksia avattiin ja laajennettiin kiivasta tahtia. Vuosisadan puolivälin jälkeen tehtiin englantilaisten hiilikaivosten ilmanvaihtoon puhaltimia, joiden juoksupyörän halkaisija oli jo 6 m (BHä). Ilman kaivospuhaltimia ja -pumppuja eli LVI-tekniikkaa hiilestä ja metalleista olisi tullut pulaa ja koko industrialismi kitunut.*

Puhaltimien dynamiikkaan liittyviä teorioita ja laskentakaavoja alettiin kehittää. Hyötysuhteen nostaminen oli tärkeää, sillä käyttövoiman investoinnit ja käyttökulut olivat korkeita. Sähköverkostoja alettiin rakentaa 1870-luvulla, mutta lähinnä valaistustarkoituksiin. Puhaltimien voimanlähteenä säilyi höyry paikasta riippuen vuosisadan vaihteeseen ja sen ylikin.



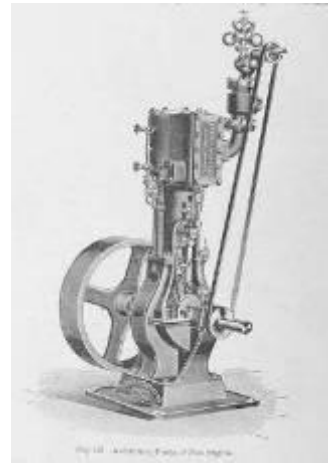
*1897 sai ostaa valmiin höyrykone/puhallinpaketin. Myös höyryllä lämpiäviä puhaltimelle mitoitettuja patteriosia oli kaupan (Am).*

Tiilestä tehtiin tarvittaessa kanavia vielä 1930-luvulla, joskin peltikanavat olivat jo vallitseva ratkaisu koneellisessa ilmanvaihdossa.



Myös potkuripuhaltimia voitiin pyörittää höyrykoneella. Vaihtoehtona useimpiin puhallinmalleihin oli hihnakäyttö. Valmistettiin jopa paineilmalla pyöriviä potkuripuhaltimia.

*Kuvan (Am) laitteessa on aika alkeellinen siipirakenne. Paljon kehittyneempiäkin oli pian tarjolla. Ne muistuttivat jo varsin läheisesti esim. nykyisiä ilmalämpöpumppujen ulkoyksikön tai joidenkin lauhduttimien puhaltimia. Seinäpuhaltimina voitiin käyttää myös keskipakois- tai sekavirtauspuhaltimia.*



*Vaaka- tai pystymallisia ja monen tehoisia höyrykoneita oli tarjolla, jos puhallinta ei voitu kytkeä valta-akselijärjestelmään (Am)*

*Kun lopulta voimasähköä alkoi olla tarjolla, oli se tasavirtaa. Ensimmäiset moottorit olivat kuin suoraan nuoren sähköharrastajan käsikirjasta. Kuva vuodelta 1897. (Am)*



*Voiman kehittäminen on ollut kallista puuhaa. Tässä (BHa) venäläinen voimantuotannossa käytetty vain 50 hevosvoiman tehoinen kuulamoottori sadan vuoden takaa. Se ja muuta kivaa on nähtävillä Tallinnan Oivalluskeskuksessa.*



Tampereen Finlaysonille rakennettiin 1800-lopulla Pohjoismaitten suurin höyryvoimakeskus, jolla pyöritettiin koneita, pumppuja ja puhaltimia. Jokaisen tekniikan ihmisen yleissivistykseen kuuluvan koneikon voi nähdä ilmaiseksi Työväen Museo Werstaalla Tampereella. (BHa)

**De Bothezat Impeller Co., Inc.**  
1922 Park Avenue, New York, N. Y.  
Branch Offices and Representatives in All Principal Cities  
Foreign Office { WEBB DUST REMOVING & DRYING CO., LTD., TYTOUR DALE CHAMBERS, STOCKPORT, ENGLAND  
ASANO BUSSAN CO., LTD., 165 BRIDGEWAY, N. Y.  
ALFREDO DELANO, P. O. BOX 245 SANTIAGO, CHILE, SOUTH AMERICA  
OMARA, JAPAN  
Manufacturers of De Bothezat Disc Pressure Fans

De Bothezat Fans are guaranteed to have a non-overloading power characteristic, that is, to absorb at constant revolutions practically the same power whatever the static pressure under which they are operating for the whole range between free delivery and no delivery. This important property insures the complete safety of their operation under any conditions to be met in practice.

De Bothezat Pressure Fans made in all sizes from 8 in. to 10 ft. Motors for these fans are furnished from  $\frac{1}{8}$  hp. to 100 hp. The capacities of the fans run from 250 c.f.m. to 254,000 c.f.m. Static pressure from  $\frac{1}{8}$  in. to 3 in.

High efficiency and large air volume, together with high pressure characteristics are a few of several qualities which distinguish De Bothezat Disc Pressure Fans.

**48 in. DISC PRESSURE FAN**  
2 hp. 630 r.p.m., 18,000 c.f.m. against 1-in. s.p. and 25,000 r.p.m. against  $\frac{1}{2}$ -in. s.p.

**30 in. DISC PRESSURE FAN**  
2 hp. 1140 r.p.m., 8,500 c.f.m. against 1-in. s.p. and 12,000 r.p.m. against  $\frac{1}{2}$ -in. s.p.

**The Bifurcator**  
For special Ventilating applications where fumes of excessive temperature or corrosive character are to be removed.

The bifurcator is a device that permits the use of a straight shaft duct. It is 21 in. in diameter, right angle bends and long shaft connections at the same time protecting and automatically cooling the motor. The fan chamber is stream lined in section, and the bifurcated chamber is not reduced in area at this point. Full details on request.

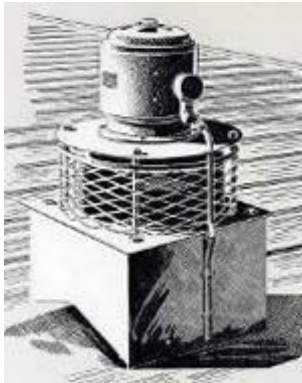
**IMPELLER BLOWER**  
The Impeller Blower is a new type of multiple stage disc fan. This type of fan combines a long angle section of the multiple stage disc fan arrangement. The Impeller Blower has a very high efficiency, and is capable of developing high pressure and maintaining high air velocities at best R.P.M.

**A Few Prominent Users**  
Alumina Co. of America  
American Can Company  
American Tel. & Tel. Co.  
Bell Telephone Laboratories  
Briggs Mfg. Company  
Husck Motor Company  
City of Detroit  
City of New York  
Continental Can Company  
Detroit Edison Company  
Farrbanks Motor Company  
General Electric Company  
National Biscuit Company  
National Tube Company  
New York Central R. R. Co.  
Packard Motor Company  
Pennsylvania Railroad Co.  
Philadelphia Gas Company  
Public Service Corporation of N. J.  
Republic Iron & Steel Co.  
R. K. O. Theatre  
Standard Oil Company of N. J.  
United Electric Light & Power Co.  
Western Electric Company  
Western Union Tele. Co.  
Westinghouse Elec. & Mfg. Co.  
West Lorchburg Steel Co.

1920-luvun lopussa oli monenlaisia potkuri- ja aksiaalipuhaltimia - ainakin Yhdysvalloissa. Sähkömoottoritkin olivat jo kehittyneitä.

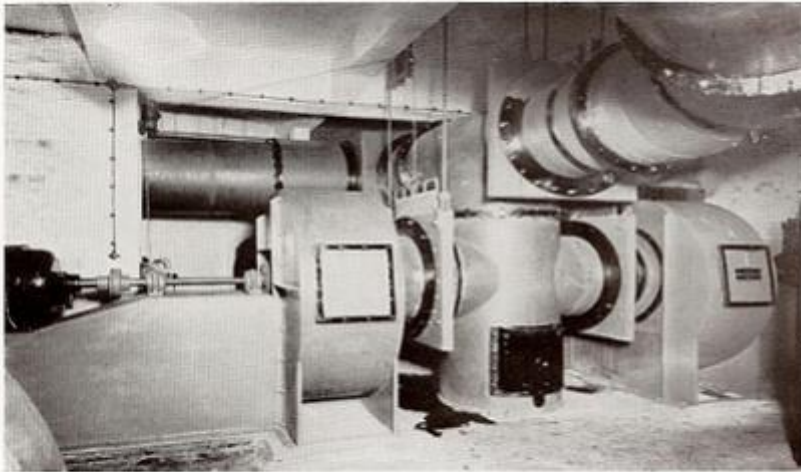
Välivaiheena painovoimaisten ja moottorivetoisten puhaltimien oli amerikkalainen huippumuri, joka siirtyi moottorivetoiseksi, kun luonnonvoimista loppuu puhti.





*Eräs erittäin suosittu keskipakoispuhaltimen muoto on huippuimuri. Kuvan laite on Strömbergin tuotantoa 1930-luvulta. Sen ja monen muun aikalaisensa heikkous: puhaltimen seistessä sadevesi pääsee sisälle. (KK)*

Vasta 1980-luvulla alettiin tehdä hyvällä hyötysuhteella toimivia ja paremmin veden sisälle pääsyä estäviä huippuimureita. Seisovan puhaltimen läpi voi puuterilumikelillä edelleen tulla lunta kanaviin - seurauksena vesiongelma.



3) Happokestävästä teräksestä rakennettuja LTB-mallisia keskipakoispuhaltimia. Outokummun Kuparitehdas, Imätra.

*Laivoissa, voimalaitoksissa ja teollisuudessa puhallintekniikka kehittyi omaa tahtiaan. Suomen Puhallintehtaan teollisuuspuhaltimia vm. 1937. Teollisuuteen tarvittiin korroosionkestäviä materiaaleja.(KK)*

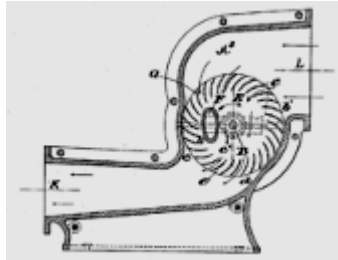
Käyttämällä useita pieniä eteenpäin taivutettuja lyhyitä siipiä saatiin aikaan ns. sirocco-pyörä, jonka etuna on verraten laakea ominaiskäyrä. Tällöin kanavapaine ei radikaalisti muutu, vaikka joitakin haaroja suljetaan tai kuristetaan. Tosin ominaiskäyrässä oli kolme ylintä kohtaa ja tämä saattoi aiheuttaa epästabiliin paineen. Puhallinmallin kehitti irlantilainen Samuel Davidson 1888. Siipipyörä tuli yleisilmanvaihdossa suosituksi vuosisadaksi. Puhallinpyörä on ollut aika helppo valmistaa pelistä alun perin niittaamalla ja sittemmin pistehitsauksella.

Nykyisin sirocco-pyörät on hylätty hyötysuhteen takia: vaihtamalla puhallinpyörä malliin, jossa on taaksepäin kaartuvat siivet, voidaan sähkön kulutusta pienentää jopa 20 %. Tämän takia useimmat sirocco-puhaltimet voisi vaihtaa saman tien.



*1989 asennettu sirocco-pyöräinen puhallin tiensä päässä 2014. Siipi on irronnut ja vahingoittanut naapureitaan(BHa). AX:n toimitalossa nämä puhaltimet romutettiin ja korvattiin B-pyöräpuhaltimilla 2016. (B = backwards = taaksepäin kallistetut puhallinpyörän siivet). Samalla paranneltiin puhaltimien kanavaliitännöjä. Sähkön kulutus laski oleellisesti.*

Sekavirtauspuhaltimet eli meridiaani- eli kammiopuhaltimet ovat keskipakois- ja aksiaalipuhaltimen sekamuotoja. Niiden käyttö yleistyi vasta 1990-luvulla alkaen, vaikka malli oli tunnettu ja paljon aiemmin.



Läpivirtauspuhaltimet kehitettiin 1800-luvun loppupuolella. Suuria läpivirtauspuhaltimia käytettiin jopa kaivostunneleissa. Pian potkuripuhaltimet korvasivat kaivossovellukset.

*Muotoilultaan läpivirtauspuhallin (Wikipedia) sopii hyvin tyypillisesti laatikkomaisiin ja paineen tarpeeltaan vähäisiin huoneilmastointilaitteisiin. Aiemmin niissä käytettiin useampia pieniä keskipakoispuhaltimia rinnan.*

Varsinaiset kehittyneet aksiaalipuhaltimet levisivät käyttöön 1930-luvulla. Lapojen muotoilun merkitys oli jo opittu lentokoneista. Aksiaalipuhaltimet eroavat halvoista potkuripuhaltimista lähinnä siipien muotoilun suhteen. Siivet ovat aerodynaamisesti ja siten hyötysuhteeltaan, paineenkehitykseltään ja ääniteknisesti parempia. Johtosiivistöllä pystytään myös painetta nostamaan. Sittenkin potkuripuhaltimien hyötysuhdetta on onnistuttu nostaa ja niitä käytetään esim. lauhduttimissa, lämpöpumppujen ulkoyksiköissä yms.

### Lämmityspattereiden kehityspyörähdys 1960-luvulla

Ilmanvaihdon lämmityspatterit tehtiin pitkään ripaputkipattereista. Niiden huono puoli oli tilantarve ja alttius tukkeutumiselle. Ripaputkessa on paljon törmäyspintaa hiukkasille. Ripojen pysyminen tiiviisti putkessa saattoi myös olla ongelma. Löyhä liitos heikensi lämmönsiirtoa. Hyvä liitos edellytti hitsausta tai kuumasinkitystä.

**Lämmitys- ja jäähdytyspatterit**

**Lämpöpinta kuparilla**

Strömberg valmistaa sekä höyry- että vesilämmitettäviä tuulettimilla varustettuihin lämmitys- ja ilmanvaihtolaitteisiin sekä kuivatuslaitteisiin.

Lämpöpinta on tehty tiheistä kuparilamelliputkista. Ne eivät syövy sisästä ja samalla ne kestävät hyvin lämmitettävän ilman mahdollisen syöryttävän vaikutuksen. Lamelliputket ovat poikkileikkuksestaan soikeat, ja niin ollen ilman virtaus patterin läpi tapahtuu erittäin edullisesti. Lämpöpinta on kuparilamellien hyvän lämmönjohtokyvyn vuoksi erittäin tehokas.

Samaa putkimallia käytetään ilmajäähdytyspattereissa. Putkissa kiertävä kylmä vesi on jäähdytysaineena.

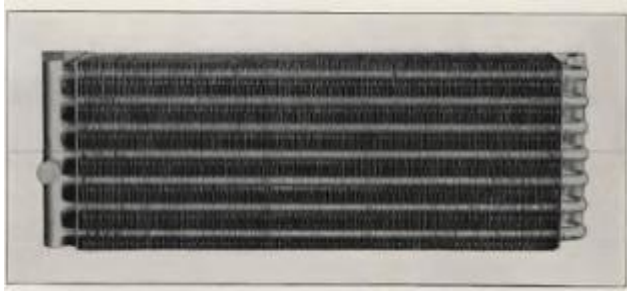
Patterin soikeat lamelliputket ja suora-kaiteenmuotoinen kuparilamelli.

Patterin lamelliputket kiinnitetään pöstykaapaleihin murkkaamalla.

*Jostain syystä unohduksiin on jäänyt, että Oy Strömberg Ab myi jo 1930-luvulla lamellipattereita, joissa oli soikioputket. Rakenteen muistuttaa kovin paljon saksalaisen GEA:n pattereita, joita tehtiin vielä 1980-luvulla. Patterityyppi pysyy pyöreäputkista paremmin puhtaana. (KK)*

*Olisiko lamellien ja soikioputkien välisen liitoksen irtoaminen tms. ollut syynä, ettei rakenne saanut suurempaa suosiota?*





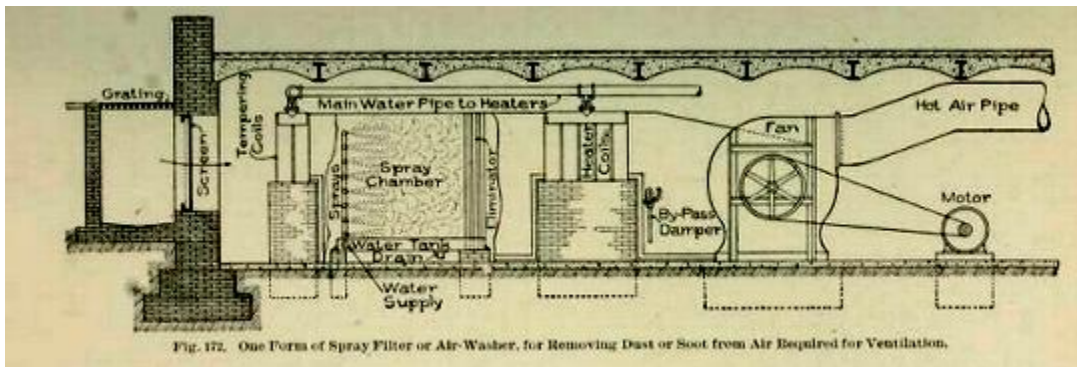
*Yhdysvalloissa oli jo 1920-luvulla nykyaikaisia lamellipattereita. Jäähdytykseen käytettiin kupari/kuparipattereita korroosion estämiseksi. Lämpimissä maissa jäähdytyspatterit ovat pitkään märkiä, joten kahden eri metallin välille syntyisi sähköparikorrosio. (Am)*

Aulis Pakula oli käynyt tutustumassa Yhdysvalloissa alan valmistukseen ja toi tullessaan 1960-luvun lopussa menetelmän, joka mullisti täysin suomalaisen patterivalmistuksen. Pattereita alettiin tehdä kupariputkista ja alumiinilamelleista. Putket liitettiin toisiinsa päädyssä kapillaarisesti juotettavilla U-käyrillä ja jakoputkilla. Putkien ja lamellien liitos saatiin tiukaksi ja hyvin lämpöä johtavaksi tuurnaamalla putket laajemmiksi. Myöhemmin on alettu käyttää vesipainetta putken laajentamiseen. Uusi patterityyppi korvasi ripaputkipatterit 1970-luvulla.

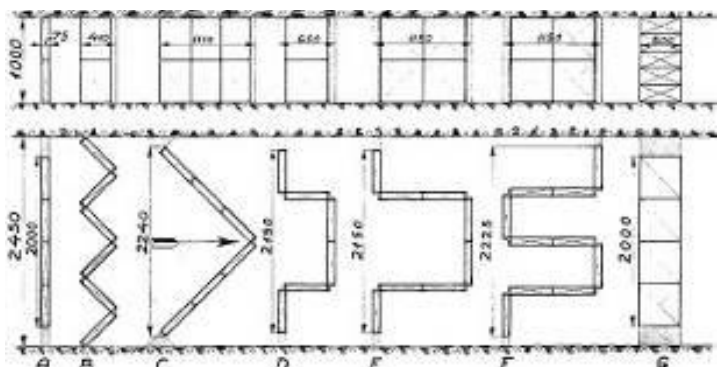
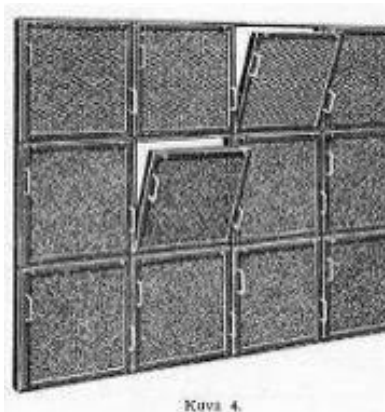
Erityisesti selluteollisuuteen valmistetaan myös kuumasinkittyjä teräslamellipattereita, kupari ei kestä esim. sellutehtaan kaasuja. Teräspattereissa sinkitys muodostaa lämpöä johtavan sillan lamellin ja putken välillä. Lämmöntalteenotossa ja jäähdytyksessä on käytetty myös erilaisia patteripinnoitteita vaihtelevin menestyksin.

## Puhtaus uudelle tasolle

Pesureitten käyttöä ilman puhdistamiseksi, kostuttamiseksi ja jäähdyttämiseksi harjoiteltiin jo 1870-luvulla.



*Aivan 1900-luvun alussa pesurit olivat jo laajemmassa käytössä ilman puhdistamiseksi. (Am)*



*Metallisuodattimet (KK) olivat pääroolissa vielä 1930-luvulla. Niillä saattoi päästä johonkin G2-tasoon, kun suodattimeen oli kertynyt partikkeleita riittävästi. Päätaavoite oli estää lämmityspatterin tukkeutumista. Vakiomoduuleista rakenneltiin erilaisia yhdistelmiä. Hyvä puoli oli pitkä ikä ja helppo puhdistettavuus. Konehuoneet varustettiin suodattimien pesualtaalla ja pesusuihkulla.*

Tarjolla 1930 - 1960-luvuilla oli myös öljykylvyssä puhdistuvia suodattimia: ketjumainen verkkoraina kulki kääntöpyörien kautta öljykylpyyn. Haihtuvien VOC-yhdisteiden haittapuolista ei tainnut olla aavistusta.



*1930-luvulla nostettiin ainakin Yhdysvalloissa pöydälle ulkoilman mukana tulevat saasteet eli allergeenit, liikenteen ja polttoprosessien pienhiukkaset. Alettiin markkinoida metalliverkkoja parempia kuitusuodattimia. (Am)*

Korkealuokkaisten hengitysilmasuodattimien historia alkaa jo 1800-luvun alkupuolelta, jolloin palomiehille kehitettiin hengityssuojaimia. Myöhemmin tulivat aktiivihilisuodattimet ja niiden mukana kaasunaamarit. Nehän olivat laajalti tarpeen ensimmäisessä maailmansodassa.

Kaasuja suodatettiin pitkään aktiivihieillä, jonka laajaan pintaan tarttuu adheesiolla kaasumolekyylejä. Myöhemmin opittiin imeyttämään hiileen hapettavia aineita. Näin syntyi kemialliset suodattimet. Suodatusmassaa voidaan laittaa isoon säiliöön, jonka läpi ilma puhalletaan. Tai massalla täytetään suodatinkasetteja. Molempiin on kehitetty tyhjennys- ja täyttömenetelmät.

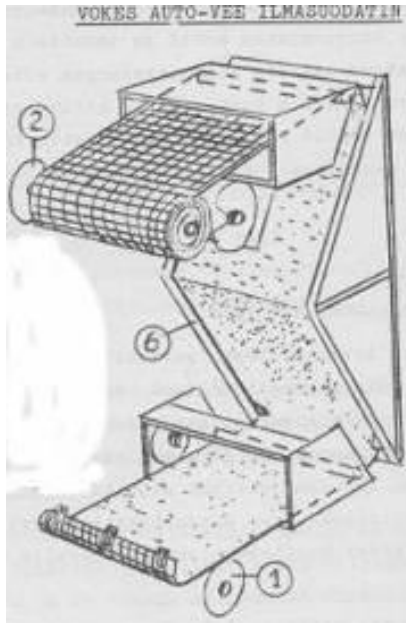


Kilpailijaksi kaasusuodatuksessa 1980-luvulla tuli alumiinioksidirakeet. Kullakin menetelmällä on omat käyttöalueet riippuen siitä, mitä kaasuja halutaan poistaa. Kemialliset suodattimet eivät ole regeneroitavissa eli adsorboituneita kaasuja ei voi poistaa esim. höyrypuhalluksella.

1990-luvulla aktiivihieiltä sisältävät pussisuodattimet yleistyivät yleisilmanvaihdoissa ulkoilman hajujen poistoon.



1950-luvulla suurten ilmavirtojen suodattamiseen oli kehitetty isompiin ilmavaihtolaitoksiin rullasuodattimia, joista oltiin innoissaan. Niissä paine-eron kasvaessa rullattiin automaattisesti esiin verraten halpaa karkeasuodatintta. Vastaavasti tukkeutunut materiaali rullautui automaattisesti toiselle kelalle. Kun puhdas suodatintta oli lopussa, saatiin hälytys, jotta osattiin vaihtaa uusi rulla tilalle. Näppärää - paitsi että lumisateella sisään tullut lumi saattoi aiheuttaa koko rullan syöttämisen, kun lumi aiheutti paine-eroa. Maton suodatusaste ei ollut häviö ja lisäksi esiintyi ohivirtausta. Rullasuodattimia on maailmalla edelleen kaupan.



*Rullasuodattimia käytettiin suojaamaan ilmanvaihtolaitosta tukkeutumiselta tai vain esisuodattimena pidentämään kertakäyttöisten ja suodatuspinta-alaltaan pienien hienosuodattimien käyttöikä. Kuvassa Vokesin suodatin, jossa suodatinmatto pysyy pingotettuna välituen avulla. Tämä pienensi ohivuotoa.*

Rullasuodattimien tyypillinen käyttöpaikka oli teollisuuslaitokset, joissa esiintyi jo muutoinkin pölyä.

Esisuodattimista on yleensä luovuttu, sillä niiden hyöty on kyseenalainen ja ne lisäävät puhaltimen sähkönkulutusta.

Hiukkassuodattimien luokitus ei ole yksinkertainen eikä yksiselitteinen asia. Yhdysvalloissa, Saksassa, Ruotsissa ja muualla Euroopassa oli vielä 1960-luvulla omat luokituksensa. Nykyään on Euroopassa yhteinen luokitus ja Yhdysvalloissa omansa. Hienosuodattimia testataan eri pölyllä kuin hienosuodattimia.

Ilmanvaihtolaitosten puhallusilman puhtaus on parantunut askel askeleelta. Parhaiten sitä kuvaa suodatusluokan kasvu Suomessa (esitys on vain karkeasti suuntaa antava):

Suodatusluokka	kuvaus	vuosikymmen
G2 tai G3	esierotin	1960
F4	siitepölysuodatin	1970
F5	perushienosuodatin	1980
F6	hienosuodatin	1990
F7	puree jo homeille	2000
F8	homeitiösuodatin	2010
F9	todella pienille	2010

Samanaikaisesti suodattimien erotusasteen parantumisen kanssa on parantunut suodatinosien tiiviys. Nykyään tiivisteelliset suodattimet kiristetään erityisillä vivuilla kehyksiin. Vanhoissa luokituksissa oli myös jonkin verran vaikeuksia arvioida suodattimien tukkeutumisenopeutta.



*Oma lajinsa on elektreettisuodattimet, joissa on sähkövaraus. Ne ovat erittäin tehokkaita niin kauan kuin sähkövarausta kestä. Plitronin elektrostaattisen suodattimen sai 1960-luvulla varustettuna pesulaiteella. (SuLVI)*

*Pesulaitteisto muistuttaa hieman sähkösuodattimien pesulaitetta. Sähkö- eli elektronisuodattimet tulivat 1970-luvulla ja olivat käytössä mm. baareissa tupakansavun poistamiseksi. Niitä käytettiin myös teollisuudessa, mutta usein ne eivät toimineet monista eri syistä johtuen.*

Jatkuvasti sähköllä varattavat elektreettisuodattimet voivat olla ratkaisu uusiin haasteisiin, joihin kuuluu mm. nanohiukkasten suodattaminen ulko- ja sisäilmasta.

Markkinoille on tullut suomalaisvalmisteisia ionipuhallukseen perustuvia huoneilman puhdistuslaitteita (Aavi ja Genano), joissa on automaattinen pesujärjestelmä. Laitteet tappavat mikrobit. Ionipuhallusosan jälkeen laitteissa on aktiivihilisuodatin, joka poistaa kaasumaisia epäpuhtauksia. Sähkösuodatus ja ionipuhallus tepsivät myös nanohiukkasille, joista povataan seuraavaa terveysongelmaa Kiinniotettujen hiukkasten poisto vesipesulla on pieni kysymysmerkki.

Suodatinluokat uusitaan 2017 ja tulevat globaalisesti voimaan 2018 koskien ainakin Eurooppaa ja USA:ta. Uudessa luokituksessa suodattimet testataan entistä paremmin ulkoilmaa vastaavalla testiaerosoleilla. Menetelmän pitäisi muutoinkin olla entisiä parempi. Uudet suodatinluokat ja niitä vastaavat hiukkaskoot

Hiukkaserotusaste	Hiukkaskokoalue
ePM10	$0,3 \mu\text{m} \leq x \leq 10 \mu\text{m}$
ePM2,5	$0,3 \mu\text{m} \leq x \leq 2,5 \mu\text{m}$
ePM1	$0,3 \mu\text{m} \leq x \leq 1 \mu\text{m}$

### Poistoilma vaikuttaa ulkoilman puhtauteen

Tuloilman puhtauteen vaikuttaa myös poistoilman puhdistus. Teollisuudessa alettiin verraten suurilla sykloneilla ottaa talteen purua jo 1800-luvun loppupuolella. Sittemmin kehitettiin mm. voimalaitosten savukaasujen partikkelien poistamiseksi pieniä multisykloneita, joista sai ideansa myös James Dyson. Hän kehitti 2000-luvulla markkinoille tulleet "suodattimet" pölynimurit. Sykloneissa oleellista on koko, mitä pienempi, sen parempi. tämän takia Dysonin laitteet poistavat paremmin pienhiukkasia kuin yhdellä isommalla syklonilla varustetut halvemmat kilpailijat. Hyvä pienhiukkasten suodatus on oleellinen sisäilman kannalta pölyä imuroitaessa.

Letkusuodattimia käytettiin jo sata vuotta sitten. 1950-luvulla tulivat kasetti- tai pussisuodattimet. Letkujen ja kasettien materiaaleja on lukuisia. Teollisuuden laitteissa on automaattinen paineilmaiskuihin perustuva ravistelu, jota ohjataan ajastimella tai mieluummin paine-erolla. Tarjolla on myös kymmeniä erilaisia törmäyskammioita ja sokkeloita, suodatuksen ja dynaamisen erotuksen yhdistelmiä sekä märkäerottimia poistoilman puhdistamiseen. Pesureita käytetään kaasumaisten epäpuhtauksien poistoon. Oikean puhdistusmenetelmä valinta perustuu kokemukseen.

Sähkösuodattimet ja ionipuhalluslaitteet ovat myös pienille hiukkasille tehokkaita.

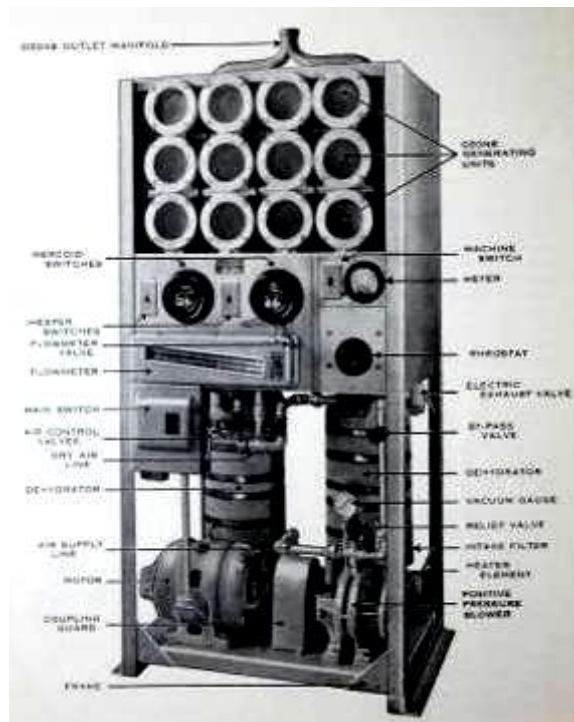
Poistoilmapiippujen sijainti ja korkeus vaikuttavat oleellisesti siihen, miten poistoilman tai savupiippujen epäpuhtaudet laskeutuvat rakennuksen seinustalle tuulen alapuolelle.



Ohjeistusta asiasta on löytynyt amerikkalaisista käsikirjoista jo puoli vuosisataa. Suomalaiset ohjeet eivät ole pysyneet perässä.

### Siivous sisäilman puhtauden osa

Pölyn imurointi ja pintojen nihkeäpyyhintä vähentävät sisäilman pölypitoisuutta. Jo 1960-luvulla alettiin valistaa, että harjalla lakaistaessa hienoin pöly nousee ilmaan; pölymuri on oikea ratkaisu. Toimistotiloissa yms. nihkeäpyyhintä on tehokkaampi ja poistaa nekin hiukkaset, joita pölymuri ei saa napattua. Teollisuudessa pintojen siivous on osa hygieniaketjua. Herkissä tiloissa toiminnot suojataan/erotetaan vetokaapeilla, koteloineilla jne.



*Eräs välillä kadonnut ja nyt uudestaan lanseerattu tapa neutraloida kaasumaisia epäpuhtauksia on otsonointi. Epäpuhtausmolekyylien hapetus tuhoaa ne. Kuvan (Am) otsonaattoreita käytettiin varsinkin suurten yleisötilojen kiertoilman puhdistamiseen 1930...1950-luvuilla. Nykyään alailmakehän otsonia pidetään enemmänkin haittana. Otsonoinnilla voidaan poistaa hajuja, mutta otsonikäsittelyn aikana huoneissa ei saa oleilla.*

Otsonointiin on hieman sukua ilman ionisointi, jota on ajoittain harjoitettu varsinkin Keski-Euroopassa erillisillä laitteilla. Miinus-ioneilla on sanottu olevan myönteinen vaikutus terveyteen ja vastaavasti plus-ioneilla kielteinen.

Monissa ilmalämpöpumppujen sisäyksikössä on ionisaattoriosio, jonka tehtävänä on yrittää varata pieniä pölyhiukkasia, jotta ne liittyisivät toisiinsa ja laskeutuisivat lattialle. Laitteilla on komeita nimiä kuten biofuusio yms.

### Hygieenisemmät koneet ja varusteet

Myös koneiden hygienia on muuttunut. Vielä 1970-luvulla oli yleistä, että koneosissa - esim. puhallinosissa - oli paljaita ääntä vaimentavia mineraalivillapintoja. Koneet on valmistettu sisäpuoleltaan peltipinnoilla 1990-luvulta. Siirtyminen suoravetoiisiin puhaltimiin erityisesti 2000-luvulla on poistanut kiilahihnojen kulumisesta johtuvan pölyn.

Äänenvaimentimien pinnat ovat olleet aiemmin ongelma. Vaimennusmateriaali mineraalivillaa oli päällystetty muovikalvolla ja tämä reikäpellillä. Jatkuvassa pienessä värinässä on muovikalvo voinut rikkoutua, jolloin kuituja pääsee tuloilmaan. Markkinoille tuli 1990-luvulla polyesteri- (Dacron-) kuidusta tehdyt vaimentimet, joista kuidut eivät juuri irtoa eivätkä ne ole niin vahingollisia kuin mineraalivillakuidut. Jos vanhoissa laitoksissa, äänenvaimentimien uusiminen on jotenkin ylivoimaisen vaikeaa, saattaa olla mahdollista käyttää päätelaitteissa suodattimia.

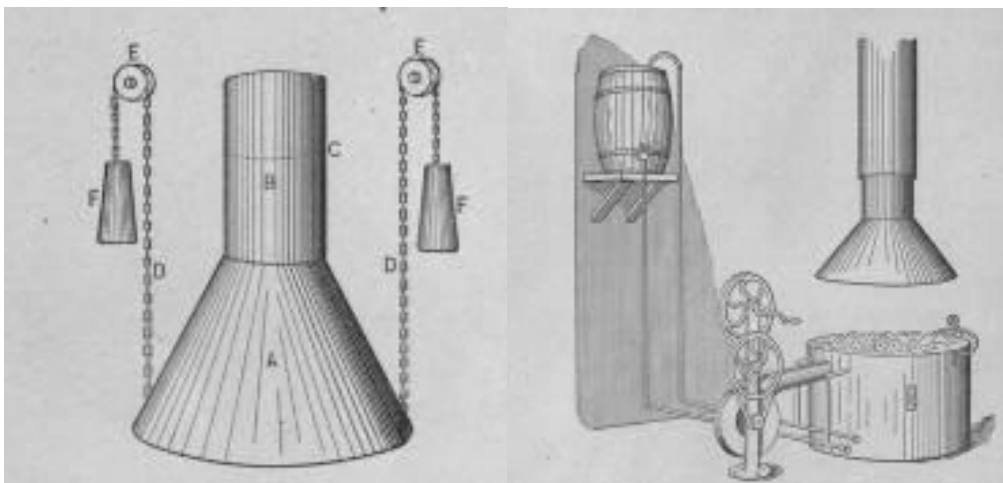
Tärkeä yksityiskohta on ilmanvaihdon jäähdytys-, lämmöntalteenotto- ja ilmanottokammioiden viemäröinti, ks. vesijohto-osio. Kanavien puhdistettavuus on oleellinen osa paitsi hygieniaa myös laitoksen toimintaan. Likaantuneissa poistokanavista on mitattu esim. 20 %:n ilmapirran vähenemisiä. Tukkeutuneitakin tapauksia on ollut. Puhdistusluukut ovat oleellinen varuste. On kehitetty ilmapirran säätö/asetuslaitteita, jotka saadaan helposti irti nuohouksen ajaksi.

Kanavien puhdistettavuuteen kiinnitettiin huomiota jo 1930-luvun oppikirjoissa. Katso myös kohdat kostutus ja hygieniaketju.

Päätelaitteisiin kertyvä lika voi olla ulkonäkö- ja ilmavirtaongelma. Fläkt Woodsin IV-venttiilit on vuodesta 2014 toimitettu Cleanvent-pinnoitteella, johon lika ei juurikaan tartu ja jota on helppo puhdistaa.

### Kohdepoistoilla epäpuhtaudet pois syntypaikaltaan

Vanha sanonta on, että paha on parasta tappaa syntypaikallaan. Eli epäpuhtaudet johdetaan pois ennen kuin ne ovat levinneet sisäilmaan. Poiston tehokkuuteen voidaan vaikuttaa monin tavoin: huoneiden välisin painesuhtein, suunnatulla puhallusvirtauksella, sijoittamalla ja muotoilemalla poistoaukko oikein, parantamalla koteloiteja, käyttämällä alas laskettavia liepeitä ja seinämiä sekä ilmaverhoilla, jotka katkaisevat häiriövirtaukset. Oleellista on aina paneutuminen kuhunkin tapaukseen.



Sepän ahjon kohdepoisto 1800-luvun loppupuolella. Oli jo pajapuhallin (=tuhotin = tohotin =lietso), jota pyöritettiin veivillä. Veivikäytössä on välitysvaihe. Huuva oli nostettavissa teleskooppiputkeen: idea, jota tulisi käyttää edelleen monessa paikassa. (Am)



View Showing Emery Exhaust System

Työstökoneille oli pakko tehdä jo varhain kohdepoistoja. Kuvan (Am) ratkaisu on vuodelta 1897. Poistopuhallinta pyöritetään valta-akselijärjestelmään kytketyllä hihnalla.

### Liesikuvuista rasvamolekyylin hapettajiin

Huuvien käyttö pajoissa ja keittiöissä on tuhansia vuosia vanha käytäntö. Nopeiden työstökoneiden aikana 1900-luvun alussa vakiintui myös purun ja pölyn poisto. Siitä lähtien on kohdepoistojen tekniikka parannettu askel askeleelta. Mukaan on otettu myös puhallus ja työntekijän hengitysvyöhykkeen pitäminen puhtaana aktiivisella syrjäytysilmanvaihdolla eli mäntämenetelmällä.

Yläpuolinen huuva on monien käsitys ylipäänsä huuvasta, vaikka huuva voi olla sivulla tai alhaalla. Maallikoiden tyypillisin virhe on yrittää saada ilmaa raskaampia kaasuja pois yläpuolisella huuvalla. Tällaisia liimaus-, laminointi-, puhdistus-, värjäys- ja maalauspaikkojen virityksiä näkee vieläkin.



*Sata vuotta sitten suomalaisia elintasopakolaisia tai muutoin vain tsaarin valtaan kyllästyneitä muutti pilvin pimein Amerikkaan. Ei ihme, sillä monenlaista ilmiötä Lännen Ihmemaasta on löytynyt. Esim. sikäläisillä puhallinvalmistajilla on ollut käytössään opetettua käryä, muutoinhan olisi todettava, että kuva huijaa (Am). Ehkä kuva on kuitenkin tulkittava symboliseksi.*



*Suomessa 1917 sai sekä liedeen että huuvan samalta toimittajalta. Liesi voitiin tehdä myös muuraamalla, jolloin siihen tarvitsi ostaa vain välttämättömät rautaosat. (KK)*

Suurkeittiöissä kärynpöistohuuvia pidetään itsestään selvänä. Poistokanaviin kertyvän rasvamäärän vähentämiseksi alettiin käyttää yksinkertaisia metalliverkko- tai metallivillasuodattimia jo 1920-luvulla. Sittemmin nämä rasva-aerosolien erottimet ovat edelleen kehittyneet eräänlaisiksi törmäyssokkeloiksi tai pyörrevirtaerottimiksi.

Huuvien sieppauskyky parani oleellisesti, kun alettiin käyttää ohjaavaa rakopuhallusta ja opittiin, että kohdepoiston lähellä ei saa olla sekoittavaa tuloilmalaitetta, vaan tuloilma tuodaan tasaisella pienellä nopeudella henkilöille.

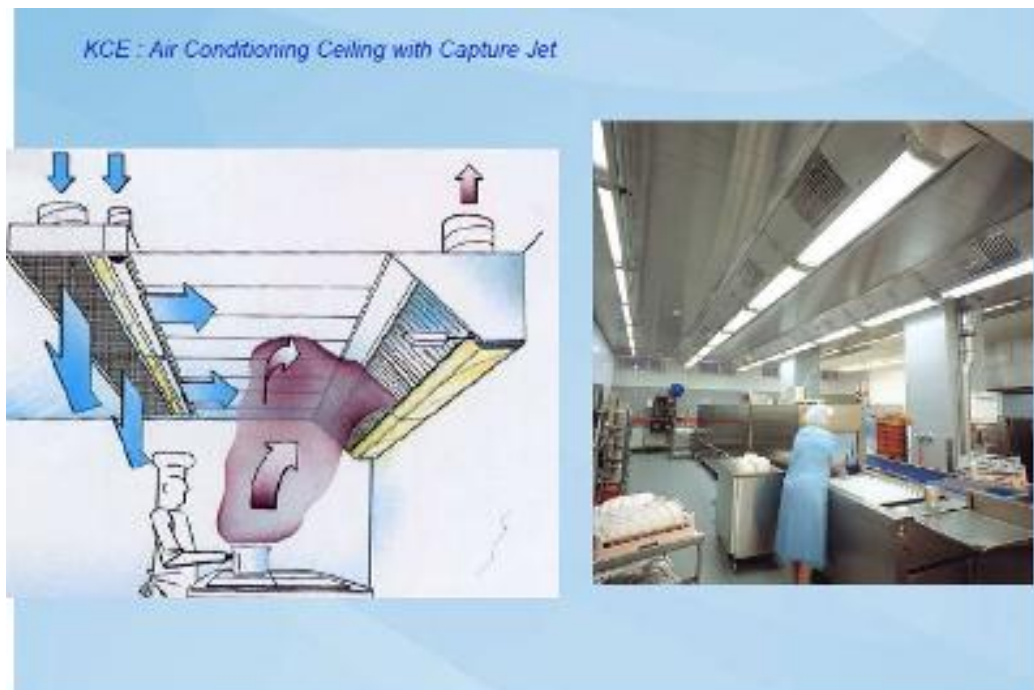
Suurkeittiöhuuvien ilmavirrat ovat varsin merkittäviä esim. hotellien keittiöissä. Tyypillisesti ne vastaavat parinsadan hotellihuoneen ilmavirtaa, joten niiden tehokas ratkaisu on oleellinen, jos yritetään pitää ilmanvaihdon käyttökulut kurissa.

Viimeisimpänä keksintönä suurkeittiöiden huuvissa on rasva-aerosolien hapettaminen UV-säteilyllä ja kaikkein tehokkaimmin otsonin syötöllä. Näin palovaarallinen poistokanavien likaantuminen vähenee oleellisesti ja samalla mm. lämmön talteenotto poistoilmasta yksinkertaistuu. Lisäksi poistoilman hajut vähenevät.

Säästöt nuohouksissa ovat yleensä suuremmat kuin UVC-lamppujen sähkökustannus.



Tässä suurkeittiössä 1910 ei vielä näy kärynpoistohuuvaa liedan päällä. (KK)



13.10.2010 Risto Kosonen

Halton

Nykyaikaisessa keittiöhuuvassa on sieppausta tehostava rakopuhallus ja kokille tuloilma.

Hankalasti kanavoitaviin kohteisiin on kehitetty huuvia, joissa on hienosuodatuksen lisäksi kaasujen poisto aktiivihieillä. **Näin ilmaa voidaan kierrättää, mutta kosteus ei poistu.** Miten kaasusuodatuksen tehoa tarkkaillaan muutoin kuin aistinvaraisesti?



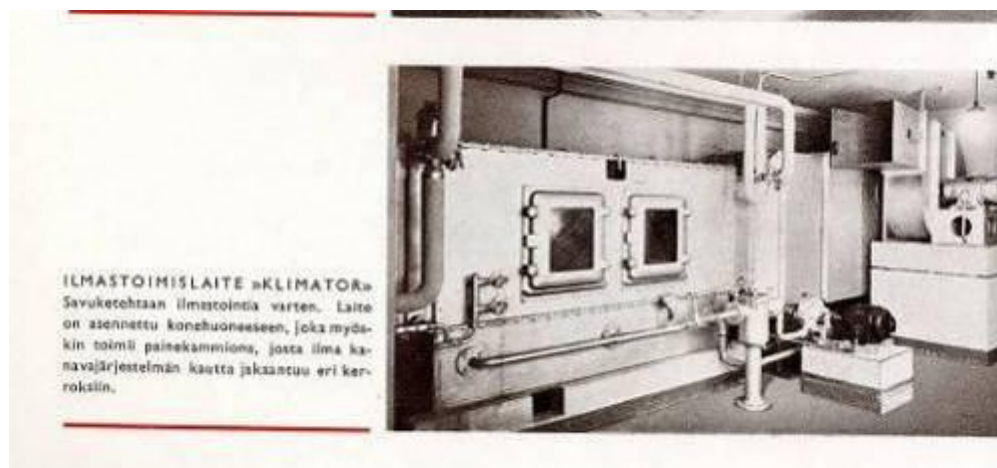
## Kostutus ja jäähdytys vaativat osaamista

Jäähdytys- ja kostutusosien otsapintanopeudet on opittu pitämään riittävän alhaisena, jotta pisarat eivät tartu ilmapirtaan ja roisku esim. puhallinosaan. Joissakin vanhemmissa laitevalmistajien ohjeteksteissäkin saattaa tosin edelleen olla liian suuria rajanopeuksia. Suomessa jäähdytyskausi on lyhyt ja katkonainen, joten kosteissa etelämaissa vaarana olevaa jäähdytyspattereiden pahaa leväkasvustoa ei yleensä pääse syntymään.

Ilmanvaihokoneiden kostutusosina käytettiin sumutussuuttimia jo sata vuotta sitten. Näiden ongelmana on vedessä olevien epäpuhtauksien pääsy ilmaan. Tuloilman mukana tulevat mineraalit kerrostuvat eri pinnoille niin kanavissa kuin ilmastoitavissa tiloissa.

Jo 1900-luvun alussa - itse asiassa jo sitä ennen - kehitettiin lähinnä teollisuustilojen ilman kostuttamiseksi ns. pesureita, joissa rinnakkaisilla suuttimilla sumutetaan vettä. Haihtumaton eli pisaroina läpi lentävää vettä kerätään pisaranerottimilla, joista vesi valuu kammion altaaseen. Sieltä vesi pumpataan uudelleen suuttimille. Haihdutus korvataan lisäveden syötöllä. Sopivalla ylivuodolla pyritään pitämään veden mineraalipitoisuus kurissa. Tällainen pesuri todella poistaa eli pesee ilmasta hiukkasia, mutta veteen kertynyt mössö muodostaa kasvatusalustan mikrobeille.

Pesurit olivat käytössä erityisesti tekstiiliteollisuudessa vielä 1980-luvun alkupuolella ja aiheuttivat ns. kostutinkuumetta. Märkäkanavamenetelmässä kostutussumu päästettiin tuloilmakanavaan, josta vesi haihtui. Käytettiin myös erikoisia aksiaalipuhaltimilla, joiden lavoissa oli sumusuuttimet. Näin sumu ja ilma sekoittuivat tehokkaasti pienellä matkalla. Uskomatonta kyllä menetelmän hygieniää ei osattu epäillä.



ILMASTOIMISLAITE »KLIMATOR»  
Savuketehtaan ilmastointia varten. Laitte on asennettu konehuoneeseen, joka myös-kin toimii painekammiona, josta ilma kanavajärjestelmän kautta jakaantuu eri kerroksiin.

*Pesuriosalla varustettu Suomen Puhallintehtaan ilmastointikone v. 1938. (KK)*

Ulkomailla pesureita oli myynnissä vielä 1980-luvulla, mutta Pohjoismaissa niitä alettiin 1970-luvulla korvata mm. haihdutuskennoilla, joissa vettä valutetaan kennon pinnalle. Periaatteessa menetelmä voisi olla melko hygieeninen, jos vesi on tuorevettä eikä kierrätettyä. Kierrätysvettä käytettäessä veteen alkaa kasvaa jo viikossa mikrobeja, joiden itiöt pääsevät kuivalta kennopinnalta ilmaan. Jos otsapintanopeus on liian suuri, tempautuu pisaroita ilmapirtaan mukaan. Kennokostuttimien hygieenisyyden parantamiseksi on kehitetty biosidien eli levämyrkkujen syöttöä, UV-valokäsittelyä ja veden vaihtoa määrävällein yms. Menetelmässä on kuitenkin liian monta liikkuvaa osaa ollakseen luotettava.

1960-luvulla kokolattiamatot yleistyivät ja sen myötä tarvittiin tuloilman kostutusta staattisen sähkön vähentämiseksi. Aika pian kokolattiamattojen havaittiin kuitenkin aiheuttavat allergioita ja huonontavan sisäilman laatua. Kokolattiamatot ja samalla kostuttimet poistettiin aika yleisesti käytöstä 1980-luvun loppupuolella. Hotelleissa saatetaan kokolattiamattoja käyttää vieläkin - ja erityisen paljon ulkomailla.

Haihdutuskennoja tai huokoisia ilmaa läpäiseviä pintoja käytetään ilman jäähdyttämiseen kuivilla seuduilla esim. Bagdadissa tai Meksikon pääkaupungissa. Jo ammoisina aikoina

tunnettu haihdutus voi alentaa ilman lämpötilaa kuivassa aavikko- tai yläköilmassa pitkälti toistakymmentä astetta. Menetelmän hygieenisuus on heikko.

Hygieenisesti periaatteessa varmatoimisin on höyrykostutin, jossa kostutusvesi kiehutetaan tavalla tai toisella eli vastuksilla, infrapunasäteilyllä tai elektrodeilla. Tällainenkaan höyry ei välttämättä ole ongelmaton. Höyrykuplien mukana tulee vedestä myös mineraaleja. Vastuksia tai lämpösäteilyä käyttävässä malleissa mineraalit voidaan poistaa vedestä ennakkoon, mutta elektrodikostutin ei toimi sähköä johtamattomalla puhtaalla vedellä.

Suuttimien lisäksi vettä voidaan sumuttaa myös ultraäänellä. Nämä 1960-luvulla markkinoille tulleet kostuttimet ovat hygieenisia, jos vesi on puhdistettua. Myös sumusuuttimia voidaan käyttää puhdistetulla vedellä. Käänteisosmoosi- eli RO-laitteiden (reverse osmosis) yleistymisen 1980-luvulla antoi mahdollisuudet puhtaaseen kostutukseen.

Oli kostutusmenetelmä mikä tahansa, on aina huolehdittava siitä, ettei saavutettu kosteustaso ylitä rakennuksen kestävyttä. Tavanomaisille rakennuksille sisäilman kosteus 30...40 % on maksimi pakkasella. Muutoin ulkovaipan rakenteisiin pääsevä kosteus aiheuttaa mikrobikasvua.

### **Valmistus, kuljetus, säilytys ja asennus = hygieniaketju**

Myös tarvikkeiden hygieeniseen valmistukseen, kuljetukseen on kiinnitetty huomiota. Kierresaumakanavien hygieniaan kiinnitettiin erityishuomiota 2000-luvun alussa. Siihen asti valmistuksessa käytettiin runsaasti emulsiööljyä, jota ei poistettu ennen asentamista, ja kanaviin kertyi runsaasti likaa. Sittemmin kanavat on toimitettu työmaalle puhtaina ja kanavan päät tulpattuina.

Työmaalla asennettujen kanavien suojaamisessa on kuitenkin parantamista vielä 2010-luvulla. Koneita ja kanavia pölyntyy ja koneita käynnistetään ennen pesua ohjeista huolimatta.



*Tehtaalla hallituissa oloissa koottu konehuone on puhtauden kannalta turvallinen ratkaisu, jos valmistuksen laadunvalvonta ja asenne ovat kunnossa. Kuvassa Laitilan IP-Työn kattokonehuonepaketti nosturin koukussa.*

### **Poistoilman lämmön talteenotto - taatusti kotimaista kiertotaloutta ja cleantechiä**

#### **LTO tupsahti vauhtiin 1970-luvulla**

Paperinkoneille lämmön talteenottolaitteita on asennettu jo 1930-luvusta lähtien. Mutta on muuallakin.



*Kuvassa (BHa) kemian teollisuuden toimialaan kuuluvan tehtaan LTO-laitteisto, joka on rakennettu jatkosodan aikana. Laitteessa on kaksi poistopuoleltaan U-kytkettyä rautapeltistä **levylämmönsiirrintä**. Myöhemmin asennettua jälkilämmityspatteria lukuunottamatta tekniikka on alkuperästä eli yli 70-vuotiasta ja edelleen käytössä. Laitteita on konehuoneessa kaksi ja ne puhaltavat yhteiseen tuloilmakanavaan. Yhteensä ilmavirta on 28 m<sup>3</sup>/s. Takana näkyy poistopuhallin.*

Teollisuuden erityistapauksia lukuunottamatta lämmön talteenotto ei levinnyt yleisilmanvaihtopuolelle vielä 1950-luvulla. 1960-luvulla öljy oli verraten halpaa, joten lämmön talteenotto ei silloinkaan innostanut varsinkaan kun vakioratkaisuja ei ollut tarjolla. Vähitellen asiaan herättiin. Ensimmäisinä yleisilmanvaihdon sovelluksena oli **välillinen nestekiertoinen järjestelmä**, jossa poistoilmapuolella olevasta patterista siirrettiin jäätyttömällä nesteellä lämpö tuloilmapuolella olevaan esilämmityspatteriin. Merkittävä tällainen järjestelmä Suomessa valmistui kuitenkin vasta 1970-luvun alussa Helsinkiin uuteen Hotelli Hesperiaan.

Samoihin aikoihin oli Carl Muntersin **pyörivään regeneratiiviseen** laitteeseen perustuva menetelmä saanut jalansijaa jo Ruotsissa. Suomessa sitä alkoi Hankkija markkinoimaan nimellä Econovent. Roottoreiden materiaalina oli vielä tuolloin asbestipahvi! Munters teki tarjousten yhteydessä energiansäätlaskelmat, joiden **mukana oli myös lämmitysenergian käytön vähentymisellä saavutettava hiilidioksidipäästöjen vähennys**.

Hygroskooppisen roottorin erityisetu kustuttamattomissa tiloissa on poistopuolen huurtumattomuus ja siten maksimihyötysuhteen säilyminen kovallakin pakkasella. Lisäksi ihmisistä yms. tullutta kosteutta siirtyy poistoilmasta tuloilmaan. Tästä on hyötyä, jos sisäilma olisi muutoin liian kuivaa. Vastaavasti kesällä hygroskooppisella roottorilla pystytään jäähdytetyissä tiloissa kuivaamaan tuloilmaa ja näin pienentämään jäähdytyksen tehon ja energian tarvetta. Hygroskooppinen regeneraattori on siten entalpia-**lämmönsiirrin**. Kovalla pakkasella kosteutta siirtyy tuloilmaan poistopuolen pinnan kondensoinnin kautta, vaikkei roottorimateriaali olisi hygroskooppinen. Tämä on voi olla haitallista esim. uimahalleissa.

Myöhemmin roottoreita on tehty alumiinista, keraamisista materiaaleista, muovista ja jaloteräksestä. 1970-luvulla kehitettiin ilmanvaihtoon myös **kaksikennoinen alumiinipellistä valmistettu regeneraattori**. Kaksikennoiset keraamiset eli tiilistä valmistetut regeneraattorit ovat nekin jo vähintään sata vuotta vanha masuunilaitosten ja lasiuunien oleellinen LTO-menetelmä.

Regeneraattoreiden heikkous on mahdollisuus poistoilman epäpuhtauksien siirtymiseen tulopuolelle. Asiaan vaikuttaa tulo- ja poistopuolen painesuhteet, mahdollinen puhtaaksipuhallussektorin käyttö, roottorin materiaali ja varsinkin kaasumaisen epäpuhtauden eli hajun molekyyli rakenne.

Pian 1970-luvun alussa tuli yleisilmanvaihtopuolelle jo 1930-luvulla paperiteollisuudessa käyttöön otetut **alumiiniset levylämmönsiirtimet**.

Niinikään 1970-luvun alkupuolella tuli Suomen markkinoille Yhdysvalloissa kehitetty **lämpöputkipatteri - Heat Pipe**. Sen tehoa voi säätää muuttamalla kallistuskulmaa. Laite on edelleen erittäin suosittu Yhdysvalloissa. Sitä käytetään myös jäähdytystehon lämmöntalteenottoon tehostetusti siten, että poistoilman lämpötilaa lasketaan

haihdutusjäähdytyksellä eli kostutuksella ennen ilman virtausta patteriin. Suomessa lienee hintataso jarruttanut käyttöä.

Vähitellen levylämmönsiirtimiä alkoi saada eri materiaaleista kuten muovista ja jopa lasista. Levyjen sijasta oli Sveitsissä kehitetty myös lasiputkiin perustuva lämmönsiirrin. Teollisuuden hönkien lämmöntalteenotossa oli käytössä myös pisaralämmönsiirrin eli pesuri, mutta sen käyttö LVI-puolella jäi muutamaan teollisuuden erikoistapaukseen.

Vaikka perusmallit olivat olemassa, oli parantamistakin. Levylämmönsiirtimien huurteen sulatusta varten kehitettiin 1970-luvulla lohkosulatusjärjestelmä, jolloin poistopuolen sulatusvaihe ei pudottanut lämmöntalteenottoa kokonaan pois toiminnasta. Nestekiertoisessa järjestelmässä opittiin käyttämään riittävän tehokasta pumppua ja huurteen sulatusta poistoilman kastepisteen mukaan. Pyörivälle regeneraattorille likaisissa olosuhteissa kehitettiin näppäriä pesujärjestelmiä, samoin pattereille.



Uusi patterimalli oli **neulalämmönsiirrin**. Siinä putken rivoitus on tehty neulamaiseksi ja putken sisällä on turbulaattori. Rakenne toimii ilmapuolella karkeasuodattimena eikä esim. poistoilmapuolella tarvita painetta syöviä ja vaihtokustannuksia aiheuttavia suodattimia.

*Sen erityisominaisuus on myös virtauksen pysyminen turbulentsena hyvinkin pienillä nopeuksilla. Painehäviö voidaan mitoittaa 10...20 Pa:lle. Laitte sopii myös suurkeittiöiden rasvakanavien lämmön talteenottoon. Neulalämmönsiirtimille riittää usein syysaikaan ennen lämmityskautta ajoitettu vuosipesu. Kuva Retermia Oy.*

Saneerauksissa voidaan neulalämmönsiirtimen pienen painehäviön avulla LTO:n lisäyksestä selvittää jopa ilman puhaltimen vaihtoa.

Usein toki vanhan puhaltimen vaihto on muista syistä tarpeen. Vanhan puhaltimen hyötysuhde ja laakereiden ikääntyminen motivoivat vaihtoa. Esim. Ruotsissa oli taannoin kampanja, jossa valtion tuella kannustettiin vaihtamaan kaikkien kerrostalojen yhteiskanavapuhaltimet. Sähkön säästö oli valtakunnan tasolla merkittävä.

LTO-laitteiden pesua varten on katolle, konehuoneeseen tai sen seinään syytä tehdä vesipiste. KTM:n rahoituksella teimme 1980-luvulla laajan kenttätutkimuksen ilmanvaihdon LTO-laitteiden toimivuudesta teollisuuskohteissa. Merkittävä osa ei toiminut tyydyttävästi. Syynä oli usein se, ettei laitteiden huoltoa oltu suunnittelu- ja asennusvaiheessa mietitty päätkeäkään. Puuttui huoltoluukkuja, pesumahdollisuuksia ja mittareita tai antureita, joilla olisi voitu valvoa lämpötilasuhteen kehittymistä. Vain muutamassa tapauksessa asennettu laite oli kerta kaikkiaan tarkoitukseensa sopimaton lämmönsiirtopinnan rakenteen tai materiaalin takia.

### **LTO säästää myös investointeja**

Vielä 1970- ja 1980-luvullakin luvulla LTO-laitteisiin monet suunnittelijat suhtautuivat epäillen; lämmitysjärjestelmä mitoitettiin kuin LTO-laitetta ei olisi. Toisaalta aikanaan Suomen suurimmassa regeneratiivisessa laitteistossa Nautorin uudessa venetehtaassa 1975 voitiin uudella tekniikalla pienentää kiinteäksi aiottua lämpökeskusta niin paljon, että selvittiin siirrettävällä lämpökeskuskontilla. LTO tuli ilmaiseksi saavutetun kustannussäästön takia. Samaan tapaan kävi esim. Fazerin suklaatehtaalla 1980-luvulla, kun pyörivillä LTO-laitteilla voitiin saada kesällä jäähdytystehoa talteen. Säästöt jäähdytyslaitteistossa kattoivat LTO-laitteiden investoinnit.





*Nautorin Swan 65-laminointihallissa neljän ison regeneraattorin ansiosta säästettiin lämmitystehoa 2500 kW. Lämpökattilakontti tehdashallin vieressä (BHa). Kiinteästä lämpökeskuksesta eroon pääsy säästi myös käyttökelpoista pihan pinta-alaa.*

Investointisäästössä oleellista on LTO-laitteen teho kovalla eli mitoituspakkasella tai vastaavasti kesähelteellä. Tässä suhteessa laitteiden kesken on suuria eroja.

Nykyisten rakennusmääräysten vallitessa koneellinen ilmanvaihto ja LTO ovat käytännössä lähes pakollisia, muutoin on investoitava muuhun kulutuksen pienentämiseen.

Lämmön talteenottolaitteiden lämpötilasuhdetta on nostettu esim. nestekiertoisessa järjestelmässä alunpitäen tyypillisestä 40 %:sta jo yli 60 %:iin. Vastavirtalevylämmönsiirtimillä päästään jo 80 %:n lämpötilasuhteeseen. Jo 1970-luvulla rakennettiin pientalojen ilmalämmitys- ja ilmanvaihtokoneisiin 2-portaisia levylämmönsiirtimiä, joilla päästiin 75 %:n lämpötilasuhteeseen. Uusi direktiivi määrää minimilämpötilasuhteeksi 68 %.

Poistoilmasta voidaan lämpö ottaa talteen myös lämpöpumpulla, jolloin lämmöntarpeesta voidaan kattaa 50...60 %, joskin osa energiasta tulee kompressorin käyttö sähköstä. Poistoilmalämpöpumpun eli PILP:in avulla välikausina ja kesälläkin saadaan hyödyksi kaikki poistoilman lämpö, jos sille on käyttöä esim. lämpimän käyttöveden lämmittämisessä.

### **Käyttösähkön kulutus pienentynyt**

Puhaltimet ja pumput ovat oleellinen rakennusten sähkönkuluttaja. Jo 1990-luvulla alettiin tosissaan kiinnittää asiaan huomiota ja määrättiin ilmastointijärjestelmille ja puhaltimille ominaissähkötehot (SFP = Specific Fan Power [kW/(m<sup>3</sup>/s)]). Tähän päästiin käyttämällä hyötysuhteeltaan parempia puhaltimia ja sähkömoottoreita, valitsemalla toimintapisteet huolellisemmin ja mitoittamalla koko järjestelmä niin, että paineen tarve on entistä alempi. Lisäksi tarpeen mukainen ohjaus johtaa samaan suuntaan, kun tarkastellaan sähköenergian kulutusta. Sivutuotteena on yleensä ollut myös matalampi äänitaso.

Ilmanvaihtokonehuoneissa tökeröllä suunnittelulla voidaan tuhota satoja Pascaleja painetta laittamalla peräkkäin laatikkomaisia kulmaosia käyttäen samalla suurilla ilman nopeuksilla. Tavanomaiset painehäviötaulukot eivät ota huomioon epäsymmetrisestä virtauksesta johtuvaa moninkertaista painehäviön kasvua erilaisten erikoisosien kuten mutkien ja haarojen jälkeen. Tällainen tunarointi jatkui monissa alan yrityksissä vielä 2015.

Juohevia haarakappaleita yms. räätälöityjä osia ei ole mallinnettu ohjelmiin, joten niiden käyttökin on vähäistä. Vielä 1960-luvulla LVT-lehdessä opetettiin näiden kappaleiden käyttöä. Varaamalla riittävästi tilaa konehuoneisiin voidaan ongelmia pienentää.

Puhaltimien liitäntähäviöt voivat olla suurilla ahtaissa konehuoneissa ja vastaavissa. Helpotusta toi 1990-luvulla leviävä kammio- eli sekavirtauspuhaltimien käyttö. Puhallinosa voidaan liittää eri suuntiin lähteviin kanaviin ilman suuria painehäviöitä. Sekavirtauspuhaltimia valmistetaan jo verraten suurilla ilmavirroilla.

Kanaviston järkevä mitoitus eli juohevat haarat ja symmetrinen geometria säästävät painetta. Vielä 1960-luvulla korkeapaineisten kanavistojen mitoituksessa oli tarpeellista käyttää staattisen paineen takaisinsaamisen menetelmää. Nykyisin sitä käytetään yleensä vain teollisuuden korkeapaineisissa tuloilmakanavissa.

### Kanavia kaikista materiaaleista

Ensimmäisten ilmalämmitys- ja ilmanvaihtokanavien materiaali oli tiili, jota käytettiin painovoimaisessa ilmanvaihdossa vielä 1960-luvulla. Peltikanavia alettiin toki käyttää jo 1800-luvulla ainakin teollisuudessa ja tietenkin laivoissa. Suomessa alettiin tinattua kattopeltiä valmistaa Fagervikin ruukissa jo 1700-luvulla, joten kotimaista kanaviin sopivaa ohutpeltiä oli saatavissa. Kuivia kanavia on tehty myös käsittelemättömästä teräspellistä, jota on maalattu tarpeen mukaan. Korkealuokkaisia täysin tiiviitä pyöreitä kanavia tehtiin vielä 1950-luvulla erityiskohteisiin hitsaamalla.



*Helsingin Eteläranta 10 eli ns. Palacen talo valmistui Olympialaisiin 1952. Ehkä jopa Pohjoismaiden ensimmäisillä suutinkonvektoreilla varustetun talon korkeapainekanavat olivat pyöreitä ja valmistettu hitsaten. Niitä on rakennuksessa edelleen käytössä ja miksipä ei, ovathan ne tiiviimpiä ja sileämpiä kuin kierresaumakanavat.*

Kierresaumakanavien historia alkaa 1950-luvulta, jolloin norjalainen Erling Jensen kehitti Afrikan vesihuoltoa varten halpoja valssattuja kierresaumaputkia. Menestyksestä innostuneena muut saivat ajatuksen käyttää menetelmää myös ilmakeinaviin. Valmistuskoneet kehittyivät ja Ruotsissa Bahco, Stifab ja Lindab ottivat kierresaumakanavat valmistukseensa 1960-luvulla. Svenska Fläktfabriken seurasi perässä. Niinikään Suomessa Nokian metalliteollisuus aloitti valmistuksen 1960-luvulla ja perusti mm. 1980-luvulla kanavatehtaita Saudi-Arabiaan ja Irakiin. Soikiokanavat tulivat 1970-luvulla.

Kierresaumakanavat ja niiden kumirengastiivisteiset liitososat merkitsivät tuntuva parannusta kanavien tiiveyteen. 1960- ja 70-lukujen suorakaidekanavien työntölistaliitoksia oli vaikeaa saada kovinkaan tiiviiksi.

Kanavien käyttötarkoitus on ymmärrettävä kokonaisuutena. Pellin paksuus, liitäntämenetelmät ja ripustus valitaan kunkin tarpeen mukaan. Joskus alipaine tai ilmassa kulkevan pölyn kuluttavuus näyttää tulevan yllätyksenä.

Tampereella aiheutui pikaruokaravintolan rasvakeittimen palosta suuret palovahingot, kun poistokanavan liitokset ja kannatukset pettivät ja palo levisi taloon. Tulipalossa syntyvä kanavien lämpölaajenemista tai liitosten palonkestävyyttä ei oltu ajateltu. On järkyttävää huomata, että suurkeittiöiden poistokanavien työselityksistä löytyy vielä 2015 ohjeita käyttää 1,25 mm:n kanavissa kumirengas- tai kutistenauhaliitoksia. Ne eivät kestä minkäänlaista tulipaloa.

## Betoniakin käytetään

Suurissa teollisuuden kanavissa ja isoissa ilmanottokanavissa on käytetty myös betonia. Näin saatiin korroosiokestävä kanava, jollaista tarvitaan puhallettaessa erittäin kosteaa ilmaa esim. tekstiiliteollisuudessa. Helsinki-Vantaan lentokenttärakennuksen suuri pääilmanottokanava tehtiin betonista. Erilaisia ilmakammioita on tehty betonista ja muista rakennusaineista kautta aikojen.

Betonikanavarakennetta edustaa myös ontelolaattojen käyttö ilmanakanavina. Tätä alettiin harjoitella jo 1970-luvun puolella ja laajemmin 1980-luvulla. Puhtaus- ja lämpökapasiteettiongelmat ovat yleensä poistaneet ratkaisun käytöstä, vaikka nykyään osataan ontelot käsitellä siten, ettei niistä irtoa epäpuhtauksia.



*Ilmaa voitiin jakaa esim. teollisuushalleihin myös pilareista, kuten tässä American Blower Co:n kuvassa vuodelta 1913 Ford Motors Companyn Detroitin tehtailta USA:sta. Kanavat tehtiin kuitenkin asentamalla betoniraudoitukseen peltikanava ja täyttämällä se valuaikaisen litistymisen estämiseksi hiekalla. Betonin kovettua hiekka valutettiin pois. Pilarien sisään asennettuja kanavia käytettiin sittemmin paljon varsinkin ulkomailla toimistotaloissa ilman saamiseksi suutinkonvektoreille ja vastaaville.*



*Vasemman puolen tapauksessa tehtaan ilma jaetaan lattian alle betonipilareiden kautta, Pilareiden kylkeen on lattialle asennettujen tuotantokoneiden takia lisätty myöhemmin*

*lattiapuhalluksen korvaavia ilmanjakolaitteita. Myös poisto katon rajasta hoidetaan betonikanavien kautta. Ratkaisu on vuodelta 1943, pellistä oli ankara pula. Oikean puoleinen kuva on Tallinnan vanhasta merimuseosta, jossa portaikon betonista keskuspilaria käytetään kanavareittinä. (Kuvat BHa)*

### **Puukaan ei tuntematon**

Ilmanvaihdonkanavien palamattomuus on ollut eräs pääperiaate, mutta esim. pienissä jauhomyllyissä saatettiin käyttää myös puuta vielä 1900-luvun alussa. Puusta tehtiin puhaltimia 1900-luvulle saakka. Materiaali on kipinöimätön, millä on merkitystä pölyisen ilman kuljetuksessa. Puusta tehtiin poistoilmakatoksia paperiteollisuuteen 1800-luvulla ja kestopuusta korroosionkestäviä ja huurtumistakin sietäviä harvasäleisiä ilmanottosäleiköitä vielä 1970-luvulla.

### **Korroosiopeikkoa vastaan**

Arvioitaessa korroosionkestävyyttä esim. ulkoilmassa on tärkeää ymmärtää, mitä sinkkikerroksen paksuus tarkoittaa. Valmistajat ilmoittavat sinkkimäärän g/m<sup>2</sup> yhteensä kummallekin puolelle, joten käytännössä paksuus on puolet. Alusinkillä on moninkertainen käyttöikä, ja tarjolla on ainakin kahta aivan eri laatua. Suomessa käyttö on ollut oudon tahmeaa, vaikka ulkona kaupunki-ilmassa tavanomaisen ohutpellin sinkityksen käyttöikä on alle 10 vuotta.

Sellu- ja paperiteollisuus tarvitsi korroosionkestävää materiaalia, joten haponkestävää peltiä oli tehtävä jo 1920-luvulla. Ruostumattoman ja haponkestävän materiaalin standardeja ja lajeja on monia. Mieluummin puhutaankin jaloteräksistä. Kestävän materiaalin löytäminen on ollut aina kokeellista. Selluteollisuudessa ja eräissä jäteveden puhdistuslaitoksissa myös puhdas alumiini tuli käyttöön 1960-luvulla. Alumiinin pääkohde on kuitenkin ollut eritasoiset joustavat ja taivutettavat liitoskanavat, Niiden käyttö liesituulettimien poistossa on nykyisin kielletty huonon palonkestävyyden takia.



*Erikoisuutena 1960-luvulla alettiin Suomessakin myydä pientaloihin tarkoitettuja muhvilisia asbestisementistä tehtyjä kanavia kauppanimeltään Himanit. Isoihin kohteisiin Paraisten Kalkkivuori Osakeyhtiö myi Mika-kanavajärjestelmää. Näitä asbestisementtikanavia kutsuttiin myös eterniittikanaviksi. Korroosionkestävyys kosteissa olosuhteissa oli kanavien etuna. Ne eivät tulleet erityisen suosituiksi - onneksi.*

Asbestikuitua on käytetty myös hengityssuojaimissa. Erittäin pitkään sitä käytettiin juomien kuten oluen, viinin ja mehujen suodatuksessa. Perusteluna oli hyvä suodatuskyky ja se, että asbestikuiduista ei arveltu olevan ruoansulatuselimissä haittaa.

Kemianteollisuus on tarvinnut metallikanavia paremmin korroosiota kestäviä materiaaleja ja 1960-luvulla tuli käyttöön lujitemuovi eli lasikudulla vahvistettu polyesterihartsia. Myös polyeteeniä ja muita muoveja on käytetty. Elektrolyttisessä pintakäsittelyssä ovat PVC-kanavat olleet käyttökelpoisia ja aivan pienissä kohteissa on käytetty tavallisia viemäriputkia.

Tuloilmapuolelle muovikanavat tulivat Uponorin Maxi-kanavien myötä lähinnä teollisuuden lattianalaisiin sovelluksiin 1980-luvun lopulla. Tuote on kuitenkin poistunut hinnastoista.



Pientaloja varten on kehitetty 1990-luvulla polyeteenikanavat, joita tehdään myös joustavana ja lämpöeristettynä. Muovikanavien käyttö vaatii paikallisen rakennusluvan. Rakentamismääräyskokoelman osa E7 sallii muovikanavat tietyin rajoituksin pientaloissa.

Erikoiskanavia vetokaappeihin ja vastaaviin on tehty myös lasitetusta keramiikasta. Erikoisen sovellus on myös lasista tehdyt kanavat, joita on käytetty lääketieteellisyydessä pienissä yhden tai kahden työntekijän puhdashuoneissa, jotta suuret kanavat eivät estäisi näköyhteyttä huoneiden välillä.

Karjasuojia varten on kehitetty polyuretaanikanavia, joissa sisä- ja ulkopinnan muodostaa kova polyuretaani, välissä on polyuretaanieriste. Kanava ei kondensoi, vaikka puhalletaan kylmää ulkoilmaa ja tila on kostea. Lisäksi kanava on ruostumaton ja helppo pitää puhtaana. Myös kangaskanavia käytetään, kuitenkin lähinnä ilmanjakoon. Kankaan hyvä puoli on se, ettei se homehdu ulkopinnastaan, vaikka tuloilman lämpötila alittaa huoneen kastepisteen. Kuiva ulkoilma muodostaa kankaan ympärille kuivan ilman vyöhykkeen.

### **Joustavia kanavia**

Ulkomailla ja erityisesti USA:ssa erittäin suosittua toimistorakennuksissa ja vastaavissa on asentaa ensin pääkanavat ja päätelaitteet paikoilleen. Nämä liitetään keskenään joustavilla eristetyillä kanavilla. Näin ei tarvitse pätkiä yhdyskanavia millin tarkkuudella ja voidaan kiertää alaslasketun katon kannatinrakenteita. Kanavat tehdään alumiinista ja jäädytetyn ilman puhalluksessa eristeenä on tyypillisesti 25 tai 50 mm lasi- tai kivivillaa, päällä ohut alumiiniohkolevy. Höyrysulkuna voi olla myös polyesteri. Australiassa käytetään eristeenä myös polyeteeniä. Näitä kanavia on tehty jo 1960-luvun alusta.

Liuottimia käyttävien koneiden ja pölyvien työstökoneiden joustavina liitäntäkanavina on käytetty erilaisia muovikanavia, joissa on metallilanka vahvikkeena. Palo- ja räjähdysvaarallisten kaasujen ja pölyjen tapauksessa letkujenkin tulee olla sähköä johtavia ja koko kanavajärjestelmä on tehtävä potentiaalivapaaksi eli maadoitettava.

### **Rakennuksen lämmöneristevaippa kanavana**

Eräänlaista rakennuksen ulkovaipan käyttöä kanavointinan edustaa myös 1970-luvulla lanseerattu ylipainekatto teollisuushalleja varten. Ideana on ilman puhaltaminen vesikaton alla olevaan tilaan, josta ilma suotautuu kattoeristeen läpi. Näin katon lämpöhäviö esilämmittää tuloilman ja saadaan tasainen ilmanjako todella laajalta alueelta. Samalla eristekerroksen kosteusongelmien pitäisi poistua. Jos on edes kerran pidellyt käytettyä ilmasuodatinta kädessään, tajuaa, ettei tällainen ratkaisu ole kestävä.

Samaan rosakoriin menevät myös haaveet rakennuksen seinäeristeiden käyttämisestä tuloilman tuontiin. Tätäkin ratkaisua on pitänyt parikin kertaa tutkia veronmaksajien rahoilla. Tahattomasti rakennuksen vaippaa käytetään kyllä ilman tuontiin. Seurauksena on yleensä aikojen kuluessa sisäilman laadun heikkeneminen. Eristeeseen kertyy ulkoilmasta epäpuhtauskerrostumia, joiden poisto on käytännössä mahdotonta purkamatta ulkovaippaa. Huoneilman alipaineisuuden tulisi olla varsin pieni, jotteivät kertyneet ryönät tule sisäilmaan.

### **Kanavia on eristettävä**

Ennen mineraalivillojen keksimistä lämpöeristeenä on voitu käyttää monenlaisia hankalia ratkaisuja. Usein eristys on jätetty kokonaan pois joko tahallaan tai ymmärtämättömyyttään. Ullakkokerroksen lattiassa on voitu käyttää hiekkaa ja 1930-luvulta asti kevytbetonia. Asbestipahvi on ollut yleinen eriste 1920-luvulta lähtien. Nämä ovat palonkestäviä. Bitumihuopaakin on voitu käyttää. Mineraalivillojen tultua 1950-luvulla eristämismahdollisuudet paranivat, mutta esim. asbestiruiskutus säilytti paikkansa paloeristeenä ja erityisen kuumien kanavien eristeenä 1970-luvulle.

Jäädytettyjen kanavien eristämiseen on käytetty korkkia ja 1950-luvulta solumuovia (EPS eli paisutettu polystyreeni). Varsinaisesti kunnollisen diffuusiotiiviin ratkaisun toi jo 1960-luvulla solukumi, jota amerikkalainen Armstrong-yhtiö markkinoi Armaflex-nimellä. Sittemmin on tullut kilpailijoita, mutta eroa löytyy diffuusiotiiveydessä ja palo-ominaisuuksissa. Eristämättömässä kanavassa esim. yllämpimiin teollisuustiloihin tai toimistotiloihin puhallettava ilma lämpenee

yllättävän paljon, mikä pilaa usein. esim. kerrostavan ilmanvaihdon tehokkuuden tai syö jäähdytyksen tehoa.

### **Hiljaisemmat ilmastointilaitokset**

Ilmeisesti alkujaan oltiin tyytyväisiä, että ilma edes vaihtui. Ääntä tuli puhaltimista, kanavistosta ja tulo- ja poistoilmalaitteista. Äänitasostandardeja ja dB-asteikko kehitettiin USA:ssa vuodesta 1929. Aivan normaalia 1960-luvulla oli sallia asunnoissakin 32 dB(A) melutaso. Vähitellen asuinhuoneisiin on saatu 28 dB(A) yläraja, joka sekun on verraten korkea. Monille on täysin tuntematonta, että on olemassa parempiakin luokkia kuin rakentamismääräysten perälauta. Sisäilman laatuluokituksesta löytyy myös rajat 24 ja 26 dB(A). Ruotsalaisessa akustiikkastandardissa olevaa A-luokan arvoa 22 dB(A) ei Suomessa ole. Eräs selitys voi olla, että varsinkaan aiemmin monet äänimittarit eivät pystyneet mittaamaan luotettavasti näin alhaista äänitasoa. Toinen selitys on se, että suomalaiset laitevalmistajat heittivät pyyhkeen kehään ikään kuin täällä ei taito vieläkään olisi ruotsalaisten tasolla.

Tyypillisesti toimistohuoneissa käytettävien huonejäähdyttimien melutaso on ollut aiemmin ongelma. Aivan tavallinen melutaso oli 45...50 dB(A). Kuitenkin 2000-luvulta saakka on saanut puhallinkonvektoreita, joiden melutaso 2-nopeudella on alle 40 dB(A). Näiden sijasta jäähdytyspalkit ovat vielä hiljaisempi ratkaisu.

Mitoitusohjelmien käyttö (mm. ELVIS ja MagiCAD) vaikuttivat voimakkaasti siihen, että ilmanvaihdon melutasot ovat nykyisin yhä matalampia. Tehtaalla valmistettuja äänenvaimentimia alettiin samalla suosia. Kanavamitoitus ja koneiden mitoitus SFP-luvun vaatimusten myötä on hiljentänyt osaltaan melutasoja.

Varsin pitkään laiminlyötiin ilmanvaihtolaitoksista ulos tulevan melun hallinta. Usein isommat laitokset vaativat vaimentimia myös ilmanottopuolelle. Vaimennettu ilmanottohuuva saattaa olla ratkaisu korjattaessa ääniongelmaa. Sisälle harvoin mahtuu jälkikäteen vaimenninta. Katolla olevat poistopuhaltimet voivat vaatia vaimennetut seinäkkeet ympärilleen. Lauhuttimien ja nestejäähdyttimien äänen hallinnasta: ks. kohta jäähdytys.

SuLVI on 2000-luvulla järjestänyt useita äänitekniikan kursseja, jotta alan aika heikko äänitekniikan hallinta kohenisi. Toisaalta ovat myös vaatimukset kasvaneet. Se, mikä aiemmin hyväksyttiin, ei enää mene läpi.

### **Ilman otto ulkoa ja puhallus ulos**

#### **Vettä, lunta ja yllämpöä tupaan**



*Varsinkin katolla oleville ilmanotoille vanha käypä konsti on ilmanottohuuva. Niitä on käytetty myös seinissä oleville ilmanottoaukoille. Huuvan päälle kertyvä lumi ja jää voivat kuitenkin olla turvallisuusongelma. Tampereen yliopistollisen sairaalan ilmanotossa käytetään huuvia estämään veden ja lumen sisälle pääsyä. (BHa)*

Yksinkertaisten säleiköiden ongelman on aina ollut veden ja lumen sisälle pääsy. Jos säleikön takana ei ole suurta kammiota, pääsee lumi tukkimaan suodattimenkin. Suodattimelle päässeet sade- ja sumupisararat tai sulava lumi ovat hygieniariski. Teknisesti hyvissä säleiköissä on pystysäleet.

Erityisen varmaa lumen ja veden sisälle pääsy on silloin, kun ilmanottopiipussa on säleiköt vastakkaisilla puolilla. Tämähän on vanha ja tyypillinen ratkaisu. Vaakatuuli puskee veden ja lumen sisälle piippuun. Tuulen alapuolella olevasta säleiköstä ilmaa poistuu ulos. Piippu toimii laskeumakammiona.

Veden sisälle pääsyn estämiseksi on kehitetty 1980-luvulta saakka ilmanottosäleiköitä, joissa sokkelorakenne vähentää veden pääsyä. Kevyen puuterilumen sisälle pääsyn esto on vielä hankalampaa. Tätä varten on kehitetty lumisäleiköitä. Ratkaisu muistuttaa aavikkomaihin kehitettyjä hiekkapölyn erottimia

Joskus katolle on rakennettu eräänlaisia lumiaitoja, jotka pysäyttävät vaakasuoran lumipyryn.

Useilla katoilla (jo ainakin 1970-luvulla) tehtyjen mittausten mukaan mustan 60-asteisen bitumihuopakaton päällä lämpötila nousee useita asteita. Vasta yli 1,5 - 2 metrin korkeudessa katteen kuumuus ei aiheuta merkittävää ylitämpöä. Mitä isompi katto, sen korkeammalta tulisi ilma imeä. Myös tummahkolta seinältä imetty ilma oli 2...3 astetta lämpimämpi kuin pohjoisen puolelta tai 0,5 metrin päästä seinäpinnasta imetty ilma.



*Yleensä ulospuhallusratkaisuja ei juuri näe, kun ne jäävät räystäään taakse pihalta katsottuna. (AX)*

### **Ulkosäleiköt umpihuurteessa**

Jos ilmanoton lähistöllä on avoimia vesialtaita, koskia tai prosessikuivaimien poistoja kuten paperikoneitten poistopiippuja, on säleiköiden umpeen huurtuminen paha ongelma. Vaikeissa kohteissa on huomattu, että jopa erittäin harva eli 10 senttimetrin säveläillä varustettu ilmanotto voi huurtua täysin umpeen, jos säleikköä ei lämmitetä.

Huurtumista on estetty jo 1970-luvulta saakka lämmitetyillä säleiköillä tai korvaamalla vähänkin isommat säleiköt lämmön talteenottoon tai omaan liuoskiertoon yhdistetyllä harvalamellisella tai neulaputkista tehdyllä esilämmityspatterilla. Patterit tai käytännössä niihin liittyvät kanavat tulee asentaa ja varustaa siten, että patterit voidaan puhdistaa.

### **Poistoilma saatava taivaan tuuliin**

Vanhimmat poistoilman ulospuhalluslaitteet olivat hormien avoimia päitä, yksinkertaisia puusäleiköitä tai poistoilmatorneja. Vesikatolla poistosäleiköiden ongelmana on ilman

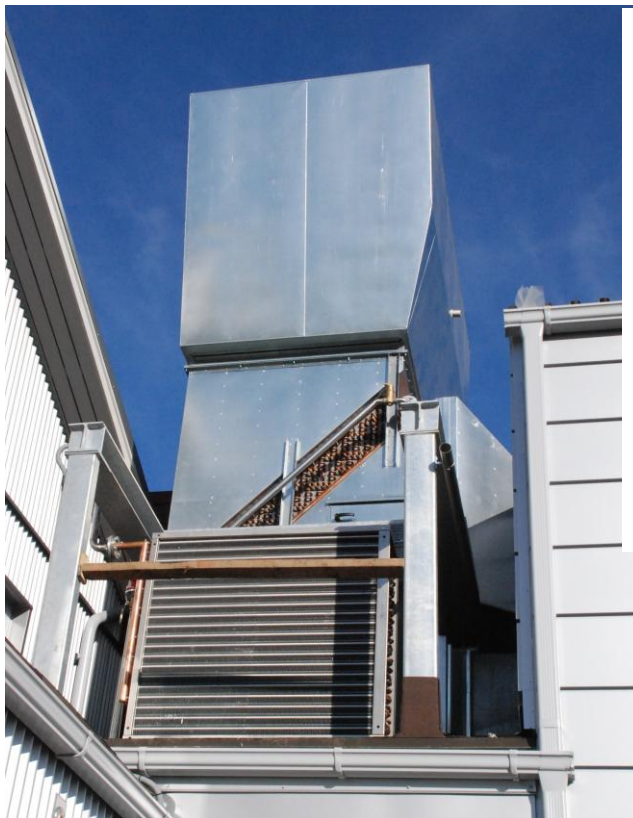
suuntaaminen alas, mikä vesikatolla aiheuttaa lumen sulamista ja jääymistä. Sama tulos saavutetaan laittamalla poistoilmapiipun päähän ns. kiinalaisen hattu, joka paistaa ilman alas. Myös jotkut vanhemmat huippumurit sulattivat lumet piipun ympäriltä. Sulanut lumi jäätyy ja sulaa kattopinnassa. Seurauksena on pinnan vaurio ja vesivuoto.

Jo 1960-luvulla oli saatavissa poistoilmakatoksia, jotka suuntasivat ilman ylös, mutta painehäviö saattoi olla korkea. Ulkomaisten mallien mukaan jo 1960-luvulla tehtiin ainakin teollisuuteen poistoilmapiippuja, joissa kattolävistyskanavaa hieman suurempi jatkopiippu suuntasi ilman pienellä painehäviöllä ylös ja sadevesi valui piippujen saumaraosta katolle.

Lähinnä paperiteollisuudessa on käytetty perhospelleillä varustettuja ylöspäin puhaltavia sadekatoksia. Jos pellin akseleissa on kuulalaakerit, ratkaisu kestää käytössä pitkään. Liukulaakeriratkaisu hajoaa verraten nopeasti, sillä pellit värisevät turbulentsissa virtauksessa koko ajan ja laakerit kuluvat rikki. Sama on kaikkien itsestään sulkeutuvien säleiköiden kanssa.

Likaisen eli haisevan tai vahingollisen poistoilman puhalluksessa suuntaus ylös on erityisen tärkeä, jotta sopivalla tuulella poistoilma ei tulisi ilman sisäännotosta takaisin. Jo 1970-luvun amerikkalaisissa ohjeissa poistopiipun minimikorkeudeksi tällaisissa tapauksissa suositeltiin puolet rakennuksen korkeudesta.

Markkinoille on parinkymmenen viime vuoden aikana tullut myös ulkoseinään asennettavia yhdistettyjä ilman poisto- ja puhalluslaitteita. Huoneistokohtaisiin ilmanvaihtolaitteisiin ne sopivat verraten hyvin, jos konetta käytetään kohtuullisen suurella nopeudella. Näin poistoilma lentää useita metriä irti seinästä. Vähälumisiin maihin on tehty myös katolle asennettavia integroitua malleja, mutta niissä ilma imetään yleensä liian läheltä kattopintaa, jolloin lumi ja roiskuva sadevesi tulevat ongelmaksi. Imun minimietäisyys kattopinnasta on 50 cm, mutta vasta 1 m on käytännössä riittävä, jotta kaatosateella roiskuva sadevesi ei pääsisi sisälle.



*Pirkanmaan suurimman eli Leivon leipomon eli toimisto-osan vieressä sijaitsevan korppujauhon kuivatuksen poistoilma on suunnattu puhaltamaan ylöspäin äänenvaimennetulla ratkaisulla. (BHa)*

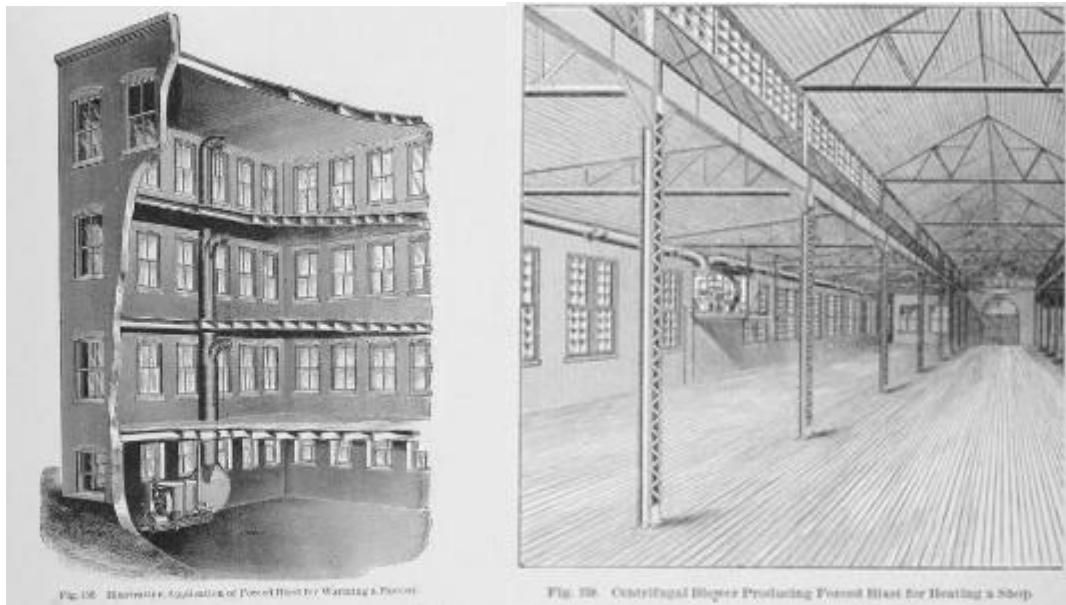
*Piipun sisässä on iso ylöspäin avautuva kartio, jonka alapäässä on sadeveden poistoputki. Ilma purkautuu kartion ja ulkovaipan välisestä raosta. Rakoon satanut vesi valuu pois alapään parisenttisestä raosta.*

*Poistoilman lämpö otetaan talteen patterilla, jonka putkirivit ovat suorissa riveissä eli helposti pestävissä ylhäältä päin katsottuna.*

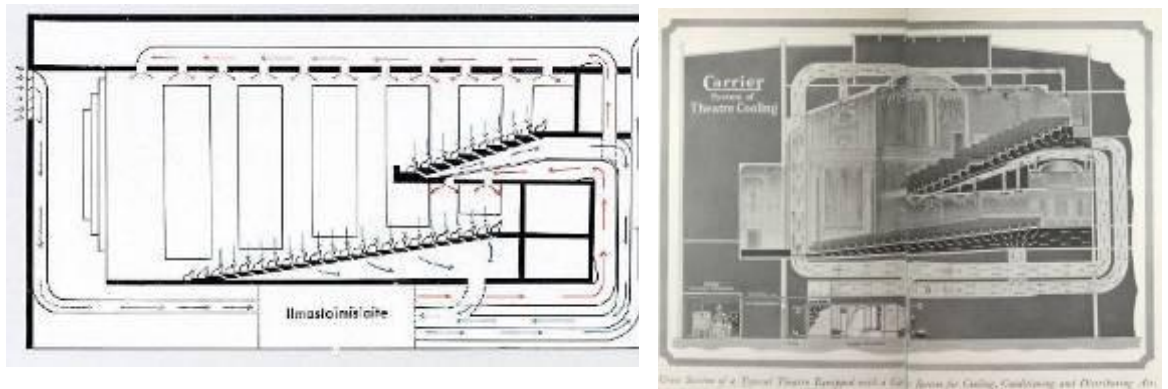
### **Ilmanjako ilmastoinnin pullonkaula**

Varsin usein huonetiloissa oleva lämpökuorma on ollut sitä luokkaa, että sen poistamiseksi tarvittavat ilmavirrat törmäävät toisiinsa tai seiniin aiheuttaen vetoa. Ilmanjakolaitteiden hyvyys mitataankin usein sillä, miten vedottomasti niillä pystytään jakamaan ilmaa.



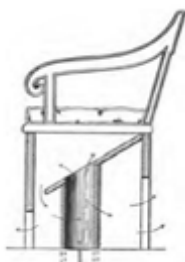


*Ilmanjako hoidettiin 1900-luvun alussa suorilla kanavien päillä. Kuvissa tuotantotilan ja kauppaliikkeen ratkaisuja (ASC). Ilma lensi pitkälle, mutta aiheutti vetoa.*



*Huoneilmastointia ja erityisesti koneellista jäähdytystä kehitettiin Yhdysvaltain Etelä-valtioiden elokuvateattereita varten 1920-luvulla. Ilma puhallettiin ylhäältä kartiohajottimilla, poistettiin alhaalta. Vasemmalla kuva Strömbergin esitteestä 30-luvulta. Kuva on saatu tekemällä Carrierin mainoksesta (Am) yksinkertaistettu versio. Tieto liikkui Atlantin yli.*

Kartiohajottimia alkoi valmistaa amerikkalainen yritys, joka rekisteröi tuotteelle nimen Anemostat. Siitä tuli yleisnimi koko laitteelle, joka vielä 1970-luvulla Taloaines Oy:n maahantuomana edusti ilmanjakolaitteiden aatelia.



*Ei alhaalta puhaltaminen teatteritiloissa ole sekään aivan uutta, kuten vuoden 1909 oppikirjan kuvasta näkyy. (Am). Myös penkin jalkojen väliin lattian päälle asennettua reikäpeltipuhallusta käytettiin.*

Alhaalta puhallusta opetettiin myös esim. Rietschelin Heiz- und Lüftungstechnik-kirjassa 1934. Alhaalta puhallus esiintyi myös Buffalo Forge-puhaltimien mainoksissa jo 1914. Tehtaalla oli myyntikonttori Berliinissä.



*Suomen markkinoille Anemostat-tyyppiset ilmanjakolaitteet tulivat varsinaisesti 1960-luvulla. Lautasventtiili toimi kuitenkin verraten hyvänä korvikkeena.*

*Kuvassa (BHa) G.A. Serlachius Oy:n 1936 Mäntässä valmistuneen pääkonttorin ilmanjako. Lautasventtiilistä on ripustettu jopa kattokruunu.*

### **Käytäväpuhallus säästi kanavointia**

Oma tarinansa Suomessa oli käytäväpuhallus. Sitä käytettiin kouluissa ja joissakin valtion virastotaloissa. Ilma puhallettiin käytävälle, josta sen piti kulkeutua siirtoilmaventtiilien kautta huonetiloihin poistoimureiden vetämänä. Menetelmä oli silloissa rakennuksissa altis ilmapuodoille ja tuulelle. Ilmanjakotapa huoneisiin ei sekään ollut tehokas, vaan varsinkin luokkahuoneissa usein erinomaisen alkeellinen. Mutta kun ilmanlaadun mittaamenetelmiä ei juuri ollut hiilidioksidin mittaamista lukuunottamatta, karvalakkitasoinen menetelmä oli standardi 1960-luvulla.

Toimistotiloja varten rakennushallitus kehitti käytäväoven päälle asennettavan rakomaisen siirtoilmalaitteen, johon sai äänenvaimennuksenkin.

### **Ilmanjakolaitteita alettiin kehittää toden teolla 1960-luvulla**

**"No air condition is better than it's air distribution".** Ilman puhaltaminen aiheuttaa helposti vetoa ja huono ilmanjako jättää akanvirta-alueita, joissa ilma ei vaihdu. Asiaa alettiin tutkia systemaattisesti jo varhain eli osin 1920-luvulla. 1950-luvulla esitettiin esim. taulukoita siitä, millaisia ilmanvaihdon kertaisuuksia voidaan erilaisilla ilmanjakolaitteilla käyttää. 1960-luvulla tutkittiin paljon ns. tehollisen alilämpötilan eli käytännössä vedon vaaran muodostumista. Toisaalta oli luotu jonkinlaiset vectorajat tälle alilämpötilalle tilassa olevien aktiviteetista riippuen. Myös eri menetelmien heittopituus- ja sekoituskertoimista esitettiin taulukoita. On yllättävää, että kesti verraten kauan, ennen kuin keksittiin, että varsinkin jäähdytetyn ilman jaossa tarpeelliset parhaat sekoituskertoimet saadaan aikaan käyttämällä useita pieniä suuttimia.

Askel askeleelta vedon vaara on pienentynyt. Kehitysaalto oli 1970-luvulla, mutta myös sen jälkeen on tapahtunut. Erilaisten ilmanjako- ja poistomenetelmien ja niiden aikaansaama ilmanvaihdon tehokkuus tai hyötysuhde voitiin mitata jälkiainetta käyttävillä monikanavalaitteistoilla 1980-luvun puolella.



*Mutta vielä 2010-luvulla on joissakin toimistoilmastoinneissa kauniisti sanottuna retrohenkisesti käytetty ns. grynderipuhallusta eli käytävän seinästä suoraan ikkunan ääressä istuvien päälle. Erityisesti jäähdytysala loistaa coolereittensa kanssa antiikkisilla ilmanjakotaidoillaan. Kasettiratkaisu olisi auttanut jonkin verran. Hyvää tässä on se, että eipä tule turhaan käytettyä jäähdytystä.*

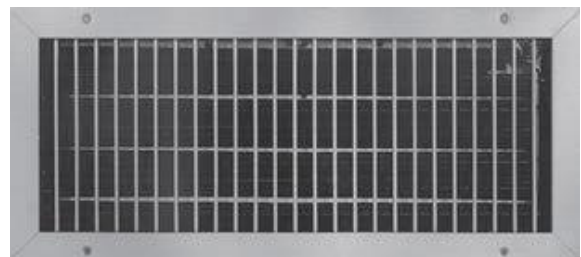
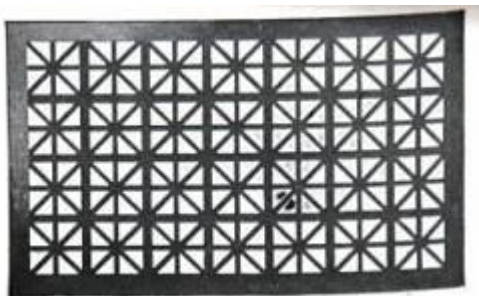
### **Monenlaisia päätelaitteita ja venttiilejä**

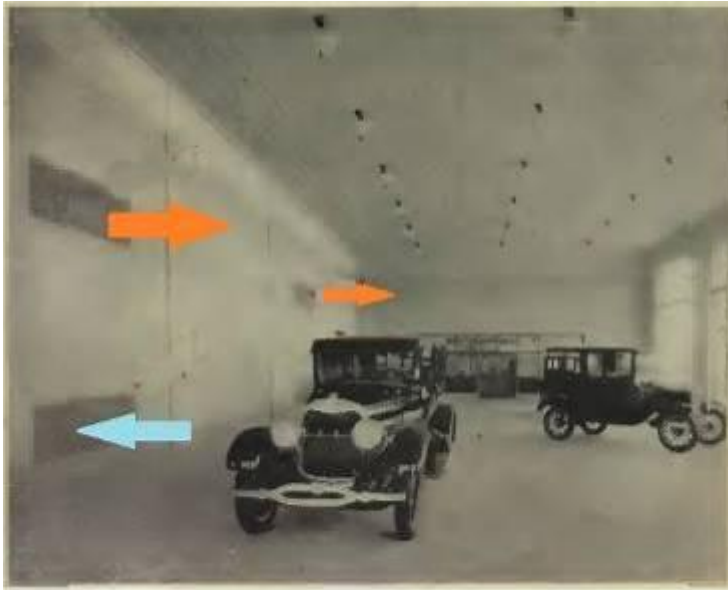
Ilmanjakolaiteratkaisut ovat poistopuolta tärkeämpiä ilmasuihkujen pituudesta johtuen. Ilmanvaihdon päätelaitteisiin kuuluu myös niihin liittyvät paineentasaus-, äänenvaimennus- ja virtaaman säätölaitteet. Nämä ovat kehittyneet viimeisen kolmen vuosikymmenen aikana merkittävästi. Puhallusilma saadaan virtaamaan päätelaitteesta tasaisesti tarkoitetulla tavalla.

Vanhimmat ilmanjakolaitteet 1800-luvulla olivat koristeellisia rutilöitä. Niissä ei ollut suuntausmahdollisuutta.

Selvä parannus olivat suunnattavat säleiköt. Varustettuna pitkillä säleillä niillä oli jo hyvä suuntausmahdollisuus. Näitä käytettiin jo 1920-luvulla lämminilmakoneissa. Verraten huono sekoituskerroin ei lämmintä ilmaa puhallettaessa ole yleensä haitta, mutta yllilämmön poistoon viileällä ilmalla se on.

Seuraavassa esitetyt laitekuvat on kerätty eri lähteistä, kuten Fläkt Woodsin, Haltonin, Climeconin ja Stifabin eri-ikäisistä esitteistä ja vanhoista oppikirjoista.





*Tässä 1920-luvun autonäyttelyhallissa (Am) lämminilmakoneen ilma poikkeuksellisesti imetään alhaalta ja puhalletaan ylempää. Riittävän suuri kierrätys eli imu vetää väkisin lämmintä ilma alas ja poistaa jäähtynyttä ilmaa lattia-rajasta. Vastaavia ratkaisuja on sovellettu teollisuudessaakin, jos puhalluksen suuntaaminen alas on aiheuttanut häiritseviä virtauksia.*



*Kiertoilmalämmittimiin kehitettiin jo varhain kunnolliset säleiköt ohjaamaan lämmin ilma alas (Am). Uskomatonta kyllä, vielä 1960-luvulla oli asennuksia, jossa tätä ei oltu ymmärretty, kuten oheisen kuvan (BHa) lämminilmakoneen reikäpeltipuhallus näyttää.*

Elokuvateattereiden ilmanjakoon 1920-luvulla kehitetyistä kartiohajottimista kehitettiin myöhemmin mallit, joissa sisempien kartioiden keskinäistä väliä voi muuttaa, jolloin puhalluskuvio muuttui vaakasuorasta suoraan alaspäin puhaltavaksi.

Tiedossa ei ole, kehittyikö kartiohajottimesta yksinkertainen lautasventtiili, jonka puhallusrakoa voi muuttaa, mutta tällaiset olivat yleisessä käytössä 1960-luvulla.

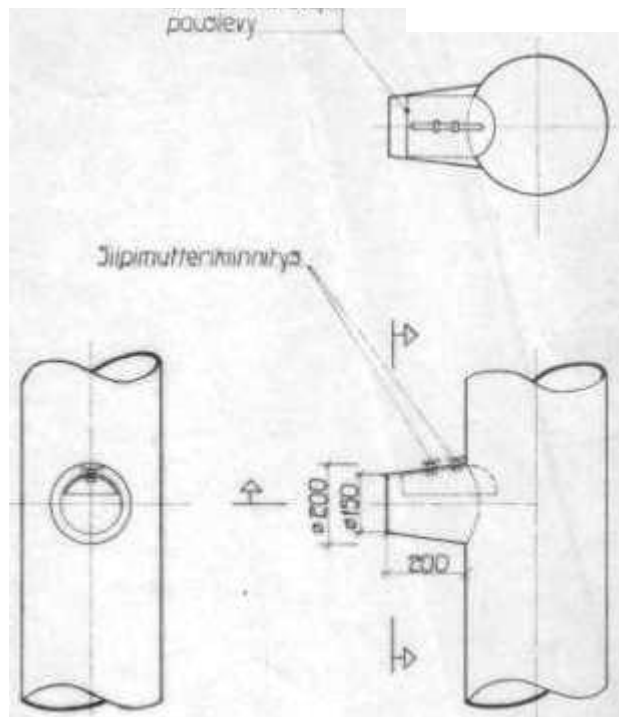


Yksinkertaisella lautashajottimella sai verraten hyvän ilmanjaon. Näitä käytetään edelleen, mutta lautanen on yleensä muotoiltu hieman kartioksi.



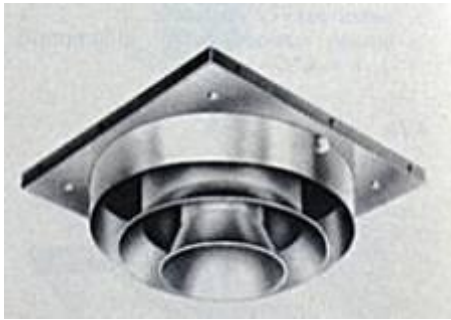
*Ilmanjakolautasista on kehitetty monikerroksisia malleja ja pyörrevirtahajottimia. Korkeissa halleissa saattaa olla tarpeen muuttaa puhalluskuviota talvella ja kesällä.*

*1980-luvulla kehitettiin moottorilla varustettuja malleja, joiden puhalluskuviota voidaan muuttaa lämpötilan perusteella automaattisesti tai käsiohjauksella kaukosäätimestä.*



*Haluttaessa pitkiä heittopituuksia oli varsin ilmeinen ja ainakin halpa malli pelkkä kartiomallinen suutin kanavan päässä tai kyljessä. Nämä olivat varsinkin teollisuudessa käytössä vielä 1960-luvulla.*

*Kanavien kylkeen asennetut kartiot varustettiin siepparilevyllä, jotta voitiin säätää puhallusilmavirtaa. (BHa)*



*Suuttimista kehitettiin 1960-luvulla malli, jossa sisäkartiolla saadaan hieman parempi sekoittuminen ja ennen kaikkea mahdollisuus suunnata suihkua.*



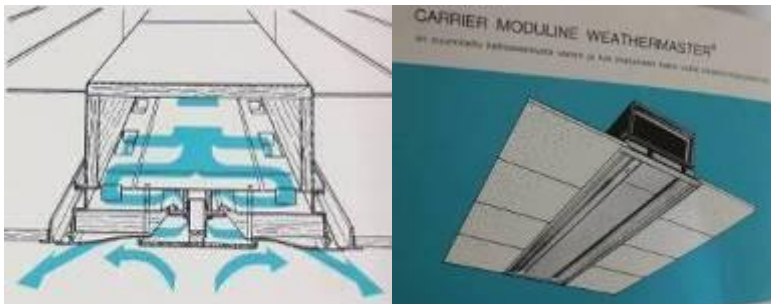
*Keski-Euroopassa on ollut suosittuja teollisuushallien ilmanvaihtolaitteet, joissa kattokone puhallaa yhteen ilmanjakolaatikkoon.*

*Suomessa näin ole juurikaan menetelty, sillä katosta puhallus kesällä ei useinkaan ole sopivaa ja menetelmän ilmanvaihdon tehokkuus nurkissa voi olla heikko.*



*Sylinterinmuotoisia eri suuntiin puhaltavilla sivusäleiköillä varustettuja erikokoisia ja täyspyöreitä tai puolipyöreitä ilmanjakolaatikoita on ollut Fläktin valikoimassa jo 1960-luvulla.*

Toimistorakennusten suuret valaistuksesta johtuvat lämpökuormat vaativat verraten suuria ilmavirtoja. Jäähdytetyn ilman jakamista varten varsinkin maisemakonttoreihin kehitettiin 1950-luvulla pitkät rakosuuttimet, joilla sekoituskerroin parani oleellisesti verrattuna tavanomaisiin säleiköihin. Rakosuuttimet saatiin kytkeä osaksi alakattojärjestelmiin liitettyjä pitkiä kanavia, joihin ilma saatiin tuoda kaksikanavajärjestelmällä. Myös valaisin saatiin integroida osaksi järjestelmää.



*Valmetin myymä Carrierin Moduline oli kova sana 1960-luvulla. Ei sekään ihan vedoton ollut. Rakopuhalluksen siedettävällä jäähdytysteholla on ylärajansa.*

Toimistoihin kehitettiin jo 1920-luvulla ikkunapenkkeihin istutetut järjestelmät, joissa puhallussäleikkö on laitteen päällä. Ylöspäin suuntautuva puhallus ehkäisee talvella kylmästä

ikkunasta aiheutuvaa lattiavetoa. Puhaltimella varustettuja alettiin kutsua puhallinkonvektoreiksi. Niissä saattoi olla myös ulko- ja sisäilman moottoripellit eli ne toimivat myös huonekohtaisena ilmastointilaitteena.

Puhallinkonvektorit ovat edelleen käytössä. Laittekotelon sisällä keskusilmanvaihtokoneen ilmaa suuttimista puhaltavia malleja kutsuttiin suutinkonvektoreiksi tai induktiopuhalluslaitteiksi. Suutinpuhallus tempasi eli indusoi mukaansa lamellipatterin läpi tulevaa huoneilmaa.

Alkuperäiset suutinkonvektorit tulivat Suomeen jo 1950-luvulla. Lattian rajassa liikkuva induktioilma aiheutti nilkoissa vetoa ja ilman mukana puhallettiin hengitysilmaksi myös muutoin lattialle jäävät pölyhiukkaset. Hieno pöly aiheutti limakalvoilla ja hengitysteissä ärsytystä ikään kuin ilma olisi kuivaa. Pöly myös tukki lamellipatterin ja vaati siten jatkuvaa huoltoa. Huonekohtaisten säätölaitteiden laatu ei sekään ollut kaksinen. Kun puhallusritilän päälle asetettiin vielä paperipinkkoja ja muita toimistotarvikkeita, saatiin laitteisto teknisestikin toimimattomaksi. Valituksia syntyi. Professori Vuorelaisen sanoin 1970-luvun alussa: "Ei näitä enää myytäisi, ellei niiden kehittämiseen olisi hakattu niin paljon rahaa."

Suutinkonvektoreita myydään edelleen, mutta lähinnä katon rajasta puhaltavia pitkän kanavan muotoisia malleja. Niiden toiminta onkin aivan erilainen.

## SUUTINKONVEKTORI



1960

Armas

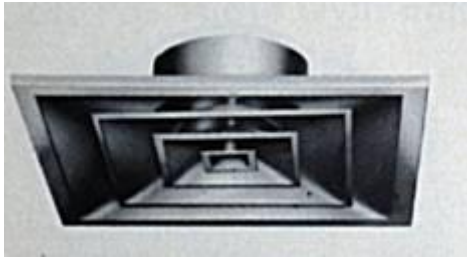
Torvalti-Kangas Oy



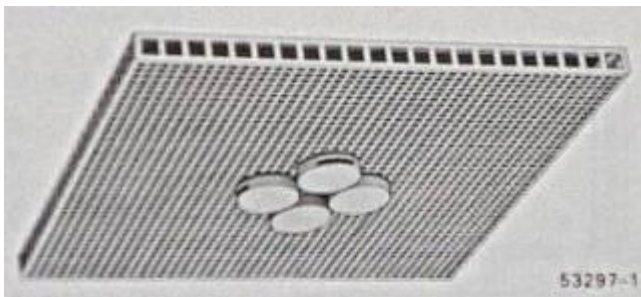
*Kun puhallinkonvektori nostetaan kattoon ja varustetaan yhdestä neljään suuntaan puhalluksella, saadaan ns. kasettipatteri. Näiden tekniikka on paranneltu vuosien aikana ja kondenssiveden poistamiseksi on saatavana pumppuvarustus*

Kalliiden ja jäykkien rakopuhallusjärjestelmien tilalle tarvittiin ilmanjakolaitteita, joiden sekoituskerroin olisi hyvä. Ensinnäkin kehitettiin alakattoon istuvia neliön mallisia kartiohajottimia,

mutta 1970-luvulla näitä korvaamaan tehtiin reiitetyllä pohjalevyllä ja tarpeen mukaan yhdestä neljään suuntaan sivuraosta puhaltavia malleja,



Jaettaessa jäädytettyä ilmaa muuttuvalla ilmavirralla on ongelmana suihkun putoaminen pienellä ilmavirralla alas ja veto. Tämän estämiseksi Fläkt kehitti 1980-luvulla jet-suuttimilla varustetut ilmanjakolaitteet. Suuttimien ilma otettiin ennen pääilmavirran säätölaitetta ja oli siten vakionopeuksinen. Näin saatiin aikaan kantosuihku, joka esti alilämpöisen ilman putoamista hallitsemattomasti alas.



*Jet-suuttimilla varustetut ilmanjakolaitteet hävisivät vähitellen markkinoilta lähinnä kai korkeamman hintansa takia. Ideahan niissä on aivan oikea, jos jäädytetyn ilman puhallusnopeutta muutellaan.*

Suoraan kanavan kylkeen asennettujen suutinyksiköiden avulla voitiin saavuttaa verraten hyvä sekoitus. Kalevi Sassi kehitti muovista valmistetut UNO-suuttimet tätä varten. Niitä saattoi asentaa kahteenkin suuntaan tai kahteen kerrokseen. UNO-kanavia valmistetaan edelleen.

Suutinkanavien mitoitus on tehtävä huolella, jota ilma tulee tasaisesti koko kanavan pituudelta. Käyttämällä liian suuria alkupään nopeuksia kanava alkaakin imeä ilmaa alkupäästä ja loppupäästä tulee sitäkin enemmän ilmaa. Suuttimien staattisen painehäviön on oltava selvästi suurempi kuin kanavassa virtaavan ilman dynaamisen paineen.

### UNO-SUUTINILMANJAKO



1970

AVOIMET

Tuotantokausi



*Myöhemmin 1990-luvulla on ilmaantunut malleja, joissa suuttimet ovat suunnattavissa, minkä avulla voidaan välttää vetoa aiheuttavaa puhallusta työpisteisiin.*



Rei'itettyjä kanavia tehtiin jo 1970-luvun alussa ilmanjakoa varten, mutta ongelmana oli puhalluksen suuntautuminen kanavan loppupäätä kohden em. syistä.

Pelkät reiät pellissä eivät pysty muuttamaan virtaussuuntaa, vaan ilma purkautuu osin kanavan suuntaisesti eli kanavan loppupäätä kohden. Ilmanjaon parantamiseksi Ilmateollisuus Oy kehitti 1980-luvulla Activent-suutinkanavan, jossa lukuisilla pienillä suuttimilla saatiin ilma purkautumaan tasaisesti ja kohtisuoraan kanavasta. Menetelmällä savutetaan erittäin hyvä sekoituskerroin. Suutinkanavat voidaan asentaa esim. teollisuudessa työntekijöiden päälle. Suutinkanavia käytetään myös esim. toimistotiloissa ja kouluissa.



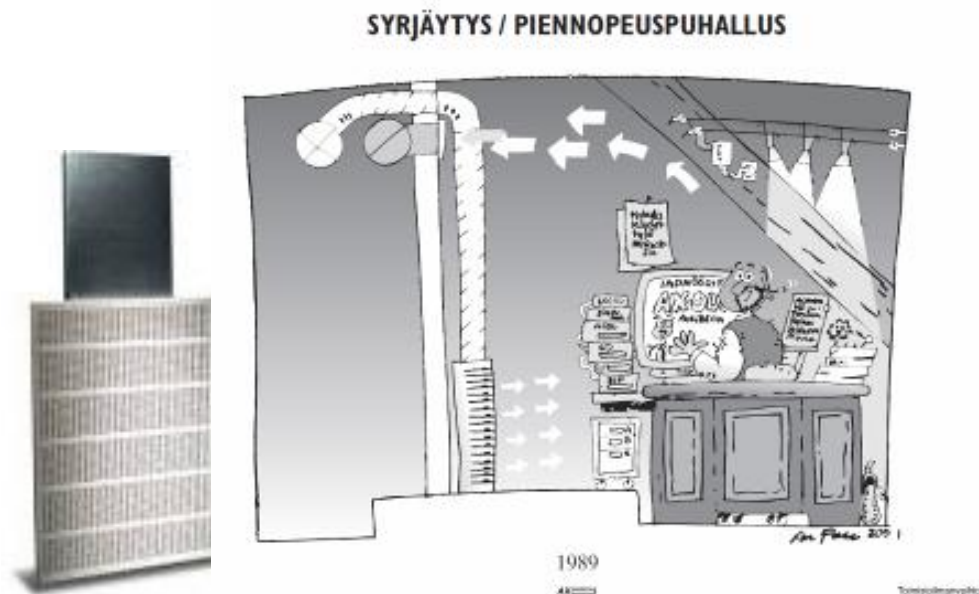
*Activent-kanaviin (Fläkt Woods) saa tilattua suuttimia eri sektoreille kulloisenkin tarpeen mukaan. RIL:n historiaryhmän 2015 (Aarne Jutila, Heikki Koivisto, Pertti Vakkilainen, Antero Saarilahti, Sulevi Lyly, Matti-Pekka Rasilainen, Ilkka Larjomaa ja kuvan ottaja Börje Hagner) kokoontumispaikkana on RIL:n neuvotteluhuone, jossa ilma jaetaan kahdella Activent-kanavalla.*

Ensin teollisuustiloihin ja sittemmin auditorioihin, neuvottelutiloihin ja suuriin saleihin norjalainen Farex kehitti 1970-luvun alussa piennopeuspöntöt, jotka toimivat kerrostavalla periaatteella. Toisin sanoen tuotannosta tai ihmisistä nousevaa ilmapirtaa ei häiritä, vaan tuloilma virtaa pienellä nopeudella. Ideaa oli toki käytetty Suomessa valimoissa jo 1960-luvulla ja laatikoita kutsuttiin valimolimpuiksi. Ne asennettiin tyypillisesti n. 2,5 metrin korkeuteen.

Menetelmä ideana on tilan lämmönlähteiden aiheuttamat konvektiovirtaukset eli pluumit, joiden mukana kulkeutuvat myös epäpuhtaudet. Oleskeluvyöhykkeelle saadaan aikaan puhtaampi ilma; sekä lämpötila että epäpuhtaudet kerrostuivat tilan yläosaan. Menetelmä sai Suomessa suuren suosion vasta 1980-luvulla ja useat valmistajat ottivat piennopeuslaatikot ohjelmaansa. Niistä tuli jopa muoti-ilmiö, jota käytettiin kaikenlaisissa tiloissa. Menetelmällä oli myös lempinimi **norsuilmastointi**, koska norsutkin imevät ilmansa alhaalta.

Yliämpimän ilman jakoon piennopeus ei sovi oikosulkuvirtausvaaran takia. Asiaa on korjattu jo 1970-luvulla asentamalla laitteiden päälle kantoaaltoisuihkuja, joiden tehtävän on estää

ilman nousu ylös. Toisaalta tällainen kantosuihku tekee ilman jaosta sekoittavan, joten useimmiten paras olisi hoitaa lämmitys eri menetelmällä.



Lattialle asennettuja piennopeuspuhalluksia alettiin käyttää jopa toimistoissa 1980-luvulla. Tämä johti epämiellyttävään lämpötilakerrostumaan: jalat viileässä, pää lämminilmapatjassa. Sijoittamalla tuloilmalaite kattoon vaikkapa käytäväoven kohdalle tilanne parani oleellisesti: alaspäin valuva virtaus sekoittui huoneilmaan, jolloin lattianrajan lämpötila sekä lämminilmapatjan alareuna nousivat.



Syrjäytyssanaa on alun perin käytetty täysin väärin ilmanjaossa (engl. displacement pitäisi olla replacement). Piennopeuspuhallus ei syrjäytä, vaan antaa lämpimän ilman nousta vapaasti ja tilaan tuodaan korvausilmaa pienellä nopeudella.

*Ilman puhaltaminen pienellä nopeudella reikäpellin läpi ei ole myöskään laminaarista, vaan puhallusvirtauksessa tapahtuu sekoittumista puhallusilman ja ympäröivän ilman välillä enemmän tai vähemmän laitteesta riippuen. Kuvassa (BHa) sekoittuminen näkyy.*

*Teollisuudessa on usein mahdotonta sijoittaa tuloilmalaatikoita lattialle. Sijoittaminen 2...3 metrin korkeuteen on kuitenkin parempi kuin katon rajaan asentaminen.*

Neliömallisten tai pyöreiden kattohajottimien tilalle kehitettiin 1980-luvulla pyöreitä katossa olevia pönttöjä, joiden kylki ja pohja ovat reiitettyjä. Asentamalla tällainen käytävän kohdalle voidaan saada aikaan osittaista kerrostumista esim. avotoimistoissa: ihmisestä ja tietokoneesta nouseva lämpö pääsee häiriintymättä ylös.



Koulu- ja asuinhuoneiden uunit ovat tehtävät vastavirta-uuneiksi. Luokkahuoneista ja veistosalista on uunien alitse johdettava kaksi ja oppilaseteisistä yksi vähintään 22×15 cm. suuruinen, savupiippuun päättyvä poistuvan ilman kanava mieluummin siten järjestettynä, että se samalla on uunin savukanava, ja tulee kanavan olla yhtä laaja ylös saakka. Mainittuihin huoneisiin on vastaavasti järjestettävä raittiin ilman tulo joko luokkahuoneen ja veistosalin perällä katon rajassa olevan, pitkin pituuttaan sivureijillä varustetun ilmanjakolaatikon kautta, jonka päässä on noin 25×25 cm. ulkoventtiili, tai jotain muuta yhtä tehoisaa järjestelmää noudattaen, ja ottaen huomioon, että ilmanvaihdon tulee veistosalissa ja luokkahuoneissa voida häiritsemättömästi toimia tuntien aikana, minkävuoksi raittiin ilman tuloa niissä ei saa jättää yksin terveysikkunan tai tavallisen seinäventtiilien varaan. Ilmanjakolaatikon pohja on kiinnitettävä alta päin ruuvinauloin, jotta se voidaan kesällä helposti poistaa ja laatikko näin vuosittain puhdistaa.

*Maalaiskansakoulujen lainoittamisedellytyksiä ja rakentamista koskevassa kouluhallituksen kiertokirjeessä vuodelta 1932 tunnettiin jo ilman jakaminen reiitetyin laatikon kautta. On uskomatonta, että vasta kymmeniä vuosia myhemmin markkinoille tulivat reiitetyt ilmanjaon päätelaitteet.*

*1980-luvuna lopulla keksittiin, että rei'itetyillä osilla varustettujen ilmanjakolaitteiden ominaisuuksia voidaan parantaa käyttämällä muovisia kierrettäviä suuttimia: ilmavirtaa voidaan suunnata. Suuttimia on sittemmin istutettu laitteiden pohjaan ja kylkiin.*

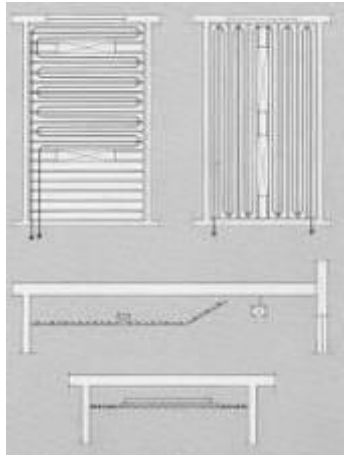


**Jäähdytyskatot ja -palkit IMS- eli VAV-järjestelmien tilalle 1980-luvun lopulla**



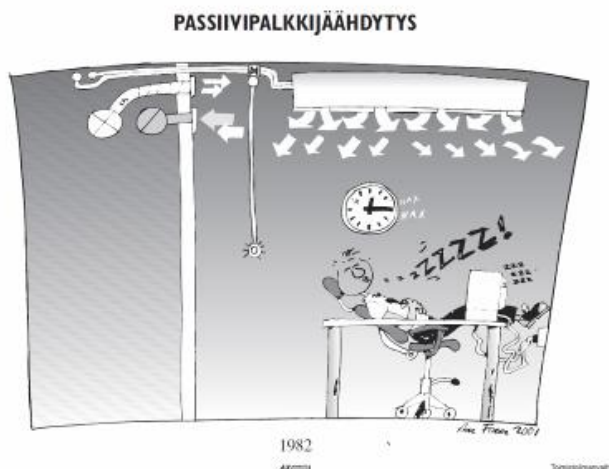
Toimistotiloissa tietokoneiden aiheuttaman lämpökuormituksen kasvun takia tarvittiin ilmajärjestelmillä yhä suurempia ilmavirtoja, jotka suurensivat keskuskoneita ja kanavia. Huoneiden lämpötilaa hallittiin useimmiten ilmavirtaa muuttamalla. Pystykanavat vaativat kerrosalaa ja vaakakanavat kerroskorkeutta. Suurten ilmavirtojen hallinta vedottomasti ei sekään ole aivan helppoa. Tämä loi markkinoita uusille tilakohtaisille ratkaisuille kuten jäähdytyskatoille ja sittemmin jäähdytyspalkkeille ja -paneeleille: voitiin saavuttaa rakennustekniikassa huomattavaa kustannussäästöä.

Jäähdytyskattoja tai jäähdytettyjä kattoelementtejä oli tehty jo 1960-luvulla, mutta ne olivat hankalia sovittaa moniin paikkoihin ja edellyttivät alaslaskettua kattoa. Ensimmäinen kehitettiin vain osan kattoa kattaviksi malleiksi.



*Ilmateollisuus Oy:n jäähdytyslaitteita 1980-luvulta.*

1980-luvulla on ilmastoas

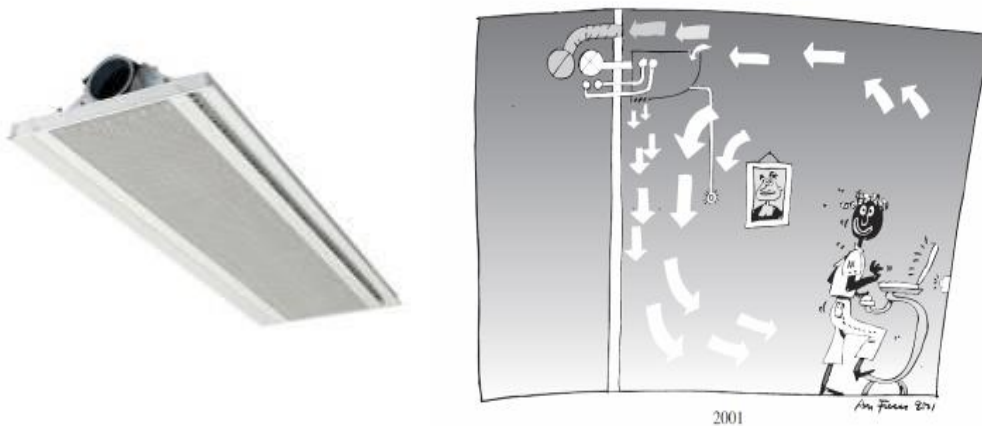


ndytyspalkki, jossa kotelo sisällä  
nen jäähdytysteho yksilöllisesti  
hdytettävien varastojen kattoon

Passiivipalkiksi kutsutusta versiosta ei ollut pitkä matka malleihin, joissa huoneen puhallusilma johdetaan palkin sisälle ja ilma purkautuu sivuraioista. Aktiivipalkkeilla saadaan tuloilmakin jaettua laajalle alueelle rakopuhalluksena pakin kyljistä. Puhallus imee induktioilmaa päältä. Sittemmin laitteiden ominaisuuksia on edelleen kehitetty ja esim. siivottavuutta parannettu saranoidulla kotelolla.

Passiivipalkkijäähdytyksen rinnalle on alettu tuoda maahan jäähdytyspaneeleita, joissa on grafiittitäyte putkien ympärillä. Paneelilla voidaan jäähdyttää ja lämmittää. Lamellipatterin puuttuessa siivoaminen on helpohkoa. Perinteisempiä kattoon asennettavia jäähdytyspaneeleita on useilla valmistajilla.





*Jäähdytyspalkin tehokkuutta on voitu parantaa suuntaamalla puhallus esim. toimistohuoneessa oviseinään päin. Tällöin muodostuu osittainen kerrostuma, jossa lattian rajassa ei ole liian kylmä, ja lämminilmapatjan alaraja nousee pään yläpuolelle.*

Sekä passiivi- että aktiivipalkit suunniteltiin aluksi siten, että palkin pituus oli huoneen mittainen ja palkit olivat kapeita. 1990- luvulla aktiivipalkit lyhenivät ja levenivät ja jäähdytystehoa tuotettiin yhä enemmän ja jäähdytysilmaa puhallettiin yhä lyhyemmistä raoista tai suutinriveistä. 2010-luvulla suosituimpia ovat kasettimalliset palkit, jotka toimivat kuten neljän muotoiset hajottajat, jotka puhaltavat neljään suuntaan. Myös pyörrehajottajan ominaisuuksia on yhdistetty aktiivipalkkiin.

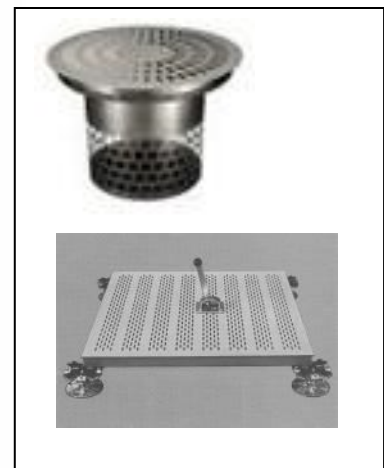
### **Puhalluskatot ja -lattiat kovassa käytössä 1960-luvulla**

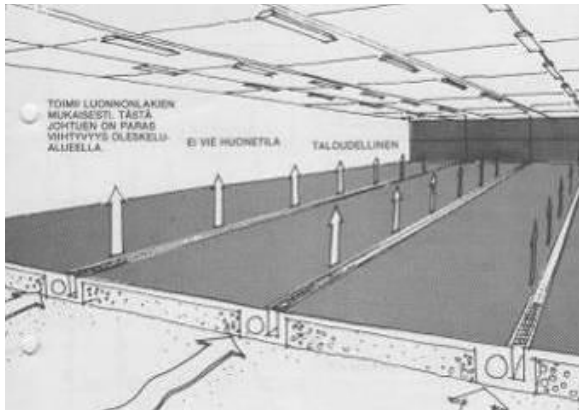
Jäähdytettäviin laboratorioihin, pankkeihin, atk-keskuksiin, laboratorioihin, sähkölaitetiloihin ja muihin lämpöä tuottaviin laitetiloihin kehitettiin jo 1950-luvulla rei'itettyjä kattoja. Niissä joka toinen ruutu oli rei'itetty, joka toinen ja reunimmaisat ruudut umpinaisia. Myös seiniä saatettiin käyttää apuna, jos lämpökuormat olivat suuria. Varsinaisissa atk-saleissa ja vastaavissa käytettiin yleensä ylösnostettua lattiaa, johon asennettiin kaapelit. Sitä alettiin käyttää ilman puhallukseen. Huoneen ilmastoinnista huolehtiva kaappikone voi puhalttaa lattian alle. Lattiapuhallusta varten kehitettiin erilaisia reikälevyjä, rakopuhalluksia ja pyöreitä ilmanjakolaitteita.

### **PUHALLUSLATTIA**



1975





*Varsinaisissa työtiloissa lattiapuhallus ei ole hyvä keksintö vedon vaaran takia. Ihmisen nilkat ovat niskan lisäksi arkoja. Paineelliseen lattiaan voidaan istuttaa myös lattian päällä seisovia ilmanjakolaitteita.*

*Sittemmin palovaaran takia ei kaapelitilojen käyttöä ilmanjakokammiona ole yleisesti hyväksytty työtilojen ratkaisuksi.*



*Tässä teollisuushallissa kerrostava ilmanjako on tehty jo 70 vuotta sitten. Ilma puhalletaan lattiaritilöistä ja poistetaan katon rajasta (BHa).*

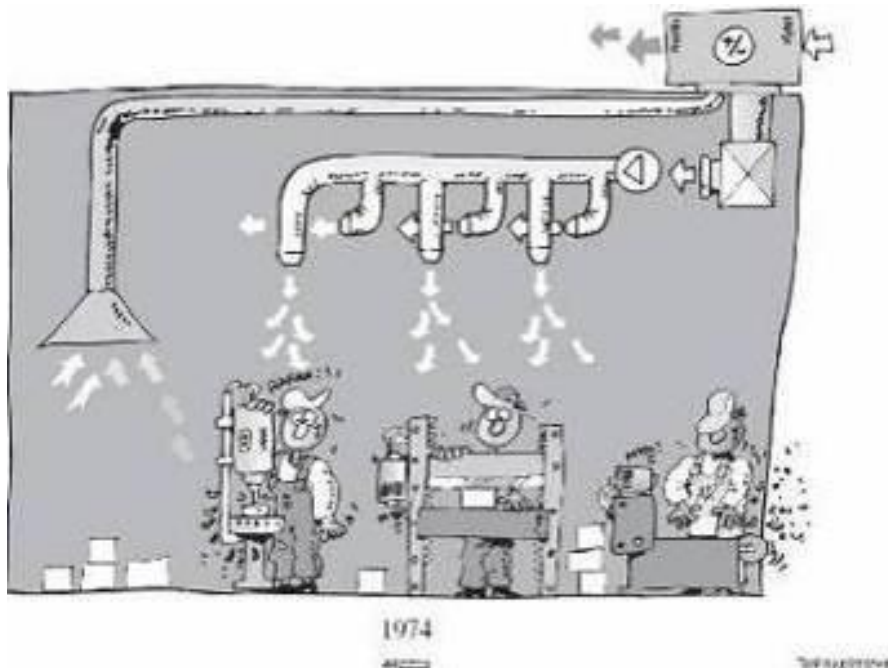
Lattiasta puhallusta on käytetty myös telakkahalleissa, esim. Helsingin Hietalahden telakan suurlokkohallissa, joka tehtiin 1980-luvun lopussa. Ilmaa olisi ollut mahdoton saada keskilattialle seinistä tai katosta puhaltamalla laivalohkojen takia. Lattian päällekkään ei voinut asentaa mitään kappaleiden siirron ja lohkojen tukien takia.

### **Aktiivinen syrjäytys = mäntäilmanvaihto**

Sananmukaisesti syrjäyttäväkin ilmanjakoa käytetään. Tällöin puhallus työntää kuin mäntä edeltään huoneen ilmaa. Vanhin menetelmä on esim. automaalaamoissa ilman puhallus suodatinkaton kautta. Puhallusilma työntää ilmaa raskaammat liuotinkäryt alas poistoon. Kangaskanavalla saadaan paikallisesti sama vaikutus. Lisäksi kangas tasaa virtausta. Kangaskanavien käyttö levisi Suomeen lähinnä Tanskasta lihanjalostuslaitoksista 1980-lvulla. Tämä on sikäli outoa, sillä jos kangaskanava liitetään suoraan kierrätysilmajäähdyttimen perään, on ilman suhteellinen kosteus lähellä 100 %, mikä merkitsee varmaa homehtumista. Kangaskanavaa voi käyttää, jos kosteus on alle 70 %. Kangaskanava ja suodatin eroavat rei'itetystä pellistä tehdystä puhalluslaitteesta siten, että kankaan ympärille ei synny lukuisien pienten reikäsuuttimien aiheuttamaa ilman sekoittumista ympäröivään ilmaan vaan muodostuu jonkin matkaa mäntävirtaus.

Mäntäilmanjakoa on käytetty eniten puhdistiloissa sekä myös osittaisena mm. leikkaussaleissa.

## Dirivent - ratkaisu ja ongelma



1960-luvulla markkinoitiin teollisuuteen innokkaasti jet-suutinjärjestelmää, jossa voitiin verraten pienten suutinpuhallusten avulla siirtää tuloilmaa katon rajassa ja välttää suuret kanavoinnit. Osa suuttimista puhalsi ilmaa alas, osa eteenpäin. Kanavoinnin vähenemisen lisäksi perusteltiin ratkaisun hyvyyttä sillä, että sen avulla katon rajaan kertyvä lämpö saadaan työskentelytasolle hyödyksi.

Vähitellen alkoi kuitenkin tulla kokemuksia. Monissa paikoissa katon rajaan kertyi paitsi lämpöä, myös haitallisia epäpuhtauksia. Näiden pölyttäminen hengitysvyöhykkeelle ei herättänyt hurraata. Niissäkin kohteissa, joissa ei ollut katon rajaan nousseita epäpuhtauksia, tuli ongelmia kesäaikana: lämminilmapatja puhallettiin ihmisten riesaksi työskentelytasolle, kun muutakaan tuloilman vaihtoehtoa ei ollut. Joissakin pajoissa voitiin toki pitää kesällä ulko-ovia auki. Suuttimista alas tuleva puhallus aiheutti helposti vetoa. Ilmasuihkun loppunopeushan riippuu paitsi ilmavirasta, myös puhallusilman ja ympäröivän ilman lämpötilaerosta. Niinpä järjestelmästä tuli joissakin paikoissa kirosana.

Kuitenkin löytyi sovellus, johon menetelmä sopi: autojen pysäköintihallit ovat tyypillisesti matalia ja kanavoinnille ei ole tilaa. Kun käytetään jetsuutintekniikkaa, saadaan ilma kulkemaan hallin läpi tuloilmakanavan puolelta poistoon. Matkalla ilman epäpuhtaudet lisääntyvät, mutta keskimäärin savutetaan parempi ilman laatu kuin jos sama ilmavirta jaettaisiin alueelle tasaisesti.

### Keskuskone vai hajautetut ratkaisut

Eryityisesti 1980-luvulla syntyi ristivetoa konevalmistajien ja huonelaitevalmistajien kesken oikeasta ratkaisusta. Kone- ja kanavavalmistaja, jolla oli myös urakointia, halusi suosia ratkaisua, jossa huoneen lämpötase ratkaistaan keskuskoneen ilmalla. Näin saatiin myytyä maksimaalinen määrä laitteita. Paitsi että laitteista tuli suuria, tarvittiin huonekohtaisia jälkikäsitteilyjä tai ainakin minimissään ilmavirran säätöä.

Vedon vaaran minimointi, laadukas huonekohtainen säätö, tilan säästö, tehokkaat vapaajäähdytys- ja LTO-ratkaisut ja joustavuus ovat johtaneet siihen, että huonelaiteratkaisut ovat nousseet voitolle hoidettaessa huoneen lämpötase.

Myös isojen keskuskoneiden korvaaminen kerros-, vyöhyke- tai huoneistokohtaisilla koneilla on lisääntynyt. Näin esim. käyttöajat tai -tehot voidaan valita käyttökuluja optimoiden. Tämä näkyy esim. asuinkerrostaloissa, joissa ilmanvaihdon tarpeeseen voimakkaasti vaikuttavat ruoanlaittoajat vaihtelevat yksilöllisesti. Sama ilmiö on myös toimitiloissa; kaikki eivät suinkaan

työskentele samaan aikaan. Pieniä laadukkaita ilmastointikoneita on tullut 2000-luvulla markkinoille.

### Tilailmastoinnin strategia eli periaate valitaan tilan ehdoilla

Kirjan Design Guidebook Industrial Ventilation kirjoitustyön yhteydessä kehitettiin käsitteet Room Air Conditioning Strategia eli tilailmastoinnin strategiat, jotka suomeksi saivat nimen tilailmastoinnin periaatteet. Työryhmään kuuluivat Kim Hagström (TKK), Esa Sandberg (Samk), Hannu Koskela (TTL) ja Timo Hautalampi (TTL), jotka laativat aiheesta tieteellisen artikkelin, jonka tuloksia kirjoitettiin myös ”isoon kirjaan” (ks. myöhemmin kirjallisuus).

Ideana oli, että täysin erilaisilla ilmanjakomenetelmillä ilmastoitavaan tilaan voidaan aikaansaada erilaisia lämpötila- ja epäpuhtauskerrostumia, kunhan otetaan huomioon kaikki tilassa vaikuttavat ilma-, lämpö- ja epäpuhtausvirtaukset. Aiemmin oli aina yhdistetty esim. ilmanhajottajat ja tasainen lämpötila sekä piennopeus ja kerrostuminen toisiinsa, vaikka laitteet voidaan sijoittaa tilassa eri korkeuksille ja mitoittaa erilaisille nopeuksille. Lisäksi tilan lämmitys-, jäähdytysjärjestelmät sekä niiden säätö vaikuttavat tilan lämpötilan ja epäpuhtauksien kerrostumiseen. Strategiat nimettiin mäntä-, kerrostuma-, vyöhyke- ja sekoitusperiaatteiksi. Järjestys määräytyy saavutettavissa olevan teoreettisen lämmön ja epäpuhtauksien poistotehokkuuden mukaan. Näistä vyöhykeperiaate oli eniten tuntematon ja sen tutkimista jatkettiin lähinnä Sandbergin ja Koskelan toimesta.

Erilaisissa sisäilmaa kuormittavissa lämmöstä tai epäpuhtauksista johtuvissa tilanteissa on käytettävä erilaisia ilmanvaihdon strategioita, esim. talvella ja kesällä strategian valinta voi olla erilainen. Ymmärtämällä eri virtausmallien toimintaa on ilmanjaon ja poiston aikaansaaman ilmanvaihdon tehokkuutta voitu parantaa. Pienemmällä ilmavirralla saadaan aikaan parempi ilmanlaatu. Mutta kehittämistäkin vielä toki on.

## JÄÄHDYTYS

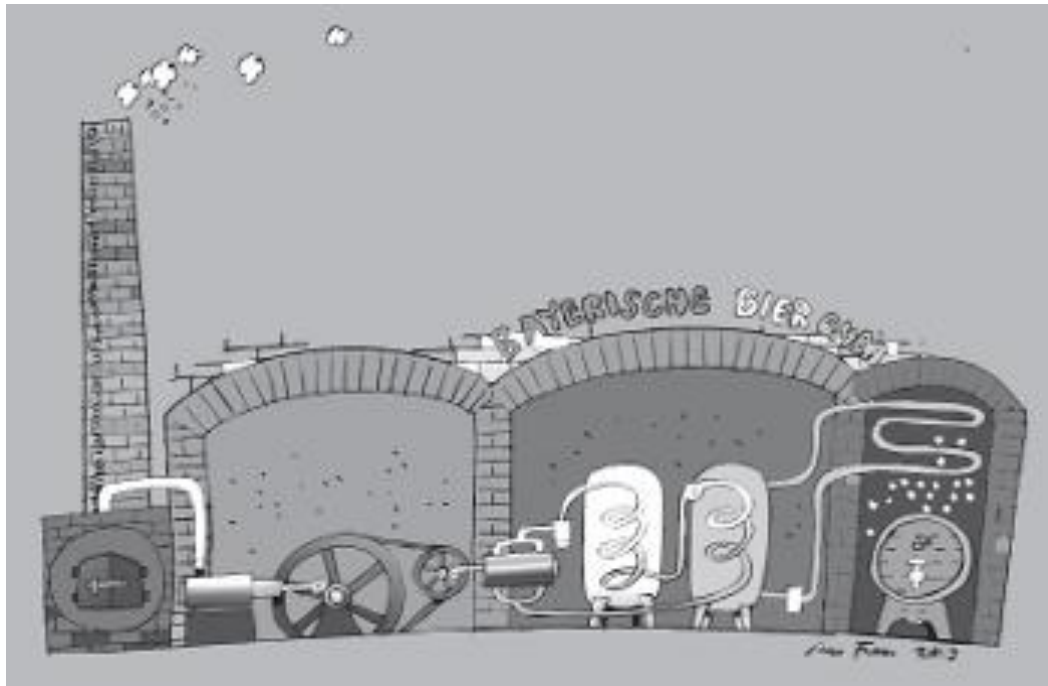
### Luonnonjäätävävarastoista kompressoreihin



Luonnonjäätä sahattiin kahden miehen justeerisahalla. Vakiovitsinä ihmeteltiin, että onpas sillä sahan alapään kaverilla ikävät työolot. Asia kylläkin hoitui kiinnittämällä sahan alapäähän punnus. 1900-luvulla sahaamista koneellistettiin.

Jäähdytystä on tarvittu erityisesti elintarvikkeiden säilyttämiseen jo varhain. Antiikin roomalaiset tekivät jäätelöä käyttäen Alpeilta saatavia jäälohkareita. Pohjolassa vanha konsti on ollut sahata järvestä jäätä ja varastoida se purupatjan alle. Menetelmää käytettiin maataloilla yleisesti vielä 1960-luvulla, kunnes tilatankit tulivat koneellisine jäähdyttimeneen. USA:ssa jäiden teko oli 1800-luvun puolella keskeinen kylmätekniikan käyttäjä. Jäitä myytiin paljon vielä 1920-luvulla mm. jääkaappeihin. Ne toimivat kaapin yläosaan sijoitetun jääkimpaleen avulla. Jäälohkareitten myyjä näkee edelleen mm. Thaimaassa. Jäitä käytetään jäähdytettyjä juomia myyvissä työnnettävissä kärryissä





*Koneellinen jäädytystekniikka alkoi jo 1800-luvun loppupuolella. Oluen valmistus oli ensimmäinen suurkäyttäjä. Jäähdytetyn lihan laivakuljetukset alkoivat 1880-luvulla. Kompessoreja pyöritettiin höyrykoneilla, jollaisia silloisissa laivoissa ja tehtaissa käytettiin muutoinkin voimanlähteenä.*

### **Monenlaisia pakastimia**

Elintarviketeollisuuden pakastustekniikka avasi oven myös jäädytetyille vähittäiskaupan tiskeille. Näin saatiin kylmäketjua jatkettua ja elintarvikkeitten pilaantumista vähennettyä. Pakasteiden ja kotipakastimien avulla kuluttajien ei tarvinnut käydä kaupassa päivittäin nauttiakseen muutoin nopeasti lämmöstä pilaantuvista elintarvikkeista.

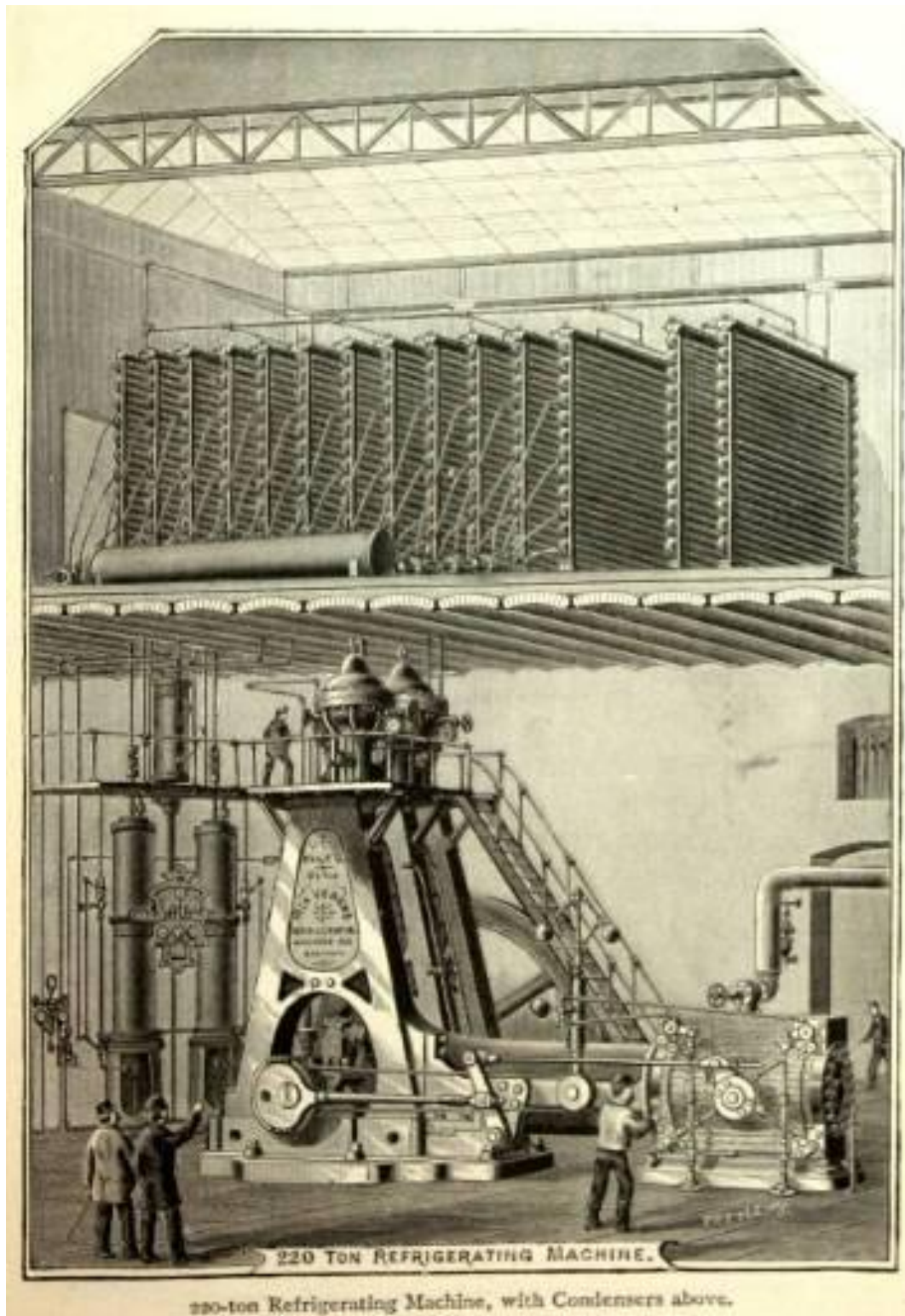
Yhdysvalloissa kehitettiin kontaktipakastin 1928. Kompessorijääkaappeja oli jo olemassa 1800-luvun lopulla, mutta ne olivat erittäin isoja, kalliita, meluisia ja huonohyötysuhteisia. Kylmäainekin oli myrkyllinen. Electrolux alkoi valmistaa absorptiojääkaappeja 20-luvulla. Vuosikymmenen lopulla toi General Electric USA:n markkinoille siedettävän kokoisen ja hintaisen kompressorikaapin. Näin pakasteita saattoi säilyttää myös kotona. Teollisuudessa pakastus tapahtuu -40–50 asteessa ja kotipakastimessa -25 asteessa.

Askel askeleelta pakastamistekniikat kehittyivät ja mahdollistivat uusien tuoteryhmien pakastamisen. 1950- ja 1960-lukujen taitteessa otettiin teollisuudessa käyttöön irtopakastaminen. Tuulitunnelipakastus on teollisuudessa tavallisin kasvien ja marjojen pakastusmenetelmä. Ilmavirta pakastaa tuotteet erillään toisistaan.

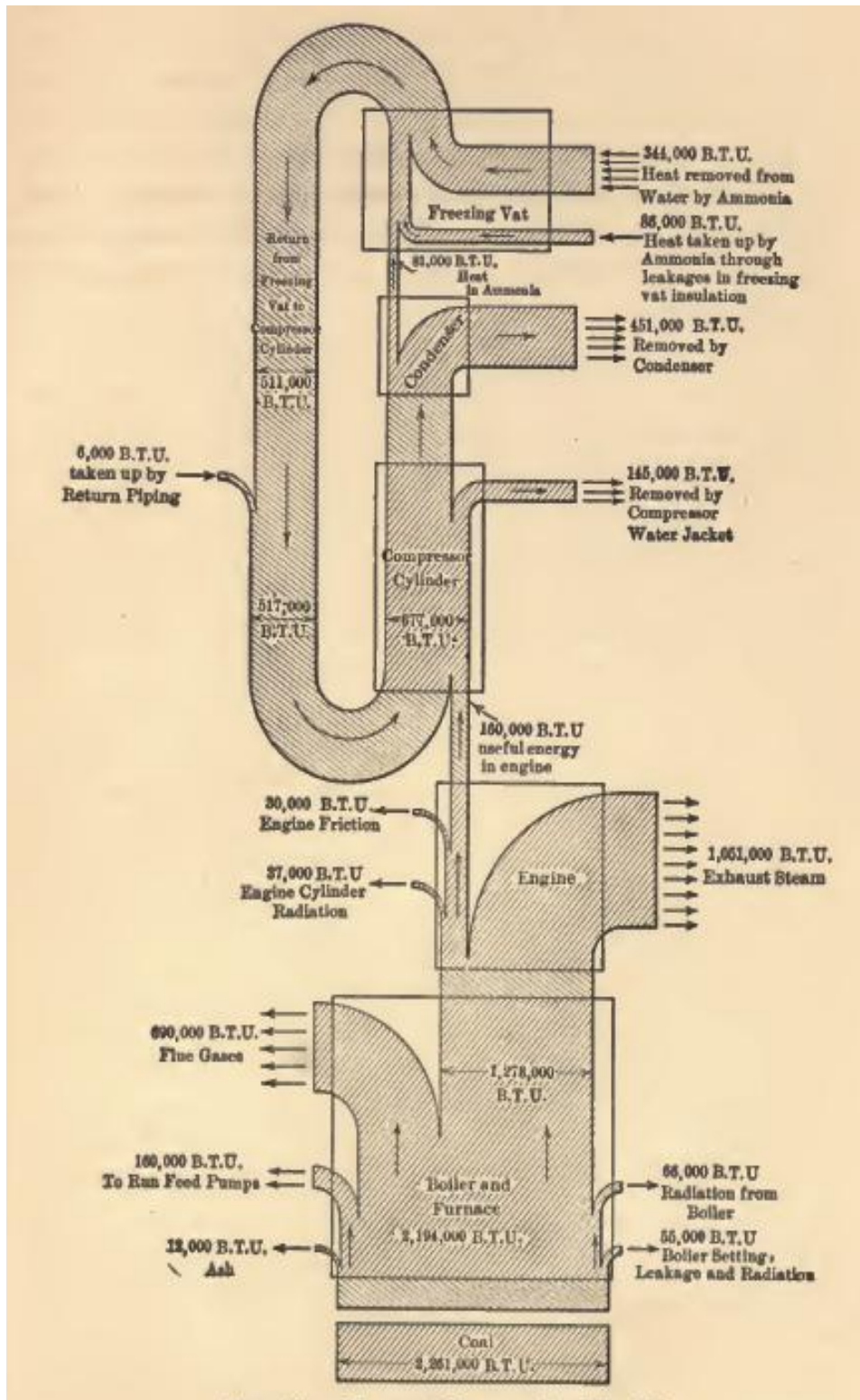
Kaappipakastuksessa pakastettavat tuotteet pinotaan pakastuskaapin hyllyille. Kylmä-aineena on usein nestemäinen typpi tai hiilidioksidi. Spiraalipakastimessa tuote liikkuu kuljetinhihnaa pitkin ylöspäin spiraalimaisesti. Kontaktipakastuksessa tuote - esim. jäätelöpaketit - pakastetaan kylmien metallilevyjen tai metallimuottien avulla. Kryogeenisessä pakastuksessa suihkutetaan elintarvikkeen pintaan nestemäistä kaasua kuten typpeä ja hiilidioksidia.

Pakkasvarastojen ja kylmätiskien tekniikka on samanaikaisesti kehittynyt. Peltilevyjen väliin vaahdotettu polyuretaani on ollut ratkaiseva parannus varastojen rakennustekniikassa. Jäähdytyslaitteiden oikealla mitoituksella on voitu hallita sisäilman kosteutta ja estää tuotteiden haitallinen kuivuminen. Lauhdelämpöä hyödynnetään lämmityksessä ja vapaajäähdytystäkin käytetään.

## Laitteiden koko pienentynyt



Suurella Maailmassa pelit ja vehkeet ovat olleet toista luokkaa kuin Suomen meijereissä ja lihanjalostamoissa. Kuvan vehjes (Am) vuodelta 1890 vastasi vuorokausituotannoltaan 220 short ton =  $220 \times 0,907 = 200$  tuhatta kiloa jätää, joka vastaa keskikylmätehona  $3,5 \times 220 = 770$  kW. Nykyisin härveli olisi kooltaan oikealla näkyvän höyrykoneen kokoinen. Ylhäällä oleva lauhdutin olisi sekin hoidettavissa parilla katolle asennetulla puhallinlauhduttimella. Laitteiden kokoa on myöhemmin pienentänyt mm. paineiden ja kierrosluvun nosto.



Ammoniakkia käyttävän vedenjäähdytyslaitoksen energiavirtakaavio eli Sankey-digrammi 1900-luvun alusta (Am) kertoo höyrykoneella käyvän laitoksen energiankäytön hyötyshteeksi n. 19 % (jäähdytetystä kohteesta imetyt lämpöenergian suhde höyrykattilan käyttämän hiilen energiasisältöön). Itse jäähdytysprosessin COP (=Coefficient of Performance) on sentään yli 2.





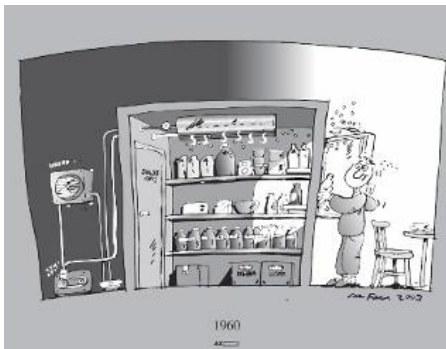
*Tämä kylmävaraston 120 kW:n tehoinen jäähdytyskone sähkömoottoreineen on 30-luvulta. Kylmäaine on ammoniakki. Laite painaa 18 tonnia ja on 8 m pitkä. Vauhtipyörän halkaisija on 2,7 m.*

*Tämä ja monta muuta veketinta on nähtävissä Paavo V. Suomisen perustamassa Suomen Jäähdytysalan Museossa Ylöjärvellä. Paikka kuuluu näkemissarjaan **Must** (BHa)*

### Talviurheilua kylmäteknikalla

Tekojääraatoja tehtiin jo ennen vuosisadan vaihdetta maailman silloisiin suurkaupunkeihin. Suomen ensimmäinen tekojäärata avattiin vasta 1956 - Tampereellepa tietysti. Myös Suomen ensimmäinen jäähalli rakennettiin Tampereella 1960-luvulla. Halli on edelleen aktiivikäytössä. Suomessa jäähalleja on yli 250 kpl. Ensimmäinen mäkihypyn vauhdinotorata tehtiin 1970. Myöhemmin on tehty myös jäähdytettyjä latuja sekä useita hiihtoputkia. Niiden kannattavuusvaikeudet ovat kylläkin suuria.

### Kotikylmiöiden aika



*Asuintaloihin alettiin rakentaa kotikylmiöitä tai kerrostalon yhteisiä jäähdytettyjä varastoja 1960-luvulla. Kylmäkoneet olivat usein vedellä lauhdutettuja ja ne muutettiin ilmalauhdutteisiksi veden hinnan noustua. Tultaessa 1980-luvulle kylmiöiden rakentaminen loppui, sillä kaupoista sai hyviä kohtuuhintaisia viileäkaappeja keittiöihin ja asukkaiden maksukykykin oli kasvanut.*

### Koneellinen jäähdytys = ilmastointi



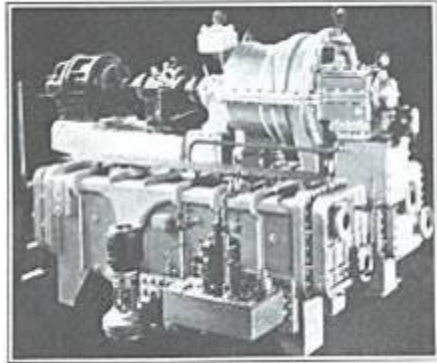
*Ilmastoinnin jäähdytystä oli harjoitettu teollisuuden ja terveydenhoidon puolella jo 1800-luvun lopussa. Ilmastoinnin jäähdytys alkoi 1920-luvulla levitä USA:ssa kovaa vauhtia kauppakeskuksiin, teattereihin, toimistorakennuksiin, julkisiin tiloihin ja mm. laivoihin ja 30-lvulla asuinrakennuksiin.*

*Koneellista jäähdytystä alettiin mainostaa tosissaan suurelle yleisölle Amerikassa 1930-luvulla, kun asuinrakennuksiin soivia laitteita alettiin valmistaa. Merituulen raikkautta luvattiin. Ensimmäisiä autojen ilmastointeja harjoiteltiin (Am).*

*Ilmastoinnin jäähdytyksen ansiosta mm. USA:n etelävaltioiden kaupunkeihin alkoi muuttaa varakasta keskiluokkaa, joka muutti jopa osavaltioiden poliittista rakennetta.*



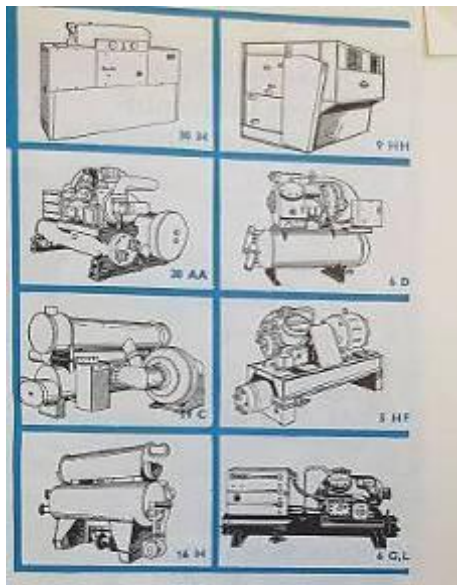
Sodan jälkeen 1950-luvulla koneellisesta jäähdytyksestä tuli USA:ssa jo elintasokilpailun osa. Suomessa jäähdytyskausi on varsin lyhyt, eikä sitä edes joka kesä kunnolla ole, joten jäähdytyksen merkitys on jäänyt asuintaloissa pieneksi. Toimitiloissa jäähdytyksen huipun käyttäjäksi voi laskea 500 h, jos tarkempaa tietoa ole.



Ilmastoinnin jäähdytys tarvitsi kompressoria. Willis Carrier kehitti ratkaisuksi turbokompressorin, joka patentoitiin 1921. Kompressorin (Am) alla sijaitsivat isot laatikkomaiset höyrystin ja lauhdutin. Carrier pystyi pienentämään koneikon fyysistä kokoa oleellisesti vaihtamalla kylmäainetta ja siirtymällä valurautaisista lämmönsiirtimistä teräsputkilämmönsiirtimiin.

Kompressorit	30-LUKU AVO- MÄNTÄK.	40-LUKU AVO- MÄNTÄK.	50- & 60-LUVUT + HERMEETT.MK	70- & 80-LUVUT MYÖS RUUVI	90- & 2000-LUVUT MYÖS SCROLL
Höyryst./lauhdut.	SUORAHÖYR. PS, TS, EXP- VENTT	SUORAHÖYR.	SUORAHÖYR.	VESI/SUORAH.	VESI/LIUOS
Automaatiikka	MYÖS	SAMAT	+ SÄÄTIMET	KAUKOSÄÄTÖ	VÄYLÄT
Kylmäaine	FREONIT	FREONIT	FREONIT	FREONIT	SEOSAINHEET+CO2
Eristykset	KORKKI	KORKKI	STYROX,VILLAT	UMPISOLUKUMI	UMPISOLUKUMI

Taulukossa on ilmastoinnin jäähdytystekniikan osien kehitystä. Tyypillistä 60 - 80-luvuille oli myös monikompressorikoneikot, jollaisia käytetään edelleen.



Valmet Oy edusti 1950-luvulta 1980-luvulle Carrierin laitteita. Noista ajoista ovat muuttuneet: kompressorityypit, höyrystimien ja lauhduttimien lämmönsiirtimet, automaatiikka ja kylmäaine. Lisäksi ulos sijoitettavien nestejäähdyttimien puhaltimien parempi muotoilu sekä pyörimisnopeuden ohjaus ovat pienentäneet sähkön kulutusta. Samalla ulkomelua on saatu päiväsaikaan ja erityisesti yöllä vähennettyä.

1990-luvulta saakka on saanut kotimaasta myös pieniä vedenjäähdytyskoneikoita, jotka sopivat hyvin pienehköihin huonejäähdytystapauksiin. Aivan yhden tai kahden huoneen tapauksissa suora höyrystysjäähdyttimet ovat edelleen käytännössä ainoa ratkaisu. Ne voivat olla myös kaksitoimisia eli toimia lämmityskaudella lämmittiminä. Kaksitoimisia lämpöpumppuja on isoihin kohteisiin saanut jo 1960-luvulla.

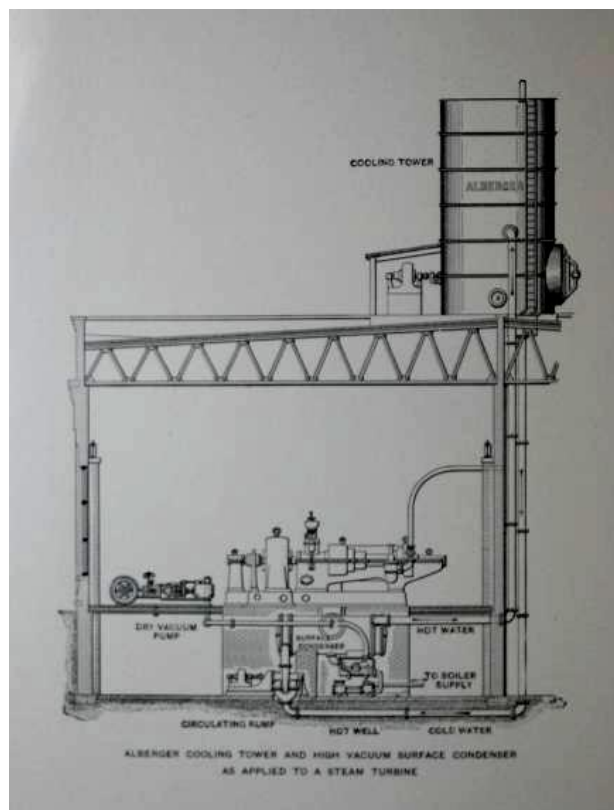
Paksujen eristeiden aikana on jäähdytystarpeen arveltu kasvavan. Toisaalta paremmat = aurinkolämmön sisälle pääsyä minimoivat ikkunat ja ulkovaippa pienentävät lämpökuormaa.

Suomessa koneellinen jäähdytystarve kasvoi 1950-luvulta lähtien teollisuuden vaativien sähkötilojen ja laboratorioiden lisääntyessä, atk-keskusten määrän kasvaessa sekä toimistorakennusten sisävyöhykkeiden tarvitessa jäähdytystä. Ulkomailta tuotiin näihin erikoistiloihin ns. kaappikoneita eli sähköiltään ja automatiikaltaan valmiita ilmastointikonepaketteja, joiden lauhdutus hoidettiin vedellä tai katolle asennettavilla lauhduttimilla.

Ilmastoinnin jäähdytys hoidettiin pitkään verraten isoissakin koneissa suorahöyrystimillä. Sen heikkous oli alkeellinen on-off-säätö. Sitä lievennettiin jakamalla höyrystinpatteri kahteen tai kolmeen lohkokoon. Portaattomampaan säätöön pyritäessä käytettiin kuumakaasukierrätystä, joka on energiataloudellisesti sama, kuin autoa ajettaisiin kaasu pohjassa ja nopeus säädettäisiin jarrua painamalla.

Nähtävissä olevassa tulevaisuudessa magneettijäähdytys saattaa olla varsin yleiseksi kehittyvä ratkaisu. COP voisi kaksinkertaistua. Suurimmat potentiaalit on arvioitu olevan jääkaappipuolella.

### Jäähdytystorneista eroon



*Jäähdytyslaitoksen jäähdytystorni vm. 1907 (Am). Torneja sai joko puhaltimella tai vapaakiertoisina. Torneja käytettiin erityisesti höyryvoimalaitoksissa. Malleja kehitettiin kymmeniä erilaisia. Näyttävimpiä ovat ydinvoimalaitosten tornit, joita tarvitaan, jos laitos ei ole meren tai suuren vesistön partaalla.*

Teollisuuden, kaupan ja ilmastoinnin ja jopa paineilmakekusten isoissa jäähdytyslaitoksissa oli vielä 1960-luvulla tapana käyttää jäähdytystorneja. Niiden teho on verraten suuri kokoon nähden. Vähitellen alkoi tulla kokemuksia tornien huollon tarpeesta, kiertoveden aggressiivisuudesta eli korroosiovaikutuksista ja mikrobikasvustoista. Kuolemaan johtaneet legionellatartunnat alkoivat ulkomailta nimenomaan lähellä ilmastointikoneiden ilmanottoaukkoa sijaitsevista jäähdytystorneista.

Jo 1980-luvulla alettiin jäähdytystornien sijasta siirtyä lauhduttimien tai välillisten nestejäähdytysjärjestelmien käyttöön. Nestejäähdyttimiä ja lauhduttimia voidaan varustaa myös alle sijoitetuilla vesisumusuuttimilla, joiden avulla teho kasvaa helteellä. Jäähdytystorneja käytetään enää vain erittäin suurissa kylmälaitoksissa.

## Vapaajäähdytys löi itsensä läpi

Vasta 1970-luvulla alettiin kiinnittää huomiota siihen, että Suomessa ulkona on pitkät ajat lämpötila, jonka avulla voisi hoitaa jäähdytyksen ilman kompressoreita. Alkoi vapaajäähdytyksen aika. Toimistorakennusten sisävyöhykkeen jäähdytys voitiin yhdistää tuloilmakoneen lämmöntalteenottoon ja jäähdytyskoneille voitiin asentaa rinnakkaislauhdutin, josta lämpö otettiin hyötykäyttöön. Vielä energiatehokkaammaksi järjestelmä saatiin käyttämällä vesijäähdytysjärjestelmää, jossa vapaajäähdytyslämmönsiirtimen ja ulos sijoitetun nestejäähdyttimen avulla voitiin jäähdyttää vesi suurimman osan vuodesta ilman kompressoria. Säästytti sähköä, saatiin lämpöä talteen ja lisäksi kompressoreiden elinvuodet kasvoivat, kun vuotuiset käyttötunnit vähenivät. Kaappikoneisiin alkoivat vapaajäähdytyspatterit eli free cooling ilmestyä 1980-luvulla. Termi oli jo tuttu maailmalla 1960-luvulla.

Eräänlainen vapaajäähdytys tai ainakin kompressoriton jäähdytys on poistoilman kustuttaminen haihdutuskostuttimella ja saadun ilman viileyden siirto LTO-laitteella tuloilmaan. Paras tehokkuus on saavutettu, jos vesi suihkutetaan lämmönsiirtimen pintaan. Menetelmässä on käytetty levylämmönsiirtimiä, kosteutta siirtämättömiä pyöriviä regeneraattoreita ja lämpöputkipattereita. Saavutettu hyöty riippuu paljolti poistoilman kosteudesta. Usein kuitenkin jo muutaman asteen hyötykin on tärkeä varsinkin, jos ilma voidaan jakaa kerrostavalla menetelmällä.

Ulkoilman ja vesistöjen kylmyyttä on opittu hyödyntämään aluejäähdytysverkostoissa tai vesistöjen vieressä olevissa rakennuksissa kuten Tampereen hotelli Ilveksessä ja viereisessä kauppakeskuksessa ym. Meriveden kylmyys on ollut osasy, että Google osti 60 vuotta vanhan ja lopetetun Summan paperitehtaan ja sijoitti palvelinkeskuksen mittavien muutostöiden jälkeen tehtaan tiloihin.

## Kaukojäähdytys leviää

Tila- tai rakennuskohtaisten ilmastoinnin jäähdyttimien sijasta voidaan käyttää myös kaukojäähdytystä. Yhdysvaltain Coloradossa kaukojäähdytys on ollut käytössä jo 1800-luvun lopussa.



*Kaukojäähdytysputkien asennusta New Yorkissa 1891. (Am)*

Suomen ensimmäinen kaukojäähdytysverkon vaihe valmistui Helsingissä 1998. Turku seurasi perässä 2000 ja Tampere 2012. Kaukojäähdytystä on tarjolla myös Porissa, Lempäälässä, Espoossa, Vierumäellä ja Lahdessa. Suomessa kaukojäähdytysenergian käyttö kasvaa n. 6 % vuodessa ollen yli 200 GWh/a.

Kaukojäähdytyksessä pyritään hyödyntämään usein myös yhdistetyn lämmön ja sähkön tuotantolaitoksissa olevaa jätelämpöä, jota voidaan käyttää absorptiojäähdytyksessä. Myös vesistön kylmyyttä käytetään ja syvänteistä otetun veden lämpötila voi riittää läpi kesän. Kokonaisuutena hiilidioksidipäästöt vähenevät tyypillisesti 80-prosenttisesti.



*Tampereen kaukojäähdytys on Euroopan suurin järvi-vesijäähdytyslaitos. Vesi otetaan 20 metrin syvyydestä. Jos järvedellä ei päästä verkostoon menevän veden tavoitelämpötilaan 8 °C, otetaan ammoniakkipressorit avuksi. Tehoa niillä on liki 10 MW ja varauksia tehon lissämiseksi järjestelmässä on 30 MW.*

Kaukojäähdytyksen avulla kiinteistö pääsee eroon ilmastoinnin jäähdytyskeskuksen huolloista ja kylmäaineisiin liittyvistä ongelmista. Helsingissä on rajoituksia myös ilmalauhduttimien sijoittamiselle, joten siitäkin riesasta vältytään. Myös historiallisesti tai arkkitehtuuriltaan arvokkaissa rakennuksissa tällä voi olla iso merkitys. Katolla sijaitsevat lauhduttimet tai nestejäähdyttimet ovat aina myös äänilähde.

### **Otsonikato pakotti vaihtamaan kylmäaineita**

Teknisesti erinomaisia ja varsinkin ilmastoinnissa käytettyjä olivat 1920- ja 1930-luvulla kehitetyt CFC-yhdisteet eli halogenisoidut hiilivedyt. Niitä alettiin kutsua freoneiksi yhden kaupanimen mukaan. Ilmastoinnissa yleisimpiä kylmäaineita merkittiin lyhenteillä R12 ja R22. Nekin oli otsonikadon takia vaihdettava 2000-luvulla. Kylmäaineitten valinnassa on tärkeää paitsi höyrystys- ja lauhtumislämpötila/paineet ja aineen kylmäkapasiteetti, myös kompressorin voiteluöljyn tehokas kierto järjestelmässä. Tietenkin aineen vaarattomuudella on merkitystä, mutta kotitalouden kylmälaitteissa voidaan käyttää butaania ja suurissa teollisuuden ja jäähallien laitoksissa edelleen ammoniakia. Ammoniakki oli jo 1800-luvulla laajassa käytössä. Myös nyt uudelleen esille tullut CO<sub>2</sub> oli käytössä jo 1800-luvulla.

Kylmäaineitten vaihto aiheutti melkoisen myrskyn alalla. Kesti aikansa, ennen kuin alettiin ymmärtää uusien erilaisten seosaineitten käyttäytyminen höyrystimissä ja lauhduttimissa. [Nyt on meneillään kylmäaineitten vaihtamisen uusin aalto. Syynä on ilmakehän lämpeneminen.](#)

### **Jäähdytysratkaisut tulleet joustaviksi**

Pyrittäessä freoneista eroon alettiin pyrkiä pois myös laajoista kylmäaineverkostoista. Käyttämällä tehokkaita levylämmönsiirtimiä höyrystimenä ja lauhduttimena vältyttiin ulkopuolisista kylmäaineverkostoista. Välillisen jäähdytysverkoston tekeminen on tavallista putkityötä. Kylmäainemäärä minimoitui, lämmön talteenotto ja vapaajäähdytys helpottui. Aiemmin tavalliset kylmäainevuodot minimoituivat ja laadultaan kirjavat kylmäputkistoasennukset poistuivat.

Samaan aikaan ammattitaitoisimmat alan toimijat oppivat myös ohjaamaan laitteiston toimintaa älykkäästi niin, että vedenjäähdytysjärjestelmissä voitiin hyödyntää tasaussäiliötä/varaajaa maksimaalisesti ja minimoimaan kompressorin käynnistystiheys. Suurille kansainvälisille toimijoille tämä oli uutta.

Myös vedellä jäähdytettävien huonelaiteiden laatu on parantunut. Puhallinkonvektoreiden ja kasettijäähdyttimien äänitaso on alentunut ja jäähdytyspalkkien järjestelmätehokkuus kasvanut. Vedenjäähdytysasemia saa nykyään verraten pienille tehoille. [Esim. kotimaisen Chillerin pienimmän jäähdytysaseman teho on alle 13 kW.](#)

### **Maalämmössä kysymysmerkkejä**

Maalämpö on sanana keho, sillä se ei erottele kalliolämpöä eli lämpökaivoa ja metrin syvyyteen maahan asennettavaa vaakaputkistoa. Nämä ovat naapuritonttien kannalta kaksi

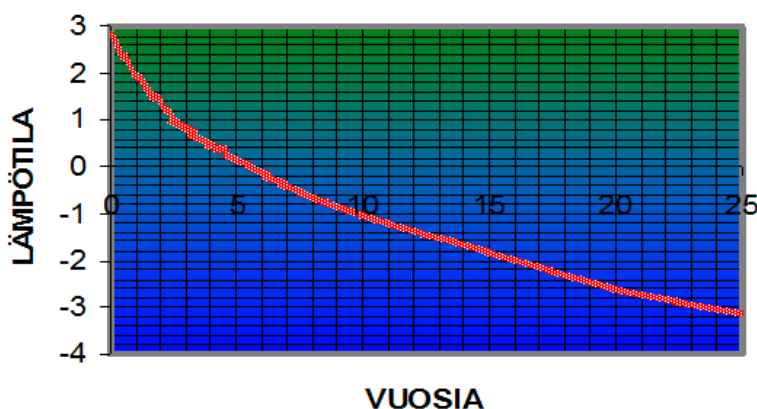


täysin eri asiaa. Ruotsissa tämä terminologia on kunnossa, eli osataan erotella jord- och bergvärme.

Kalliolämmöstä eli lämpökaivoista puhuttaessa ovat jotkut käyttäneet termiä geolämpö, mikä on harhaanjohtavaa. Tyypilliselle vanhalle 1000:n neliömetrin kokoiselle omakotitalon tontille tulee kalliosta geolämpöä alle 40 W. Lähes 100 prosenttia lämmöstä tulee maan pinnalta ja käytännössä auringosta.

Koska lämpö virtaa maan pinnalta kallioon ovat tontit erilaisia: mitä enemmän kallion päällä on eristävää maata tai mitä pienempi tontti, sen vähemmän voi lämpöä tulla lämpökaivoon omalta alueelta. Jotta ei jäädytettäisi naapurin tontin alla olevaa kalliota, on ympäristöministeriö julkaissut ohjeet suojaetäisyyksistä. Näitä vastaan ovat jotkut lämpöpumpputyrittäjät jupisseet.

Naapurivaikutuksesta ei Suomessa ole juurikaan julkaistu esimerkkejä. Asiaa voi laskea mitoitusohjelmilla, mutta yleisesti käytössä oleva ohjelma EED (Earth Energy Designer) perustuu sekin keskimääräisiin oletusarvoihin. Samoin on Tukholman kaupungin ja Svenska Energi och Värmepumpföreningin kehittämä mitoitusohjelma Temperatursänkning 3000. Aiheesta tultaneen saamaan lisätietoa.



*Lämpökaivossa kiertävän liuoksen lämpötilan lasku naapurivaikutuksen takia tukholmalaisessa pientalokorttelissa erään laskelman mukaan. Lämpöpumppujen teho 7 kW ja jokaisella n. 800 neliömetrin tontilla on lämpöpumppu ja -kaivo. (BHa)*

Kalliolämpöpumppujen mitoituksessa on aiemmin käytetty jonkinlaista optimointia suoran sähkön ja lämpöpumpun tehon välillä. Pakkasen kiristyessä otetaan käyttöön sähkövastukset. Näin on saatu on-off-kompressorien käyntijaksoja pidennettyä. Kuitenkin lähitulevaisuudessa on varauduttava siihen, että sähkönsiirtomaksut tulevat perustumaan nykyistä selkeämmin ostettuun huipputehoon (tai ampeerimäärään), ei kWh-kulutukseen. Järjestelmään joudutaan investoimaan tehon/sähkövirransiirron, ei energiansiirron perusteella. Lisäksi on otettava huomioon, että sähköhuollostamme puuttuu 2500...3000 (tai jopa 4000) MW huipputehoa eli olemme paukkupakkasilla tuontisähkön varassa. Tätä tehovajetta ei pidä lisätä tökeröllä tekniikalla.

Kotimaisia tulistinlämmönsiirtimellä ja riittävän isolla varaajalla varustettuja täystehomitoitettuja Lämpöässä-maalämpöpumppuja on valmistettu jo vuodesta 1983. Markkinoille on 2010-luvulla tullut perinteisten osatehomitoitettujen on-off-lämpöpumppujen rinnalle joitakin invertteriohjattuja täystehomitoitettuja laitteita. Nämä valtaavat markkinat. Täystehomitoituksessa laitteisto ei siirry suoralle sähkölämmitykselle kovallakaan pakkasella.

Sietämätöntä on se, että sen paremmin energiateollisuus kuin sitä valvova ministeriö tai virasto ei kykene tekemään edes skenaarioita tariffien mahdollisista muutoksista varsinkin siirtohinnoittelun suhteen. Näin jokainen ostaja on oman onnensa varassa miettiessään investointeja, joiden vaikutusaika on vähintään parikymmentä vuotta.

### Varsinaista geolämpöä

Todellista geolämpöäkin yritetään löytää Otaniemestä poraamalla n. 7 km syvyyteen meno- ja paluureikä kuumen veden saamiseksi kaukolämpöön. Vastaavanlaista vähintään 40 MW:n

tehoista harkitaan Tampereen Nekalaan. Poraamisen halpeneminen on tehnyt tällaiset ratkaisut realistiseksi, mutta vaikeuksia on vielä jäljellä.

Veden virtauksiin ja lämmön siirtymiseen kalliassa liittyy toistaiseksi isoja kysymysmerkkejä. Jos maan pinnalle tulee geotermistä lämpöä Suomessa vain  $35 \text{ W}/1000 \text{ m}^2$ , ei sitä kovin valtavasti voi tulla kallion sisälläkään, vaikka ollaankin lähempänä sulaa magmakerrosta ja 2/3 lämmöstä tulee radioaktiivisen toiminnan tuloksena. Niin tai näin, peruskallio toimii itse asiassa eristeenä, kuten kallioväestösuojista hyvin tiedetään (tai pitäisi tietää). Kallion suuri lämpökapasiteetti auttaa kuitenkin paljon ja hidastaa massan jäähtymistä.

### **Maalämmöllä vapaajäähdytystä tai alempaa lauhdutuspainetta**

Maalämmön hyviin puoliin kuuluu mahdollisuus kesäajan jäähdytykseen käyttämällä omaa välillistä jäähdytysvesipiiriä ja siihen liitettyjä puhallinkonvektoreita tai jäähdytyskattopaneeleita. Tuloilmakoneeseenkin voidaan lisätä jäähdytyspatteri. Maalämpöpiiristä saadaan jäähdytystä yksinkertaisella levylämmönsiirtimellä. Lattialämpöputkiin kylmää ei pitäisi syöttää, sillä kylmä lattia on epämiellyttävä eikä jäähdytetty ilma nouse ylös.

Muutamit suurmarketit ovat 2010-luvulla siirtyneet maalämmön käyttöön. Näin tilojen ilmastointi voidaan jäähdyttää jopa kokonaan kallion viileyden avulla. Lisäksi elintarvikepuolen kylmälaitteiden lauhdutuspainetta voidaan laskea lämpökaivopiirin viileyden avulla. Näin pienennetään kylmäkoneitten sähköenergian kulutusta. Maahan syötetty lämpö nostaa kiertoluoksen lämpötilaa lämmityskaudella ja pienentää siten lämpöpumppukompressorien sähkökulutusta.

### **Ilmalämpöpumppujen tekniikka kirjavaa**

Ilmalämpöpumppuja on myyty satoja tuhansia 1990-luvulta lähtien. Ensimmäisten vuosien tekeleissä oli runsaasti parantamisen varaa huurteen sulatuksen ohjauksessa, laakereiden kestävyudessa, äänitasoissa, ylläpitolämpötilan alimmassa rajassa, tehon säädössä ylipäänsä, ulkoyksikön asennuskorkeudessa, lämpökertoimessa kovalla pakkasella ja tärinänvaimennuksessa. Jotkut laitteet pysähtyivätkin jo  $-15 \text{ °C}$ :n lämpötilassa tai COP meni ainakin alle yhden. Näiden ensimmäisten laitteiden vaihto on tullut ajankohtaiseksi.

## **LVI-AUTOMAATIO MONIMUTKAINEN JA -KYKYINEN**

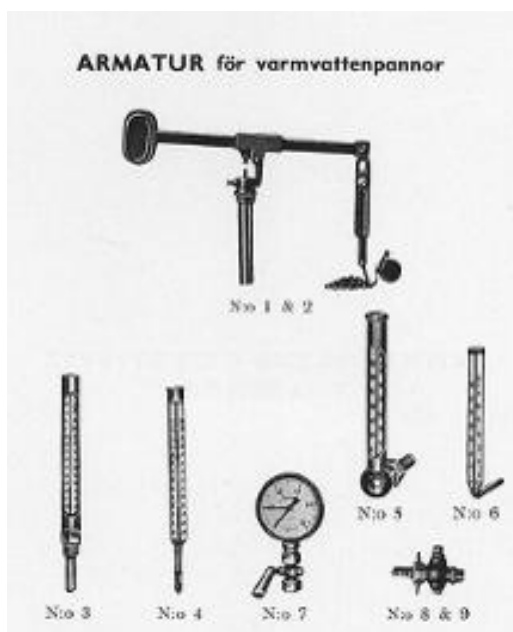
### **Höyrykattilat vaativat säätölaitteita**

LVI-säätimien alku liittyy höyrykattiloiden rakentamiseen 1700-luvun loppupuolella. Kattiloiden luotettava toiminta edellytti säätölaitteita. Säädön oleellinen osa on ollut antureiden kehitys. Lämpötilasta riippuvaa aineen paisumista tai supistumista, paineen tai sähkönjohtavuuden muutosta on käytetty.

Ensimmäiset säätimet olivat omavoimaisia eli esim. paine nosti jousitettua tai vastapainolla varustettua venttiililautasta. Pinnankorkeuden säädössä on käytetty uimureiden lisäksi kellukkeita, joiden sisällä oleva sähköä johtava aine on asennon muuttuessa avannut tai sulkenut virtapiirin. Paineantureita rakennettiin ensin mekaniikkaan perustuvina, myöhemmin esim. pietsokideantureita. Bi-metallin taipumista on voitu hyödyntää mekaanisissa termostaateissa. Fotosähköisiä ja ilman ionisointiin perustuvia antureita on kehitetty.



1890-luvun kaasulämmitteinen lämminilmauuni ja sen huonelämpötilaohjattu säätö (Am). Sähkö mahdollisti erilaiset kytkinperiaatteella toimivat kaukana toimilaitteesta sijaitsevat ohjaustavat. Varsinainen LVI-säätö vahvistimieeen alkoi vasta radioputkien kehityttyä. Käytännössä oli odotettava transistorin keksimistä 1950-luvulle, jotta automaattinen säätö korvasi ihmisälyä.



LVI-instrumentointia ja mittarointia 1930-luvulla (KK)





Yritykset jatko kehittivät säätimiään kentällä säädettäviksi. Julkaistiin ensimmäisiä ohjeita säätimien optimaaliseen viritukseen.

Aika 1930-luvulta 1950-luvulle oli sähköistyksen ja elektroniikan kehityksen aikaa. Sotilasteknologian kehitys tuotti oheistuotteenaan edullisempaa elektroniikkaa, joka johti nykyaikaisten tietokoneiden kehittymiseen. Kehityksen myötä tietokoneissa käytettyjen tyhjöputkien vaihtuessa transistoreihin ja mikropiireihin laitteiden tiedonkäsittelynopeus kasvoi merkittävästi ja laitteiden hinta laski, joten niitä voitiin soveltaa LVI-tekniikkaankin.



*Transistorisäädin "variaattori" oli 1960-luvulla uusi ja varsin pitkäikäinen laite lämmitysjärjestelmässä menoveden säätämiseksi ulkolämpötilan mukaan. Kuva LVT-Lehti.*

*Myöhemmissä malleissa oli riittävän hyvät mahdollisuudet valita riippuvuuskäyrän jyrkkyys ja jopa muoto siten, että lähellä nollakelejä voitiin saada lineaarista ulkolämpötila/menovesi-riippuvuutta lämpimämpää vettä. Useinhan noilla säätimoilla tuuli lisää lämmityksen tarvetta.*

1960-luvulla tapahtui mittausantureiden ja säätimien läpilyönti. Pneumaattiset säätöjärjestelmät olivat teollisuuden "normina". 1980-luvulla markkinoille ilmaantuivat myös ensimmäiset ns. "älykkäät" säätimet ja sovelluspohjaiset DDC-laitteet (Direct Digital Control).

## LVI-automaatio mutkistui

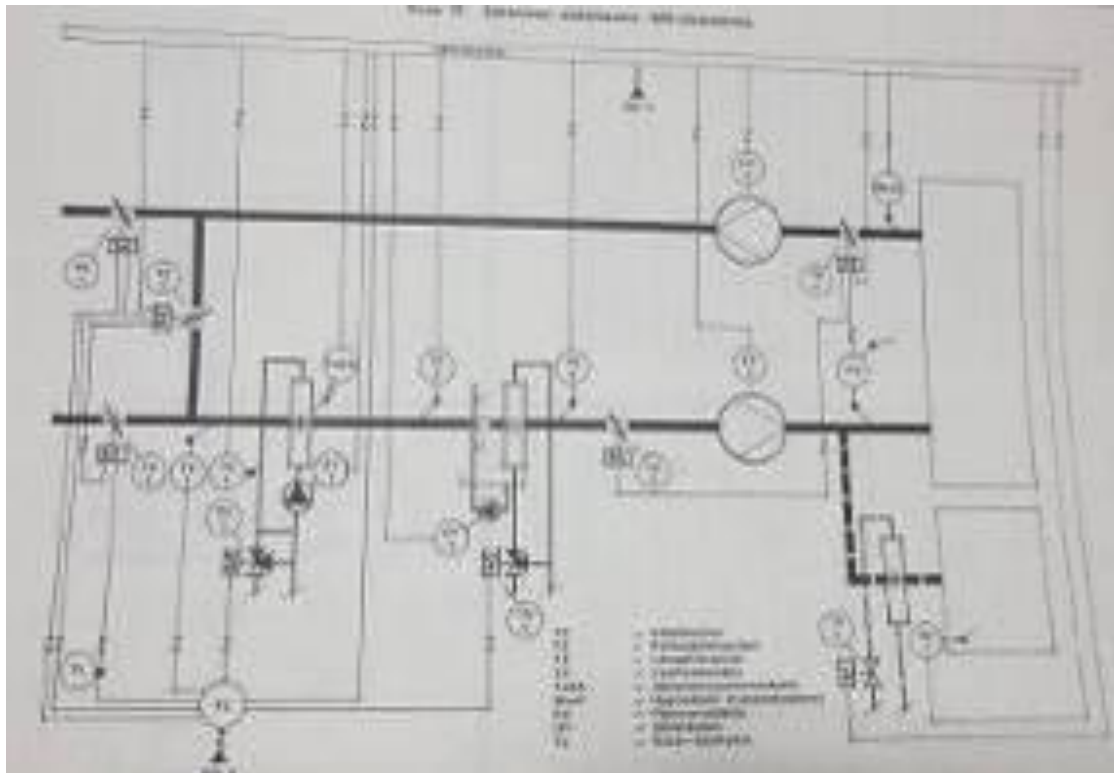
Kiinteistötekniikka on lisääntynyt ja muuttunut monimutkaisemmaksi, ilmastointikoneissa voi olla moniportaisia sarjasäätöjä, esimerkiksi lämmöntalteenotto, kiertoilman käyttö, lämmitys ja jäähdytys. Näissä voi olla vielä erilaisia ennakoivia riippuvuuksia. Järjestelmien hallinta ilman digitaalisia ohjelmoitavia säätöjärjestelmiä olisi liki mahdotonta.



Kuva 3  
Valvontapöytä. Eri kojeet kytketään kaavioiden painonappulaisiin asuilla.

*Isomman ilmastoidun kohteen automaatiosta tuli melkoinen monsteri ennen atk-aikaa. Toisaalta valvontapöydältä näki kouluttamatonkin toiminta-arvot. Muutosten teko prosessikaavioon oli kuitenkin vähintään hankalaa.*

*LVT-Lehdessä esiteltiin 1960-luvulla juuri valmistuneen Helsingin Kallion virastotalon ilmastointia. Kehittyneitä säätölaitteita alkoi saada jo 1960-luvun puolella.*



Kuvassa (Valmet/Carrier) tyypillinen ilmavirtasäätöisen eli IMS- (ilmamääräsäätö) eli VAV- (variable air volume) järjestelmän säätökaavio 1970-luvun alusta. Säätökaavioiden esittämistapakin oli kehittynyt: oli saatu jo omat piirrosmerkit.

### Patterin jäätyminen ollut iäisyysongelma

Eräs ilmanvaihtokoneiden oleellinen ongelma on ollut lämmityspattereiden jäätyminen. Tämän takia niihin on asennettu ns. jäätymissuojia. Alun perin ne toimivat katkaisimina eli pysäyttivät puhaltimen asetellun lämpötilarajan kohdalla. Lämpötila mitattiin ensin ilmapuolelta 1960-luvulle saakka, mutta sen osoittauduttua epävarmaksi mittaus tehtiin patterin putkeen asennetulla anturilla. Myöhemmin alettiin käyttää ennakoivaa säätöä: patterilta poistuvan veden lämpötilan lähestyessä jäätymisvaara ohjataan lämmitysventtiiliä auki. Patterin pumpun pysähtyminen pysäyttää myös puhaltimen. Toisaalta mikään ei auta, jos lämmityskatkos on pitkä ja ulkoilmapeltili jää auki. Tämän takia on kehitetty jo 1960-luvulla jousella sulkeutuvia peltejä. Kuitenkaan kaikki pelit eivät sulkeudu tiiviisti joko peltimoottorin jousen heikon vääntömomentin tai asennustavan takia.

### Kentäkelpoisuudessa ja käyttöliittymässä parantamispotentiaalia

Kentällä on usein tilanne, että laitteiston toiminnan ja asetusrvojen arviointi ilman työlästä perehdyttämistä ja kentällä olevaa tietokonetta ei enää onnistu. Myös laitteistojen ja ohjelmien päivitykset ym. aiheuttavat kustannusta ja harmea. Moni on kaivannut vielä 1970-lukua, jolloin esim. ilmastointikonehuoneessa oli säädin, jonka parin lämpötila-asettelunupin ja ryhmäkeskuksessa sijaitsevan kytkinkellon avulla saattoi nähdä ja hallita laitteiston toiminnan.

Paluuta vanhaan hyvään käytettävyyteen edustavat jotkin pakettikoneitten omat yksikkösäätimet, joissa pienestä käyttöpaneelista voidaan ilman lisälaitteita nähdä toiminta-arvot ja muuttaa asetuksia. Kuitenkin näiden pikkupaneeleiden käyttöliittymä on yleensä jo vähintään 15 vuotta ajastaan jäljessä vaatiessaan käyttöohjeiden lukemista ja opettelua. Käyttämällä jo varsin halvoiksi tulleita tablettikoneita voisi asian saada helpostikin käyttäjäystävälliseen kuntoon. Sama koskee maalämpöpumppujen yms. paneeleita.

## Pyörimisnopeuden säätöä virtaaman ja paineen hallintaan

### KIERROSLUVUN SÄÄTÄMINEN

Puhallinta käyttävän tasavirtamoottorin kierroslukua voidaan säätää joko alaspäin (sarjasäätö) taikka ylöspäin (sivuvirtasäätö) käyttämällä neliossa vaihtelevaa vääntömomenttia vastaavaa säätökäynnistintä.

Asynkronisia oikosulkumoottoreita ei voida jatkuvasti säätää, mutta ne voidaan varustaa kahdella taikka useammalla eri kierroslukua vastaavalla käämityksellä. Täten voidaan 50-jaksoiset moottorit järjestää seuraaville synkronikierrosluvuille kytkettäväksi: 3,000, 1,500, 1,000, 750, 600, 500 j.n.e. Tässä tapauksessa on moottori varustettava vaihtokytkimellä.

Laahausrenkailla varustetut asynkroniset moottorit puhallinkäyttöä varten voidaan säätää säätövastuksella. Säätö on kuitenkin rajoitettu ja voi tapahtua ainoastaan alaspäin.

Se aiheuttaa aina jossakin määrin tappioita ja aikaansaa moottorin vaikutusasteen alenemisen.

*Puhaltimien säädön tarvetta on aina ollut. Ohessa Suomen Puhallintehtaan ohjeita 1938. (KK)*

Puhaltimien ilmavirtaa on voitu säätää alusta lähtien ilmavirtaa kuristamalla, mutta tapa on energiataloudellisesti huono. Isoille aksiaal- ja keskipakoispuhaltimille kehitettiin johtosiipisäätö jo 1930-luvulla. 1970- ja 1980-luvulla isompien aksiaalipuhaltimien virtaamaa voitiin säätää myös lapakulmaa säätämällä. Menetelmää käytetään lentokoneissa ja joissakin laivoissa. Lapakulmasäätö on käyttötaloudellisesti erinomainen ja sen avulla voidaan haluttaessa pitää painetta vakiona. Tätä varten puhaltimilla oli pieni paineilmakompressor. Laitteistossa oli paljon osia ja vastaavasti häiriöitä.

Puhaltimien säädössä oli pitkään kaksinopeussäätö. Esim. määrätyn ulkolämpötilan alapuolella siirryttiin puolinopeuteen (1500/750 r/min) tai 2/3-nopeuteen (1500/1000 r/min), kun yllilämmön poisto huonetiloista ei enää ollut ratkaiseva. Kaksinopeuskäyttö voitiin tehdä moottorin kaksoiskäämityksellä tai käyttämällä kahta moottoria. Jälkimmäisellä tavalla moottorin rikkoutuessa oli varalla toinen moottori ja toisaalta moottorit olivat vakiorakenteisia ja siten nopeasti saatavissa.

Automaatiojärjestelmään liitettävissä olevat ja edulliset taajuusmuuttajat 1980-luvulla saivat aikaan merkittävän parannuksen käyttötaloudessa. Tosin niidenkin säätöalue alkaa pienimmillään 15...20 prosentti kohdalla. Liian pieni nopeus ei jäähdytä moottoria riittävästi. Nykyisen taajuusmuuttajat ovat itsestään selvyys, ellei käytetä nopeussäädöltään yksinkertaisia tasavirtaperiaatteella toimivia EC-moottoreita (EEC = Engine Electronic Control). Niiden nopeutta voidaan säätää suoraan jännitettä säätämällä. Pieniä lähinnä yksittäisen huoneen puhaltimia voidaan säätää myös portaallisella jännitesäädöllä. Myös tyristorisäätöä on käytetty jo 1970-luvusta lähtien.

### Ilmastointia tarpeen mukaan

Tarpeenmukaisuuden edellytyksenä on tarpeen mittaaminen. Huonelämpötilamittaus on ollut itsestään selvä lämpötilan hallinnassa eli lämmittimien, jäähdyttimien tai ilmavirtaan perustuvan yllilämmön poistamisen ohjaamisessa. Sisäilman pitoisuuteen perustuvan ilmanvaihdon minimoimiseksi 1980-luvulla alettiin kokeilla hiilidioksidiantureiden käyttöä. Sittemmin huomattiin mm. tanskalaisen prof. Fangerin käyttöön ottamissa aistinvaraisissa hajupaneeleissa, että ilman laatuun vaikuttaa myös päästöt itse ilmanvaihtolaitoksesta kuten

suodattamista, mutta vielä enemmän päästöt rakennuksesta eli esim. pintamateriaaleista, säilytettävistä papereista, käytetyistä siivouskemikaaleista tai printtereistä ja kopiokoneista. Otettiin käyttöön seosanturit, jotka mittaavat myös haihtuvia hiilivetyjä eli VOC-yhdisteitä.

Huoneilmastoinnissa ilmanvaihdon tehostamistarvetta voidaan tunnistaa läsnäoloanturilla. Usein myös huoneen tai poistokanavan lämpötilan nousu kertoo kuormituksen muutoksen. Rakennusmateriaalien päästöjen merkityksen oivaltamisesta syntyi ajatus luokitella eri materiaalit päästöjen mukaan. Kuitenkin on huomattava, että ilmanvaihdon tehon ohjaaminen koko ajan ns. sallitun rajoilla johtaa keskimäärin huonoon ilmaan. Liian hyvä ei sisäilman laatu ole koskaan. Myös osa kosteusvaurioista voi olla sen syytä, että ilmanvaihto on kokonaan pysäytetty yöksi ja samalla on laskettu sisälämpötilaa. Ei ole oivallettu, että itse rakennuskin tarvitsee ilmanvaihtoa ja käytön aikana kertynyt kosteus on poistettava.

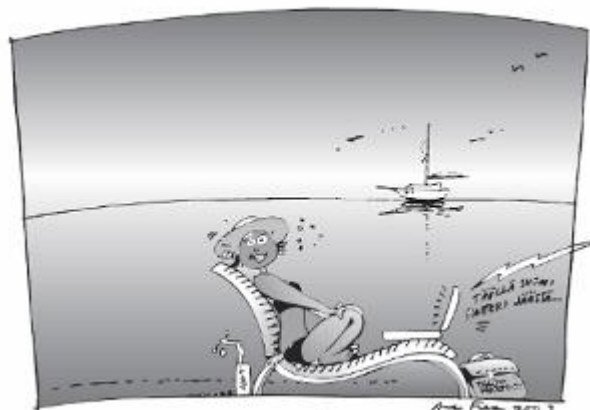
Tarpeen mukainen ilmavirran säätö asettaa vaatimuksia puhaltimen mitoitukseen. Usein on tarpeellista siirtyä hajautuneempaan järjestelmään, jotta pienimmätkin ilmavirrat on mahdollista saavuttaa.

Rakentamismääräykset edellyttävät nykyään, että tietty minimi-ilmanvaihto on myös rakennuksen toiminta-ajan ulkopuolella. Seisokkiajan ilmanvaihto on useimmiten toteutettu pitämällä vain esim. vessojen ja vastaavien tilojen poisto päällä. Tämän on taas arveltu johtava liian suureen alipaineeseen, joka vetää kostea ulkoilmaa rakenteisiin ja ennen kaikkea alipaine vetää sisälle rakennerakoihin kertyneitä epäpuhtauksia. Oikeaoppisissa järjestelmissä korvausilma tulee yöllä tuloilmakoneen kautta vaikkapa puhaltimen seistessä, mutta ulkoilmapellin ollessa auki.

Antureiden toimintaan liittyy myös niiden sijainti IV-koneessa. Lämmöntalteenottolaitteiden, pattereiden ja sekoitusosien jälkeen on usein voimakas lämpötilaprofiili. Lämpötilan mittaamiseksi tarvitaan pitkiä keskilämpötila-antureita ja välisiä pattereiden väliin. Näiden merkitys havaittiin usein vasta 1980-luvulla.

1990-luvulla esiteltiin avoimet tiedonsiirto protokollat ( BACnet ja LON). Graafiset käyttöliittymät ja internetiin pohjautuvat järjestelmät alkoivat yleistyä.

### LANGATON VERKKO



2000

2000-luvulla nettiyhteyden pohjautuvat rakennusautomaatiojärjestelmät valtasivat markkinat. Langaton tiedonsiirtotekniikka lisääntyi nopeasti. Optimoivat älykkäät rakennusautomaatiojärjestelmät lisääntyvät ja rakennusten erilaiset automaatiojärjestelmät integroituvat. Graafiset käyttöliittymät ja laitteistojen etäkäyttö sekä valvonta yleistyivät. Tiedontallennuskapasiteetti kasvoi dramaattisesti. Toimittaja voi ohjelmoida ja tarkkailla toimintaa omasta toimitilastaan käsin. Kysymysmerkkinä ovat edelleen tietoturva-asiat. Merkittävä määrä järjestelmistä on auki alkeellisillekin hakkereille.

Rakennusautomaation integroituminen on tuonut mukaan myös audion- ja videon jakamisen mahdollisuuden, turva- ja hälytysjärjestelmien, kulunvalvontajärjestelmien,



energianhallintajärjestelmien, valaistusjärjestelmien ja huolto- ja kunnossapitojärjestelmien yms. liittämisen osaksi rakennusautomaatiojärjestelmiä. Tietoturvasyistä monet pitävät parempana olla liittämättä esim. rikosturvallisuusjärjestelmää talotekniikan automaatioon.

Toimilaitteiden ominaisuudet ovat parantuneet, vääntömomentit ja toimintanopeudet ovat kasvaneet. Ympäristöolosuhteiden, IP-luokituksen mukainen suojaus on parantunut. Tämä on mahdollistanut näiden edullisten laitteiden laajemmat käyttömahdollisuudet eri olosuhteissa. Kehitys 2000-luvulla on kuitenkin painottunut itse tekniikan sijasta käyttöympäristöön ja palveluihin. Internet ja pilvipalvelut ovat mahdollistaneet erilaisia mobiiliratkaisuja. Ylläpidon, järjestelmäpäivityksen ja vikavalvonnan voi tilata myös kuukausimaksulla palveluna. Laitteiden kuten erilaisten antureiden ja termostaattien ikiongelma näyttää jatkuvan eli vikaantumista esiintyy luvattoman usein. Langattomissa järjestelmissä paristojen tai akkujen vaihto on oma harminsä.

### Järjestelmäsidonaisuus jatkuu

Rakennusautomaatioalan asiakkaiden harras pitkäaikainen tavoite on ollut avoimet yhtenäiset pelisäännöt ja keskenään kommunikoivat laitteistot. Näin järjestelmän ostaja ei olisi sidoksissa rakennuksen loppuiän yhteen toimittajaan. Tämä toive on toteutunut vain osittain. Kenttälaitteet voidaan liittää moniin eri väyläjärjestelmiin, mutta keskuslaitteistoa ei. Kullakin valmistajalla on omat ohjelmansa, vaikka laitteet sinänsä ovat samoja.

## PAINEILMAA TARVITAAN YHÄ USEAMMASSA PAIKASSA

Paineilmajärjestelmien kehitys alkoi 1800-luvun loppupuolella Yhdysvalloissa. Merkittävä pohjoismainen valmistaja on Atlas Copco, jonka paineilmalaittevalmistuksen juuret ovat 1900-luvun alussa. Suomalaisen paineilmavalmistuksen alku luotiin toisen maailmansodan aikana, kun Tampella sai korjattavakseen Outokumpu Oy:n porakalustoa. Siitä alkoi kehitys, joka johti omien porakalustojen ja kompressorien valmistukseen.

Tampella ajautui käytännössä vararikoon pääosin Skop-pankin sähläämisen takia. Suomen Pankille jäänyt toiminta jaettiin paloiksi, joista monet ovat jatkaneet elämänsä uusien omistajien alla. Nykyään amerikkalaisen Gardner Denverin omistama kompressoritehdas Tampereella on Pohjoismaitten ainoa paineilmaruuvikompressoreiden tuotantolaitos. Porakalustopuoli on siirtynyt Sandvik Mining and Construction Oy:lle.

Tekniikassa ehkä suurin muutos on ollut 1980-luvulla siirtyminen mäntäkoneista ruuvikompressoreihin. Myös lamellikompressoreita on käytetty tätä ennen pienissä kohteissa.

Paineilma on tullut myös jokamiehen avuksi 1980-luvulta. Naulapysyvät, mutterinvääntimet, maaliruiskut ja renkaantäyttölaitteet helpottavat työtä rakennus-, huolto- ja korjausaskareissa.

### Energiaa säästyy

Paineilman kuivauksessa on adsorptiosta siirrytty lievemmissä kohteissa jäähdytyskuivaukseen ja öljyttömiä kompressoreja käytettäessä sorptiokuivaukseen. Myös adsorptiokuivauksen runsasta energiankulutusta on pystytty vähentämään alipainetekniikalla yms. Paineilman hukkalämmön talteenottoa on harjoitettu jo 1970-luvulta saakka. Hukkalämpöä on siirretty käyttöveteen tai ilmajäähdytteisissä tapauksissa varastojen ja tuotantohallien lämmittämiseen. Paineilmakeskusten uudenaikainen automaatio perustuu paineen mittaamiseen verkostosta ja usein myös kompressoreiden nopeuden säätöön.



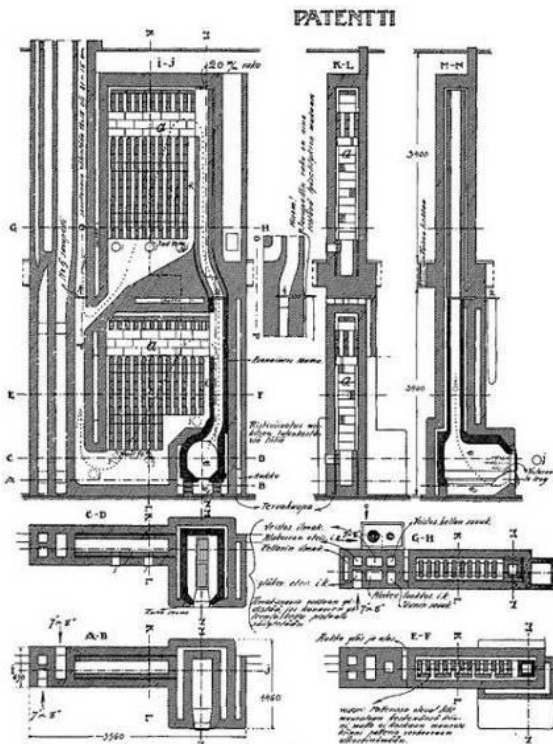
Gardner Denverin kompressoritehdas Tampereella. (BHa)

Hydor Oy aloitti pienten kompressoreitten valmistamisen. Nykyään Sarlin-Hydorin (nyk. Sarlin Oy Ab) alaan kuuluvat myös paineilmajärjestelmien auditoinnit ja kehittyneet ohjausjärjestelmät.

## ERI RAKENNUSTYYPPIEN ERITYISPIIRTEITÄ

### Pientalot: savupirteistä ilmalämmitykseen

Hirsisten pientalojen lämmitysmuoto oli pitkään savupiipun liesi tai pikemminkin kiuas. Myös maalattialla olleet kotieläimet lämmittivät ilmaa. Ihmisten elinikä oli lyhyt ja silmätaudit yleisiä. Itä-Suomessa savupirttejä oli käytössä vielä 1900-luvun puolella. Avotakkojen käyttö levisi Keski-Euroopan linnoista ja kartanoista 1700-luvulla herrasväen asuntoihin Avotakkojen lämmityshyötysuhde oli surkea verrattuna savupirtteihin. Varaavat uunit pelastivat pulasta.



*Kastorin patenttiratkaisulla 1930-luvulta (KK) saatiin savukaasujen lämpöä hyödynnettyä entistä paremmin. Jo pelkästään hellan avulla pieni puolitoistakerroksinen talo lämpeni suuren osan vuotta. Hormistossa on ohituspelti kesäaikaan varten. Näitä tehtiin vielä sodan jälkeen esim. ns. ruotsalaistaloissa (ruotsalaisten lahjoittamat jälleenrakennusajan talot esim. Kauttualla). Menetelmä unohtui myöhemmin jostain syystä.*

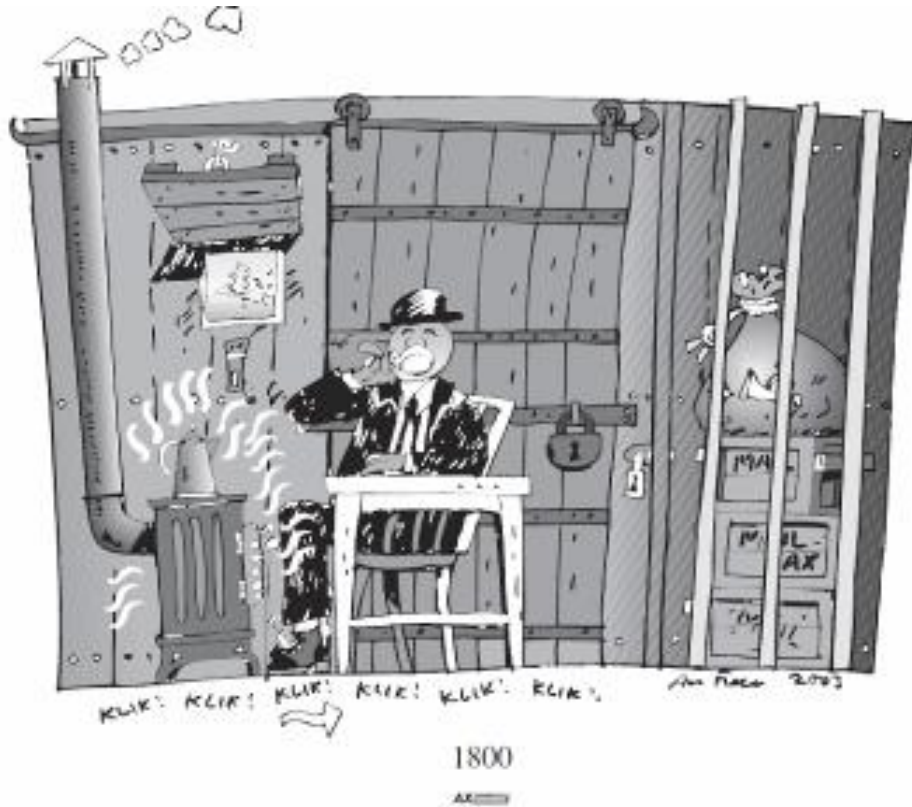
### Vuolukiven uusi elämä

Vuolukivi on lämpötekniisesti erinomainen materiaali. Sen lämmönvarauskyky tilavuusyksikköä kohden on tiileen verrattuna 1,3-kertainen ja lämmönjohtavuus moninkertainen. Lämpö saadaan tämän takia koko uunin massaan leviämään tehokkaasti. Ainoa vaara on liika lämmitys, jolloin tulipesä voi rapautua. Tämä voidaan välttää järkevän käytön lisäksi vuoraamalla tulipesä tulitiilillä.

Vuolukiveä käytettiin yleisesti uneissa ja rakennusten pinnoissa 1800-luvun lopussa, mutta käyttö hiipui. Uusi tuleminen tapahtui 1980-luvulla. Puun palamista on parannettu lisäämällä tulipesän alle ritiläarina ja sen alle tila, johon johdetaan erillisen ilmaventtiilin kautta palamisilmaa. Samalla alatilaan on voitu sijoittaa kunnollinen tuhka-astia. Sekundääri-ilmaa johdetaan liekkien päälle suuluukkuun rakennetulla suuttimella. Sekä arinan alta että suuluukusta tulevaa ilmaa voidaan säätää portaattomasti. Näillä parannuksilla saatiin savukaasujen haitalliset pitoisuudet laskemaan niin alas, että vuolukiviuneja voitiin toimittaa Keski-Eurooppaan, jossa on jo pitkään ollut Suomea tiukemmat ilmansuojelumääräykset. Vuolukivestä on tullut brändi ja jopa sähköpattereita päällystetään vuolukivellä.

Viimeisimpiä uunien parannuksena on ilmasuuttimien käyttö myös tulipesän takalaidassa. Tavoitteena on ennen kaikkea puhtaampi palaminen jakamalla ilmaa liekkiin tasaisesti. Polttopuiden riittävä kuivuus ja sytyttäminen päältä ovat oleellinen osa puhtaampaa palamista. Nykyisen kutakuinkin kaikissa sähkölämmitteissä uusissa omakotitaloissa on jonkinlainen varaava uuni.

## Vapaa-ajan tiloissa nopea lämmitys



Valurautakamiinan kehitti Yhdysvalloissa Benjamin Franklin jo 1700-luvulla. Erilaisia versioita on olemassa lukuisia. Joissakin öljylämmitteisissä laitteissa savukaasut tulevat huoneeseen. Nämä olivatkin Yhdysvaltain suurin sisäilmasto-ongelma 1980-luvulla erään sisäilmastoseminaarin mukaan. Samoja laitteita käytetään joissakin kehitysmaissa edelleen.



Suomessa kamiinahelloja lämmitetään puulla ja savukaasut johdetaan ulos. Lämmityslaitte Oy/Kastorin näppärä ratkaisu 30-luvulta. (KK)



Yhdysvalloissa markkinoitiin 1910 paitsi kamiinoja myös kompakteja kamiinan näköisiä keskukslämmityskattiloita (Am). Esitteissä näitä sijoitettiin asuinhuoneisiin. Kelpaa siinä lapsosen nojaille?



Legendaarinen 1930-luvulla kehitetty Porin Matti oli erityisesti kesähuviloiden ratkaisu. Siinä yhdistyi kamiina ja jonkin verran varaava uuni. Päällä oli keittolevy. (KK)

Nykyään on saatavilla vastaavanlaisia varaavia kamiinoita, joissa hyödynnetään vuolukiven suurta lämpökapasiteettia.

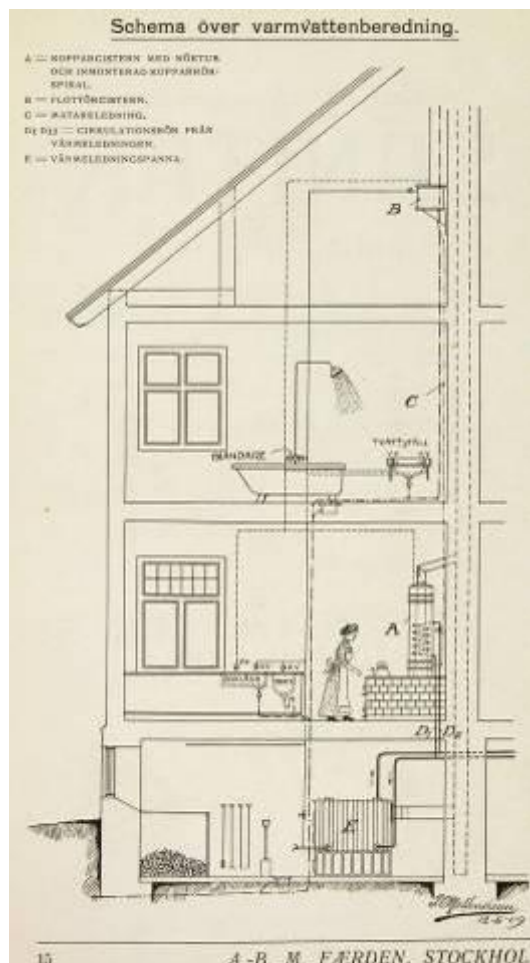
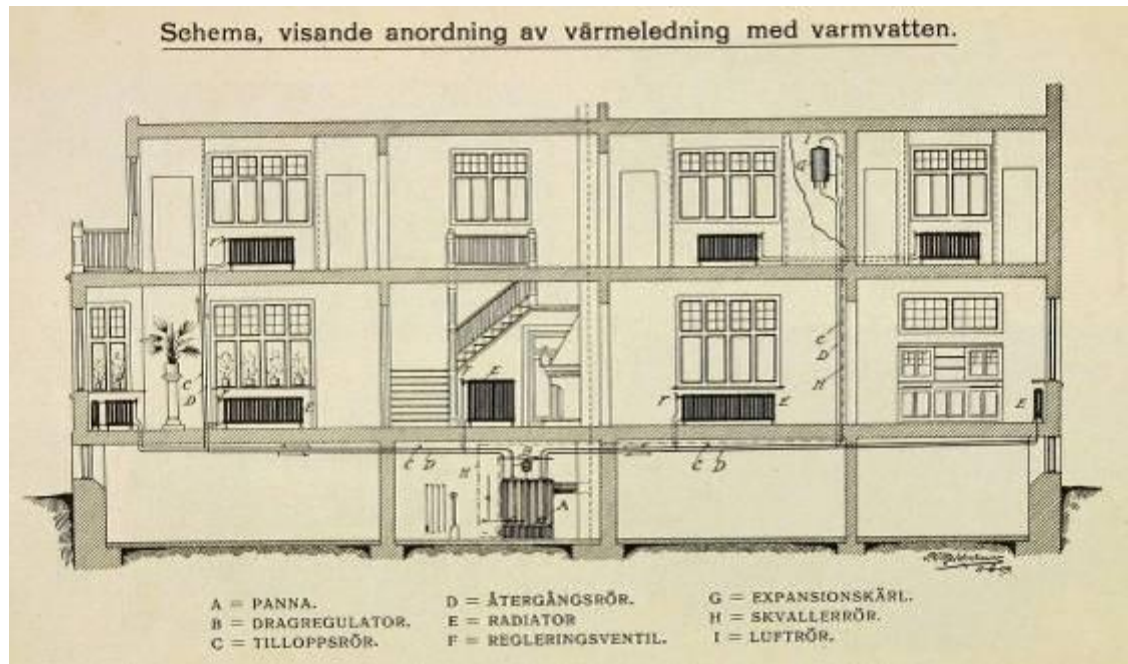
Tarjolla on myös pelleteillä lämpiäviä kamiinoita, joissa on automaattinen pellettien syöttö.



Nestekaasua käyttävät katalyyttiset säteilylämmittimet ovat myös eräs vaihtoehto kesämökille. Kaasulämmittimet tulivat muotiin 1960-luvulla nestekaasun käytön yleistyessä



## Naapurimaan rikkaat siirtyivät vesikeskuslämmitykseen



Ruotsissa markkinoitiin omakotitaloihin jo vuosisadan alussa keskuslämmitysjärjestelmää. Kuvat Tukholman vuoden 1909 omakotinäyttelystä. Elintasokuilu Suomen ja Ruotsin välillä oli valtava.

Kattilasta saatiin lämmin käyttövesikin. Erikoinen vekotin on liedon savukanavan varustaminen lämpöä talteen ottavalla lämmönsiirtimellä. Tuohon aikaan liesiä käytettiin pitkiä aikoja: ruoanlaitto ja kahvin tai teen keittäminen vei aikaa pitkin päivää. Liedessä saattoi olla ylläpitotulta jatkuvasti. (Am)

Suomessa siirtyminen keskuslämmitykseen tapahtui hitaasti ja pienin askelin. Ensimmäinen vaihe oli kerrostalojen mallin mukaisesti liesien hyödyntäminen muutaman patterin lämmittämiseksi.

Eräänlaista paluuta menneisyyteen on edustanut parinkymmenen vuoden aikana lämmitysvesikierukoiden asentaminen uuneihin. Uunin vesikierukasta voidaan syöttää lämpöä lämpöverkkoon tai käyttöveden varaajaan. Vaikka uunia lämmitetään tyypillisesti vain pari tuntia tai joskus jopa neljä tuntia päivässä, pysyy uuni lämpimänä pitkiä aikoja ja lämmitysputkista saa lämpöä - jos kohta haaleampaa.



*Valurautapatteri sai lämmön uunista 1910 saksalaisen patteritehtaan Nationale Radiator Gesellschaftin mainoksessa (Am). Nyt näitä ratkaisuja myydään jälleen.*

Uunilämmitys loppui monin paikoin halvan öljyn aikana 1960-luvulla. Silloin alettiin rakentaa avotakkoja. Niiden käyttö jäi useissa tapauksissa muutamaan tunnelmointiin makkaranpaiston tai uudenvuoden tinojen valamisen merkeissä. Jotkut käyttivät niitä myös tupakoitaessa savujen imemiseen. Avotakkojen palamisilman lämmittäminen esim. pattereilla vaatii lämpöä lähes saman verran kuin takasta tulee. Palamisilman johtaminen suoraan tulisijaan parantaa tasetta, mutta on muutoin hankala. Myöhemmin avotakkoja on varusteltu ns. takkasydämillä, joilla saa nostettua hyötysuhdetta, mutta lämpöteho loppuu pian tulen sammumisen jälkeen. Jotkut fiksut ovat purkaneet koristetakansa ja teettäneet tilalle kunnan takkauunin.

Pienten tulisijojen käytön sijasta voisi olla vaihtoehtona, että tulevaisuudessa pyrittäisiin keskitettyihin polttolaitoksiin, jonne takametsistä puuta tuovat pienmetsänomistajat voisivat tuoda pienpuuta. Palaminen saataisiin ympäristöystävällisemmäksi. Kaasutustekniikan avulla pienvoimalat voisivat tuottaa sekä sähköä että lämpöä.

### **Pula-ajan jälkeen vesikeskuslämmitykseen**

Vielä 1940/1950-lukujen vaihteessa uunilämmitys oli Suomessa pientalojen vallitseva lämmitysmuoto. Pula-aikana esim. kivihiilen tuontia rajoitettiin ja kaikista metalliesineistä oli pula - niin myös LVI-tarvikkeista. Sotakorvausvuosien jälkeen eli 1952 alettiin asentaa myös pientaloihin keskuslämmitysjärjestelmiä. Ensinnäkin käytettiin puukattiloita, sitten tulivat tavallinen kivihiili, erityisen kova ja hiilipitoinen antrasiitti ja tavallinen koksi ja 1950-luvun lopulla öljy.



*Saksalaista valurautapatteritehtaan mielikuvamainontaa vuodelta 1910.(Am)*

Puukattiloiden vesitilavuus oli suuri ja apuna voitiin käyttää erillistä varaajaa. Näin panoslämmitys riitti pakkasilmoilla aamuun saakka. Patteriveden mitoituslämpötila oli samasta syystä alhainen eli tyypillisesti 50 °C. Väljät lämmitysputket ja patterit auttoivat asiaa. Tilan säästämiseksi 1970-luvulla kehiteltiin varsin pieniä teräslevystä hitsattuja kaksoispesäkattiloita, joissa oli jonkinlainen puulämmitysosa. Kovin puhtaasti tällaiset ratkaisut eivät pitkäliekkistä puuta polttaneet, ellei puuta pilkottu ihan säleiksi. Tällaisten kattiloiden puupesä lieneekin tarkoitettu tilapäisen öljypulan varalta.

Hieman kitkutellen on alettu käyttää puupellettikattiloita. Pellettivaraston sijoittamisen vaikeus ja huollon tarve eli lähinnä hajonneiden pellettien poisto jarruttavat menetelmän yleistymistä. Tekniikkaa on kehitetty huoltoystävällisemmäksi. Pellettien hinta heiluu kuten muidenkin energialähteiden, joskaan ei yhtä nopeasti.

Keskuslämmitys merkitsi suurta parannusta lämpimän käyttöveden saannissa. Uunilämmitysaikaan kuumaa pesuvettä sai lieden säiliöstä, erikseen lieden päällä lämmittäen tai saunan padasta, jos sitä lämmitettiin. Keskuslämmityksen hoitaman käyttöveden lämmityksen ansiosta käytännössä myös hygienia parani. Pesupaikoissa oli tarjolla kylmää ja lämmintä vettä ja saunan yhteyteen tehtiin myös suihku.

Vesikeskuslämmityksen säätö hoidettiin aluksi käsin ilmojen mukaan vääntämällä kattilan päällä olevaa 4-tieventtiiliä. Tarjolla oli myös kiertovesipumpun on-off-ohjaus huonetermostaattilla. Tällainen ohjaus johtaa helposti putkiston napseeseen tai paukkeeseen ja rasittaa liitoksia. Jo 1960-luvulla oli saatavissa ulkolämpötilan mukaan menoveden lämpötilaa säätäviä säätökeskuksia, joita usein kutsuttiin variaattorikeskuksiksi. Eräs ulkomainen pumppuvalmistaja mainosti suurena savutuksena 1980-luvulla pumpun pyörimisnopeuden ohjaamista huonelämpötilan mukaan. Menetelmä oli varmaan jossakin Keski-Euroopassa käypä, jos muuta säätöä ei ollut.

## Patterilämmityksestä lattialämmitykseen



Tämä ilmoitus on tarkoitettu niille, jotka suunnittelevat oman kodin tai huvilan rakentamista.

**"LÄMMIN LATTIA"-keskuslämmitys TERMOVENT-kojeen avulla kokeiltu ja hyväksi todettu**

Amerikassa on jo pitkät ajat käytetty lämmitintä enemmän kuin lämpöpattereita yhden perheen talojen lämmitykseen, sillä lämmintä lämmitysjärjestelmä on osottunut sekä mukavammaksi että taloudellisemmaksi. Perusteilisten kokeilujen jälkeen Puhallintehdas esittää nyt tämän lämmitysjärjestelmän Suomen oloihin sovellettuun.

**LÄMMIN LATTIA**-järjestelmä on suunniteltu 1 tai 1½ kerroksisen, korkeintaan 130 m<sup>2</sup> lattiapinta-alaa sisältävään yhden perheen talon varten. Järjestelmä voidaan soveltaa vain uudisrakennuksiin.

**... joukoittain etuja**

- lämmin ja vedoton lattia
- tasainen lämpö
- raikas ilma
- pienet polttoainekustannukset
- lämpöpattereita ei tarvita
- putkitarve pienempi
- pienemmät perustamiskustannukset

**TOIMINTAPERIAATE:** Ulkoilman lämpötilan alhaisimmassa oleviin aukoista kuita ja sekoitetaan huoneiston sisäilmaan. Sekoitussuhde on säädettävissä. Ilma lämmitetään Puhallintehdas TERMOVENT-kojeessa, johon johdetaan lämmintä vettä teräsoleista lämmityskattilasta. Lämpötilaa pidetään lattiassa aina olevaan pöytälämpömittariin, joka on koko rakennuksen pituisen. Tällä ilma jaksautuu suoraanvirtaan ja virtaa erikoisten jakelijoiden kautta huoneisiin. Huoneet lämpenevät siis osittain lattian lämmityksen vaikutuksesta ja osittain säleikkövalaistuksen lämmityksestä.

TERMOVENT-koje on täysin automaattisesti eikä tarvitse muuta hoitoa kuin ilmasuodattimen puhdistamista n. kerran viikossa ja moottorin rasvauusta 1—2 kertaa vuodessa.

Vastaamme mielit kaikkiin kyselyihin ja lähetämme pyydettyä tarkempia selvityksiä. Tehtävämme osotte on TAPANIEN ja keskusnumeromme 22 28 31.

**SUOMEN PUHALLINTEHDAS OY**

*Ennen vesikiertoista lattialämmitystä markkinoi Suomen Puhallintehdas LVT-tiedotuksia-lehdessä jo 1952 lattian lämmittämistä ilmalla.*

Ensimmäiset metalliputkilla tehdyt lattialämmityskokeilut 1960-luvulla Espoon Tapiolassa johtivat mm. vuoto-ongelmiin. Lattialämmitys alkoi yleistyä 1980-luvulla, kun sopivia muoviputkia alettiin tuoda maahan ja myöhemmin myös valmistaa Suomessa. Kaikki eivät kuitenkaan heti ymmärtäneet, että tavallinen muoviputki päästää happea läpi, mikä johtaa metallisten verkosto-osien korroosioon. Putkien on oltava happidiffuusiotiiviitä, mikä saadaan aikaan erityisellä pintakerroksella.

Säätöteknisesti lattialämmitys ei ole erityisen hyvä. Varsinkin betoniin upotettujen putkien käyttö johtaa siihen, ettei lämmitys reagoi riittävän nopeasti lämmöntarpeen muutoksiin. Erilliset kevytrakenteiset pintakerrosratkaisut ovat oleellisesti parempi vaihtoehto, ellei betonin lämpökapasiteettia nimenomaan haluta käyttää hyväksi esim. autotallin lattialämmityksessä yö sähkötariffia hyödyntäen.

Vanhoihin omakotitaloihin myöhemmin asennetut lattialämmitykset ovat pahasti epäonnistuneet, ellei samalla lämpöhäviöitä ole pienennetty. Muutoin lattiaa on pidettävä kovalla pakkasella sietämättömän kuumana. Kun käyttöön on otettu koneellinen tulo/poistoilmanvaihto ja rakennusvaipan lämpöhäviöt on saatu alhaisemmaksi, on lattialämmitys toimiva. Lattian lämpötila voidaan pitää alhaisena ja tarvittava lämmitysveden lämpötila matalana. Lämpöpumpplämmityksen lämpökerroin eli hyötysuhde paranee, mitä alhaisempi on tarvittava veden lämpötila.

Aivan uusi innovaatio on takkauunista lämpönsä saava lattiaan asennettu lämminilmaputkisto, joka paitsi lämmittää, myös valun jälkeen kuivaa betonilattia. Kauppanimi on Tulilattia.

### Helppo sähkölämmitys

Sähkölämmityspattereita myytiin jo 1930-luvulla.



*Strömbergin merkkinä varsin modernin näköinen patteri vuodelta 1937. Teho valittiin käsin 4-portaisesta kytkimestä. (KK)*

Sähkölämmitys alkoi tunkeutua laajemmin markkinoille jo 1960-luvulla ja levisi vähitellen vallitsevaksi käytännöksi pientaloissa. Sähkölämmityspattereita on ollut Suomessakin myytävänä sata vuotta. 1950- ja 1960-luvuilla oli massavaraajalämmittimien käyttö verraten yleistä. Taloudellisuus perustui sähkön päivä- ja yöenergian hintaeroon.



*Jo 1940-luvulla oli lämpöä varaavia vuolukivestä tehtyjä sähkölämmityspattereita (BHa). Teho ja koko olivat vaatimattomat ja vastukset paloivat herkästi poikki. Tehoa ohjattiin irrottamalla pistotulppa tai varustamalla liitäntäjohto katkaisimella.*

Varsinaisia massavaraajia oli kahta tyyppiä: puhaltimilla tai painovoimaisella läpivirtauksella toimivia. Varaajilla ei sisäilman lämpötilaa voi hallita kovin tarkasti. Ensin huonelämpötila voi nousta liiaksi ja illansuussa lämpö voi loppua kesken.

Myös yö sähköllä lämmitettävään vesivaraajaan perustuvia lämmityksiä on tehty jatkuvasti. Päivä- ja yö sähkön energia- tai siirtohinnan eron supistuminen on vienyt pohjaa varaavalta lämmityksiltä, mutta tulevaisuudessa älykkään sähköverkon edellyttämä jaksottainen sähkölämmitys siirron uudet ampeeriperusteiset tariffit voivat palauttaa varaavan lämmityksen kannattavuuden.



### **Polttavia lattialämmityksiä**

Lattian sähkölämmitystä on paljon käytetty märkätiloissa ja klinkkerilattiaisissa tiloissa. Myös tällöin on varmistettava, ettei pintalämpötilan tarve nouse kohtuuttomaksi. Ihmiselle 28 °C on lattian pinnalle maksimilämpötila. Hirsihuvioiden pesuhuoneen sähköinen lattialämmitys on joskus johtanut jopa polttavan kuumaan pintaan, ellei apuna ole patterilämmitystä tai pienennetä huoneen lämmitystarvetta esim. lämmitetyllä tuloilmalla. Klinkkerilattioiden suosio on johtanut tarpeettomaan energian kulutukseen = tuhlaukseen. Hyvälaatuisella muovimatolla päällystetty lattia ei tarvitse lämmitystä. Myös märkätiloissa muovimatto on laattamyyjien väitteistä huolimatta ihan käypä, kun suihku hoidetaan suihkukaapilla. Tällöin vettä ei suinkaan roiskita pitkin huonetta. Samalla tilan kosteusongelmavaara pienenee ja hygienia paranee.

### **Ala-arvoiset termostaatit, palaneen pölyn hajua**

Elektroniset patteritermostaatit tulivat markkinoille jo 1970-luvun alussa, mutta ilmeisesti vieläkin valmistetaan bi-metalliin perustuvia ns. mekaanisia termostaatteja. Niiden haitta on huono tarkkuus ja jopa häiriöt TV- ja radiolaitteissa sekä naksahdus. Lämpötilalämmittimissä palava ilman pöly on myös koettu ongelmaksi, vaikka myyjien mielestä ilmassa leijuva pöly ei tartu kuumien vastusten pintaan. Kuumentunut pöly onkin lähinnä lämmityskauden alun ongelma, ellei patteria puhalleta paineilmalla puhtaaksi. Sähkölämmittimien ohjaustekniikan elinikä on keskimäärin oleellisesti vesipattereita lyhyempi.

### **Kattolämmitys ei lämmitä pöydän alle**

Eräs vaihe 1970 - 1990 -luvuilla oli kattolämmityksen käyttö. Huoneen katossa olevan pintalevyn taakse asennettiin lämmityskalvo. Tuloksena oli sinänsä tasainen lämpösäteily, mutta esim. ikkunan edessä olevan työpöydän alapuolta se ei lämmitä. Jos talossa on vain koneellinen poisto, on ikkunaraoista tuleva veto ongelma. Katon rajassa ilma ylikuumenee ja voi mennä poiston kautta osin hukkaan, ellei ole käytössä poistoilman lämmön talteenottoa.

Sähkölämmitys söi markkinoita putki- ja öljyalalta. Kilpailu markkinaosuuksista LVI- ja sähköalan kesken oli vähintäänkin avointa ja vilkasta 1980-luvulla. Sitten nokittelu hieman laantui, kun Imatran Voima Oy ja Neste Oy yhdistettiin. Hedelmällisimmillään tilanne oli se, että kumpikin puoli jakoi arvokasta energiansäästötietoa asiakkaille. Tämäkin toiminta hiipui, kun öljymarkkinat avautuivat kaikille ja uudet kilpailijat perustivat toimintansa tuotteen halpaan hintaan, ei kuluttajavaliokunnan. Niinpä markkinoilla on kaikenlaista lyhytikäistä halpaa sähkölämmityskamua - jos on kunnollistakin.

### **Sähkölämmitys vaatii säätötehoa**

Tuulivoiman vastustajat ovat uskonnollisen hurmoksen tapaan ottaneet esille haittoja, joista yksi on säätövoiman tarve. Säätövoiman varsinainen tarvitsija on kuitenkin sähkölämmitys, jonka ansiosta huippupakkasilla Suomen tehontarve nousee piikkimäisesti. Siirtotariffirakenteen muutos alkaa olla väistämätön eli ne, jotka tarvitsevat tehoa, siitä myös maksavat. Nyt esim. suoralle sähkölämmitykselle kovalla pakkasella siirtyvät lämpöpumppulämmittäjät saavat muiden siivellä halpaa siirtotehoa. Samoin saavat etua esim. aurinkoenergiaratkaisut, jotka eivät säästä wattiakaan siirtokustannuksia. Kuluttajat eivät asiasta useinkaan ymmärrä juuri mitään, jopa medioissa menee sekaisin teho ja energia.

### **Maalämpö levisi 2000-luvulla**

Kaikista 750 000:sta pientalosta sähkölämmitettyjä on puoli miljoonaa. Näiden lämmönkulutuksen pienentäminen on Suomen sähköenergiankulutuksen ja huipputehon tarpeen pienentämiseksi erittäin tärkeää. Vaikka maalämpöpumpputekniikka alkoi tulla markkinoille jo 1970-luvulla, ei se Suomessa levinnyt. Yksinkertainen syy oli se, että säästetyt lämmön rahallinen arvo ei ylittänyt lämpöpumpun käyttämän sähköarvoa, kun sekä lämpöpumpun lämpökertoimen samoin kuin sähköhinnan suhde öljyenergian hintaan oli noin kolme. Öljykriisi 1970-luvulla kylläkin antoi hieman vauhtia, mutta öljyn hinnan suhteellinen lasku hiljensi taas markkinat.

Vasta 2000-luvulla sekä maalämpöpumppujen että ilmalämpöpumppujen käyttö ryöpsähti. Vesivaraajaa käyttävien sähkölämmitystalojen siirtyminen maalämpöön on ollut erityisen helppoa. Energioiden hintasuhteet olivat muuttuneet ja myös lämpöpumpputeknikka ratkaisevasti parantunut. Toki markkinoilla on ollut kirjavuutta ja ilmasta lämpöä ottavia Pohjolaan huonosti sopivia ratkaisuja.

Monia öljylämmitteisiä kattilalaitoksia on korvattu maalämmöllä, jonkin verran myös ilmasta veteen lämpöpumpuilla. Tällainen lämpöpumppu on lämpökaivon verran maalämpöä halvempi, mutta huonompi lämpökerroin ja siirtyminen kovalla pakkasella suoraan sähkölämpöön sekä ulkoyksikön suuri vikaherkkyys tekee ratkaisusta vähintäänkin kyseenalaisen. Toinen mahdollisuus on säilyttää vanha kattila ja käyttää sitä huippupakkasilla. Markkinoille on tullut myös kompakti paketti, jossa on lämpöpumppu sekä kattila. Näin tehontarvehuiput eivät rasita kohtuuttomasti sähköverkkoa ja voi säästyä esim. sähköliittymän uusimiselta.

### **Lämpöenergian kulutusta pienennetty monin keinoin**

Sähkölämmitysenergian kulutuksen tyypillisiä pienentämiskeinoja on ollut uunilämmityksen uudelleen käyttö, ikkunoiden ja ulko-ovien uusiminen, yläpohjan eristys ja koneellisen ilmanvaihdon käyttö ja talon samanaikainen tiivistäminen. Ulkuvuorauksen uusimisen yhteydessä myös lisäeristys lienee itsestään selvää. Kulutuksen puolittaminen ei ole ollut vaikeaa.

### **Öljykriisi avitti koneellista ilmanvaihtoa ja ilmalämmitystä**

Valmet Oy toi markkinoille 1970-luvulla Kotilämpö-nimisen ilmalämmitysjärjestelmän. Ilmalämmityskoneen lämmityspatteri oli tehokas, joten lämmitysveden lämpötila voi olla matala, mikä mahdollisti maalämpöpumppujen yhdistämisen järjestelmään.

Järjestelmään oli liitettävissä myös katolle asennettavat aurinkoenergian keräimet. Niissä kiersi ilma eikä jäätymisvaaraa ollut. Keräimien käyttö jäi kuitenkin lähinnä koekehteisiin. Selektiivilasia ei silloin osattu käyttää keräimissä. Poistoilmasta otettiin lämpö talteen ristivirtalevyllämmönsiirtimellä. Huoneisiin ilma puhallettiin ikkunan kohdalla lattiasäleiköistä. Ilmanvaihtojärjestelmä sai kohtalaisen suosion ja sille alkoi tulla kilpailijoita. Kilpailijoiden tekninen taito ei kuitenkaan aina riittänyt ja alan maine kärsi. Äänitekniikkaa ei useinkaan hallittu ja koneita voitiin käyttää vain alimmalla nopeudella. Ammattitaitoisesti tehdyt ilmalämmitysjärjestelmät ovat toimineen hyvin ja lämpöenergian kulutus on ollut erittäin alhainen. Monet näistä laitteista ovat toimineet näihin päiviin saakka ja vasta nyt koneita vaihdetaan uusiin.

Tuloilmakoneitten ilman esilämmittämiseksi kokeiltiin joissakin kohteissa ilman ottoa ullakolta. Aurinko lämmitti ullakkoa erityisesti keväällä. Ilmanottonavanaan tehtiin vaihtopelti eli lämmityskaudella ilma ullakolta ja kesällä ulkoa. Käytännössä ullakolta otto jouduttiin yleensä lopettamaan, sillä usein ullakon ilman laatu heikkenee samaan tapaan kuin lämmittämättömissä kesämökeissä.

Pelkkä lämmöntalteenotolla varustettu tulo/poistoilmanvaihto ja erillinen huonelämmitys on kuitenkin suosituin. Nykyään ei ole mikään konsti saavuttaa tiiviissä talossa lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteeksi 70 %. Matala- ja passiivenergiataloissa ilmanvaihdon perusilmavirrat voivat riittää huoneiden lämmittämiseen; muuta lämmitysjärjestelmää ei tarvita. Rakennuksen ulkovaipan paksujen eristeiden aiheuttamista lisäkustannuksista osa saadaan takaisin. Ei nyt sentään kaikkea, vaikka niinkin on väitetty.

Erilaisia teknisiä versioita on kehitetty poistoilman lämmön hyödyntämiseen. Poistoilmalämpöpumppu on yhdessä varaavan uunin ja lattialämmityksen kanssa riittävä moniin pientaloihin. Samalla voidaan lämmittää myös käyttövesi, joten laitteisto säästää myös kesällä.

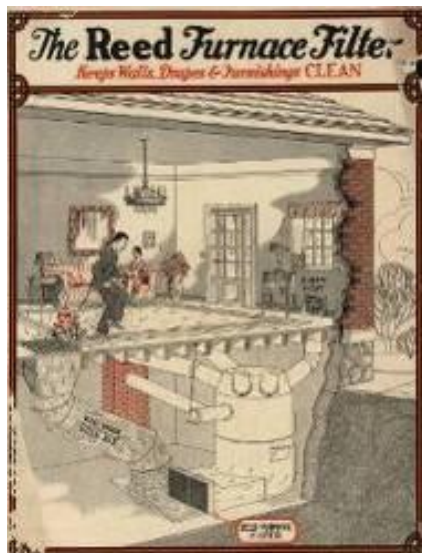
### **Huonekohtaisia puhallinratkaisuja**

Painovoimaisessa ilmanvaihdossa tuloilman hallittu tuonti on aina ollut ongelma. Jos halutaan suodattaa ilmaa, ei pientalossa käytössä oleva paine-ero oikein riitä. Lisäksi paine-ero riippuu

ulkolämpötilasta. Ilman tuonti esim. tuuletusikkunaan tehdyn suodattimen läpi aiheuttaa väistämättä talvella vetoa. Toki tuloilma-aukko tai -venttiili voidaan varustaa termostaatilla, joka kuristaa ilmavirtaa lämpötilan mukaan. Käyttämällä puhallinta ilma saadaan hallitummin sisälle ja voidaan suodattaa. Ilman jako on tehtävä niin, että huoneilma sekoittuu tehokkaasti puhallettavaan ilmaan. Suomalainen Mobair on ratkaissut asian siten, että seinäpuhaltimen ja tuloilma-aukon välissä on pieni rako, jolloin huoneilma ja ulkoilma sekoittuvat jo ennen puhallinta. Lisäksi sekoittumista tapahtuu puhallussäleikön jälkeen ja ilma ohjataan katon rajaa. Koneellinen tulo vaatii myös koneellisen poiston esim, vessoista ja pesutiloista.

### Samaan aikaan toisaalla

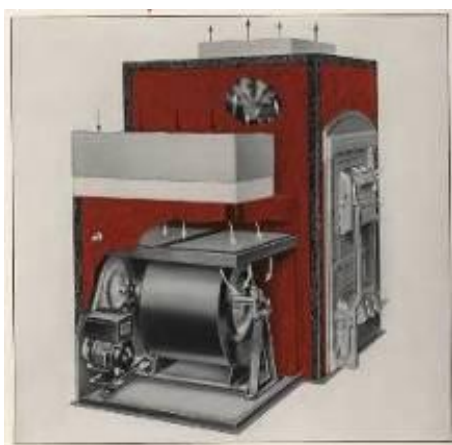
Yhdysvalloissa oli jo 1800-luvun puolella kehitetty luonnonvetoon perustuva kuumailmapuhallusjärjestelmä pientaloihin. Siinä kellariin sijoitetusta metallisesta kuumailmauunista jaettiin ilmaa kanavilla kuhunkin huoneeseen. Ilma virtasi huoneisiin lattiaritilöistä yleensä ikkunoiden alta. Kierrätysilmaa varten olivat omat lattiasäleiköt. Kuumailmauunia kutsuttiin monien kanavahaarojensa takia ystävien kesken mustekalasysteemiksi.



*Vanhimmat amerikkalaiset "octobus furnace"-uunit lämmitettiin hiilellä tai koksilla. 1930-luvulla harjoiteltiin öljy- ja kaasupolttimen käyttöä.*

*Jo 1920-luvulla oli tarjolla lisävarusteena palautusilmapuhallinratkaisu suodattimiseen, jolla järjestelmä saatiin oleellisesti varmatoimisemmaksi varsinkin hatarissa taloissa (Am).*

*Myöhemmin nämä lämminilmauunit on yleensä korvattu nykyaikaisilla lämminilmakehittimillä. Muutostöissä harvina ovat olleet asbestieristeet.*



*Mustekalasysteemin sijasta tällainenkin puhallinta käyttävä ja ilmaa suodattava polttoainelämmitteinen ilmalämmityskone oli saatavissa jo 1930-luvulla - USA:ssa.*

*Raitisilmapuoli on ylipaineinen tulipesään verrattuna, joten mahdollisen vuodon kautta savua ei pääse huoneilmaan (Am)*

Saksassa on pientalojen tuloilman lämmityksessä ja jäähdytyksessä käytetty passiivisesti maan lämpötilaa. Ilmanottokanavaa asennetaan kymmeniä metrejä maahan, jolloin kanava toimii lämmönsiirtimenä eli talvella esilämmittää ja kesällä viilentää. Suomessa menetelmää on ainakin kokeeksi asennettu muutama uusiin energiatehokkaisiin pientaloihin. Arveluttavana on pidetty sitä, että ainakin keväällä maan ollessa kylmä ulkoilman kosteus kondensoituu kanavassa. Miten estää homehtuminen huolimatta kanavien antiseptisestä

pinnoitteesta? Yleensä kaikki antiseptiset kikkailut voivat olla vaarallisia eli saavat aikaan resistenttejä ja siten vaikeasti torjuttavia mikrobeja.

### Rivitalojen sokkelilämmitys

Eräs suomalaisen koko rakennusalan historian musta kausi on 1960- ja 1970-luvun matalaperusteiset pien- ja rivitalot. Fysiikan peruslakien tunteminen oli unohtunut ja rakennusten lattia tehtiin maapinnan tasoon ymmärtämättä, että vettä imevät eristeet ja puurakenteet kostuvat. Routaeristeiden säätämiseksi lämpöjohtot suunniteltiin ja siis asennettiin sokkelianturaan pitämään maata sulana. Seurauksena oli isot lämpöhäviöt ja putkivutojen sattuessa isot kosteusvahingot. Homman kruunasi se, että 1970-luvun öljykriisissä nämä lämpöjohtot uusittiin asentamalla uudet pinta-asennetut linjat. Seurauksena talvella monessa tapauksessa maa routi ja sokkelipalkit katkesivat.

### Sade- ja jätevesiviemärointiin huomiota

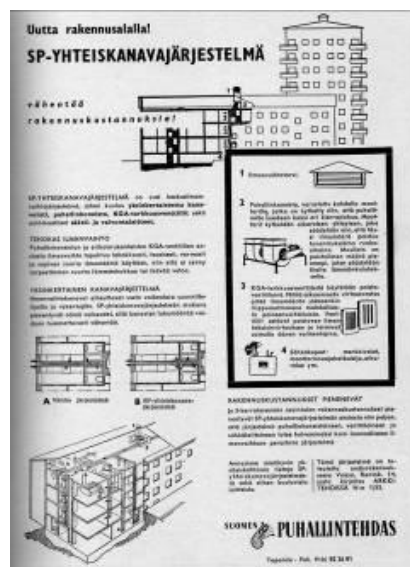
Haja-asutusalueilla jäteveden viemäroinnin puhdistusvaatimukset ovat saaneet aikaan erilaisia innovaatioita 2000-luvulla. Useissa tapauksissa - vaan ei kaikissa - harmaitten eli pesuvesien erottaminen vessavesistä on helpottanut ratkaisua. Harmaavesien imeytys voi onnistua omalla tontilla. Vessavedet voidaan johtaa umpikaivoon. Vain kesäkautena käytössä olevien kesämökkien vesivessojen yhteydessä umpikaivo on käytännössä ainoa toimiva ratkaisu, sillä biologiset puhdistamot eivät toimi epäjatkuvässä käytössä.

Sadevesien imeyttäminen taaja-alueilla on tullut ajankohtaiseksi. Tavoitteena on vesistöön suoraan virtaavien hulevesien vähentäminen. Näin vähennetään ravinteiden huuhtoutumista ojiin ja sitä kautta vesistöihin. Tarjolla on kattovesien keräämiseksi säiliöitä. Kerätty vesi on erinomaista puutarhan kasteluun ja samalla säästetään kunnanvesilaskussa. Veden pumppaaminen maanalaisesta keräyssäilöstä on nykyisin halpaa, sillä tarvittavat pumput maksavat alle satasen.

## Kerrostalot kulkivat pientalojen edellä

Kerrostalojen LVI-tekniikka seuraili muiden suurten rakennusten tekniikan kehittymistä pienellä viiveellä. Jo 1920-luvulla siirryttiin pääsääntöisesti vesikeskuslämmitykseen, mutta painovoimainen ilmanvaihto jatkui 1950-luvun pulavuosien jälkeenkin.

Tiilirakennuksista siirryttiin betonielementtirakentamiseen asteittain varsinaisesti 1960-luvulla. Koneellinen poistoilmanvaihto yleistyi. Katolle asennettiin omassa kammiossaan oleva keskipakoispuhallin (ns. yhteiskanavapuhallin), jonka imupuolelle koottiin kylpyhuoneista, keittiöistä ja vaatehuoneista yms. lähtevät pystykanat. Korvausilma tuli ikkunaraoista. Jo 1950-luvulla oli tuloilmaikkunoitakin. Myöhemmin on kehitetty suodattimella varustettuja erilaisia raitisilmaventtiileitä joko tuuletusikkunan paikalle tai lämmityspatterin taakse.



*Suomen puhallintehtas mainosti LVT-tiedotuksia-lehdessä jo 1953 patentoitua yhteiskanavajärjestelmää paitsi asuinrakennuksiin, myös konttoreihin, hotelleihin ym.*



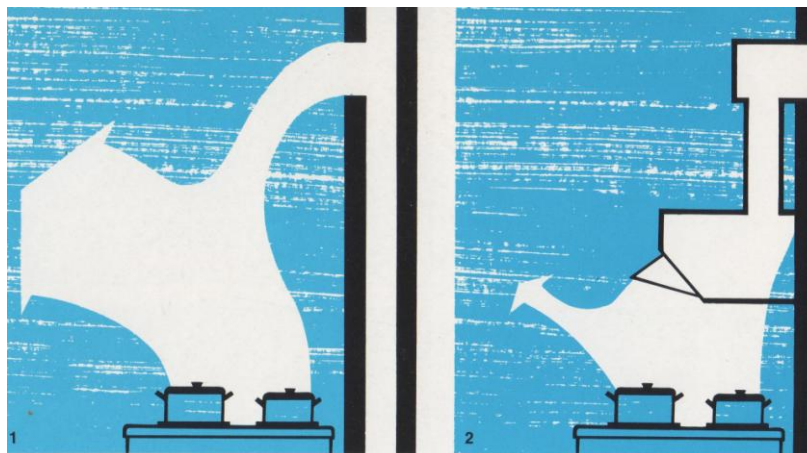
Poistopuhaltimen ilmavirtaa ohjattiin kellolla: täysi ilmavirta oli arvioidun ruoanvalmistuksen aikoina ja ehkä tunnin aamulla ennen töihin ja kouluihin menemistä. Kaikkien asukkaiden elämäntavat eivät kuitenkaan ajoitu samaan aikaan. On jopa oivallettu, että oikeastaan yöaika on juuri se, jolloin kaikki asukkaat ovat paikalla. Monet taloyhtiöt ovat lopettaneet osatehon käytön.

1970-luvun öljykriisin aikoina alettiin käyttää lämpöverkossa yölämpötilan pudotusta. Seurauksena oli putkien kiusallinen napse ja paukkuminen. Tästä säästökeinosta luovuttiin useimmissa taloissa.

Korkeissa tornitaloissa havaittiin jo 1960-luvulla kovalla pakkasella ongelmaksi, että pystyhormeissa vaikuttaa tietenkkin hormivoima, jonka ansiosta alimpien kerroksien ilmavirta lisääntyy, mutta ylemmistä poistoventtiileistä voikin tulla ilmaa sisälle. Näin varsinkin, jos puhallinpaine ja poistoventtiileiden paine-ero ovat pieniä. Sittenmin poistoventtiilissä siirryttiin korkeampaan paine-eroon ja alettiin käyttää ns. yhteiskanavaventtiilejä, jotka toimivat myös palonrajoittimina. Myös puhaltimen ominaiskäyrällä eli stabiliteetilla on merkitystä.

1970-luvun öljykriisin aikana jotkut taloyhtiöt pysäyttivät poistopuhaltimen yöksi ja muutoinkin kannustettiin tiivistämään ikkunoita. Seurauksena oli tietysti ala-arvoinen sisäilma ja kosteusongelmia. LVI-ala puristi vain nyrkkiä taskussaan sen sijaan, että olisi valistanut kansaa julkisessa mediassa.

Kerrostaloasuntojen liesien päälle asennettavat huuvat yleistyivät vasta 1980-luvulla. Käytettäessä yhteiskanavajärjestelmää huuva ei voida varustaa puhaltimella, mutta huuva on toki tyhjää parempi käryjen kerääjä. Nykyään tällainen kohdepoisto varustetaan omalla säätöpellillä, joka avautuu, kun kärynkeräyshuuva vedetään esiin. Tehokkaimmin käryt saadaan pois kuitenkin erillisellä ulosjohtavalla kanavalla, jossa on oma puhallin.



*Yhteiskanavajärjestelmää n liitetty huuva ei yleensä pysty imemään kaikkia käryjä. Osa pääsee ohi. Tämä on erityisen kiusallista tapauksissa, joissa keittiö on avoin olohuoneeseen. Hapettunut = eltaantunut huoneen pintoihin tarttunut rasvankäry pilaa sisäilmaa, mutta ala nyt sitten pestä kattoja ja seiniä. Valmet Ilmastoinnin esite on jo 70-luvulta, mutta kertoo mistä on edelleen kyse. Haloo!*

Asuntoihin tarjolla olevat aktiivihiiheen perustuvat ilmaa kierrättävät suodattimet ovat sikäli ongelmallisia, että suodattimen vaihto ajoissa näyttää unohtuvan. Lisäksi ruoan valmistuksessa syntyvä kosteus tulee huoneistoon. Palokuorman lisääminen liedon päälle on turvallisuusriski.

### **Koneellinen tuloilma lämmön talteenoton siivellä**

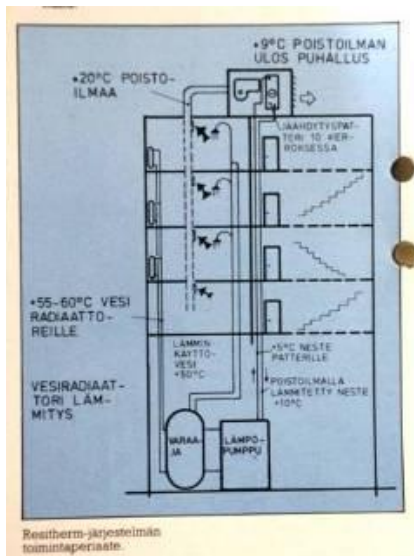
Koneellista tuloilmanvaihtoa alettiin harjoitella 1970-luvun lopussa. Ratkaisuna oli käyttää koko rakennukselle yhteistä konetta. 1980-luvulla alettiin kehittää huoneistokohtaisia koneita, jolloin kukin voi täysin valita itse ilmanvaihtuvuutensa. Koneellinen tuloilmanvaihto yleistyi kuitenkin vasta 2000-luvulla, jolloin energiamääräykset edellyttivät käytännössä poistoilman lämmön talteenottoa.



*Tyypillisiä asuinhuoneiden tuloilmalaitteita (Fläkt Woods). Pienten reikien ansiosta tuloilma saadaan sekoittumaan tehokkaasti sisäilmaa, mikä pienentää veden vaaraa.*

*Kartiomallisia ilmanjakolaitteita asennetaan tyypillisesti kattoon. Niihin tulisi kuitenkin aina laittaa lisävarusteena vajaan 10 sentin kaulus. Muutoin tuloilmasuihkun mukaansa tempaava sisäilma likaa katon. Ruiskutasoitteella tehtyä rosoista kattopintaa ei voi pestä eikä pyyhkiä puhtaaksi.*

Poistoilman tavanomaisen lämmön talteenoton sijasta poistoilmalämpöpumppu on vaihtoehto. Kerrostalo-alueilla ei lämpökaivoille yleensä ole riittävästi maapinta-alaa tarvittavan lämmön saamiseksi. Poistoilmalämpöpumppu ja kalliolämpöpumppu voivat yhdessä olla ratkaisu. CHP-kaukolämpöverkon tai uusiutuvan polttoaineen alueämpöverkon alueella ratkaisu ei ole ekologinen, sillä kompressorin sähkö kehitetään käytännössä surkeahyötysuhteisella hiilivoimalla ja hiilidioksidipäästöt kasvavat. Tosin hiilen käyttö voimalaitospolttoaineena on vähentynyt ja loppunee lähivuosina.



*Poistoilmalämpöpumppua markkinoitiin Nokia Metallisteollisuuden lehdessä jo 1983. Vasta kymmenen viime-vuoden aikana tekniikka on alkanut käydä kaupaksi.*

### Perustajaurakoinnissa valvonta kysymysmerkki

Grynderitaloissa laatuongelmana on koko järjestelmä: osakkeenostajille ei anneta kattavaa selvitystä esim. LVI-ratkaisuista. Rakennuksen muuttovaiheessa suoritetaan luovutus asunto-osakeyhtiölle, jota hallinnoi tässä vaiheessa edelleen rakennusliike. Omavalvonnan suorittavat rakennusliikkeen urakoitsijat ja rakennusliikkeen valitsema valvoja. Riippuu aivan paikkakunnan rakennusvalvonnan tasosta ja aktiivisuudesta, millaista ulkopuolista valvontaa harrastetaan. Useimmiten vain todetaan, että asiakirjoja on riittävä määrä ja omavalvontaruksit ovat papereissa. Heikkolaatuiset suoritukset eivät aina riipu hyvän tahdon puutteesta vaan toimijoiden puutteellisesta ammattitaidosta.

Esimerkki ongelmasta: rakentamismääräyksissä on ollut jo vuosia suositus, että vilkkaasti liikennöitävien väylien varrella ilma ei otettaisi alle 50 metrin etäisyydeltä liikenneväylästä. Myös vanhanaikaisten palopeltien testaamisvelvoite 6 kuukauden välien näyttää tulleen yllätyksenä. Kattotöissä on säännöllisesti huomautettavaa, omavalvoja tuskin on edes katolla käynyt. Myös kanavien puhtaanapitoa on laiminlyöty. Huoltoluukkuja asian tarkastamiseksi ei ole edes avattu. Alalla tulisi olla sisäinen laadunvalvonta tiedonkeräyksineen ja sanktioineen, jotteivät muutamat tunarit pilaisi alaa.

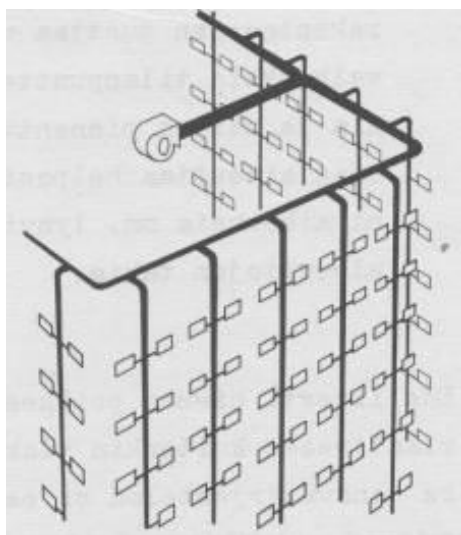
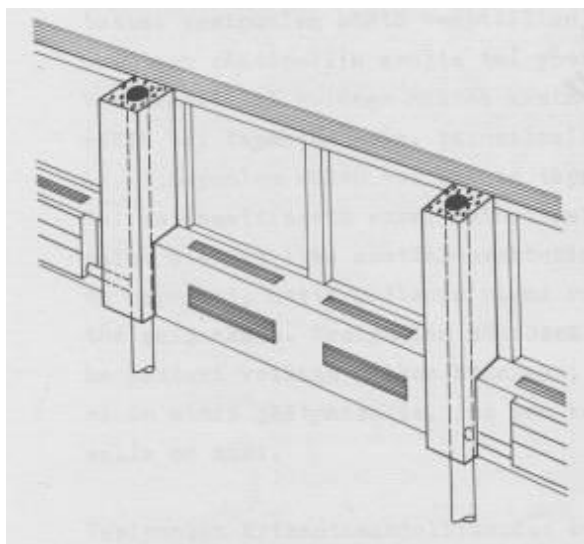
## Liike- ja toimistorakennuksissa koneelliseen ilmanvaihtoon 1930-luvulla

Ennen suuria ostoskeskuksia **liikerakennusten** LVI-tekniikka ei paljon poikennut asuinkerrostaloista. Tyypillisessä pienessä maalaiskaupungin myymälässä oli alakerrassa myymälä ja yläkerrassa myymälänhoitajan asunto. Uunilämmitys säilyi 1950-luvulle. Suurten kaupunkien kivijalkamyymälöissäkin ilmanvaihto noudatteli asuinhuoneistojen ilmanvaihtoa. Ilmanvaihtoa voitiin tehostaa pienellä tyypillisesti tuulikaapin kattoon asennetulla koneella 1960-luvulla.

Joidenkin isompien pankkien ja toimistorakennusten ilmanvaihdossa siirryttiin koneelliseen tulo- ja poistoilmanvaihtoon jo 1930-luvulla. Helsingissä ns. Savoyn talo vuodelta 1932 oli ensimmäisenä täysin koneellisella tuloilmalla varustettu. Varsinaisesti koneellinen tuloilma tuli vallitsevaksi 1950-luvulla, jolloin otettiin laajemmin käyttöön myös ulkomaisia malleja. Toimistotilojen perusversiossa huonekohtainen tulo- ja pisto hoidettiin käytävän kattoon asennetuista kanavista, josta ilmaa puhallettiin huoneeseen oven päältä ikkunaa kohden. Tämä aiheutti kiusallista vedon tunnetta varsin monelle, sillä tyypillinen työpaikka on ikkunan vieressä.

Viimeistään 1950-luvulla kiinnitettiin huomiota siihen, että rakennusten eri fasadit ovat erilaisessa asemassa auringosta tulevaan lämpökuormaan nähden. Eri ilmansuunnille puhaltaviin kanaviin voitiin tehdä jälkilämmityksiä tai -jäähdytyksiä. Tästä yksilöllistä säätöä vielä tarkennettiin, sillä myös eri kerrokset voivat ympäröivien varjojen takia olla eri asemassa. Toisaalta säädön tarpeeseen vaikuttaa myös ikkunaratkaisut ja rakennuksen tiiviyt.

Suutinkonvektorijärjestelmässä ei tarvinnut miettiä eri fasadien eriarvoisuutta ja vyöhykesäätötarpeita, jos huonelaitteessa oli sekä lämmitys- että jäähdytyspatteri. Riisutummissa malleissa oli vain yksi patteri, johon syötettiin lämmitystä tai jäähdytystä. Tämä toi kuitenkin ongelman siitä, milloin tämä change-over-tilanne ohjataan. Helsingin Etelärannan Palace-rakennukseen asennettiin ensimmäinen suutinkonvektorilaitos 1952. Siinä ei ollut vielä jäähdytystä, joka asennettiin vasta 1990-luvun saneerauksessa.

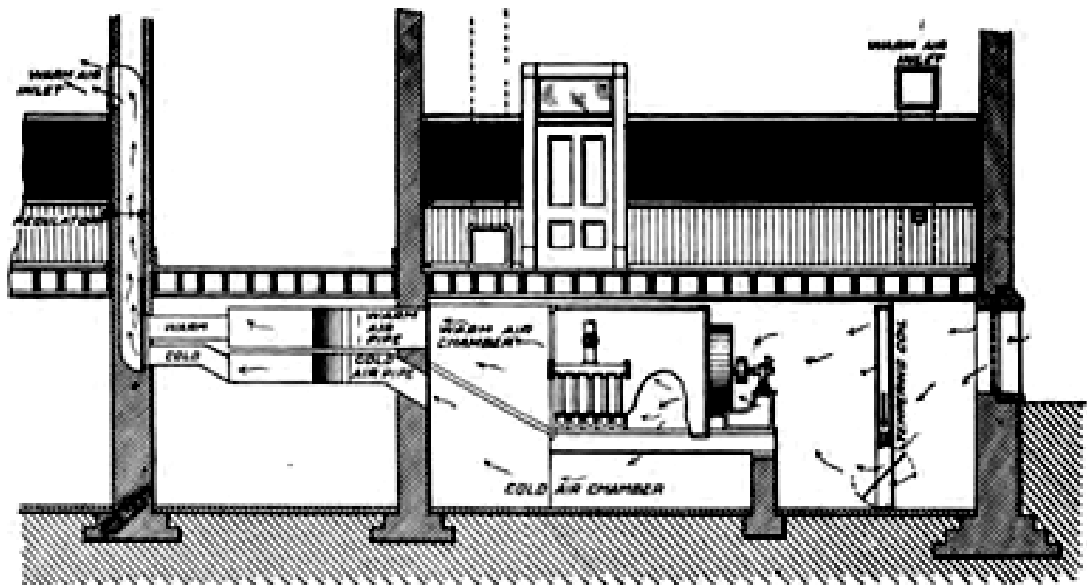


*Kuvassa suutinkonvektorijärjestelmän periaate (SuLVIn koulutusmateriaalia 1960-luvulta)*

Järjestelmäkehittäjinä olivat Carrier ja Svenska Fläktfabriken. Suunnittelua opastettiin kurssein ja ohjekirjasin. Järjestelmiä asennettiin Suomessa moniin isoihin kohteisiin. Kuitenkin käytännössä nämä osoittautuivat ongelmiksi, ks. kohta ilman jako. Nämä järjestelmät on purettu monista rakennuksista ja korvattu mm. jäähdytyspalkeilla tai -elementeillä.



Yhdysvalloissa oli alettu käyttää kaksikanavajärjestelmää jo 1900-luvun alkupuolella. Se on syntynyt lähes itsestään, kun höyrypatterin säätö portaattomasti on vaikeaa muutoin kuin ohituspellin avulla. Kaksikanavajärjestelmässä johdetaan sekä jäähdytettyä että jäähdyttämätöntä ilmaa huoneissa tai käytävän katossa oleviin sekoituslaatikoihin. Laatikossa olevia säätöpeltejä ohjataan huoneen lämpötilan mukaan ja näin saatu sopivan lämpöinen ilma puhalletaan huoneeseen. Järjestelmän heikkous oli alusta lähtien sekoituspeltien keho laatu, ne vikaantuivat nopeasti. Myös huoneen lämpötilan hallinta puhallusilmalla vedottomasti on vaikeaa. Lisäksi menetelmä oli energiataloudellisesti heikko: kanavatilan säätämiseksi käytetään suuria nopeuksia eli korkeita paineita.



*Kaksikanavalaitoksia tehtiin jo aivan 1890-luvun lopussa Yhdysvalloissa. (Am)*

Toimistojen ilmanvaihtoa ja lämpötilan hallintaa simuloitiin lukuisin atk-laskelmin ja koehuonein 1960-luvulla. Koehuoneissa voitiin mm. yksiselitteisesti nähdä käytävän puolelta toteutetun puhalluksen vetohaitat.

Carrierilla ja Fläktillä oli myös käsilaskentamenetelmiä sisälämpötilan arvioimiseksi. Vaikeutena on aina ollut rakennuksen lämpökapasiteetin vaikutuksen arviointi. Lämmön varastoituminen oli kyllä mukana Fläktin simuloinneissa 1980-luvun alussa, kun reikäkorteille syötettiin alkuarvoja Lauttasaareissa, josta tiedot kulkivat Brysselin "tehotietokoneeseen". Seuraavana päivänä saatiin tuloksia, joita sitten pohdittiin ja käytettiin ilmastointilaitoksen mitoitukseen. Vastaavat laskelmat saadaan nykyisin suppealla pc:n ohjelmaversiolla välittömästi napin painalluksen jälkeen.



Nykyaikaisissa simulointiohjelmmissakin on muistettava, että ikkunasta tulevan aurinkolämmön varastoituminen rakenteisiin riippuu paitsi rakenteesta, myös siitä, miten se on peitetty huonekaluin ja tekstiilein.

**Ostoskeskuksia** alettiin rakentaa 1960-luvulla ja samalla alkoi itsevalintamarkettien rakentaminen. Elintarvikeosastoilla alettiin kiinnittää huomiota ilmanvaihdon vaikutukseen kylmätiskien jäädytystarpeessa sekä vihannesten nahistumisessa. Myös kalankäsittelyn ja paisto-osastojen erityisvaatimukset ilmanvaihdolle selvisivät. Keski-Euroopassa yleisiä leipien paisto-uuneja alettiin asentaa joihinkin marketteihin ja vastaaviin 1980-luvulla, mutta niiden käyttö laajeni varsinaisesti 2010-luvulla. Kylmäkoneiden lauhdutinlämmön talteenottoa on kaupakeskuksissa ja marketeissa harrastettu 1970-luvulta lähtien.

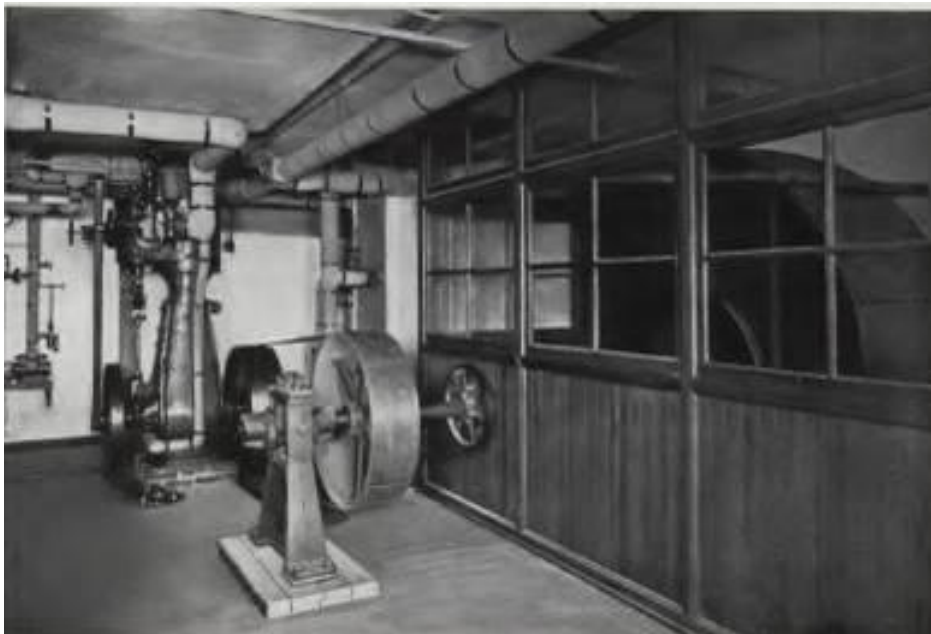
**Suuret kaupakeskukset** alkoivat yleistyä 1980-luvulla ja niissä on sovellettu kaikkia ilmastoinnin tekniikoita, joita jo tuolloin on ollutkin tarjolla. Ilmanjaon tehoa on parannettu mm. kerrostavalla menetelmällä. Tekniikka on kuitenkin mennyt eteenpäin ja esim. Tampereella 1980-luvulla valmistuneen suuren Koskikeskus-kauppakeskuksen LVI-tekniikka uusittiin 2010-luvulla.

### Julkiset palvelurakennukset monipuolinen joukko

**Koulujen ja oppilaitoksen** alkuperäinen ilmanvaihto perustui uuneihin ja painovoimaan sekä oleellisesti ikkunoiden avaamiseen välituntien aikana. LVI-tekniikassa tehostettiin sosiaalityötilojen ja keittiöiden poistoa huippuimureilla jo 1950-luvulla. 1970-luvulla alettiin siirtyä koneelliseen tuloilmanvaihtoon, joka toteutettiin käytäväpuhalluksena.

Jälleenrakennuskautena rahaa kovin korkeatasoisiin ratkaisuihin ei ollut.

Käytäväpuhalluksesta siirryttiin 1980-luvulla tavanomaiseen tulo- ja poistoilmanvaihtoon, jolloin luokat varustettiin keskuskoneen hoitamalla tulo- ja poistoilmanvaihdolla. Myös luokkahuonekohtaisia ilmanvaihtokoneita on sovellettu saneerauksissa.



*Muualla rikkaammissa maissa kouluihin koneellinen ilmanvaihto tuli paljon Suomea aiemmin. Kuvassa koulun ilmastointikoneen ratkaisu 1910 Yhdysvalloissa. Puhallin on eristetty omaan huoneeseensa ja höyrykone hihnakäyttöineen on ulkopuolella. Hihnasuojuksista ei tuolloin taidettu edes uneksia. (Am)*

## SCHOOLROOM HEATERS



*Ratkaisut ovat olleet muuallakin kirjavia. Näinkin alkeellisesti tuloilman ja luokahuoneen lämmitys on voitu ratkaista 1910-luvulla. Hyvää tässä on kuitenkin se, että vaikka lämmin ilma nousee katonrajaan, imetään poisto- ja kierrätysilma lattian rajasta, jolloin lämpötilakerrostuma pienenee. (Am)*

Vielä 1900-luvun alkupuolella maaseudun kouluissa järjestäjäksi nimetty oppilas tuli tunteja muita aiemmin kouluun lämmittämään uuneja. Kouluissa oli ainakin vielä 1950-luvulla tapana, että viikoittain nimetyt järjestäjät huolehtivat välituntien aikana luokan ikkunatuuletuksesta. Jos välituntituuletusta ei suoritettu, nousi luokahuoneiden hiilidioksidipitoisuus aivan sietämättömäksi. Oppilaat olivat välitunnit ulkona. Nykyään - uskomatonta kyllä - lapset saavat olla välitunnitkin sisällä ja järjestäjiä ei saa käyttää ("Meidän neropattia ei saa käyttää orjatyövoimana"). Käytävöiden ilmanvaihdon mitoitusilmavirrat ovat osoittautuneet tieteenkin liian pieniksi tällaiselle käytölle, vaikkapa vain vartin oleskeluunkin. Pullamössösukupolvien aikana koulujen sisäilmaongelmat ovatkin nousseet vakioaiheeksi.

Koulujen puutyöluokkien pölyn/purunpoistojärjestelmissä näyttää olevan lähes kaikissa kouluissa purunerotinpäässä petrattavaa, jotta ATEX-direktiivin eli räjähdysten estomääräyksen henki täytyisi.

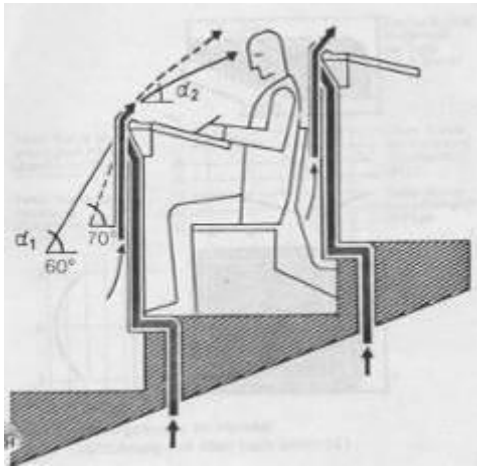
**Hotelli- ja majoituspuolella** ratkaisut ovat vaihdelleet kuten itse majoitustilatkin - vaatimattomista matkustajakodeista kansainvälisen tason hotelleihin. Suomessa rakennettiin jo 1930-luvulla muutama nykyaikainen korkeatasoinen hotelli, kuten Pohjanhovi Rovaniemellä ja Aulanko Hämeenlinnassa.

Yleisesti täysin koneelliseen ilmavaihtoon siirryttiin 1950-luvulla. Tapauskohtaisesti on 1980-luvulta lähtien rakennettu huonekohtaisia puhallinjäähdytyksiä tai jälkijäähdytyspattereita. Hotelliravintoloiden keittiöiden ilmanvaihdon parantaminen alkoi toden teolla 1960-luvun lopulla.

### **Ilmaa ylhäältä vai alhaalta teattereihin ja auditorioihin**

Yleinen ilmanjakotapa on puhalttaa ilmaa nousevan katsomon kunkin penkkirivin otsapinnasta. Menetelmää alettiin käyttää Euroopassa jo ainakin 1930-luvulla luentosaleissa, teattereissa, konserttisaleissa, urheiluhallien katsomoissa ja vastaavissa. Suomessa menetelmä löi itsensä läpi vasta 1980-luvulla, joskin se oli mukana jo 1960-luvun suomalaisissa opetusaineistoissa.

Eräissä tapauksissa ilman jako on yhdistetty penkin selkänojaan. Rakennushallitus kehitti 1970-luvulla Oulun yliopiston uutta kampusta varten pulpetin, jossa ilma puhallettiin luentosalin istuinten selkänojiin asennetuista raoista. Vastaavanlaista menetelmää käytettiin myös Saksassa. Pienehköissä auditorioissa on käytetty 1980-luvulta myös kerrostavaa pinnopeusilmanvaihtoa eli ilma on tuotu sisään huoneen sivuseinille asennetuilla pinnopeusilmanjakolaatikoilla.

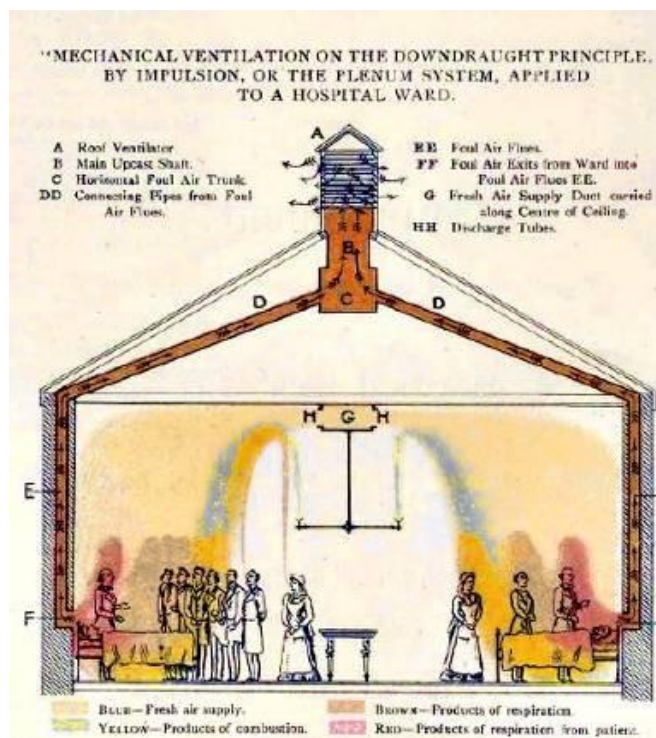


Saksalaisen H. Krantz Lufttechnik-firman ratkaisu auditorion ilmanjaoksi 1970-luvulla.

**Kirkoissa** ei alun perin ollut lämmitystä ollenkaan. Joihinkin kirkkoihin tehtiin 1800-luvulla ilmalämmitys ja joihinkin uunilämmitys, ainakin sakastin puolelle. 1900-luvulla asennettiin jo vesikeskuslämmityksiä. Joissakin kirkoissa asennettiin lämmitysputket penkkien alle.

Isot **keskussairaalat** muodostavat melkein pä omia kaupunkejaan. Rakennuskanta on hyvin monipuolinen: tutkimustilat, säteilyeristetyt röntgentutkimushuoneet, laboratoriot, toimenpidehuoneet erilaisine leikkaussaleineen, potilastilat, eristetyt karanteenitilat, laitehuoltotilat, pesulat, suurkeittiöt ruokasaleineen, ruumishuoneet, kokoontumistilat, opetustilat, apteekit, sosiaalitilat, erilaiset varastot, talotekniset tilat ja huoltoväylät.

Jo 1800-luvulla kiinnitettiin huomiota hyvän ilmanlaadun merkitykseen. Sairaaloita alettiin sijoittaa korkeammille paikoille ja keuhkotautiparantoloilta mäntykankaalle. Toisaalta hyvinkin alkeellisia sairaaloita oli olemassa. Sotien aikana käytettiin tilapäisiä sijoituksia kuten kouluja tai kartanoita.



Vuosisadan vaihteessa englantilainen Boyle & Son ei vielä ollut siirtynyt koneelliseen ilmanvaihtoon sairaalailmanvaihdoissaan. (Am)

Suomessa sairaaloiden potilashuoneissa siirryttiin tulo/poistoilmanvaihtoon 1930-luvulla. Pienet puhallinpaineet ja hatarat rakennukset saattoivat johtaa siihen, että ilma kulki kanavissa kovalla tuulella väärään suuntaan, kuten 1960-luvulla rakennetussa HYKSin Meilahden potilasarakennuksessa eli ns. Hiltonissa. Rakennuksen tekniikka on 2000-luvulla uusittu.

Leikkaussalien ilmanvaihtoa on kehitetty jatkuvasti ja eri menetelmien välillä on ollut kiistaakin. Vielä 1960-luvulla on esiintynyt helteellä leikkaussaleissa ikkunatuuletusta. Ehkä 1990-luvulla saavutettiin ilman puhtauden ja henkilökunnan käyttäytymisen kannalta riittävän hyvä taso. Toisaalta leikkaussalien olosuhteet ovat muuttuneet: apulaitetekniikan määrä on kasvanut ja robottejakin on tullut kuvaan mukaan. Puhtaana pidettävä alue on oleellisesti kasvanut ja tähän tarpeeseen on esim. Halton Oy kehittänyt 2015 uuden laaja-alaisen ilmastointikattoratkaisun.



*Haltonin Vita OR Space leikkaussalin ilmanvaihtoratkaisu kuuluu laajempaan Vita-sarjaan.*

Uusi eurooppalainen leikkaussalien ilmanlaatustandardi on parhaillaan (2015) valmisteilla. Standardin valmistelussa on pyritty siihen, että luokitellaan matalan ja korkean riskin leikkausten vaatimat puhtaustasot ja näiden puhdistuskriteerit. Standardi tulee myös antamaan teknisesti enemmän vapauksia vaadittujen lopputulosten saavuttamiseksi.

Hienon tekniikan lisäksi on aivan alkeisosaaminenkin lisääntynyt tarkkojen mittausten ansiosta 2000-luvulla: vaativien osastojen ilman pitäminen joko puhtaana tai ilmassa kulkevien mikrobin leviämisen estämiseksi on oleellista, mitä tapahtuu, kun ovista kuljetaan. Tarkempi tutkiminen on paljastunut, että kääntöovet ovat ongelma, sillä ne löyhäyttävät ilmaa sekaisin. Liukuovet ovat toimivampi ratkaisu.

Myös ulkoilmanottoratkaisuihin ja suodattimien kuivana pitämiseen ja märkätilojen hygieniaan on kiinnitetty huomiota.

### **Urheiluhalleissa lämmitys keskeinen**

Suurissa ja korkeissa tiloissa lämmön saanti alas on vaativaa, jos esim. lämmityspattereita ei voida käyttää. Sekoittava ilmanvaihto on yleisratkaisu, mutta se ei saa aiheuttaa niin suuria virtausnopeuksia, että häiritsisi esim. palloilulajeja. Säteilylämmitys on ollut yksi ratkaisu. Ilmanvaihdon tarve riippuu mm. katsomotilan suuruudesta.

Yrjönkadun uimahalli Helsingissä on Suomen ensimmäinen ja vanhin julkinen **uimahalli**. Halli otettiin käyttöön 1928 ja kesti kauan, ennen kuin Suomeen avattiin toinen julkinen uimahalli. Kylpylöiden uima-altaista on tehty jonkinlaisia vesipuistoja ja niitä on varustettu erilaisilla hierovilla suihkuilla, liukumäillä yms. Lämmön talteenottoa alettiin soveltaa 1970-luvulla. vähitellen opittiin tekemään ilmanvaihto siten, etteivät ikkunat ja rakenteet kostuneet.

Pesuvesien lämmön talteenottoa on harjoiteltu useammankin kerran. Ongelmana on lämmönsiirtimien likaantuminen hiuksista tai bakteerikasvustoista. Kehittely jatkuu.

Kesäkäyttöä varten rakennettiin muutamiin kaupunkeihin maauimalat. Sellaisten rakentamista tai vanhojen kunnostusta harkitaan useammassakin kaupungissa 2010-luvulla.

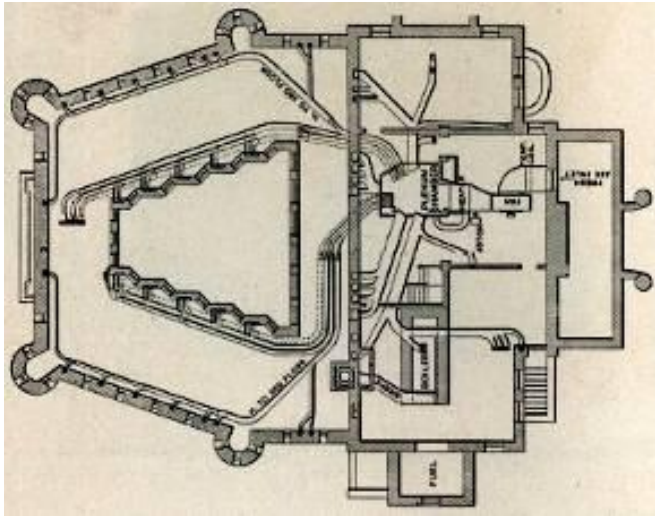


### Jäähalleissa sumuvaara

Jäähallien erikoisuus on ilman kuivauksen tarve lähellä jään pintaa. Muutoin seurauksena voi ajoittain esiintyä sumua jään pinnassa. Pyöriviä regeneratiivisia eli sorptioilmankuivaajia on käytetty ilman kuivaamiseen sumun torjumiseksi. Energiankulutuksessa oleellista on kylmäkoneitten lauhdelämmön käyttö. Opetusministeriöllä on ohjeita (myy RTS) urheilu- ja jäähallien suunnittelusta ja rakentamisesta.

### Vankiloista ei karata kanavia pitkin

Amerikkalaisissa elokuvissa vangit karkaavat kanavien kautta. Todellisuudessa ei onnistu: selleihin johtavat vain pienet kanavat.

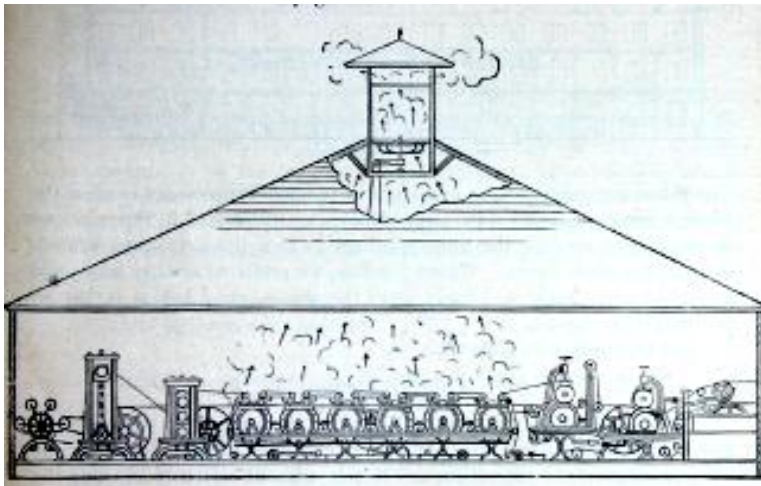


*Pienen amerikkalaisen lääninvankilan kanavisto pohjakerroksessa 1914 (Am).*

### Yli 100 vuotta teollisuusilmaa Suomessa

Teollisuus on monissa LVI-ratkaisuissa ollut edelläkävijä. Suuret epäpuhtaus- ja lämpökuormitukset, prosessin vaatimat olosuhteet, haitalliset aineet, suuret volyymit ja kolmivuorotyössä pitkät vuotuiset käyttöajat ovat pakottaneet käyttämään parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa joillakin aloilla. On ollut suuri tarve kehittää tehokkuutta ja käyttötaloutta.

Englannissa kasvihuoneissa käytetyn ilmalämmitysjärjestelmän pohjalta jo 1700-luvun lopussa kaloriferi-järjestelmää sovellettiin Keski-Englannissa tekstiilitehtaaseen. Menetelmä levisi sittemmin muihin rakennuksiin, mutta ei levinnyt Suomessa tehtaisiin.

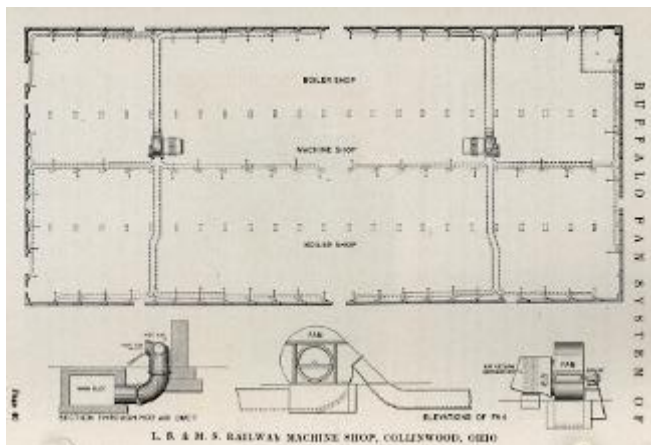


*Yhdysvalloissa paperikonesalien ilmanvaihdossa siirryttiin koneelliseen poistoon jo 1898. Kuvassa (Am) itse rakennus toimii lämmön ja kosteudenkeräyshuuvana. Tämä ei ainakaan Suomessa herättänyt intoa, sillä pakkasella syntyy katossa kondenssia, joka voi tippua paperirainalle pilaten sitä. Kylmässä ilmanalassa näin menettelemällä kattokin tuhoutuu.*



*Koulujen oppimateriaalikuvaraston kuvassa 1920-luvulta näkyy hyvin pohjoismainen ratkaisu eli paperikoneen kuivausosan huuva. Niitä rakennettiin jo painovoimaisen ilmanvaihdon aikaan. Myöhemmin huuvan sivutkin pellitettiin eli kuivain on koteloitu.*

Vähitellen koneellinen ilmanvaihto alkoi levitä. Vanhin löytämäni valokuva, jossa näkyy koneellinen ilmanvaihto, esittää Tammerkoskea ylittävää kulkuetta 1800-luvun lopussa. Taustalla olevan pellavatehtaan seinässä näkyy potkuripuhallin asennettuna ikkuna-aukkoon. Muutoin koneellisia ilmanvaihtolaitteita ei juurikaan näy valokuvissa.

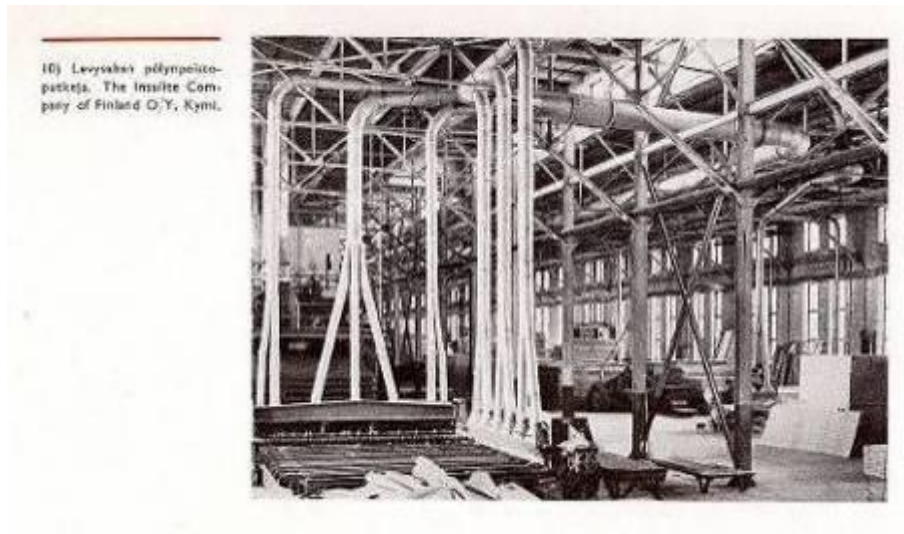


*Amerikkalainen rautatievaununpajan ilmanvaihto vuodelta 1914. Jos puhallus olisi hoidettu piennopeuslaatikoilla, olisi ratkaisu varsin moderni.(Am)*

Teollisuusilmastoinnin kehitys on seurannut ja osin ollut edellä muualla tapahtuneeseen kehitykseen verrattuna. Osaaminen ja toteutukset ovat olleet hyvin kirjavia. Sähkön käytön yleistymisen ja nopeampien työstökoneiden takia alettiin kotimaassa valmistaa jo 1919 purunpoistolaitteita ja vähän myöhemmin keskipakoispuhaltimia. Tätä ennen alkoi AB Gottfrid Strömberg OY (nimi on vaihdellut aikojen kuluessa) valmistaa potkuripuhaltimia.



*Vertailun vuoksi: Suuressa Maailmassa eli Rapakon takana tehtiin jo 1913 täyttä päätä laajoja ilmanvaihtolaitoksia. Tässä Ford Motors Companyn Detroitin tehtaitten kattokonehuoneita ja kanavoiteja American Blower Co:n mainoksessa (Am). Nykypäivään verrattuna eroa ei taida olla muuta kuin se, että konehuoneet tuotaisiin valmiina paikalle. Fordin kattokanavat johtivat ilman pilareissa oleviin kanaviin.*



10) Leveyskäsipölypoistoputkija. The Insulte Company of Finland O.Y., Kymi.

*Työstökoneitten puru ja pöly oli pakko saada ulos saman tien. Purunpoistoputkia 1937. (KK)*



*Myös konepajoissa ovat kohdepoistot olleet tärkeitä, kuvassa hiomon pölynpoistolaitteisto 1920. (Am)*



*Erytisesti kehräämöissä hyvä kostutettu sisäilma on oleellista estämään pölyämistä ja kuitujen katkeamista. Kuva vuodelta 1920. (Am)*

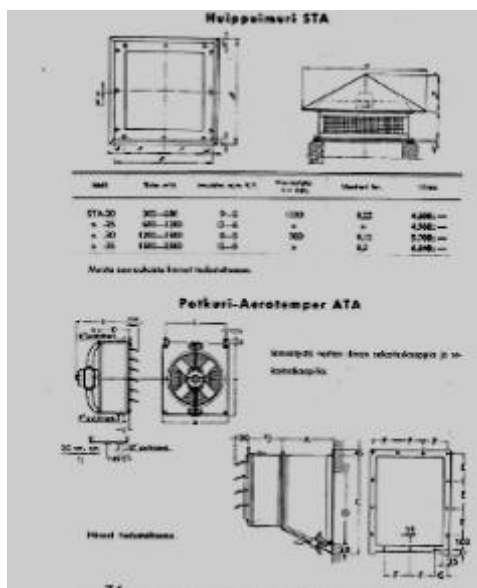




*Teollisuuden ilmastovaihtolaitteet ovat olleet aika järeitä, mutta ratkaisut simppeleitä. Pääasia ilmajossakin vuodelta 1915 näyttää olleen, että ilma lentää pitkälle. (Am)*



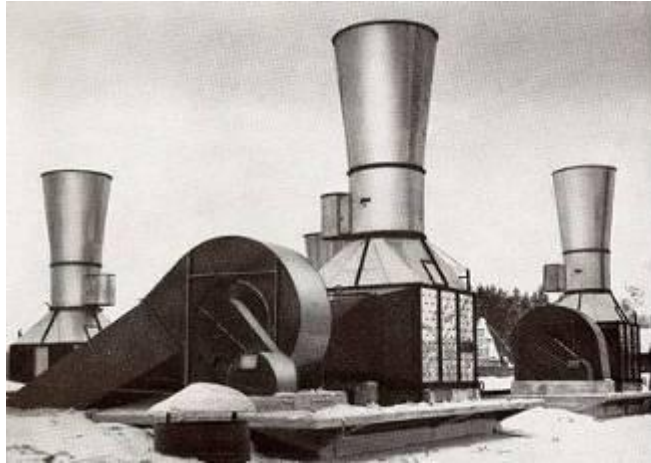
*Kuvassa vuodelta 1920 on oikeaoppista lämmitetyn ilman jako eli puhallus alas. Isojakin koneita sijoitettiin tuotantotilaan, kun äänitaso osastoilla oli muutoinkin korkea. (Am)*



*Vielä 1970-luvulla monen suomalaisen toimijan käsitys teollisuusilmavaihdosta oli tämä eli 1930-luvun ratkaisu: lämminilmakoneita seinään, huippuimureita katolle. (KK)*



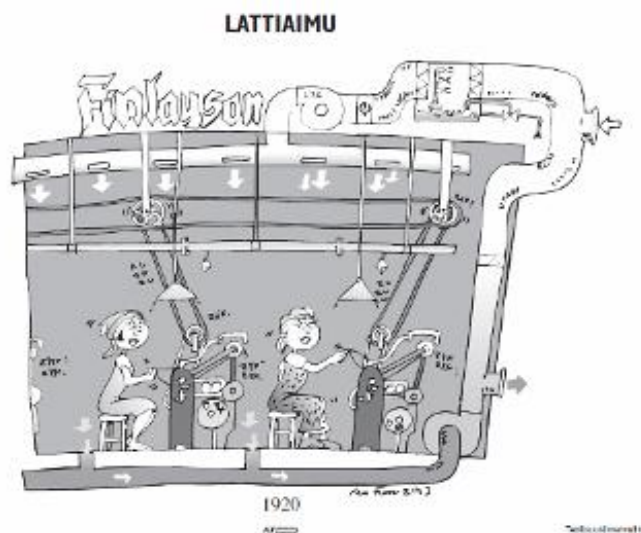
Suomessa painovoimaista ikkunoihin ja kattolyhtyihin tai pystyhormeihin perustunutta ilmanvaihtoa käytettiin yleisesti vielä 1940-luvulla. Kohdepoistoja ja laitekotelointeja alettiin tehostaa puhaltimilla. Vähitellen koneellinen yleispoistoilmanvaihto yleistyi. Tuloilma tuli ikkuna- ja oviraosta tai ulkoilmaventtiileistä.



15) Potkuripuhaltimia mallia PFM sov. 10, keskipoispuhaltimia mallia VLT sov. 5 sekä lämmönalteenottoptereiteita. Enson Kartonkitehdas.

*Paperikoneen kuivainosan LTO-laitteita 1937 (Suomen Puhallintehdas). Levylämmönsiirtimen yhteyteen saatettiin asentaa skrubberi eli vesisuihkuilla toimiva lämmön talteenotto eli pisaralämmönsiirrin.*

*Tällaisia laitteita käytettiin pitkälle 1970-luvulle.*



Jos epäpuhtaus on ilmaa raskaampaa, kuten tekstiilipöly tai lämmittämättömät liuottimet, on poiston paras paikka lattia. Tämä oli havaittu 1900-luvun alkupuolella tekstiiliteollisuudessa ja myöhemmin maalaamoissa.

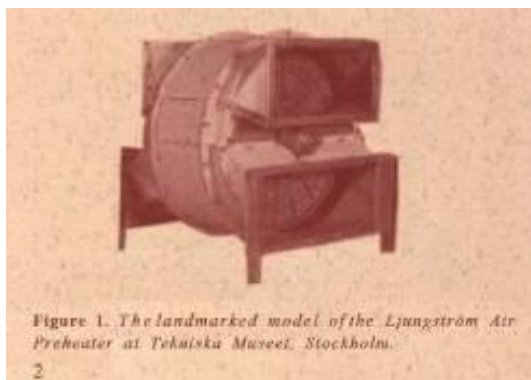


Figure 1. The landmarked model of the Ljungström Air Preheater at Tekniskä Museet, Stockholm.

2

*Ruotsalainen Fredrik Ljungström kehitti regeneratiivisen lämmön talteenottolaitteen palamisilman lämmittämiseksi voimakattilalaitoksiin jo 1920 (Am). Vasta 1950-luvulla siitä tuli LVI-puolelle Carl Muntersin sovellus.*

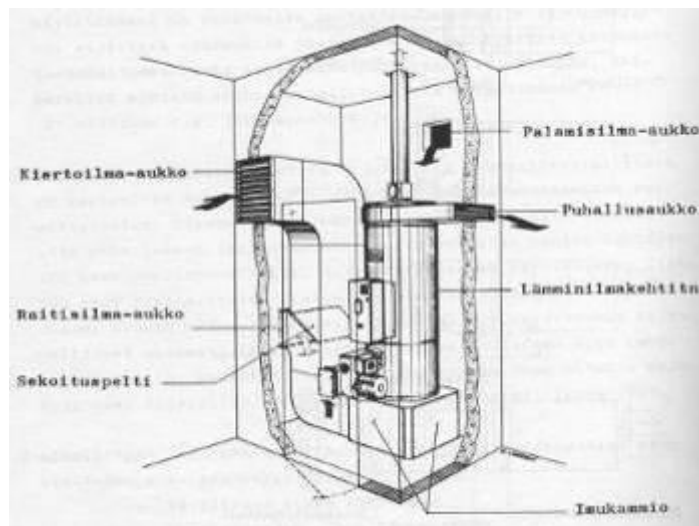
Koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon yleistymiseen vaikutti uudet tuotantoprosessit yllämpöineen ja käryävine aineineen. Laajarunkoisissa monilaivaisissa tehdasrakennuksissa tuloilma oli jaettava ainakin keskialueelle kanavilla.

Sotien jälkeen peltikanavat korvasivat lopullisesti rakennusaineiset kanavat joitakin erikoistapauksia lukuunottamatta. Verraten kalliiden laipallisten suorakaidekanavien sijaan tulivat 1960-luvulla edulliset pyöreät kierresaumakanavat. Ilman jako oli yleensä karkea ja hoidettiin säleiköillä tai suuttimilla. Paperikonesaleissa alettiin ilmaa jakaa 1930-luvulla välikattotilasta lautasmaisilla ilmanjakolaitteilla. Kuivausosan huuvesta oli poistettava paljon ilmaa, joten esilämmitetty korvausilma oli välttämätön. Lisäksi katon pitäminen lämpimänä kondenssin estämiseksi oli tarpeen.

Painosorvattuja kartiomallisia tai säädettäviä lautasmallisia ilmanjakolaitteita alettiin käyttää Suomessa 1960-luvulla kokoonpanoteollisuudessa - esimerkkinä valmisvaatetehtaat.

### Öljy- ja kaasulämmitteisiä ilmanvaihto- ja lämmityskoneita

Teollisuushallien ja varastojen lämmittämiseen on ollut jo 1950-luvulta ilmalämmittämiä, joissa puhallusilma lämmitetään välillisesti. Ilma puhalletaan lämmittimen päältä säleiköstä tai jaetaan kanavalla. Laitteessa voi olla öljy- tai kaasupoltin. Laitteet ovat pienen investointitarpeensa takia suosittuja vaatimattomissa paikoissa. Niitä voidaan käyttää myös tilapäislämmitykseen. Ongelmana polttimien on-off-toiminta, joka heiluttaa puhalluslämpötilaa.



*Lämminilmakehittimet ovat olleet nopea pikaratkaisu vaatimattomiin pajoihin jo 1950-luvulta. (SuLVI)*

### Suora kaasunpoltto

Maakaasun tultua Suomeen 1970-luvulla tehtiin muutamaaan metalliteollisuuskohteeseen suoralla kaasulla lämpiävä tuloilmakone. Näitä on käytetty jonkin verran Keski-Euroopassa. Suomessa tunnistettiin hengitysilmaa haitalliseksi ennen kaikkea palamistuloksena syntyvät typen oksidit. Hiilidioksidi ja kosteus eivät yleensä ole ongelma. Suoraa kaasulämmitystä käytetään joissakin prosesseissa kuten paperikoneitten jenkisylinterin puhalluksessa ja enemmän tai vähemmän tilapäisesti rakennuslämmittiminä.

### Tieto ja mahdollisuudet lisääntyivät

Alun perin monet ilmanvaihtolaitokset olivat urakoitsijoiden suunnitteleimia ja vasta 1960-luvulla itsenäisten suunnittelutoimistojen yleistymisen toi alalle tervetullutta lisäosaamista. Näitä toimistoja veti usein TKK:n saniteettiteknikan linjalta valmistuneet diplomi-insinöörit. Pelkästään teollisuuteen erikoistuneita insinööri-toimistoja ei ollut ja työpaikkakohtaiset ratkaisut olivat kirjavia ja osin kokeiluluonteisia. Alan osaaminen kehittyi hitaasti

### Viranomaisvalvonta ryhdistyi

Viranomaiset ja työpaikkalääkärit ovat kiinnittäneet jo varhain huomiota hengitysilman terveysvaikutuksiin. Suurimmissa teollisuuslaitoksissa oli omia työpaikkalääkäreitä jo 1800-

luvun puolivälistä saakka. Ensimmäisiä tällaisia olivat Forssan puuvillatehdas, Valtionrautatiet ja Fiskarsin tehtaat. Työväensuojeluksen kansainvälinen edistämisyhdistys julkaisi teollisuusmyrkkujen luettelon jo 1911. Ammattitautilaki tuli voimaan Suomessa 1930-luvulla. Työterveyslaitoksen perustaminen ja mittaustoiminnan aloittaminen 1950-luvun alussa antoi tutkittua tietoa hengitysilman ja terveydentilan välisestä riippuvuudesta

Lisäpotkun teollisuusilmastointi sai 1970-luvulla, kun työsuojeluhallinto uudistettiin. Perustettiin lääninjoon mukaiset työsuojelupiirit ja niitä ohjaamaan Tampereelle työsuojeluhallitus. Sen työtä jatkaa nykyään sosiaali- ja terveysministeriön työsuojeluosasto. 1970-luvulla laadittiin ulkomaisten mallien pohjalta ensimmäiset suomalaiset sovellukset ilman epäpuhtauksien raja-arvoista. Näitä ryhdyttiin kutsumaankin haitalliseksi tunnetuiksi pitoisuuksiksi eli HTP-arvoiksi. Työsuojelutarkastajat alkoivat antaa myös työpaikkakohtaisia lämpötautusmääräyksiä, jotka yleistyivät jossain määrin valtakunnallisiksi.

### Mitattua tehokkuustietoa

Kohdepoistojen lisäksi keskeisestä kysymyksestä eli eri ilmanvaihtostrategioiden tehokkuudesta eli hyötysuhteesta kussakin ilmastoinnin kuormitustilanteessa oli ollut arviota jo pitkään. Sitran suuressa lämpöaloustutkimuksessa 1970-luvulla pyrittiin asiaa analysoimaan entistä tarkemmin. Ratkaiseva parannus tapahtui, kun Työterveyslaitoksella rakennettiin 1980-luvun alussa monikanavainen mittaustilasto, jolla mitattiin tuloilmaan syötetyn jalkiaineen pitoisuuksien muutoksia tutkittavan tilan eri puolilla. Sen avulla saatiin numeerista tietoa siitä miten eri ilmanjako- ja poistojärjestelmät toimivat lämpökuormitukseltaan erilaisissa kenttäolosuhteissa.

Samantyyppinen, mutta oleellisesti kehittyneempi ja 12-kanavainen laitteisto rakennettiin suunnittelutoimistossa Tampereella. Laitteistolla tehtiin mm. pitkä hitsaustyöpaikkojen ilmanvaihdon tehokkuuden mittaussarja Tukholman Kuninkaallisessa Teknillisessä Korkeakoulussa. Tulosten perusteella laadittiin mm. ensimmäinen mitoituskäyrästä syrjäytys- eli kerrostavan ilmanvaihdon suunnittelemiseksi. Käyrästä lähdettiin liikkeelle lämmönlähteen perusteella eli määriteltiin millaisen nousevan virtaaman lähde aiheuttaa. Tuloilmapuolen tuli syöttää tälle ilmaa siten, että lämminilmapatja nousee riittävän ylös.



*Kuvassa on Seppo Heinäsen virittämä ja Arto Laaksosen ohjelmoima monipuolinen ilmanvaihdon tehokkuuden mittaustilasto. Tässä tutkittiin ompelimon ilmanvaihdon tehokkuutta eli hyötysuhdetta (AX).*

### Kotimainen osaaminen soveltavaa

Kotimaiset tekniset innovaatiot teollisuusilmanvaihdoissa ovat olleet työpaikkakohtaisia sovelluksia, joissa on yhdistetty eri osaamisalueita. Aktiivista syrjäytystä eli

mäntäilmanvaihtoa käytetään myös alun perin Halton Oy:n kehittämässä Comfo- kohdepoisto- ja puhalluslaitteistossa.

Työpistekohtainen ilmastointiin on kehitetty erilaisia menetelmiä, jos työpiste on paikallaan pysyvä. Activent-kanavat, piennopeuslaitteet tai jopa linja-autoista tutut puhallussuuttimet voivat olla ratkaisu.

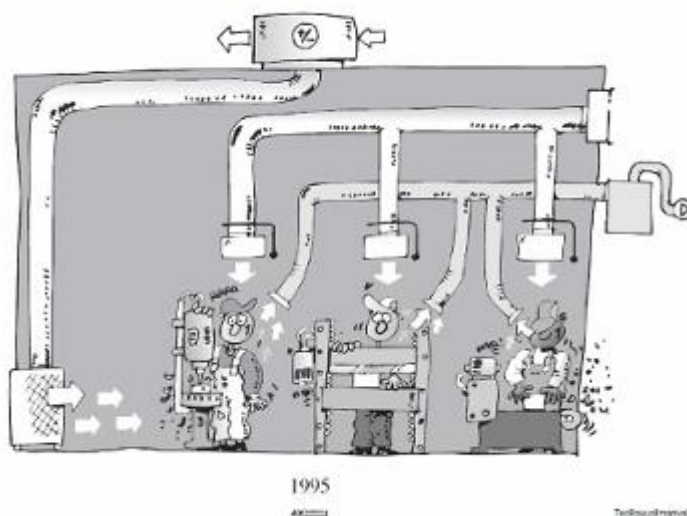
Teollisuus- ja varastotilojen isoihin oviin on kehitetty erilaisia ilmaverhoja. Isot oviaukot voivat aiheuttaa lämpöhukkaa enemmän kuin koko rakennusvaippa yhteensä. Pahinta on usein avoimen oven aiheuttama lattiaveto. Yksinkertaisia päällekkäisistä potkuripuhaltimista koottuja sivulta puhaltavia ovi-verhoja oli jo 1960-luvulla. Niiden tehokkuus oli kuitenkin Suomen pakkasissa heikko. Silloin alettiin asentaa myös tehokkaita alaraosta puhaltavia laitteita. Puhalluksella varustettuja tunneliportteja on tehty 1960-luvulta lähtien. Erityisesti 1980-luvulla Fläktin Diridoor levisi käyttöön.



*Tunneliportteja entisen Valmetin putkitalotehtaan ja nykyisen kattilavalmistuosaston ovissa. (BHa)*

Lisätietoa oviaukkojen ja ilmaverhojen ratkaisuista ja ohjeistuksesta on Aki Valkeapään kirjoittamassa Ilmastoinnin mitoitus-kirjassa.

#### HENKILÖKOHTAINEN TULO- JA POISTOILMAYHDISTELMÄ



Vaikka teknisiä uusia innovaatioita on ollut vähän, lisääntynyt järjestelmien ja strategioiden eli menetelmien tuntemus hyvää vauhtia on ollut kansainvälisesti korkeaa tasoa. Tämä havaittiin myös 1990-luvulla laajassa teollisuusilmastointia koskevassa INVENT-hankkeessa, jonka lopputuloksena laadittiin 18 maan yhteistyönä 1500-sivuinen käsikirja Industrial Ventilation Design Guide Book erillisosineen. Sen laativat lopulta 70 prosenttisesti suomalaiset asiantuntijat Esko Tähden johdolla. Kirja ilmestyi v. 2000.



## Puhdashuonetiloja ilman ei tultais toimeen

### Varsinainen puhdistilakäsité verraten uusi

Ilman puhtauteen alettiin jo 1900-luvun alkupuolella kiinnittää konepajoissa erityistä huomiota laakereitten kokoonpanopaikoilla. Pienetkin voiteluaineeseen päässeet partikkelit kuluttivat laakeria ja pienensivät niiden elinikää. Tällaisilla tuotantoalueilta kiellettiin muu konepajatoiminta kuten työstö yms. ja alue pidettiin ylipaineisena suodatetulla ilmalla.



*Vuonna 1935 oli tuki jo kuitusuodattimia. Kuvan (Am) pienehköä laitetta markkinoitiin paitsi allergiakoteihin astmaa lievittämään, myös leikkaussaleihin (Am). Vaikka leikkaussalin ratkaisu näyttää kovin vaatimattomalta, eipä kestänyt monta vuotta tuon mainoksen jälkeen, kun leikkauksia tehtiin sarjatyoänä ulkona teltoissa - rintamalla.*

Varsinaisissa leikkaussaleissa alettiin pyrkiä puhtaamman ilman luontiin. Toisen maailmansodan aikana alkoi olla markkinoilla suodattimia, joilla sai poistettua riittävästi haitallisia hiukkasia ilmasta. Samalla osattiin kiinnittää huomiota suodatinosien tiiveyteen, jotta ohi ei menisi puhdistamatonta ilmaa.

Vasta 1950-luvulla tuli yleisesti saataville HEPA-suodattimet ja myöhemmin ULPA-suodattimet (high-efficiency particulate air filter ja ultra-low particulate air filter). HEPA-suodattimet kehitettiin Yhdysvalloissa 1940-luvulla Manhattan- eli atomipommi-projektin yhteydessä. Kumpaakin suodatintyyppiä valmistetaan erotuskyvyltään montaa eri luokkaa.



Varsinaiset nykykäsityksen mukaiset puhdashuonetilat kehitettiin USA:ssa 1960-luvulla ja sieltä ne levisivät Englannin kautta muualle. Puhdashuoneita varten kehitettiin kahta ilmanvaihdon päätyyppiä eli yhteen suuntaan menevä ilmavirta eli ns. laminaarinen virtaus ja sekoittava ilmavirta. Pääosa ilmasta yleensä kierrätetään ja päätesuodattimet ovat juuri ennen kyseistä tilaa katossa tai seinässä.

## **Puhdastiloilla laaja käyttöalue**

Puhdashuonetiloja on tarvittu enenemässä määrin mikroelektronikassa, lääketeollisuudessa, leikkaussaleissa ja tutkimuslaboratorioissa. Myös elintarviketeollisuudessa pyrittäessä pitkään säilymisaikaan tarvitaan samaa tekniikkaa. Esimerkiksi leipomotuotteille saadaan kuukausien säilymisaika pitämällä tuotantolinja partikkeleista vapaana uunista aina pussitukseen saakka. Lisäksi suojakaasupakkaus voi estää rasvojen hapettumista eli eltaantumista. Tämän kummempia myrkyjä ei tarvita. Vastaavasti lääke- ja elintarviketeollisuutta palvelevan pakkausteollisuuden tuotantolinjojen puhtaus on tärkeä.

Suomessa elektroniikan puhdastilojen tarve on vähentynyt johtuen yksinkertaisesti siitä, että alan työt ovat siirtyneet Kaukoitään.

## **Erilaisia standardeja**

Puhtausluokituksia syntyi erilaisia, lääketeollisuudelle omansa ja muulle teollisuudelle omansa, myös maakohtaisia standardeja syntyi. Opittiin myös pukemaan tiloissa työskentelevät ihmiset erityisvaatteilla, joista ei irtoa kuituja tai hiukkasia. Tavallisista haalareistahan saattaa irrota enemmän partikkeleita kuin siviilivaatteista. Myös työskentelytapoihin ja liikkumiseen opittiin kiinnittämään huomiota.

## **Erityisen vaaralliset työt**

Erityisen vaativat tai vaaralliset työt tehdään suljetuissa kaapeissa. joissa oleviin toimintoihin pääsee käsiksi vain erityisiä kaappiin tiiviisti kiinnitettyjä kädenmittaisia suojahanskoja käyttämällä. Puhdashuonetiloissa käsiteltäville käyttöhyödykkeille kuten vedelle ja paineilmalle on omat vaatimuksensa. Tilojen ylipainetta ja olosuhteita kontrolloidaan jatkuvasti.

## **Lasisia ilmanvaihtokanavia**

Ilmanvaihtoon liittyvä erikoisuutena puhdastiloissa voidaan käyttää lasisia kanavia. Tämä siksi, että muutoin suuret kierrätysilmakanavat estäisivät joissakin tapauksissa liiaksi huoneitten välistä näkyvyyttä ja työntekijät joutuisivat työskentelemään ikään kuin yksin suljetuissa kammioissaan. Lasisten ilmanvaihtokanavien asentaminen ei sinänsä ole akvaarion rakentamista kummempaa.

## **Poistoilma puhdistettava**

Myrkyllisten, syöpävaarallisten ja tartuntatauteja levittävien aineiden käsittelyssä on poistoilma puhdistettava tarkoin. Menetelmiä on useita ja niitä on kontrolloitava jatkuvasti.

## **Monitoimitilat**

Tilojen soveltuvuus moniin eri tarkoituksiin tai niiden yhteistoimintaan on noussut entistä tärkeämmäksi. Eräiden suppeampien määritelmien mukaan monitoimitila on avoin tila, johon on vapaa pääsy ja jossa toimii useita toimijoita; kauppoja, kahviloita, ravintoloita, elokuvateattereita, kirjastoja sekä muita yksityisiä ja julkisia palveluja. Kauppakeskukset ovat tyypillisesti tällaisia. Monitoimitilat voivat olla myös palvelukeskuksia, joissa on eri ikäisille tieto-, kokoontumis- ja liikuntapalveluita. Areenatiloja on voitava käyttää jäähallista konserttisaliin. Tavallisia toimitiloja voidaan muunnella koppikonttorista avokonttoriin tai videokonferenssi- ja koulutustiloihin, tai niistä voidaan tehdä terveydenhoitotiloja.

Oleellista monitoimitiloissa on varautuminen muutoksiin. Tämä merkitsee sitä, että talotekniikan välille ja tekniikalle on tilaa. Esimerkki millaisia rakennuksia ei pitäisi tehdä, on tyypillinen 1960 - 1990 luvun toimistoratkaisu, jossa vapaalta korkeudeltaan 2,2 metriä olevan käytävän katto on ahdettu niin täyteen tekniikkaa, ettei ilman kenkälusikkaa mahdu sekaan edes datakaapeli.

Isojen keskuskoneiden sijasta käytetään monitoimitiloissa yleensä hajautettuja ratkaisuja ja laitteissa on varauduttu tehojen muutoksiin. Huonekohtaiseen ilmvirran ja lämpötilan säätöön on varauduttava.

Esimerkki tilojen käyttötarkoituksen muuttumisesta on vanhat teollisuustilat. Monet valmisvaate- ja kenkätehtaat muutettiin 1980-luvulla toimisto- tai pienteollisuustiloiksi. Joistakin on tehty myymälöitä. Suuri huonekorkeus tekee muutoksen teknisesti helpoksi. Kanavistoja ja sähköisiä väyliä on helppo muuttaa ja rakentaa lisää. Nyt näitä samoja rakennuksia muutetaan asuinkäyttöön. Tampereella museo- ja oikeuslaitoskäytöstä ylijääneitä pellavatehtaan tiloja muutettiin sairaalaksi. Isoja korkeita teollisuushalleja on muutettu kulttuuritiloiksi. Niihin mahtuu mm. nousevia katsomoita ja näyttämötiloja. Näyttelytilakäytössä niihin mahtuu isoja taide- tai museoesineitä.



*Pellavatehdasta, sittemmin toimistorakennusta, muutetaan sairaalaksi Tampereella 2016. (BHa).*

## Väestösuojat

Toisen maailmansodan aikana Suomessa ei ollut ollenkaan nykyaikaisen kaltaisia asiallisia väetönsuojia. Jotkut sotatarviketeollisuuden tehtaat olivat rakentaneet kallioliuoliin tuotanto-osastoja ja näitä laajennettiin sodan aikana. 1950-luvulla ja osin 1960-luvulla rakennetut rakennusten väestösuojat eivät täytä nykyisiä vaatimuksia. Sinänsä Suomessa on väestösuojapaikkojen suhteellisesti poikkeuksellisen paljon eli kolmelle ja puolelle miljoonalle ihmiselle.

Kalliosuojien rakentaminen pääsi vauhtiin 1960-luvulla. Näitä on rakennettu myös teleliikenteelle. Kalliosuojien kuormituskokeissa oli havaittu, että tilanteen aikana niiden pääongelma on liika lämpeneminen. Kallio toimii eristeenä (vrt. kalliolämpö). Niinpä kalliosuojissa tarvitaan tehokasta varavoimaa, jota tarvitaan jäähdytyskoneistolle. Eräissä käyttökokeissa havaittiin, että ensimmäisen puolen tunnin aikana koko tekniikka saatiin väärällä käynnistyksellä ja käytöllä pysähtymään. Tämä pisti miettimään koulutusta ja ohjeistusta.

Insinööritoimisto Kontestin raportissa 1972 päädyttiin kalliosuojien LVI-tekniikan luotettavuuden lisäämiseksi seuraaviin suosituksiin, joissa on edelleen itua: ensisijaisesti on parannettava verkostojen laatua:

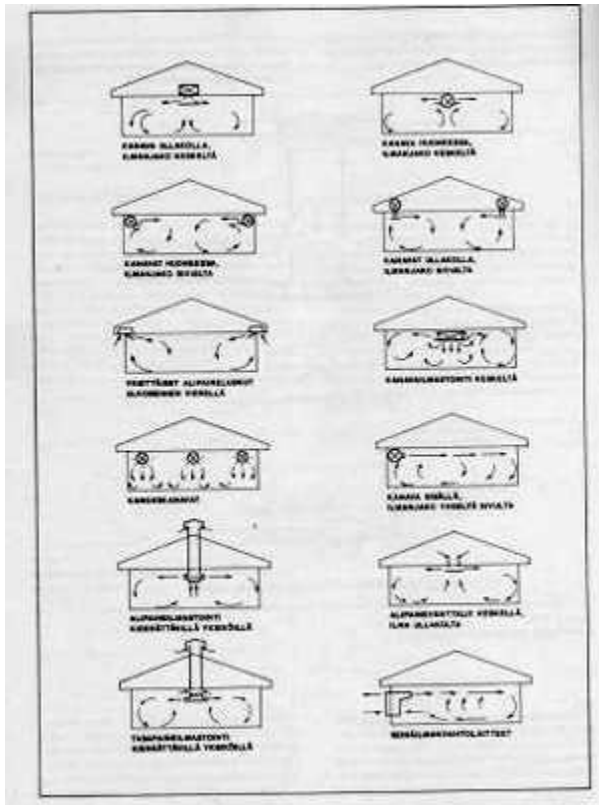
- materiaalit vanhenemattomista aineista
- varusteet korkealuokkaisia
- liitokset hitsaus-, kovajuotos- tai laippaliitoksia
- tehostettava asennusten valvontaa: painekokeet, hitsauskokeet, röntgenkokeet
- järjestelmät yksinkertaisia ja koostuvat korkealuokkaisista standardilaitteista
- pääverkostot renkaassa
- varaosasarjat, kaikille laitteille vähintään yksi varalaite
- jatkuva huoltosopimus ja toiminnan määräaikaistestausohjelmat.

Varsinainen kysymys väestösuojiin liittyen on ollut se, millaisessa tilanteessa niitä tarvitaan ja voidaan käyttää. Rakennuskohtaisia väestösuojia luokitellaan paineaallon kestokyvyn mukaan, mutta mikään niistä ei kestä nykyaikaisia täsmäaseita. Suojat ovat yleensä täynnä

tavaraa ja ohjeena on, että ne täytyy olla tyhjennettävissä kolmen päivän sisällä. Sinä aikana kaikki kuviteltavissa olevat onnettomuuksien aiheuttamat myrkkypilvet ovat häipyneet.

Väestösuojien LVI-tekniikka on vakiintunut 1960-luvun jälkeen. Varsinkin kalliosuojien LVI-tekniikka on monissa paikoissa kunnostamisvaiheessa.

## Maatalouden perustuotantorakennuksilla pitkä historia



### Karjasuojat vaativia

Karja ja asuminen liittyivät aikoinaan toisiinsa savupirtti aikana. Sitten karja sai olla varsin alkeellisissa oloissa, kunnes elinolojen merkitys terveydelle ja tuotantokyvyille oivallettiin. Karjasuojat on esimerkki tilaryhmästä, jossa lämmityksen ja ilmanvaihdon tekee yllättävän vaativaksi seuraavat tekijät:

- lämpö- ja kosteuskuorma ovat ajoittain suuria
- ilmassa on korroosiota aiheuttavia kaasuja ja laitteita tukkivaa pölyä
- lypsykarja saa helposti tulehduksia vedosta ja kalliit hevoset hengitystietulehduksia pölystä
- rehussa on homeitiöitä
- lisälämmitystä tarvitaan vain kovalla pakkasella
- lämmityskaudella ulkoa tuleva ilma on sekoitettava sisäilmaan taitavasti,

puhallusilman alilämpötila voi olla 30 °C

- kylmä ulkoilma jäädyttää puhalluskanavia ja laitteita, joiden pintaan tulee runsaasti kondensoitua kosteutta tavanomaisissa tuloilmakanavissa ja -laitteissa

- on otettava huomioon pölyn aiheuttama palovaara.

(Kuva Neste/BHa)

Karjasuojoihin on kehitetty useita eri laitteistoja, jolle on ominaista kosteuden tai lämpötilan mukaan ohjautuva ilmavirta, korroosionkestävät eristetyt polyuretaanikanavat, erikoisrakenteiset lämmöntalteenottolaitteet ja lämpötilan mukaan suuntautuvat ilmasuihkut eli kylmä ilma suunnataan kattoa pitkin suurella nopeudella käyttäen hyväksi coanda-ilmiötä (ilmavirta imeytyy kattoon).

Lämpöisempi ilma ohjataan alemmaksi pienemmällä nopeudella eli suurentamalla puhallusaukkoa ja suuntaamalla ilmaa alemmaksi. Myös kangaskanavia on käytetty pitämään karjan oleskelualue puhtaammassa ilmassa.

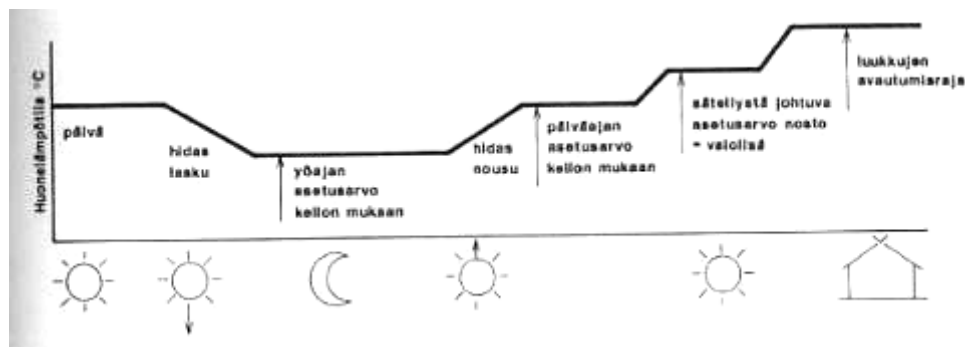
## Kasvihuoneet nykyaikainen keskuslämmityksen alkukoti

Rikkaat kartanot ja vastaavat kävivät aikoinaan elintasosotaa pröystäilemällä hienoilla tarjottavilla, kukkakoristeilla ja eksoottisilla hedelmillä. Erityisen paljon varallisuutta oli kertynyt Iso-Britanniaan siirtomaiden törkeään riiston ansiosta. Jo 1700-luvun alkupuolella rakennettiin kasvihuoneisiin pioneeritaso lämmitysjärjestelmiä, jotka toimivat höyryllä, vedellä tai ilmalla. Itse asiassa koko nykyaikainen rakennuslämmitys kehitettiin ensin kasvihuoneisiin.



Sittemmin kasvihuoneitten LVI-tekniikkaa on voimakkaasti kehitetty toisen maailmansodan jälkeen. 1980-luvulla käyttöön otettiin huipputasoiset mikroprosessoripohjaiset säätimet. Säädettävää kasvihuoneissa riittää. Auringon valon hyödyntäminen säästää valaistuksessa, mutta liika valo ja lämpösäteily on eliminoitava vetämällä verhot eteen kasvien päälle. Yöksi on syytä erottaa yläosa verhoilla, jotta lämpöä luovuttava vaippa pienentyisi. Aamulla taas verhojen avaus on hoidettava juuri oikeaan aikaan, ettei ylös kertynyt kylmä ilma aiheuta vaurioita. Lämmityksen on syytä ennakoida tämä vaihe. Tuuletusluukkuja avataan lämpötilan mukaan ja sadeanturi sulkee ne tarvittaessa.

Lämmityspotket sijoitetaan maahan tai seinille kasvien tarpeiden mukaan. Ilman kostutusta tarvitaan, joskus hiilidioksidilannoitusta. Kasvien ravintoliuoskierto on oma järjestelmänsä. Kasvupöydät voivat olla liikkuvia hihnoja jne. Jos lämmitys hoidetaan esim. suoralla kaasulla tai öljyllä, saadaan hiilidioksidi hyödyksi, mutta vain tietyille kasveille se on tärkeää.



*Kasvihuoneen lämpötilansäätöesimerkki (Neste/BHA)*

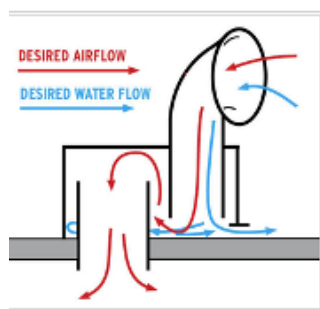
Kasvihuoneiden LVI-tekniikan vaativuutta ei vähennä se, että toimiala ei kylvä rahassa vaan joutuu kilpailemaan mm. ulkoa tuotujen mauttomien kumitomaattien ja vastaavien kanssa. Niinpä tilastojen mukaan kasvihuoneitten LVI-tekniikka on monessa kohteessa saatu ällistyttävän halvalla käyttäen omaa asennustyövoimaa ja muualta purettuja putkia.

Tulevaisuudessa voidaan ehkä nähdä aivan uudenlaisia urbaaneja kerroskasvihuoneita tai kasvatukseeniä, joissa ei ole multaa vaan kasvit kasvavat juuria tukevassa kudoksessa ja käyttävät tarkasti säädettyä suljettua ravintoliuoskiertoa. Kasvatusalustat voidaan sijoittaa paternoster-tyyppiseen kiertävään hissimekanismiin, jolloin kasvien istuttaminen ja poimiminen suoritetaan kiinteän aseman kohdalla. Valaistus hoidetaan aallonpituudeltaan optimoiduilla LED-valaisimilla.

## Laivojen ilmastointi edelläkävijä

Höyrykäyttöisistä puhaltimista saatiin kokemusta kaivoksista. Kun höyrykoneet olivat tulleet laivojen käyttövoimaksi, alettiin laivoihin asentaa puhaltimia kattiloiden vedon ja tehon parantamiseksi 1800-luvun puolenvälin kieppeillä. Vetureista tutun ejektorihöyryn käyttö savupiipussa ei tullut kyseeseen muuta kuin pienissä sisävesialuksissa.

Vanha ja pitkään käytössä ollut ilmanvaihtomenetelmä oli eräänlaisten sieppaustorvien käyttö.



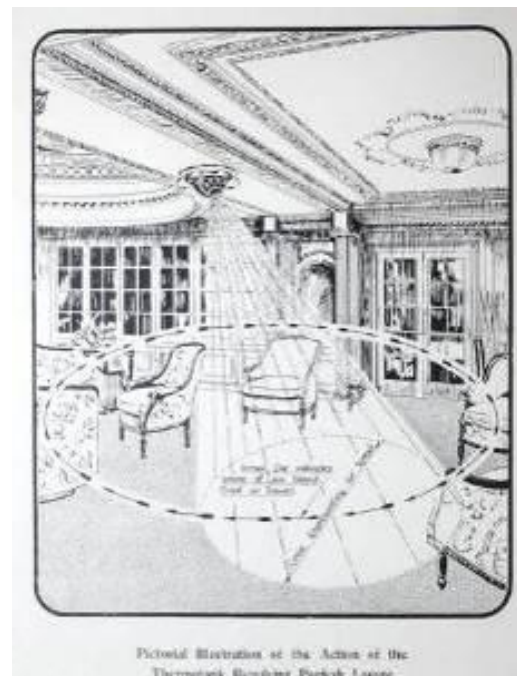
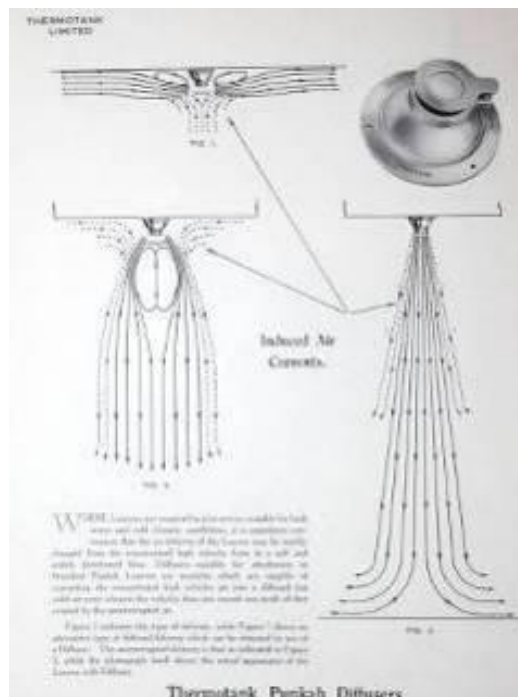
*Cowl-ventilaattorit sieppaavat ilmaa ajoviiman dynaaminen paineen ansiosta. Satamassa torvet voidaan kääntää tuulen suunnan mukaan joko haukkaamaan ilmaa tai poistamaan sitä riippuen siitä, onko aukko tuulen ylä- vai alapuolelle. Kuva Wikipedia.*

*Oikealla (BHa) 1910-luvulla valmistuneen höyryhinaaja Kotvio II:n ilmanvaihtotorvia, Laiva toimii Vilppulassa tilauskäytössä.*

Matkustaja-aluksissa miehistö- ja matkustamotilojen ilmanvaihtoon alettiin kiinnittää erityistä huomiota 1800-luvun loppupuolella. Skotlantilaisen Thermotank Ventilation yhtiö oli 1800-luvun loppupuolella laivailmanvaihdon edelläkävijä. Thermotankin korkeapainekanavia ja ilmanjakosuuttimia käytettiin sittemmin laajalti paitsi laivoissa myös junissa.

Titanic-sarjan laivoissa 1913 oli 60 sirocco-tyyppistä keskipakoispuhallinta. Ilma jaettiin kaksikanavajärjestelmällä. Ensimmäisen luokan tuloilmakanavissa oli hyttikohtaiset sähkölämmityspatterit. Jäähdytyskin olisi asennettu, ellei laivojen reitti olisi ollut niin pohjoisessa, ettei jäähdytystä tarvittu.

Jäähdytystä laivojen lastitiloihin asennettiin jo 1800-luvun loppupuolella, kun lihan tuominen Etelä-Amerikasta, Australiasta tai Uudesta Seelannista edellytti jäähdytystä. Jo vuonna 1912 asennettiin Carrierin rakentama ilmastoinnin jäähdytys taistelulaiva USS Wyomingiin. Tämä lienee maailman ensimmäinen sotalaivan jäähdytys.



*Laivojen ilmastointiin skotlantilainen Thermotank-yhtiö kehitti ilmanpaineen avulla puhallussuunnaltaan kehää kiertävän suuttimen jo 1900-luvun alussa. Puhallussuuntaa muuttavia ratkaisuja on myöhemmin käytetty pöytätuulettimissa sekä joissakin ilma/ilma-lämpöpumpuissa.*

Laivoissa ominaispiirteenä on paitsi varsin rajoitetut ja asennoltaan muuttuvat tilat, myös ulkoilman korkea kosteus (sumussa suhteellinen kosteus yli 100 %), suolapitoisuus ja tuulenpaine.

Laivojen ratkaisuja sanelevat myös monet kansainväliset turvallisuusmääräykset. Erityismateriaalit ja rakenteet ovat tarpeen.

Pohjoismaissa Svenska Fläktfabriken hallitsi pitkään laivailmastointia, mutta 1990-luvulla Koja Oy kehitti tarkoitusta varten omat itse valmistamansa koneet ja ratkaisut. Valmet Ilmastointi teki ainakin Valmetin telakoiden valmistamiin laivoihin ilmastointiratkaisuja.



*Jättiristeilijät ovat huvittelukeskuksia keskustoreineen, tivoleineen, vesipuistoineen, teattereineen, ravintoloineen ja monine muine rentoutus- ja hemmottelutiloineen. Vastaavasti ilmastointiratkaisut on räätälöitävä ja AC- eli Air Conditioning-keskushuoneita voi olla liki parikymmentä. Tämän päälle tulee satoja hyttikohtaisia ilmankäsittely-yksiköitä.*

*Kuvassa (Koja Oy:n Marine-esite) erään aluksen sisäpihaa.*

Vertailun vuoksi: ahtaat ovat tilat kulkuneuvoissa kuten junissa, autoissa ja lentokoneissa.. Kulkuneuvojen ilmastointiperiaatteita on esitetty ASHRAEn käsikirjassa.

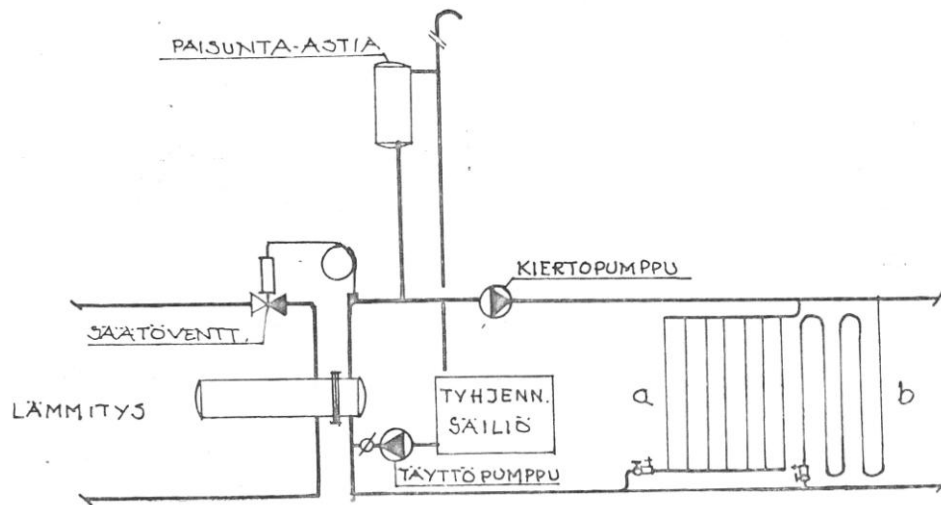
### **Lumi pois sulattamalla**

Lumi, jää ja routa aiheuttavat monenlaista vaivaa. Liukastumistapaturmat, auraus, lumen kuljetus, hiekoitus, hiekan poisto, toiminnan melu ja pöly, sisään tuleva suolainen ja korroosiota aiheuttava kura, ajoluiskien kaltevuuden rajoittaminen, putkistojen ja maanalaisten rakenteiden sijoittaminen roudan alapuolelle tai roudan kestäväksi ja lumenpoisto- ja hiekoituskaluston sekä ulkokalusteiden säilyttäminen aiheuttavat yllättävän suuria kustannuksia ja vaivannäköä. Isoissa kaupungeissa lumen kuljetus on tuottanut ongelmia sopivien läjityspaikkojen puuttuessa tai sijaitessa kaukana. Vanhusväestön osuuden kasvaessa palvelurakennusten ja vastaavien kulkuväylien sulana pidon merkitys kasvaa, sillä se osaltaan ehkäisee kalliita toimenpiteitä vaativia ja inhimillisesti viheliäitä lonkka-, käsi- ja jalkavammoja.

Ainakin jo 1930-luvulla oli New Yhdysvaltain Hamshiressä ongelmat ratkaistu lumensulatuksella alikulkutunnelin kohdalla. Ruotsissa asiaan innostuttiin 50-luvulla, jolloin hiottiin mitoitusperusteita. Tampereelta tunnetaan Hämeenkatu 10 kattolämmitys 1950-luvulta. Lumensulatuksen mitoitusta ja käytännön ratkaisuja koskeva Pentti Tiaisen diplomityö on vuodelta 1960.

Sulatuskohteita ovat tyypillisesti jalkakäytävät, kävelykadut, ajoluiskat, sillat, ulkoportaot, sisäänkäyntien edusta, parkkitalojen ylin avoin tasanne, tasakatot ja lastausalueet. Eksoottisempia kohteita ovat sairaaloiden helikopteritasanteet, jalkapallokentät ja varhaisperunapellot. Lämmityksessä on käytetty vettä, erityistä kevytöljyä, etyleeniglykoliliuosta, propyleeniglykoliliuosta, sähkökaapeleita ja säteilylämmitystä. Veden käyttöä perusteltiin aikoinaan halpuuden lisäksi sillä, että eipä ainakaan lämmönsiirrin voi jäätymä, kuten jäätymätöntä liuosta käytettäessä oli alkeellisten säätölaitteiden aikana jossain käynyt. Onpa kokeiltu myös lämpimän ilman puhaltamista pelikentän salaojaputkiston kautta.

Nestekiertoisissa järjestelmissä tyypillinen lämmön lähde on kaukolämpö. Jos käytetään paluuputken vettä, saatetaan pärjätä ilman tilausvesivirran ja siten perusmaksun nostoa. Kaukolämmön paluulämpötilan lasku pienentää putkiston lämpöhäviöitä ja nostaa voimalaitoksen hyötysuhdetta.



*Lumensulatuksen kaavio mallia 1961 (LVI-Lehti)*

Putkistomateriaalina on maailmalla käytetty terästä, kuparia ja muovia. PEX-putki on meillä vakiintunut materiaaliksi. Lämmönjakokeskuksen kytkentämahdollisuuksia on monia riippuen paluuveden käyttömahdollisuuksista. Ilmeisesti jo 1970-luvulla tehtiin siinä määrin lumensulatusjärjestelmiä, että niiden käyttö oli erikseen kiellettävä 1970-luvun öljykriisipaniikissa.

Järjestelmien säätöä on parannettu energiaa säästävemmäksi ja tehokkaammaksi. Aluksi käytettiin kiertonesteen tai lämmitettävän kohteen vakioämpötilaa ja laitteiston käynnistystä asetellussa ulkolämpötilassa. Järjestelmät pystyivät kuluttamaan verraten paljon lämpöä. Myöhemmin kehitettiin erityisiä lumiantureita, jotka nostivat kiertonesteen lämpötilaa lumen sataessa. Ongelmana oli anturin ympärille jäätyvä anturin sulattama lumi. Ratkaisua etsittiin jopa optisista antureista, jotka huomaisivat lumen aiheuttaman pinnan värin muutoksen. Parhaimpia menetelmiä ovat sellaiset, joissa säätietojen perusteella ennakoidaan lumisade ja nostetaan kohteen lämpötilaa etukäteen.

Lumensulatuksen yksi erillismuoto on sulatuskaukalot, joihin aurattu lumi kerätään. Sulatuksella vältytään lumen poiskuljetuksesta. Kaukaloita on lämmitetty kaukolämmöllä ja jopa öljypolttimilla..

## Suomalaisia LVI-innovaatioita

Valintaperusteet: esitetyt innovaatiot ovat johtaneet kannattavaan valmistukseen. Lueteltujen innovaatioiden lisäksi valmistajat, urakoitsijat, suunnittelijat sekä opetuslaitosten laboratoriot ovat tehneet lukemattomia pieniä valmistusmenetelmiin ja itse tuotteisiin liittyviä innovaatioita, joista ei kuitenkaan ole tapauskohtaisuuden tms. syyn takia koskaan pidetty suurempaa ääntä.

**Savonius-roottori** on suomalaisen Sigurd Savoniuksen 1920-luvulla kehittämä pysty akselinen tuuliturbiini. Rakennetta kuvaa parhaiten ilmaisu kahdesta lomittain asennetusta tynnyrinpuolikkaasta. Turbiinin poikkileikkaus on katkenneen ja hivenen lomitetun S-kirjaimen muotoinen. Laitetta käytettiin painovoimaisessa ilmanvaihdossa parantamaan ilmanvaihtoa tuulen puhaltaessa. Laitteita on edelleen käytössä joissakin vanhoissa kerrostaloissa ja varikkohalleissa. Roottorin periaatteella toimivia tuulimyllyjäkin on kehitetty. Niiden hyvä puoli on hiljainen ääni, mutta tuulta keräävä pinta-ala ja siten teho on suhteellisen pieni.

**Ahr-järjestelmä** on Valmetin kehittämä paperikoneiden lämmön talteenottojärjestelmä 1960-luvulla. Nestekiertoisessa järjestelmässä saatiin koneiden poistoilman lämpöä jaettua moniin eri kohtaisiin.



**Paperikoneitten kuivausosan lämmöntalteenotto.** Vaikka LTO-laitteisto oli sinänsä jo kymmeniä vuosia vanha, tutki ja kehitti Valmet levylämmönsiirtimien rakenteita ja selvitti mm. kondensoivien lämmönsiirtopintojen erittäin monimutkaista teoriaa Mauri Soinisen johdolla.

Oy Wärtsilä Ab Arabian saniteettiposliinitehdas kehitti 1960-luvulla **hiljaisen WC:n huuhtelusäiliön täyttöventtiililaitteiston.**

**UV-järjestelmä.** Sadekattoviemäreiden kattokaivon muotoilun muutoksella saadaan putket toimimaan umpivirtauksella, mikä pienentää putkikokoja oleellisesti. Olavi Ebeling kehitti sen 1960-luvulla.

**Uno-suutinkanava,** pyöreään kanavaan tehdyt muoviset reikäsuuttimet, joilla on hyvä sekoituskerroin. Kalevi Sassin kehittämä 1960-luvulla. Uno-suuttimia on edelleen valmistuksessa.

**Poistoilmaikkuna.** Kehitettiin ja tutkittiin Ekonossa 1970-luvulla. Säästi lämpöä ja vähensi vedon tunnetta aikana, jolloin poistoilman lämmöntalteenotto ei ollut yleistä ja jolloin ikkunoiden U-arvo oli melkein kaksinkertainen nykyiseen verrattuna. Poistoilmaikkunoita ei enää käytetä.

**Poistoilmavalaisimet** kehitettiin 1960-luvulla aikana, jolloin toimistojen valaistustasot olivat luokkaa 800...1200 lux ja valaisinlämpökuormat luokkaa 40 W/m<sup>2</sup>. Järjestelmästä ei saatu koskaan erityisen toimivaa johtuen mm. valaisinliitäntöjen hankaluudesta. Nykyään pystytään valaistuksen lämpökuorma pitämään toimistoissa alle 15 W/m<sup>2</sup> - tai jopa alle 10 W/m<sup>2</sup> - ja poistoilmavalaisintarve on hiipunut.

**Tehokkaat laboratoriovetokaapit** kehitettiin rakennushallituksessa 1970-luvulla. Oviaukon muotoilulla voitiin pienentää sisään menevän ilmavirran turbulenssia ja siten myös ilmavirtaa, samalla työhygienian parani. Annettiin ohjeet myös huoneen ilmanjaon järjestelyille, jotta esim. sekoittavat ilmavirrat eivät häiritsisi vetokaapin toimintaa. Visuvesi Oy alkoi tehdä näitä kehittyneitä vetokaappeja.

**Valmet kotilämpö.** Pientaloihin sopiva ilmalämmitys/ilmanvaihtolaitteisto kehitettiin 1970-luvulla. Ratkaisuun voitiin yhdistää helposti matalalämpöisiä lämmönlähteitä. Ratkaisu on ollut menestys.

**Iris-säätöpelti ja mittarengas.** Toimitusjohtaja Pauli Grönberg PG-Tuote Oy:ssä kehitti 1970-luvulla mekaanisen kameran suljinta muistuttavan pyöreän säätöpellin, jolla on hyvä säädettävyyttä. Tuote myytiin 1984 Lapinleimu Oy:lle. Paranneltua peltiä tehdään nykyään "The Original Iris" -nimellä. Heikkolaatuista kopioitakin on liikkeellä. Myös mittarengas siirtyi Lapinleimu Oy:lle ja siitä kehitettiin alumiiniprofiilista valmistettu parempi malli.

**Ontelolaattojen käyttö ilmakehänä.** Kehitettiin Partekissa 1970-luvulla. Menetelmä osoittautui myöhemmin ongelmalliseksi hygienian ja lämpötekniikan kannalta.

**Neulalämmönsiirrin** nestekiertoisessa ilmanvaihdon lämmöntalteenotossa ja lämmönsiirrossa. Risto Castren kehitti lämmönsiirtoputken valmistusmenetelmän 1980-luvulla ja kehitti siitä tuoteperheen ja laskentamallit. Neularivoituksen avulla voidaan välttyä mm. huolta vaativista ja puhallinenergiaa syövästä suodattimista.

**Activent-suutinkanava,** rei'itetystä kanavasta oleellisesti parannettu versio, jossa reiät on tehty vetämällä siten, että muodostuu pieni suutin. Suuttimen avulla ilma purkautuu kanavan kyljestä suoraan ulos, ei kanavan suuntaisesti kuten reikäkanavasta. Menetelmällä voidaan luoda eräänlainen aktiivinen syrjäytysilmanvaihto vyöhykeperiaatteella. Activentin kehitti Ilmateollisuus Oy 1980-luvulla. Se on edelleen Fläkt Woodsin markkinoimana käytössä laajalti.

Lämpösampo Oy kehitti **2-kennoinen regeneraattoriperiaatteella toimivan lämmöntalteenottolaitteen** erityisesti karjasuojien ilmastointia varten 1970-luvulla. Yleisilmanvaihtoon käytettäviä laitteita ja konehuoneista valmistaa Energent Oy.

**T-Drill putkien kaulustusmenetelmä.** Larikan 1970-luvun alussa kehittämä menetelmä, jonka avulla helposti saa kupari- ja alumiiniputkiin vedettyä kaulustuksen haarajohtoa varten. Näin vältetään erillisistä haarakappaleista ja kahdesta liitoksesta.

ABB Fläktin kehittämä **Thermonet-ilmastointikoneiden lämmitys-, lämmöntalteenotto- ja jäähdytysjärjestelmä**, jossa samaa tuloilmapuolen patteria käytetään eri tarkoituksiin. 1980-luvulla kehitetystä menetelmästä on eri versioita edelleen käytössä. Nykyinen Econet on sellainen.

Halton Oy kehitti 1990-luvulla **COMFO-vetokaappilaitteiston**, jossa tuloilmahuuhtelun avulla vetokaapin edessä työntekijä pysyy pelkkää imukaappia paremmin puhtaan ilman vyöhykkeessä. Laite on nykyään Pislä Oy:n valikoimassa.

Veikko Ilmasti kehitti **ionisuihkupuhalluksen** 1990-luvulla puhdistamaan teollisuudessa kierrätys- ja poistoilmaa. Menetelmässä hiukkaset varataan erittäin korkealla jännitteellä, joka ikään kuin puhaltaa hiukkaset siilomaisen laitteen seinämiin, josta ne huuhdellaan ajastimen ohjaamana vesihuuhtelulla ja johdetaan erottimen kautta viemäriin. Laite on sähkösuodatinsovellus, jota tekee nykyään Ion Blast Oy. Ilmasti on tehnyt sopimuksen kiinalaisten kanssa tuotteen kehittämiseksi Kiinan markkinoille. AAVI Technologies yrityksen tuotantoa hoitaa Chinese Synergy New Energy Technology Ltd. AAVI jatkaa R&D-toimintoja ja valmistusta Suomessa.

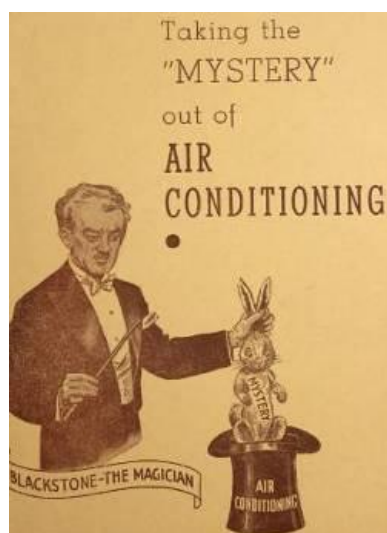
Alkujaan ongelmia syntyi, jos laitteen mitoitus oli liian kireä: voimakkaasti varautuneita hiukkasia pääsi läpi ja ne tarttuivat tilan kattoon ja seinämiin. Ionisuihkupuhalluksella saattaa olla arvaamattoman suuret markkinat mm. pienpuupolton savukaasujen puhdistuksessa, kun määräykset tiukentuvat ja laitetekniikka kehittyy.

Voimakkaaseen sähkökenttään ja ionisointiin perustuvat myös Genano Oy:n huoneilmapuhdistimet. Niissä on automaattinen viikkopesu ja myös aktiivihiihluodatin hajujen poistamiseksi. Laitteen luvataan tappavan kaikki mikrobit mukaan lukien homeet.

**Halton Oy:n leikkaussali- ja keittiöilmastointi.** On uusiin olosuhteisiin ja puhtaustasovaatimukseen kehitetty konsepti.

**Tampereen VTT:llä tulo- ja huoneilman suodatuksen** liittyvät pienten hiukkasten poistamisen tehokkuutta parantavat ratkaisut, joita Seppo Enbom ja Matti Lehtimäki kehittävät.

Vähintäänkin varsinaisten latteiden veroisia innovaatioita ovat olleet erilaiset suunnittelun, huollon ja kiinteistöedon hallinnan **atk-ohjelmat**, joita esim. Progran Oy, Komartek Oyj, Kyndata Oy, Talokeskus Oy ja Granlund Oy ovat tehneet.



### 3 ALAN TOIMIJAT

#### Yhdistykset ja järjestöt

Valintaperuste: ovat vaikuttaneet oleellisesti alan kehittämiseen tai tiedon levittämiseen.

**Tekniska Föreningen i Finland** TFIF, per. 1880. Jäsenet ovat diplomi-insinöörejä, arkkitehtejä ja teekkareita. On Suomen vanhin DI- ja arkkitehtijärjestö.

**Suomen Teknillinen Seura ry (STS)**, ks **TEK**. 1896 perustettiin Suomenkielisten Teknikkojen Seura STS ensisijaisena tehtävänäan edistää suomen kieltä tekniikan ja teollisuuden alalla. (Insinöörjärjestö Tekniska Föreningen i Finland oli perustettu jo 1880.). Paikallisyhdistys esim. 1893 perustettu Tampereen Teknillinen **Seura (TTS) on** itsenäinen ja riippumaton korkeakouluarkkitehtien ja -insinöörien yhdistys. Järjestää mm. esitelmätilaisuuksia, seminaareja ja ekskursioita.

**Suomen LVI-liitto ry** (SuLVI) ja sen paikallisyhdistykset, perustettiin 1930 nimellä Lämpö- ja Vesijohtoteknikkojen Kerho - Värme och Vattenledningstekniker Klubben. Alan keskusjärjestö. Liiton historiasta on laajalti kirjoitettu julkaisussa SuLVI 50 vuotta.

**Suomen Lämpöinsinööriyhdistys LIVI ry**, per. 1959. On Suomen Rakennusinsinööriiliiton ry:n yhteistyökumppani. Antaa mm. lausuntoja, laatinut suosituksia, järjestää asiantuntijatilaisuuksia. Livillä oli alkujaan myös työttömyyskassa.

**VVS Föreningen i Finland rf** VSF, per 1936. ent. Värme- och Sanitetstekniska föreningen i Finland rf. vrt SuLVI.

**Teekkarien LVI-kerho**. per. 1953. On merkittävä teekkareiden lisäkouluttaja ja vapaa-ajan tapahtumien järjestäjä.

**Suomen Automaatioyhdistys ry**, per. 1953, rakennusautomaatiojaos per.1998.

**Sisäilmayhdistys**. per. 1990. Laatinut mm. Sisäilmastoluokituksen ja järjestää seminaareja ja kustantaa Sisäilmautisia.

**Suomen Työhygieeninen Seura**, per. 1975. Alan ammattilaisten yhteistoimintaseura, jonka tavoitteena on vaikuttaa työpaikkojen työhygienian huomioonottamiseen.

**Suomen Kylmäyhdistys ry**, per 1955, järjestää mm. koulutustilaisuuksia.

#### Energiateollisuus ry

Energiateollisuus ry (ET), per. 2004, on Elinkeinoelämän keskusliiton (EK) jäsenliitto. ET on energia-alan elinkeino- ja työmarkkinapoliittinen etujärjestö. Se edustaa yrityksiä, jotka tuottavat, hankkivat, siirtävät ja myyvät sähköä, kaukolämpöä ja kaukojäähdytystä sekä tarjoavat niihin liittyviä palveluja.

Energiateollisuus vastaa jäsenyritystensä henkilöstön työehtoja koskevasta sopimustoiminnasta sekä neuvoo ja kouluttaa jäseniään, tekee selvityksiä ja välittää tietoa.

Energiateollisuus edistää Suomen elinkeinoelämän kilpailukykyä, kansalaisten hyvinvointia ja alan mainetta osallistumalla energiamarkkinoiden kehittämiseen ja turvaamalla riittävän ja häiriöttömän energian saannin kotitalouksille ja elinkeinoelämälle. Omistaa palveluyhtiö Adato Energia Oy:n. **Suomen Kaukolämpö (SKY)**, per. 1978 nimellä Lämpölaitosyhdistys ry. on sulautettu ET:hen.2009?

**Suomen Kuntatekniikan Yhdistys** SKTY aloitti 1926 nimellä Suomen Kunnallisteknillinen Yhdistys. Yhdistys on julkaissut määräyksiä ja ohjeita ja julkaisee lehteä.

**Rakennustietosäätiö RTS ja** julkaisuyhtiö Rakennustieto Oy, pohjautuvat 1942 perustettuun Rakennustietoon, joka julkaisi jo 1943 70 kpl:een standardisarjan. Se oli Rakennustietokortiston alku.

**Suomen Lämpöpumppuyhdistys SULPU**, per. 1999, edistää alan myyntiä.

**Aurinkoteknillinen Seura ry**, per. 1979, edistää alan myyntiä.

**Motiva Oy**, valtionyhtiö, ent. Energiansäästön palvelukeskus Motiva, per. 1993. Kannustaa energiansäästöön ja julkaisee oppaita ja ohjeita.

**REHVA** (Federation of European Heating and Airconditioning Associations) on Euroopan maissa toimivien LVI-alan henkilöjärjestöjen muodostama järjestö, perustettu 1963. REHVAn jäsenjärjestöissä on yhteensä noin 110.000 henkilöjäsentä 26 maassa. ks. [www.rehva.eu](http://www.rehva.eu).

REHVAn ylin päättävä elin on yleiskokous (General Assembly), joka kokoontuu kerran vuodessa. Kukin kansallinen jäsenjärjestö, Suomesta FINVAC, nimeää enintään kolme edustajaa kokoukseen.

Pysyviä komiteoita on seitsemän: "Technology and Research Committee (TRC)", "Education Committee (EC)", "Supporters' Committee", "Membership Services Committee" (MSC), "External Relations Committee (ERC)", "Awards Committee" ja "Publications and Marketing Committee (PMC)". TaskForces - toiminnan tarkoituksena on opasjulkaisujen laadinta. Ensimmäinen REHVA Guidebook "Syrjäytysilmanvaihto" ilmestyi vuonna 2002 ensin englanniksi, ja myöhemmin se on käännetty mm. suomeksi. Vuoden 2011 loppuun mennessä oli julkaistu 15 REHVA-opaskirjaa, ja vireillä on kymmenkunta muuta.

Konkreettista yhteistyötä on muiden järjestöjen kanssa (mm. IIR, EUROVENT, AIVC) samoin kuin yhteistyösopimukset ASHRAEn lisäksi Kiinan ja Intian vastaavien järjestöjen kanssa.

**Suomen Talotekniikan Kehittämiskeskus Oy TAKE**, per. 1990-luvulla.

**LVI-Talotekniikkateollisuus ry**, per. 2003. On elinkeinopoliittinen etujärjestö. Muodostettiin fuusioimalla Suomen Ilmateknillinen toimialayhdistys ry ja LVI-Teollisuuden Neuvosto ry.

**Suomen Ilmateknillinen Toimialayhdistys ry (SITY)**, ks. LVI-Talotekniikkateollisuus ry. per. 1980-luvulla

**RYM Oy**, per. 2009. Rakennetun ympäristön kehittämiskeskus. Motto: innovaatioilla kannattavampaa ja kestävämpää liiketoimintaa

Suomen innovaatiojärjestelmän on globaalissa maailmassa uudistuttava. Tähän haasteeseen on vastattu perustamalla **strategisen huippuosaamisen keskittymiä (SHOK)** Suomen kansainvälisen kilpailukyvyn kannalta tärkeimmille toimialoille sekä uudistamalla yliopistoverkoston.

RYM Oy on rakennetun ympäristön SHOK-yhtiö. Se on kiinteistö- ja rakennusalan huippuosaamisen pääomasijoitusyhtiö, jossa on 53 osakasta. Yhtiö **sijoittaa yritysten ja julkisten innovaatiorahoittajien rahoitusta ja tietotaitoa alan kansainvälisen kilpailukyvyn kannalta tärkeimpiin tutkimusaiheisiin**. Yhteisen strategisen huippututkimuksen avulla yritetään synnyttää ylivoimaista maailmanluokan osaamista rakennetun ympäristön koko elinkaarelle. Hallitus näyttäisi kuitenkin (2015) ajavan alas Tekesin jakamia RYM-tukia.

**Kiinteistö- ja rakennusalan neuvottelukunta KIRA ja Kirafoorumi**, perustettiin 2000-luvulla.

**Aurinkosuojaus ry** on perustettu vuonna 1980 ja se on kaikkien Suomessa toimivien aurinkosuoja-alan yritysten yhteinen etujärjestö.



**BuildingSMART Finland** on suomalaisten kiinteistö- ja infra-alan omistajien ja palvelujen tuottajien muodostama yhteistyöfoorumi. Mukana ovat omistajien lisäksi laajasti suunnittelijat, urakoitsijat, ohjelmistotalot, yliopistot ja korkeakoulut ja muut rakennusalan yritykset. Foorumin tarkoituksena on levittää tietoa tietomallintamisesta ja tukea toiminnassa mukana olevia tietomallipohjaisten prosessien käyttöönotossa.

**FINVAC ry**, The Finnish Association of HVAC Societies FINVAC ry. **Toimii** SuLVI:n, VVS Föreningen i Finland rf:n, LIVI:n ja Sisäilmayhdistyksen yhteistyöelimenä päätehtävänä jäsenyhteisöjensä keskinäisen yhteistyön edistäminen ja kansainvälisten suhteiden hoitaminen sekä tutkimus- ja kehitystoiminnan edistäminen. Yhdistys kuuluu jäsenenä SCANVACiin (Scandinavian Associations of HVAC Engineers), REHVAAan (Federation of European Heating and Airconditioning Associations) sekä ASHRAEen (American Society of Heating, Refrigerating and Airconditioning Engineers, Inc.)

**Rakentamisen laatu ry RALA**, per. 1997. Siinä on rekisteröityneenä toistasataa LVI-alan yritystä. RALA kerää ja ylläpitää tietoa alan yrityksistä, arvioi niitä ja antaa niille pätevyyskatsauksia ja luokituksia. RALA noudattaa toiminnassaan ehdotonta puolueettomuutta ja luottamuksellisuutta, ja RALAn tuottama tieto on luotettavaa ja ajan tasalla.

**Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI**. Jäseniä ovat Suomen Kauppakeskusyhdistys ry, Suomen opiskelija-asunnot SOA ry ja Rakennuttajatoimistojen liitto RTL ry. Näiden kolmen asiamiestoiminta hoidetaan RAKLI:ssa. Toiminta alkoi 1977 rakennuttajien edustajana, Suomen rakennuttajaliittona.

**Lämmitysenergia Yhdistys ry (LEY)**, per. 1956, on lämmityslaitteasennuksia tekevien liikkeiden urakoitsijajärjestö, jossa on mukana myös alalla toimivia laitevalmistajia, maahantuojia ja energiatoimittajia sekä LVI-suunnittelijoita.. Tavoitteena on asennusten laadun parantaminen ja huoltotoiminnan varmistaminen loppuasiakkaille.

Yhdistys toimii myös Tukesin valtuuttamana henkilöarviointilaitoksena ja järjestää öljy- ja kaasualan vastuuhenkilöiden kokeet kaksi kertaa vuodessa.

Yhdistys omistaa neuvonta- ja koulutuspalveluja tarjoavan sekä julkaisuja myyvän Suomen Lämmitystieto Oy:n.

**Suomen Kiinteistöliitto ry**. Suomen kansallisomaisuuden suurin potti on kiinteistöt. Niiden hallinta, hoito ja käyttö on tullut yhä tärkeämmäksi ja esim. korjausrakentamisen liikevaihto osin ylittää uudisrakentamisen. 1907 perustettuun Kiinteistöliittoon kuuluvat asunto-osakeyhtiöt, kiinteistöosakeyhtiöt, asuinvuokratalojen omistajat sekä vuokranantajat. Kiinteistöliitto on kiinteistönomistajien edunvalvoja, kiinteistöalan asiantuntijaorganisaatio ja alan johtava vaikuttaja. Jäsenillä on käytössään alan tuorein tieto ja kiinteistöalan erikoistuneiden asiantuntijoiden palvelut.

Kiinteistöliitto osallistuu aktiivisesti tutkimus- ja kehitystyöhön. Viestinnässä ja neuvontapalveluissa jaetaan tietoa esimerkiksi energiatehokkuudesta, kunnossapitovastuista, korjausrakentamisesta, uudistuvasta talotekniikasta ja korjaushankkeiden päätöksentekomenetelystä.

Kiinteistöliiton muodostavat 23 alueellista yhdistystä ja valtakunnallinen toimialajärjestö. Kiinteistöliittoon kuuluu yli 26 000 taloyhtiötä, joissa asuu yhteensä lähes kaksi miljoonaa ihmistä. Kiinteistöliiton toimialajärjestö Suomen Vuokranantajat ry palvelee yksityisiä vuokranantajia vuokra-asumiseen liittyvissä asioissa. Suomen Vuokranantajien jäsenenä on yli 9 000 vuokranantajaa, joilla on yhteensä 30 000 vuokrahuoneistoa.

Kiinteistöliitto-yhteisöön kuuluvat myös liiton osakkuusyhtiöt eli Kiinteistöalan Kustannus Oy, Kiinteistöalan Koulutuskeskus Oy, Talokeskus Yhtiöt Oy ja Suomen Kiinteistöliitto ry:n Palvelu Oy. Liitto on osakkaana myös KTI Kiinteistötieto Oy:ssä ja Suomen Tilaajavastuu Oy:ssä.

## Työmarkkina- ja etujärjestöjä

Järjestöt kouluttavat/totuttelevat muun toiminnan ohessa jäseniään järjestötyöhön - ammattitaito, jota oppilaitoksissa juurikaan ei kouluteta, Tosin osallistuminen oppilasyhdistyksiensä toimintoihin antaa teknisiä valmiuksia ja luo verkostoja.

Suunnittelu- ja konsultointiyhtyritykset **SKOL ry**, per.1967. SKOLin jäsenet ovat kauppa-, teollisuus- ja urakointi-intresseistä riippumattomia insinööri-, arkkitehti- ja konsulttitoimistoja. Yhdistyksellä on mm. varsin velvoittavat eettiset säännöt. Suunnittelualalla työskentelevistä n. puolet kuuluu SKOL:iin. yhdistyksen ulkopuolisista suunnittelijoista suuri osa työskentelee urakointiliikkeissä.

Tekniikan akateemiset **TEK** ks. Suomen Teknillinen Seura.

Ylempien toimihenkilöiden liitto **YTN**, ks. TEK.

## Insinööriliitto ry.

1919 neljäkymmentä Tampereen teknillisen opiston entistä oppilasta perusti Tampereen Teknilliset -yhdistyksen.

Tarkoituksena oli toimia Tampereen teknillisen opiston käyneiden yhdysseitinä, avustaa heitä maan teollisuuden ja tekniikan kehityksen seuraamisessa ja valvoa opiston käyneiden etuja. Oikeus insinöörinimikkeeseen teknillisen opiston käyneille annettiin 1943. Yhdistys kasvoi liitoksi. Vuonna 1946 yhdistyksen nimeksi otettiin Yleinen Insinööriyhdistys ry 1954. Myöhemmin nimeksi otettiin Insinööriliitto ry. Liittoon kuului jo 22 paikallisosastoa. Ensimmäisenä opiskelijayhdistyksenä oli Turun Teknillisen Opiston Oppilasyhdistys ry.

**Suomen LVI-Teknikkojen Liitto ry**, muodosti 1968 mm. Valtion Teknikoiden Liitto ry:n kanssa Suomen Teknikoiden Keskusliitto ry:n (TKL).

**Suomen Ammattikoulu- ja Opistotekniset SKT ry**. Per. 1970 nimellä Suomen Kuntien Teknikot SKT ry. Kokoaa eri liittoja ja yhdistyksiä kuten Tekniikan asiantuntijat TK ry, Opistotekniset ry ja Suomen LVI-Teknikkojen Liitto ry:n.

**LVI-tekniiset urakoitsijat LVI-TU ry**. On LVI-asennusalan toimiala- ja työnantajajärjestö. LVI-Teknisten Urakoitsijoiden juuret ulottuvat vuoteen 1922, jolloin perustettiin Putkijohtotyönantajainliitto. Perustajajäseninä olivat Vesi ja Lämpö Oy, Ab Radiator Oy, Ab Vesijohtoliike-Huber Oy, Suomen Hissi- ja Lämpöjohtoliike Oy ja Putkijohto Oy. [LVI-TU julkaisi 90-vuotisen taipaleen kunniaksi juhkakirjan Pitkä Putki - LVI-alan työnantajatoimintaa 1922-2012.](#)

Värikkäiden vaiheiden jälkeen alan eri työnantaja- ja elinkeinopoliittisten yhdistysten toiminta koottiin yhteen liittoon, LVI-Tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry:hyn, joka aloitti toimintansa 2002.

**LVI-tekniisen kaupan liitto ry**. ent. Putkikauppiasyhdistys. On LVI-alan tukkukauppiaitten liitto, per. 1930-luvulla.

## LVI-ALAN VAIKUTTAJAHENKILÖITÄ

### Hotorautaneuvokset

LVI-alalla on oma leikkisä arvonimijärjestelmä eli **Hotoraudan Väätäjien Korkea Raati**, johon kuuluvilla on oikeus **Hotorautaneuvoksen** nimeen, ks [www.sulvi.fi](http://www.sulvi.fi). Arvonimen on vuosien saatossa saanut yli 300 jäsentä. Lisäksi SuLVI ja raati jakavat joukon erilaisia mitaleja.

## Viralliset arvonimet

Virallisia arvonimiä (rakennusneuvos, professori, ylipormestari, teollisuusneuvos, vuorineuvos...) on myönnetty runsaalle tusinalle LVI-alan henkilölle.

## Muut ansioituneet LVI-alan henkilöt

Tähän oli tarkoitus koota lista alaan vaikuttaneista henkilöistä, mutta henkilörekisterilaki teki sen vaikeaksi: kaikkien mainitsemisen arvoisten henkilöiden yhteystietoja ei ollut käytettävissä, joten ei voinut pyytää lupaa henkilöiltä listaa varten.

## Diplomi-insinöörit

Diplomi-insinöörin tutkintoja on myönnetty Suomessa vuodesta 1908 lähtien, jolloin Polyteknillinen opisto muuttui Teknilliseksi korkeakouluksi (TKK). Samalla TKK sai yliopiston aseman. Alkuvaiheessa TKK:lla saattoi suorittaa insinöörin, maanmittarin (lakkautettu 1930-luvulla, vaihtunut maanmittauksen DI:ksi) tai arkkitehdin tutkinnot, joihin kuitenkin yleisesti liitettiin etuliite diplomi-, sillä korkeakoulun tutkintotodistusta kutsuttiin saksalaiseen tapaan diplomiksi. Tapa virallistettiin 1940-luvulla.(Wikipedia)

## Suomessa valmistusta harjoittavat yritykset

Valintakriteerit: Volyymiltään merkittäviä Suomessa tuotantoa harjoittavia yrityksiä

### Lämpö

**Högfors Oy**, Högforsin Tehdas Oy (nimi vuoteen 1918 Aktiebolaget Högfors Bruk och Wattola Träsliperi) oli Karkkilassa vuosina 1894-1940 toiminut metalliteollisuusyritys, joka fuusioitiin 1940 Kymin Oy:öön.

Högforsin Tehdas Oy hankki omistukseensa Wolter Ramsayn vuonna 1885 Högfors Bruks Ab:ltä ostaman konepajan. Uusi yhtiö aloitti 1896 lämmityslaitteiden valmistuksen. Vuonna 1912 sen valmistusohjelmaan kuuluivat lämminvesi- ja höyrykattilat, valurautaiset lämpöpatterit, putket, venttiilit sekä erilaiset valutavarat.

Kymin Oy hankki 1933 haltuunsa Högforsin Tehdas Oy:n osake-enemmistön ja 1940 Högforsin Tehdas Oy fuusioitiin Kymin Oy:öön. Karkkilan tehtaat jatkoivat toimintaansa Kymin Oy:n omistuksessa. Vuonna 1985 Suomivalimo (nykyinen Componenta Oyj) osti Karkkilan tehtaan. Högforsin toiminta jatkuu Högfors Oy:ssä mm. venttiilivalmistuksena. Primaca Group Oy:n johdolla on Suomeen rakentumassa merkittävä energiateollisuusryhmittymä, jota kutsutaan Högfors-ryhmäksi. Ryhmään kuuluu mm. Högfors Oy, Högfors Sahala Oy, Högfors GST Oy ja GAV Group Oy.

**Matti Eloranta Oy**, per. 1950-lvulla. Yritys myytiin Rautaruukille 1975 ja kattilavalmistus lopetettiin. 2005 tehdas ostettiin Rautaruukilta MBO-kaupalla ja toimii nykyisin Halikko Works Oy nimellä. Teki makaavan lieriön muotoisia hyvähyötysuhteisia keskuslämmityskattiloita 1960- 1970-luvuilla.

**Jäspi Kaukora Oy. Oy Jäspi & Mäkinen Oy**, per. 1949 aloitti keskuslämmityskattiloiden valmistuksella. 1976 perustettiin tytäryhtiö Kaukora Oy lämmönjakokeskusten valmistusta varten, 1983 aloitettiin Jäspi-vedenlämmittimien ja sähkökattiloiden valmistus, 1986 tuli mukaan OY Turun Lämpötekniikka AB (öljy- ja puukattilat). 1996 Pekkavaraajat fuusioitui Kaukoraan, 1998 Sento Högfors fuusioitui Kaukoraan. 2004 tuli NIBE Industri AB omistajaksi. 2006 Jämätec fuusioitui Kaukoraan. 2008 tuli tuotantoon lämpöpumput ja hybridijärjestelmät. Tehtaat ovat Turussa ja Raisiossa.

**Lokomo Oy**, tehdas perustettiin 1915 vetureiden valmistamiseksi. Teki 1930...1970-luvuilla hitsattuja kiinteistökattiloita ja mm. prosessiteollisuuden ja kaukolämmön venttiileitä. Venttiilit kuuluvat nykyään Metso-ryhmän tuotteisiin.

**Uudenkaupungin Telakka**, teki Unex-keskuslämmityskattiloita ja levylämmönsiirripaketteja, lopetti 1980-luvulla. Rauma-Repola Oy:n omistama Lokomo jatkoi Unex-kattiloiden ja levylämmönsiirrinkeskusten tuotantoa 1980-luvulle?

**Navire Oy** teki isoja kiinteistökattiloita 1960 - 1970-luvuilla.

**LP-Metalli Oy**, per. 1979. Myytiin Danfossille 2005, mutta on sittemmin siirtynyt Gebwelliin. Kaukolämmön alakeskuksia

**Rettig-Lämpö Oy**, Oy Rettig Ab osti Purmo-Tuotteen 1971. Purmo Tuote perustettiin 1953. Nykyisin konserni on Euroopan johtavia radiaattorivalmistajia.

**Laka Oy**, per. 1953, erit. kiinteiden polttoaineiden kattiloita ja kattilalaitoksia.

**Kolmeks Oy**, alkulähteet jo 1940-luvulta Talousmoottori Oy:n nimellä. Pumppuvalmistus alkoi suuremmassa määrin 1950-luvulla, tunnettu erityisesti kiinteistöjen kiertovesipumpuista ja sähkömoottoreista. Kuuluu Brandt Group Oy Ltd-yhtiöön, joka on suomalainen perheyrittäjä ja teollisuuskonsernin emoyhtiö. Konsernin yrityksiä ovat Kolmeks-yhtiöt, Mesvac Oy ja Mock Doors Oy. Tuotantoa ja toimintaa on Suomessa, Virossa, Kiinassa ja Yhdysvalloissa. Suomen tuotantolaitokset sijaitsevat Kirkkonummella, Tuusulassa ja Turengissa.

Kolmeksilla on kaksi liiketoiminta-alueita, Flow Technic ja Electrical Motors, ja se on erikoistunut pumppujen sekä sähkömoottorien ja sähkömoottorikomponenttien valmistukseen. Kolmeks Group Oy on Kolmeksin emoyhtiö. Kolmeksiin kuuluvat Kolmeks Oy, AS Kolmeks (Viljandi, Viro) ja Kolmeks ChuZhou (ChuZhou, Maan'shan ja Shanghai, Kiina).

**Oilon Oy**, per. 1961, öljy- ja kaasupolttimia, maalämpöpumppuja, aurinkolämpöjärjestelmiä ym. Oilonilla on tuotantoa Lahdessa, Hollolassa ja Kokkolassa (Scancool) sekä Kiinassa Wuxissa.

**Rautaruukki Oy**, per. 1960-luvulla. Teräsputkien valmistus alkoi Hämeenlinnassa 1970-luvulla.

**Fiskars Oy**, polyuretaanieristettyjen kaukolämpöputkielementtien valmistus aloitettiin 1960-luvulla, loppui 1980-luvulla.

**Paroc Oy Ab**, ent. omistaja Partek Oy, ent. vuodesta 1969 Paraisten Kalkki Oy, ent. Paraisten Kalkkivuori Osakeyhtiö eli Pargas Kalkberg Aktiebolag, per. 1898. Partec on myyty ulkomaille. LVI-tuotteena ovat putkieristyskourut, tuotanto Suomessa alkoi 1950-luvulla. Aikoinaan tuotteena oli myös asbestisementtiset putket ja ilmanvaihtokanavat.

**Vapor Boilers Finland Oy**, ent. Vapor Finland Oy, per. 1959, monipuolinen kattilavalmistaja. Konkurssi 2014.

**Vexve Oy**. Aloitti 1960-luvulla urakoinnilla Vesinieminen Oy:n nimellä ja aloitti pallo- ja läppäventtiilivalmistuksen. Osti 2014 amerikkalaiselta omistajalta palloventtiilivalmistajan Naval Oy:n. Tehtaat Laitilassa ja Sastamalassa valmistavat pallo- ja läppäventtiileitä.

**Polartherm Oy**, per. 1970-luvulla. On Pohjoismaiden suurin lämminilmakehittäjien valmistaja. Tuotanto käsittää siirrettävät ja kiinteät sähkö-, kaasu- ja öljylämmitteiset laitteet.

**Steamrator Oy**, per. 1982, on erikoistunut höyrykehittäjiin.

**Vahterus Oy**, per. 1990. Valmistaa saumoiltaan hitsattuja levylämmönsiirtimiä prosessiteollisuuden lisäksi lämpö- ja höyrykeskuksiin.

Suomessa tehdään kehitystyötä pelletin käytön lisäämiseksi. Uudet hybridi-kattilat, joissa voidaan käyttää useita eri polttoaineita, on kehitetty Suomessa. Pellettikattiloita myyvät ja valmistavat useat kotimaiset yritykset, kuten saarijärveläinen Ariterm Oy, keuruulainen HT Enerco sekä Hangossa valmistettavat Termax pellettikattilat.

## Vesi ja viemäri

**Huber-yhtiöt**. Valmistivat 1900-luvun alkupuolella erilaisia vesijohtolan laitteita, ks. urakointi.

**Haato Oy** (NIBE-Haato), pr. 1939. 1948 Haato erikoistui lämminvesivaraajien valmistukseen ollen Suomen vanhin lämminvesivaraajien valmistaja. 1999 NIBE Ab osti Haato Varaajat Oy:n liiketoiminnan. Nykyään tuotanto on keskitetty Ruotsiin



**Uponor Oyj**, erotettiin omaksi yhtiökseen Upo Oy:stä 1982. Muoviputkien valmistus aloitettiin 1965. Upon alku liittyy Askoon ja vuoteen 1918.

**KWH Pipe Konserni**, aloitti muoviputkien valmistamisen 1955. yhdistyi yhdyskuntateknisten tuotteiden valmistuksen Uponorin kanssa 2013, uusi yhtiö on nimeltään **Uponor Infra**.

Aiemmin tunnettuja valimotuotteita olivat: **Stenberg venttiilit** (Oy John Stenberg Ab, per. 1882, fuusioitiin 1980 Wärtsilään), **Asko-Upón** valimon valurautaputket. Molemmat ovat lopettaneet.

**Niemisen Valimo** on toiminut samalla paikalla Harjavallassa jo vuodesta 1928 alkaen. Päätuote on valurautaiset kaivojen kannet. Valimo kuuluu norjalaiseen Cappelen Holding AS-ryhmään.

**IDO-Kylpyhuone Oy**. Helsingissä Arabian posliinitehtaalla aloitettiin saniteettiposliinituotteiden valmistus 1884 ja tehdas oli pitkään Pohjoismaiden ainoa alan valmistaja. 1969 aloitettiin Tammisaaressa saniteettiposliinin valmistus nimellä Oy Wärtsilä Ab Tammisaaren posliini. IDO-Kylpyhuone Oy nimi otettiin käyttöön 1992. Sanitec Oyj on Suomessa pääkonttoriaan pitävä saniteettikalusteiden valmistaja. Se myy wc-istuimia, pesualtaita ja muita keraamisia kylpyhuonekalusteita sekä siirrettäviä käymälöitä useilla eri tuotemerkeillä. Sanitec syntyi 1990 Wärtsilän tytäryhtiöksi, kun suomalaista saniteettiposliiniteollisuutta järjesteltiin uudelleen. Perinteinen tuotemerkki Arabia sulautettiin IDOon ja 1992 Sanitecin Suomen-liiketoiminta yhtiötettiin IDO Kylpyhuone Oy:ksi. Sanitec listautui 1999 Helsingin pörssiin. Wärtsilä myi Sanitecin vuonna 2001 saksalaiselle pääomasijoittaja BC Partnersille, joka myi Sanitecin edelleen EQT:lle 2005. Geberit osti 2014 Sanitecin.

**Osy Oy**. Juuret ovat peräisin 1920-luvun Helsingistä, kun Rafael Lönnström perusti syytintehaan. Toiminta siirrettiin Raumalle 30-luvun lopulla ja aloitettiin myös vesikalusteiden teko. Tehtaaseen yhdistettiin myös Ammus Oy ja yhtiön nimi oli välillä Oy Ammus-Sytytin Oy. Yhtenä merkittävä tuotteena sodan jälkeen oli alumiiniset astiat kuten maitotonkat. Ks. myös Oras Oy.

**Cupori Oy**, ent Outokumpu Oy Poricopper, jonka juuret ovat 1950-luvulta. Irtautui Outokummusta 2008 ja on 2014 lähtien itävaltalaisessa omistuksessa. Tuote kupariset lv-asennusputket ja osat, joissa se on Pohjoismaiden johtava valmistaja. Tehdas Porissa.

**Mako Osakeyhtiö**, per. 1920. Valmistaa pumppuja ja paloalan tuotteita. 1993 MAKO-ryhmästä tuli konserni, jonka emoyhtiö on Oy Veljekset Kulmala Ab. Konsernin muut yhtiöt ovat Heteka Oy, Konetehdas Leonard Lindelöf Oy, Paloturva Oy ja Svenska Finnfire AB.

**Ahlström Osakeyhtiö**, per. 1851. Pumppujen valmistus erityisesti teollisuuteen ja suurien vesimäärien pumppaukseen alkoi 1984, kun yhtiö osti Serlachiuksen Mäntän pumpputehtaan, jonka juuret ovat vuodessa 1922. Ahlström Pumput myytiin Sulzerille 2000.

**Sarlin Oy Ab**, per. 1932. LVI-tuotteena on nykyisin paineilmajärjestelmät. Oli aiemmin Suomen johtava viemäripumppujen ja pumppaamojen valmistaja. Pumppu-toimiala myytiin 2000 Grundfosille.

**Oras Oy**, per. 1945, aloitti LVI-alan 1947 lämpöpatteriliitimien teolla. Osti 1983 Huhtamäki Oy:ltä itseään suuremman Osy Oy:n.

**Wavin-Labko Oy**, per. 1950-luvulla nimellä Oy Labko Ab. Valmisti aluksi edistyskellisiä pinnankorkeusmittauslaitteita, jota käytettiin veden ja öljyn rajapinnan mittaamiseen. Myöhemmin valmistukseen tulivat lujitemuoviset lokasäiliöt (Lasa-Muovi Oy) ja sittemmin erilaiset polyeteeniset erotinkaivot, joita tehdään Kangasalla. 2003 perheyritys myytiin kansainväliselle konsernille Wavin Groupille. Oy Labko Ab:sta tuli Wavin-Labko Oy ja tanskalaisen Nordisk Wavin A/S:n tytäryhtiö. 2007 Net & Instruments-yksikkö siirtyi ruotsalaisen Indutrade AB:n omistukseen. Mittalaite-elektroniikka on edelleen merkittävä osa Wavin-Labkon tuotteita

**Jaro Oy**, per. 1960-luvulla? Valmisti ruostumattomasta teräksestä putkia ja putkenosia. Myytiin 1980-luvulla Outokumpu Oy:lle ja osa tuotannosta Vaahto-Groupille.



**Nokia Oy**, per 1869, aloitti ilmanvaihtokanavien tuotannon 1965. Mercantilen ilmanvaihtolaitetuotanto ostettiin 1981 ja myöhemmin **Ilmateollisuus Oy**. Nokian ilmastointilaitetuotanto ja tytäryhtiö Ilmateollisuus myytiin ABB Fläktille 1986.



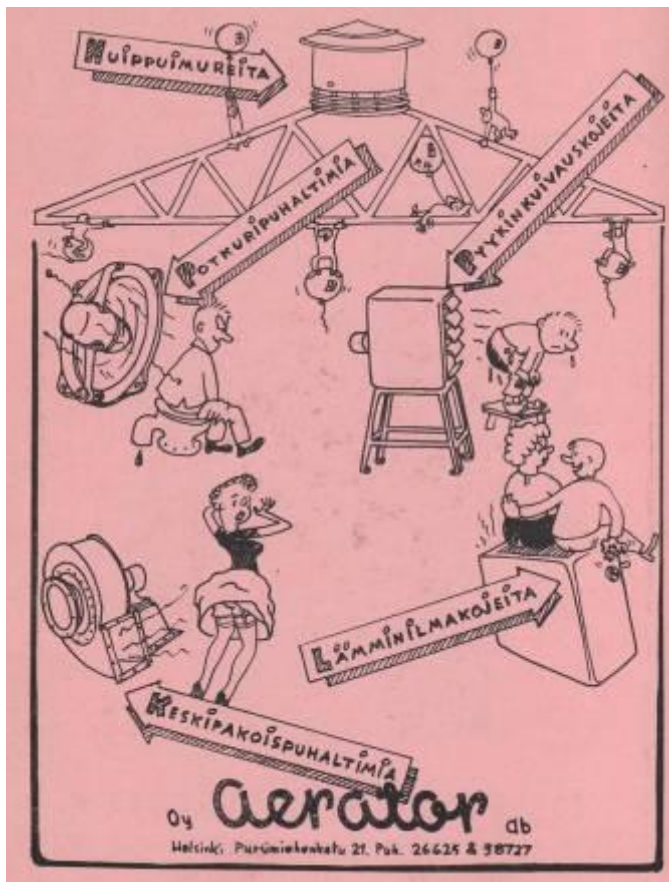
**Koja Oy** täytti 2015 80 vuotta. Pitkä matka on kuljettu raitisilmaritilöistä ja pikkupuhaltimista viereisen kuvan (Koja Oy 80-vuotishistoriikki) jättien kaltaisiin prosessipuhaltimiin, joita toimitetaan ympäri maailmaa.

**Koja Oy**, aloitti mm. ilmanvaihtovoenttiileillä 1930-luvulla, lämminilmakoneita eli "termooneja" tehtiin jo 1940-luvulta. Vähitellen laitevalmistus monipuolistui. Teollisuuspuhaltimien valmistusta varten perustettiin erillinen osasto 1970-luvulla ja 1980-luvulla lanseerattiin Heli-ilmastointikoneet. Erityisosaamisena nykyään on laivojen ilmastointi ja teollisuuspuhaltimet. Tehtaat sijaitsevat Tampereella ja Jalasjärvellä.

**Fläkt Woods Oy** kuuluu kansainväliseen Fläkt Woods Groupiin. Suomessa Fläkt Woodsin juuret johtavat 1931 perustettuun Suomen Puhallintehtaaseen, joka osti Nokialta 1986 Ilmateollisuus Oy:n. 1988 Suomen Puhallintehtaasta ja ruotsalaisesta AB Fläktistä tuli osa ABB:tä. 1980- ja 1990-luvun vaihteessa Suomen Puhallintehtas -yhtymään kuului emoyhtiön lisäksi kaksitoista tytäryritystä: Ilmateollisuus Oy, Stratos Ilmastointi Oy, Fläkt Service Oy sekä paikallista urakointiliiketoimintaa harjoittavat itsenäiset yrittäjäyhtiöt Pohjois-Ilmastointi Oy, Lounais-Ilmastointi Oy, IlmaRex Oy, Ilma-Veikot Oy, Ilmantekijät Oy, Ilmapörssi Oy, Ilma-Rauta Oy, Fläkt Kylmä Oy ja Sata-Ilmastointi Oy. 1990 ilmanvaihdon päätelaitteita valmistava Lapinleimu Oy (vietti 80-vuotisjuhlia 2015) siirtyi Suomen Puhallintehtaan omistukseen. Esimerkiksi Lapinleimulle avautui uuden omistajan kautta laajemmat markkinat ja vientitoimitusten määrä kasvoi 50 prosenttiin tuotannosta.

Vuodenvaihteessa 1991 - 1992 Suomen Puhallintehtas siirtyi ABB Strömberg -konserniin ja yhtiön nimi muuttui ABB Fläkt Oy:ksi. Ilmateollisuus Oy ja Stratos Ilmastointi Oy ym. fuusioitiin ABB Fläktiin 1993 ja pian lopetettiin nimenä. Urakointi ja huoltotoiminta siirtyivät yhtiöstä pois.

Tytäryhtiö Lapinleimu Oy fuusioitiin 1997 ABB Fläkt Oy:öön. 2001 ABB myi ilmankäsittelytuotteiden liiketoiminnan Global Air Movementille. 2002 syntyi Fläkt Woods Group, kun ABB:n ilmankäsittelytuotteiden liiketoiminta ja englantilainen puhallinvalmistaja Woods Air Movement Ltd. yhdistyivät Fläkt Woods Group -yhtiöksi.



**Oy Aerator Ab, per.1949,** osakkaat Kymin Oy 55 % (osti 1969 2/3 ruotsalaiselta AB Bahcolta), Paraisten Kalkki Oy 20 % (liittyi osakkaaksi 1970), AB Bahco 25 %. 1972 Fuusio 1964 Oy Ilmastointi Ab. Fuusioitiin 1994 Stratos Ilmastointi Oy:nä ABB:hen.

*Näin lystikkäästi Aerator mainosti tuotteitaan pulavuonna 1950 LVT-tiedotuksia-lehdessä.*

*Tuotevalikoima kattoi sen ,mitä yleensä tarvittiin. Ihan selvää ei ole mitä kaikkea yritys valmisti itse ja mitä tuotiin esim. Ruotsista.*

**Fincoil-teollisuus,** aloitti 1956 Pakula & Co nimellä kupari-alumiinilamellipattereiden teon ensimmäisenä Suomessa ollen myös eurooppalaisittain merkittävä yritys. Muutti myöhemmin nimeksi Fincoil Oy ja myytiin Puolimatkan teollisuusryhmään. Myytiin 1996 Carrierille ja 2007 Alfa Lavalille, jossa tuoteperhe on nimeltään **Alfa Laval Fincoil.**

**Ilmateollisuus Oy,** per. 1970-luvulla. ks. Fläkt Woods Oy.

**Pielavent Oy,** per. 1982. Valmistaa mm. ilmastointikoneita kattokonehuoneineen, konkurssi 1995.

**Paavo Rannila Oy,** aloitti 1989 hyvälaatuisten ilmastointikoneitten valmistuksen. 1992 toiminta myytiin ABB Fläktille, joka hyödynsi muutamia Rannilan koneiden ideoita kehittäessään omaa tuotantoaan.

**Oy Tekonokyl Ab** 1974 - 2005, IV-koneita, LTO-laitteita.

**Mastervent Oy,** per. 1993 valmistaa ilmanvaihtokojeita. Tehdas Nummelassa. Ks. myös Taniplan Oy

**Oy Halton Group Ltd,** per. 1969 Ilmanjakolaitteita ym. Halton on perustanut ja ostanut ulkomailta yrityksiä. Kotimaasta Halton osti suomalaisen Clairia Oy:n vuonna 2003. Clairian aikaisempi nimi oli Vaihtoilma Oy, per. 1979 ja päätuote ilmansuodattimet. Clean Air-tuoterymä myytiin 2015 ruotsalaiselle Dinair Groupille.

**PG-Tuote Oy,** per. 1960-luvun lopussa, ilmanjakolaitteita. Oli nimellä PGT-jaos Puolimatka-konsernin omistamassa Fincoilissa. Myytiin 1980-luvun alussa Lapinleimulle.

**Laipinleimu Oy,** per, 1960-luvulla, valmistaa ilmanjakolaitteita ja venttiileitä, myytiin ABB:lle 1990. ks Fläkt Woods Oy.

**RC-linja Oy,** per. 1984 ilmanjakolaitteita yms. fuusioitui Climecon Oy:öön 2011.

**Climecon Oy.** per. 1984. Ilmastoinnin päätelaitteita ym.

**Eino Talsi Oy,** per. 1945, ripaputkipattereita, myytiin 2008 Ekocoil Oy:lle. Tehdas Lahdessa.



**Retermia Oy**, alkujuuret 1970-luvulla amerikkalaisten lämmöntalteenottolaitteiden maahantuojana: Alkoi 1982 valmistaa itse neulaputkilämmönsiirtimiä ja niihin liittyviä IV-koneita.

**Stravent Oy**, ilmanjakolaitteita, ks Fläkt Woods Oy.

**Stratos Oy**, ks Fläkt Woods Oy.

**Energent Oy**, alkujuuret ovat Lämpösampo-nimisen 1970-luvulla toimineen maatalouden tuotantorakennusten ilmanvaihto/lämmöntalteenottolaitteiden valmistuksessa. Nykyään valmistettavat IV-koneet ja kattokonehuonepaketit on suunnattu hyvin laajalle alueelle yleisilmastointiin. Tehdas Ilmajoella.

**Carrier Oy**. On yhdysvaltalaisen maailman suurimman ilmastointialan valmistajan tytäryhtiö. Emoyhtiön edustajana 1950...1980-luvuilla oli Valmet Ilmastointi. Osti 2000-luvulla lamellipatterivalmistajan **Fincoil Oy:n**, jonka oli perustanut Pakula 1960-luvulla. Tehdas Vantaalla myytiin Alfa Lavalille.

**Ekocoil Oy**, per. 1977, ilmastoinnin lamellipattereita ym, tytäryhtiö Ekopatter Oy. Tehtaat Turengissa.

**Pisla Oy**, per. 1976, ilmanvaihtolaitoksen osia.

**Recair Oy**, per. 1993, IV-koneita ja mm. jäähdytyslaitteiden maahantuontia.

**Ensto Enervent Oy**, Aloitti 1980-luvulla pientaloilmanvaihtokoneiden valmistuksen Oy Combinent Ab:n nimellä. Enervent Oy Ab -nimi otettiin käyttöön 2001. Liitettiin 2009 Enstoyhtymään.

**Jeven Oy**, per. 1997. Erityisesti ilmanjakolaitteita ja suurkeittiöhuuvia.

**Oy Pamon Ab**, per 1993, valmistaa ilmanvaihtokoneita ja jäähdyttimiä **KAIR**-tuotemerkillä teollisuudelle, toimistoihin, kouluihin, kerrostaloihin ja pientaloihin. KAIR-tuotteet kehitetään ja valmistetaan Hollolan tehtaalla.

**Air Wise Oy** on perustettu vuonna 1993. Yhtiön tuotantolaitos ja pääkonttori sijaitsevat Orivedellä. Air Wise Oy valmistaa ja valmistuttaa **SunAIR- ja Parmair**-ilmanvaihtolaitteita ja SunAIR-jäähdytyslaitteita sekä valmistuttaa ja myy SunAIR-muovikanavistoa pientalokäyttöön. Lattialämmitysjärjestelmä tunnetaan PRIMEX-tuotemerkillä.

**Lesil Oy**, per. 1988. Valmistaa Saneair ja Kuumaxi- ilmanvaihtolaitteita ja saneeraa kohteissa, joiden ilmanvaihto on todettu riittämättömäksi.

**Pemco Oy**, ks jäähdytys.

**Air Group Oy**, per. 1998, ilmastoinnin säleiköitä ja osia.

**Airmist Oy**, per. 1988, IV-kanavistoja.

### Jäähdytys ja lämpöpumput

**Huurre Group**, aloitti huoltoliikkeenä 1946, oma tehdas valmistui Ylöjärvelle 1961. **Porkka Finland Oy** liitettiin Huurteeseen 90-luvulla. Huurre Clean Room Oy syntyi puhdistilojen suunnittelua ja rakentamista varten.

**Chiller Oy**, per. 1990-luvulla, tekee ilmastoinnin vedenjäähdytysasemia.

**Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy**, per. 1983, Tekee maalämpöpumppuja. tuotenimi Lämpöässä otettiin käyttöön 1984. Erillinen yhtiö **Lämpöässä Oy**, per.1988.

**Oilon Oy**, per. 1961, valmistaa öljy- ja kaasupolttimien lisäksi myös lämpöpumppuja.

**Pemco Oy**, per. 1991, erikoistunut teollisuuden ja isojen kiinteistöjen lämpöpumppujen, jäähdytys- ja ilmastointikoneiden valmistukseen.

**Norpe Suomi Oy**, per. 1953. Norpe on johtava eurooppalainen innovatiivisten kylmäratkaisujen tarjoaja. Tuotevalikoimaan kuuluvat keskus- ja omakoneelliset kylmäkalusteet, kylmähuoneet, kylmäkonekot, lamellituotteet ja asennuspalvelut. Norpe on osa kansainvälistä Viessmann konsernia,

Coolex Oy per. 1986 edusti aluksi mm. Hoval lämmönvaihtimia ja kattokoneita sekä De Dietrichin kattiloita. Osti 1987 Calormatic Oy:n liiketoiminnan (mm, Technibelin maahantuonti). 1986 Mitsubishi Electricin edustus. 1989 perustettiin Heatex Finland Oy tytäryritykseksi myymään Heatex lämmönvaihtia ja Rosenberg puhaltimia. 1990 aloitettiin lämpöpumppujen ja VJK:n valmistus. 1991 aloitettiin Climaventa:n ja Profroidin maahantuonti. 1992 perustettiin Timo Karkulahden kanssa ETA Systems Oy:n myymään Etamax-savukaasutalteenottolaitteita. 1993 ostettiin 3/8" al/cu-pattereiden valmistuslinja USA:sta. 1994 Coolex Oy osti Kojacool Oy:lta tarkkuusilmastointikoneiden valmistuksen. 1995 Oy Coolex Ab myi koko valmistuksen Oy Heatex Finland Ab:lle ja sen nimi muuttui Coolex Industries Oy:ksi. Coolex Oy:stä tuli konsernin holding-yhtiö. 1996 Coolex Industries Oy osti täysautomaattisen leikkuu- ja lävistyslinjan, ominaisuuksiltaan ensimmäisenä LVI-alalla Suomessa. 1997 Coolex Industries Oy möi huolto- ja urakointitoimintansa ETA System Oy:lle ja sen nimi muutettiin Refcon Finland Oy:ksi jonka jälkeen se myytiin Max Johansonille. 1997 Coolex Oy:n nimi muutettiin Oy Bergator Ab:ksi. 1998 Coolex Industries Oy myytiin kahtena palana ollen silloin liikevaihdoltaan 12 Mmk Lv ja tulokseltaan 2,5 Mmk tekevä alansa suurin valmistaja Pohjoismaissa: kiinteistöt, patterinvalmistus ja ohutlevyvalmistus meni Norpe Oy:lle, jäähdytys- ja ilmastointikone valmistus myytiin Metop Oy:lle, joka parin vuoden kuluttua ajoi sen konkurssiin. Liiketoiminta on jatkunut edelleen samoilla työntekijöillä 2001 perustetussa EKP Cool Oy:ssä.

## Automaatio

**Oy Regulator Ab.** per. 1930-luvulla, edusti Billman Regulator Ab:n säätimiä (toimi Ruotsissa 1932...1980) ja myytiin 1980 Oy Landis & Gyr Ab:lle, joka myytiin myöhemmin Siemensille.

**Ouman Oy**, per. 1980-luvulla.

**Vacon Oy** per. 1993, päätuote taajuusmuuttajat ym. Myyty Danfossille 2014.

**ABB Oy:n** taajuusmuuttajien historia alkaa Oy Strömberg Ab:n ajalta, jolloin 1976 valmistui ensimmäinen taajuusmuuttaja Sami. Ensimmäinen mikroprosessoriin perustuva taajuusmuuttaja SAMI B valmistui 1981. Yritys myytiin ASEA:lle ja myöhemmin tuli nimeksi ABB Oy. Sittemmin taajuusmuuttajat ovat edelleen kehittyneet oleellisesti.

## PAINEILMA

**Tampella** Tamrock, myöh. Tamrotor, nyk. **Gardner Denver**, Pohjoismaiden ainoa ruuvikompressoritehdas aloitti valmistuksen 1950-luvulla.

**Hydor Oy**, per. 1950-luvulla, liitettiin Sarlin Oy:öön ja oli nimeltään Sarlin-Hydor Oy, nykyisin Sarlin Oy Ab.

## LVI-alan vienti

### Tavaran vienti

Alan viennin arvon on laskettu olevan jo suurempi kuin tuonti. Jo yli sata vuotta sitten vietiin ulkomaille posliinisia saniteettikalusteita. Ala on edelleen jatkanut vientiperinteitä. Varsinainen viennin kasvu on alkanut 1960- ja 1970-luvuilla. Kupari- ja teräspuutket ovat olleet volyymituotteina pään avaajina. Sittemmin tulivat ilmanjakolaitteet, ilmanvaihtokoneet ja putkistoventtiilit. Myös lämminvesivaraajat, vesijohtokalusteet ja varusteet, muovista tehdyt putket ja niiden erilaiset varusteet on iso ryhmä.

Teollisuuspuhaltimia on viety erillisinä sekä kuuluvina eri alojen koneistoihin kuten voimakattilalaitoksiin ja lasinjalostuksen karkaisu- ja taivutuskoneisiin. Laivoihin, paperikoneisiin ja kuivaimiin on liittynyt mittavia ilmanvaihtolaitetoimituksia.



Ukrainan tapahtumiin ja öljyn hinnan romahtamiseen liittyen suunnitteluvienti Venäjälle lähes loppui 2015.

## LVI-urakointi, käyttö, hoito, huolto, ylläpito ja korjaaminen

### Perusta oltava kunnossa

**Koko** rakennuksen optimaalisen elinkaaren peruskiviä ovat:

- rakentamishankkeen tavoitteet on asetettu realistisiksi ja kaikki ymmärtävät ne
- suunnitteluun ja valvontaan panostetaan
- urakka-asiakirjat ovat yksiselitteisiä ja kattavia
- urakoitsijan valitaan ottaen huomioon muutkin lopputulokseen vaikuttavat asiat kuin hinta
- laitoksen valvonta ja vastaanotto tehdään systemaattisesti alkaen asiakirjojen tarkastuksesta
- dokumentit päivitetään ja opastus annetaan
- takuutarkastukset hoidetaan huolella
- käyttö, huolto, ylläpito ja hoito ohjelmoidaan

Rakennushallitus kehitti systemaattisen vastaanottomenetelmän jo 1970-luvulla. Tämän pääidea oli, että mahdolliset virheet tai väärinkäsitykset havaitaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Tällöin korjaaminen on halvinta kaikille osapuolille. Urakoitsijan suorituksesta ensin tarkastetaan kriittisten komponenttien valinta eli että ne vastaavat suunnitelmia. Työmaalla tarkastetaan tavaratoimitukset: oikeat tavarat ja niiden kunto, asiallinen varastointi, asennukset, painekokeet yms, virtaamat yms. pistokokein, toimintakokeissa mm. oikeat pyörimissuunnat, säädöt ja viritykset käydään läpi, luovutusaineisto huoltokirjoihin tarkastetaan etukäteen, opastus ja koulutus valvotaan ja takuuajan menettelytavat ohjelmoidaan.

Kiinteistötiedon hallitsemiseksi alettiin 1990-luvulla tarjota sähköisiä huoltokirjoja ja sittemmin koko kiinteistötiedon hallintaohjelmia sisältäen mm. piirustukset. Ohjelmat ovat tarpeen, mutta joissakin kiinteistöissä ongelmana on tiedon eli varsinkin piirustusten päivittäminen. Kiinteistöjen hoitajat eivät itse hallitse CAD-ohjelmia ja ulkopuolisia ei raatsita palkata jokaiseen pikkumuutokseen. Tekstimateriaalin hallinta ei yleensä tuota ongelmia.

### Kokonaisurakoista palapeleihin

Lämmitys hoidettiin 1900-luvulle asti yleensä uuneilla, joita tunnetut muurarimestarit rakensivat. Ilmanvaihto toimi painovoimaisesti, poisto hoitui tulisijojen lisäksi muurattuja hormeja pitkin, tuloilma tuli seinäräppänöiden ja ikkuna- ja ovirakojen kautta. Tällaisissa ratkaisuisissa ei erillisiä LVI-urakoitsijoita tarvittu.

LVI-urakoinnin alkamista on vaikea määrittellä, sillä teollisuudessa höyrylämmitys- ja kuivatusjärjestelmät ja voima-asemat ovat vaatineet putkitöitä jo 1800-luvun puolivälistä. Julkisissa ja asuin- ja liikerakennuksissa laajempia putkiurakoita tarvittiin 1880-luvulta lähtien vesi- ja viemäriverkostojen ja keskuslämmitysjärjestelmien rakentamisen alettua. Putkiurakoinnin alkuvaiheessa niin osaaminen kuin tarvikkeet ja materiaalit tulivat ulkomailta. Kun putkiurakointi alkoi, alkoi vähitellen myös urakkakilpailu. Putkiurakat olivat useissa tapauksissa rakennusurakan aliurakoita eli rakennusurakoitsija myös määritteli laadun ja tavoitetason.

LVI-urakoinnin luonne on aikojen saatossa oleellisesti muuttunut. Vakinaisesta asentajenkilöstöstä on menty projektinjohtotyyppiseen toimintaan, jossa omia asentajia on ehkä vain laskutyötehtäviin. Myös vastuu asennetuista lopputuloksista on joissakin tapauksissa muuttunut; nyt saatetaan ottaa vastuu myös käyttö- ja hoitokustannuksista. Palkkioperustakin voi olla maksupostien sijasta vuosimaksu tai palkkio tulee säästetyn energian perusteella.



Asennusmenetelmien kehittyminen ja turvallisuuskoulutus ovat parantaneet työmaaosuhteita. Elementtien käyttö, tehokkaat työmaalämmittimet ja rakennusten huputtaminen on mahdollistanut talvirakentamista. Vielä 1960-luvulla talvi saattoi katkaista työt kokonaan. Toisaalta kiire ja urakoiden pilkkomisesta johtuva huono työmaitten yhteistyö ovat pääsyytä nykyaikaisen rakentamisen laatuvirheisiin.



Alkuvaiheessa urakoitsijat hoitivat itse suunnittelun, jolloin lopputilaaajan tai rakennusliikkeen ongelmana oli miten määritellä putkiurakan tavoitetaso. Normaali-ohjeet julkaistiin vasta 1917. Tavoitetason määrittelyssä on voitu käyttää jo toteutettuja referenssilaitoksia kotimassa tai vaikkapa Ruotsissa. Kotimaisia erillisiä suunnittelutoimistoja alkoi syntyä varsinaisesti vasta 1920-luvulla. Kuitenkin urakoitsijat hoitivat itse LVI-suunnittelun hyvin usein vielä 1960-luvulle saakka, jolloin LVI-urakointi ja suunnittelu alkoivat eriytyä. Edelleen urakoitsijat tekevät enemmän tai vähemmän suunnittelua. Prosessiteollisuudessa ilmastonhoito hoitaa usein prosessilinjatoimittaja avaimet käteen.

Alun perin monet urakoitsijat toimivat myös maahantuojina tai valmistajina. Esim. Fläkt, Bahco, Aerator, Ilmateollisuus ja Koja olivat sekä merkittäviä urakoitsijoita että valmistajia. 1990-luvun laman jälkeen urakointi ja valmistus eriytettiin. Muutoinhan valmistaja joutui kilpailemaan urakointiasiakkaitensa kanssa.

LVI-urakoitsijan asema projekteissa on vaihdellut. Sivu-urakassa urakoitsija on sopimussuhteessa tilaajaan, jolloin asioita voidaan hoitaa suoraan ja oikea-aikaisesti. Alistetuissa sivu-urakoitsijoissa rakennusliike on välissä. Tämän on moni valittanut vaikuttavan asiointien hoitoon laadukkaan lopputuloksen kannalta.

### **Aluerakentaminen ja gryndaus, rahaa ovista ja ikkunoista**

Maaltamuuton kiihtyminen johti siihen, ettei kuntien ja kaupunkien resurssit riittäneet kaavoituksen detaljien suunnitteluun tai infran rakentamiseen. Tällöin voitiin sopia, että rakennusliike otti koko työn hoitoonsa eli suunnitteli ja rakensi alueen valmiiksi. Usein vastikkeeksi sovittiin, ettei samaan aikaan kunnassa ole ainakaan liikaa samanlaisia aluerakennuskohteita. Tämä saattoi johtaa myyjän markkinoihin.

Lähtökohtana 1960- ja 1970-lukujen elementtikerrostalojen elinkaarelle oli 30-40 vuoden käyttöaika. Arvioitiin, että sen jälkeen tämänkaltaiset rakennukset puretaan, suomalaisten elintaso ja sitä kautta vaatimustaso on jo noussut riittävästi. Seinäelementtien ulkokuoren terästysten suojabetoni tehtiin rimaa hipoen, ääneneristys paikoin alle normien, parvekkeiden teräshitsaukset räkimällä yms. Toki tietoisesti ei pyritty kehnoon suoritukseen vaan kiire, ammattitaitoisen porukan puute ja ylioptimistiset kuvitelmat esim. vesieristysten, tiivistemassojen ja liimojen kestävydestä selittää osan tekniikan puutteista.

Viime vuosikymmeninä putkistoja, märkätiloja, keittiöitä, parvekkeita, seinäelementtien elementtien ulkokuoria, ikkunoita, ovia ja poistopuhaltimia on uusittu, eristyksiä lisätty, jäädytetyt kellarivarastot otettu uuteen käyttöön ja lämmitysjärjestelmäkkin uusittu. Joissakin

tapauksissa olisi ollut halvempaa purkaa koko talo ja tehdä tilalle nykyaikainen korkealaatuisempi versio.

Rakennusten laatutaso valittiin ns. perälautaa vasten eli täyttämään juuri ja juuri viranomaismääräykset. Aina ei edes määräyksiä tai ohjeita täytetty. Esimerkiksi ilmanvaihtokanavien ja levyattereiden kautta kulkeva ääni heikensi huoneistojen ääneneristystä normeja heikommaksi. Myöhemmin alettiin käyttää pattereissa joustavia letkuja, mutta ne taas puolestaan osoittautuivat teknisesti ongelmaksi: päästivät happea läpi ja keräsivät sakkaa ja tukkeutuivat. Riesasta päästiin eroon, kun Oras kehitti patteriventtiilin, jota pitkin äänen värinä ei johtunut. Poistoilmaventtiileihin kehitettiin vaimentavia osia.

### **Kokonaisvastuullinen rakentaminen (KVR) helppo nakki ostajalle**

KVR-toiminta on vanha menetelmä, jossa urakoitsija ottaa vastuun toteutuksesta suunnitteluineen. Rakennuttaja, joka voi olla urakoitsija itse, antaa tavoitteet, jotka ovat hankesuunnitelma- tai luonnostasoisia. Ongelmana tällaisissa kohteissa on se, että toimintaa ohjaa helposti kustannusten minimointi, ei tuotteen loppulaatu. Jos tavoitetaso voidaan sitoa yksiselitteisesti esim. johonkin referenssilaitokseen, voi lopputulos onnistua. KVR:n etuna saattaa olla myös laite- ja asennustekniikan hyvä asiantuntemus verrattuna suunnittelutoimistoihin, jotka joutuvat laatimaan suunnitelmansa soveltuviksi useille eri laitetuotemerkkeille. Tällöin tuikitärkeät asennuspiirustukset jäävät helposti tekemättä.

LVI-urakan KVR-ratkaisun keppihevosenä on joskus ollut jokin ns. ikioma järjestelmäratkaisu, joka on jotenkin ylivoimainen, mutta patentoitu. Ongelmana KVR-toiminnassa on se, että vaikka esim. sisäilman laadun tavoiteluokka voidaan nykyään määrittellä, ei yksiselitteisesti voida määrittellä huollettavuutta ja sen tarvetta, siivottavuutta, laajennettavuutta, muunneltavuutta, elinikää, estetiikkaa, tilankäytön taloudellisuutta, alhaisia käyttökustannuksia, helppoa huollettavuutta jne. Dokumentteja, joista nämä kaikki käyvät ilmi, kutsutaan suunnitelma-asiakirjoiksi. Jos nämä jätetään rakennusliikkeen vastuulle, on turha urputtaa, jos lopputulos ei ole mieleinen. KVR-menettely näyttäisi vaativan ulkopuolista riippumatonta valvojaa. Kunnallisten rakennusvalvojen resurssit eivät riitä tähän.

KVR-urakointia sivuaa SR-urakointi eli suunnittele ja rakenna. Sekin vaatii asiantuntevaa tavoitteiden määrittelyä ja ohjausta.

### **Yhteiskunnan hoitama rakennuttaminen, mahdollisuus hyvässä ja pahassa**

Kustannusten minimoiminen myös yhteiskunnan rahoittamissa kohteissa tuli usein päämääräksi, tieto hyvän sisäilman vaikutuksista oli heikkoa ja LVI-alalla leikittiin liki lääkäriä. Kun rakentamismääräyksiin saatiin ohjeet tyydyttävän ilmanvaihdon alarajalle, tuli arvoista käytännössä ylärajoja. Se, että ilmanvaihtolaitos saattoi olla jo lähtökohtaisesti alamittainen johtuen sallitusta mittaustarkeyden toleranssista ja likaantumisen ja olosuhteiden aiheuttamista muutoksista, ei ehkä tullut mieleen. Myös laajalti määrätty ns. käytäväpuhallusjärjestelmä (tuloilma käytävälle, ilma huoneisiin seinissä olevien siirtoilma-aukkojen kautta) osoittautui käytännössä ongelmaksi johtuen mm. rakennusten ilmavuodoista.

Oman analyysinsä julkishallinnollisesta LVI-tekniikasta ansaitsi Nokian viemäriveripuhdistamon aiheuttama juomaveden saastuttamiskatastrofi 2000-luvulla. Laitoksessa oli ammattitaidottomasti hoidettu suunnitelma, asennus, tarkastukset, dokumenttien päivitykset ja lopuksi käyttö. Kuitenkin pienimmällekin omakotityömaalle tämäkin vesilaitos vaati KVV-työnjohtajan.

### **Oma urakointi**

Jotkut kokeneet rakennuttajat ovat hoitaneet urakoinnin itse siten, että työntekijät ovat omassa palveluksessa. Tämä on yleensä edellyttänyt, että omasta takaa on rakennuspäällikkö ja joukko tuttuja työntekijöitä ja niiden lisäksi urakoitsijoita. Oma urakointi aiheuttaa monenlaista toimistotyötä, mikä edellyttää, että teettäjällä on asiantuntemusta hoitaa kaikki vakuutukset, verot, sivukulut, luvat yms. Useimmat yritykset ovat luopuneet omasta rakennusosastosta ja rakennuspäälliköstäkin. Tällöin kyllä ostamisen laadussa on tullut vaikeuksia. Rakennuksen teettäminen on pikkuisen eri asia kuin ostaa laatikko nauvoja.

## Laskutusperusteinen urakointi luottamustyötä

Laskutusperusteisia urakoita on aina tehty pienissä korjaustöissä ja laajemmin esim. teollisuuden kohteissa, joissa on alunpitäen epäselvyyttä työn laajuudesta ja sisällöstä prosessiratkaisujen tai vanhan tekniikan purkutarpeiden ollessa avoimia. Jos ei käytetä luotettua ns. hovihankkijaa, voidaan urakat kilpailuttaa vertailemalla työn yksikkökustannuksia ja tavarantoimittajilta saatavia alennusprosentteja. **Viimekädessä kuitenkin laadun ratkaisee se työryhmä, joka kohteessa tekee asennukset.**

Joskus pienen aloittelevan, mutta luotettavaksi havaitun urakoitsijan kohdalla on voitu menetellä siten, että ainakin osan tarvikkeista ostaa rakennuttaja, jos urakoitsijan vakuudet eivät riitä tai jos rakennuttajalla on omat alennusprosentit toimittajilta. Joidenkin kalliiden ilmastointikoneiden tai jäähdytyslaitteiden hinta voi olla sellainen, etteivät urakoitsijan resurssit riitä tilapäisrahoittamiseen. Urakkamuoto on joustava ja sallii työn edetessä muutoksia, mutta edellyttää luottamusta. Laskutusperusteisia urakoita on käytetty aina ja edelleen. Niiden edellytyksenä on yleensä erillinen rakennuttajan tilaama suunnittelu, mutta ei välttämättä.

## Tavoitehintaurakat kannustavat kehittämiseen

**Tavoitehintaurakoita** alettiin käyttää jossain määrin laajemmin 1980-luvulla. Urakkahinta on tällaisessa viitteellinen ja joustava, ylittäminen on mahdollista, mutta kustannuksista leikataan sovittu prosentti, esim. 20...50 %. Jos hinta-arvio alitetaan, saa urakoitsija hinta-arvion ja toteutuneen erotuksesta sovittu prosenttibonuksen. Parhaimmillaan tällainen sopimus on järkevä kohteissa, joissa työn yksityiskohtainen sisältö on sopimusvaiheessa jossain määrin epäselvä. Sopimus kannustaa urakoitsijaa etsimään kustannussäästöjä teknisissä ratkaisuisissa, työmaan hoidossa tai hankinnoissa. Ongelma on sama kuin KVR-urakoinnissa, jos säästö revitään laatutasosta.

## Projektinjohtourakka paloittelee ja joustaa

**Projektinjohtourakat** ovat yleistyneet sitten 1980-luvun. Tosin muutama teollisuuslaitos harjoitti tätä menestyksellä jo 1970-luvulla, kun yritys laajeni verraten säännöllisesti ja tarvitsi lisää toimitiloja. Projektinjohtourakoitsijalla on omaa henkilökuntaa vain johto. Osatyöt paloittelallaan eri urakoitsijoille. Tyypillisiä LVI-puolen osaurakoita on purku- ja puhdistustyöt, kanavien, putkien ja koneiden asennukset, eristystyöt ja virtaamien säätö. Urakointitavan hyviä puolia on saada pienet yrittäjät hoitamaan tehokkaasti ja joustavasti töitä, ongelmana on työmaan yhteydenpito ja valvonta sekä pienten työryhmien ammattitaidon ja vastuunkantamisen varmistaminen

## Elinkaarimalleilla käyttökustannusvastuu

**Elinkaarimalli** on suomalainen versio kansainvälisestä *Public Private Partnership (PPP)* -hankintamallista. 2000-luvulla esille tulleissa elinkaari- tai PPP-mallilla toteutettavissa hankinnoissa yksityinen yritys vastaa julkisen hankkeen toteutuksesta kokonaisuutena. Palvelujakson pituus on useita tai kymmeniä vuosia. Tavallisesti palvelutuottajan vastuulle kuuluvat suunnittelu, rahoitus, toteutus sekä ylläpito. Kustannukset jaetaan yleensä palvelumaksuina koko sopimusjaksolle. Investointibudjettien tarpeettomuus nopeuttaa kohteen valmistumista.

Mallin etuna on hankkeenkokonaiskustannusten hallinnan parantuminen: suunnittelun, rakentamisen, käytön ja ylläpidon riskit ja vastuut ovat samalla osapuolella. Investoinneissa ei kannata säästää, jos epäsuorasti aiheutuu ylläpidon kustannusten kohtuutonta nousua. Elinkaarimalli helpottaa budjetointia: hoito- ja muut vuosikustannukset ovat tiedossa. LVI-puolella malli ei ole vielä yleistynyt.

Elinkaariedulliselle LVI-tekniikalle (ja laadukkaalle LVI-laitokselle muutoinkin) on tyypillistä:

- muuntojoustava ilmanvaihtokanavisto
- ilmanvaihdon ja lämmityksen tarpeenmukainen ohjaus
- matalalämpöiset lämpöenergiälähteet ja korkealämpöiset kylmäenergiälähteet

- vakioaine vesijärjestelmissä ja pienipainehäviöiset putkistot ja kanavistot
- vettä säättävät kalusteet
- kunnossapito- ja hoitopalvelut kokonaisvaltaisia

### ESCO-urakka ei sido asiakkaan rahoja

**ESCO** (tai **ESCO = An energy service company or energy savings company**) on käytössä energiaa säästävissä tai omaa energiantuotantoa koskevissa projekteissa, joissa tilaajalla eli yleensä kiinteistön omistajalla ei ole rahoitusta tai osaamista energialaskua pienentävän investoinnin teettämiseksi itse. ESCO-yritys tekee investoinnit suunnitteluineen ja hoitaa käytön ja huollon määrätyn sopimusajan, jonka jälkeen tehdyt investoinnit jäävät tilaajalle. ESCO-yhtiö saa rahoituksen laskuttamalla mitatuista energiasäästöistä.

ESCO-toimintaa aloitti rakennusautomaatioyritys Honeywell jo 1980-luvulla. Ongelmaksi saattoi tulla se, että säästettäessä saatettiin heikentää myös sisäilmaston laatua, tyypillisesti lämpötilatasoa. Myöhemmin ESCO-toiminnassa on keskitytty erilaisiin lämmöntalteenoton järjestelyihin ja energiaa kuluttavien laitteiden käyttötalouden parantamiseen. Jossain määrin ongelmallista voi olla, että varsinkin teollisuudessa on voitava määrittellä, mikä on säästöä ja mikä tuotannon käyttöasteen tai toiminta-ajan aiheuttamaa muutosta kulutuksissa. Laskutus perustuu yleensä aina jonkin asennetun lämpöä tai sähköä säästävän laitteen energiamittaukseen. Tyypillisiä ESCO-projekteja ovat nykyisin lämmitysmuodon täydentäminen hybridilämmityksellä (esim. lämpöpumppu plus aurinkokerääjä) tai mittavien aurinkopaneelilaitosten rakentaminen.

ESCO ratkaisussa kohteen tarvitse itse sitoa pääomia. Ratkaisevaa saattaa olla myös se, että päätöksenteko helpottuu mm. tytäryhtiöissä, kun investointilupia ei tarvitse hakea pääkonttorilta.

### Allianssi sopii vaikeasti ennakoitaviin kohteisiin

Uusinta uutta on allianssiurakka, jossa tilaaja, suunnittelijat, päätoteuttajat ja muut tarvittavat osapuolet muodostavat projektiorganisaation, joka toteuttaa hankkeen, riskit ja mahdollisuudet jakaen. Tavoitteena on joustava toteutusmuoto tuottavuuden ja asiakaslähtöisyyden lisäämiseksi ja osapuolten intressien yhdistämiseksi. Sopivin malli lienee hankkeissa, jotka ovat monimutkaisia ja sisältävät yksityiskohdissaan vaikeasti ennakoitavia teknisiä tai olosuhteisiin liittyviä riskejä. Allianssimallissa palkkio luonnollisimmillaan on tavoitehintatyyppinen. Allianssien sopimusmalleissa on vielä kehittämistä. Allianssiryhmässä korostuu ammattitaito ja jopa innovaatiokyky.

Ongelmaksi on tunnistettu taitavien tilaajien ja toimijoiden puute. Allianssin alkuvaihe on aika raskas eli vaatii taloudellisia panostuksia. Vaarana on myös se, että aikataulut ja budjetti laaditaan varman päälle, jolloin on verraten helppo saada bonuksia alituksista. Pienillä urakoitsijoilla tai suunnittelijoilla ei useinkaan ole resursseja panostaa alkuvaiheeseen.

Infrapuolella järkevän allianssikohteen minimikustannukseksi on mainittu 100 miljoonaa euroa. Kuitenkin LVI-puolella allianssimallia on jo sovellettu rakennusten linja- ja märkätilasaneerauksissa hyvällä menestyksellä.



*Tampereen rantatietunneli on esimerkki allianssikohteesta. Ilmanvaihtopiippuja ei totisesti ole yritetty kätkeä katseilta. (BHa)*



## Uudisrakentamisesta korjausrakentamiseen

LVI-alan painopiste on 2000-luvulla siirtynyt korjausrakentamiseen. 1960- ja 1970-luvulla tehdyissä rakennuksissa on putkipuolella iso korjausvelka. Tämä kohdistuu eri puolille rakennettua ympäristöä. Asia käy ilmi ROTI-selvityksen raportista "**Rakennetun omaisuuden tila 2016**". Korjausrakentamisen tekniikkaa yritetään kehittää ja systematisoida. Julkisuteen tuotu esimerkkejä sekä erittäin hienosti onnistuneista putkistosaneerauksista että painajaismaisista projekteista, joissa osaaminen ja tiedottaminen ovat epäonnistuneet pahemman kerran.

Huomiota on herättänyt suomalaisen linjasaneerauksen hitaus: ulkomailla saadaan homma hoidettua parissa viikossa tai jopa nopeammin, Suomessa sama työ kestää kuukausia. Erään riistakameroilla tehdyn tutkimuksen mukaan meillä asentajien työajasta 80 % menee odotteluun. Eräs vakava syy on ammattilojen kapea-alaisuus, sama työntekijä ei voi tehdä eri alojen töitä. Monitoimimiesten tuleminen työmaalle on jopa johtanut ulosmarsseihin. On itsestään selvää, ettei tällainen pelleily voi jatkua, vaan työt valuvat urakoitsijoille, joilla on ammattitaitoisia monitoimiosajia.

Putkiremonttien laadun parantamiseksi on luoto Vuoden Putkiremonttipalkinto. Sen myöntävät SuLVI ry, LVI-TU ry, RT ry, ja SKOL ry. Palkintoa on jaettu vuodesta 2011. Vuoden 2016 palkinnon sai Fira Palvelut Oy, työn teettäjä oli As. Oy. kaarenkeiju. suunnittelun ja projektin johdon hoiti Vahanen Oy. Vahanen voitti myös vuoden 2017 palkinnon.



*Tämän 60-luvulla rakennetun kerrostalon viemärissä näkyy pistevuotoja pohjassa ja isompaa tihkumista liitoksessa. Yhdestoista hetki korjaamiseen on jo ohitettu, viemärin mekaaninen rassausta esim. kuvaamista varten hajottaisi putken lopullisesti. Sukituksenkin onnistuminen alkaa olla kyseenalaista. Turvallisin vaihtoehto olisi koko putkiston ja siten myös valuun asennettujen viemäreiden ja valitettavasti myös märkätilojen lattioiden uusiminen. (BHa)*



*Kun kerroskorkeus on matala ja joudutaan saneeraustilanteessa lisäämään ilmavirtoja ja muuta tekniikkaa, ovat taidokkaat asentajat hintansa arvoisia.*

*Vanhan talon mallintaminenkin voi olla jättimäinen työ ja täysin paikkansapitävien 3D-suunnitelmien laatiminen voi viedä aikaa enemmän kuin ammattimiesten suorittama asennustyö kevyempienkin suunnitelmien pohjalta. (BHa)*

Consti-yhtiöt ovat kehittäneet kylpyhuonesaneerausten jouduttamiseksi ja laadun parantamiseksi menetelmän, jossa kylppäri tehdään valmiiksi lattiaa lukuunottamatta. Valmis

elementti työnnetään entisen sisään. Ratkaisu sopii kerrostaloihin, joissa kylpyhuoneet sijaitsevat päällekkäin ja ovat samaa mallia.

Korjausurakoita on teetetty samantapaisilla sopimuksilla kuin uudisrakennusurakoita. Viimeaikoina korjausrakentamispuolellekin on ollut tulossa KVR-urakat. Ihan hyvä, jos tilaaja pystyy määrittelemään laatutavoitteet ja valvomaan, että ne saavutetaan. Muutoinhan kyse on sopimuksista, joissa toiselle osapuolelle annetaan avoin valtakirja tehdä mitä haluaa, kunhan ei ihan viranomaismääräyksiä riko - ainakaan ilmiselvästi.

KVR-urakoista eli ST-urakoista (ST = suunnittelu ja toteutus) erikoisuutena on vielä ns. ranskalainen urakka, jossa sovitaan loppusumma ja urakoitsijat kilpailevat sillä, keltä saa korjaus- ja uudistustyötä eniten samalla summalla. *Erityismuoto on TST-urakointi eli talousohjatun rakentamisen malli. siinä yhdistetään suunnittelu ja toteutus ja hyödynnetään mahdollisimman paljon esim. Ivis-nousuelementtejä. Projektiin voi kuulua myös keittiötilojen uusiminen. Suunnitelmia ei tehdä alun perin liian yksityiskohtaisiksi vaan luotetaan työmaaporukan ammattitaitoon ja ratkaisukykyyn paikan päällä. Tavoitteena voidaan pitää nopeampaa ja 30 % halvempaa toteutusta.*

Korjausrakentamisen ohkeen ovat tulleet energiaa käytön vähentämiseen tähtäävät projektit, joista tyypillisiä on siirtyminen lämpöpumpputekniikkaan. Asuinkerrostalojen siirtyminen koneellisen tuloilman käyttöön sisältää vielä suuren säästöpotentiaalin ja sisäilman parantamismahdollisuuden.

2015 pelkästään asuintilojen märkätilojen saneeraukseen käytettiin 850 milj. euroa. Tästä suurin osa meni tosin rakennustöihin.



*Vanhojen suojeltujen arvorakennusten korjaaminen ja saneeraaminen on oma taiteen lajinsa. Tässä vanha pyöreä ikkuna on otettu tuloilman käyttöön. (BHa)*

### **Miksi uusia toimivaa tekniikkaa?**

Tavanomainen 1970- tai 1980-luvun tuloilmanvaihtolaitteisto on jo usein uusimisen tarpeessa tyypillisesti seuraavista syistä, jotka kuvaavat samalla alan kehitystä:

- ilmanottosäleikkö päästää vettä ja lunta läpi, mikä voi aiheuttaa häiriöitä ja mikrobikasvua suodattimissa, säleikkö voi imeä auringonpaisteella kuumaa ilmaa fasadin pinnasta
- ulkoilmapelti ei sulkeudu tiiviisti ja on lämpöeristämätön, aiheuttaa energiahukkaa ja patterin jäätymisvaaran
- sekoitusosassa peltien toiminta ei ole lineaarinen ja kiertoilmaosa vuotaa, aiheuttaa energiahukkaa talvella ja liikalämpöä kesällä
- suodattimen erotusaste alhainen ja pinta-ala pieni, lyhyt huoltoväli, partikkeleita sisäilmaan
- patteri likainen tai osin tukossa, mitoitettu kuumemmalle veden lämpötilalle, ei jäähdytä lämmitysvettä kunnolla

- kostutin epähygieeninen, toiminta epätarkkaa tai koko laite tarpeeton
- jäähdytyspaterin otsapintanopeus liian suuri, pisarat lentävät puhallinosaan, välisosat säätöä varten puuttuvat, säätö epätarkka
- puhaltimen ja moottorin hyötysuhde alhainen, laakerit käyttöikänsä lopussa, meluava, hihnakäytöstä kumihiukkasia hengitysilmaan
- äänenvaimentajasta lähtee kuituja hengitysilmaan, vaimennusteho heikko ja heikkenee koko ajan
- koko kone vuotaa konehuoneen ilmaa imupuolelta puhallusilmaan
- koneen liitântähviöt korkeat johtuen tökeröistä kanavaosista
- suuresta otsapintanopeudestakin johtuen puhallinsähkön kulutus korkea ja tuloilma lämpenee
- kanavistossa suhisevia halpoja kauluslähtöjä haaroissa, nuohous vaikeaa luukkujen puuttuessa, on käytetty nuohouslaitteita vahingoittavia peltiruuveja
- palopellit epäluotettavia sulakepeltejä
- lämpöeristeitä puuttuu, jäähdytetty ilma lämpenee kesällä matkallaan useita asteita
- ilmanjako aiheuttaa vetoa ja ääntä
- säätölaiteisiin ei saa varaosia, ovat käyttöikänsä päässä.

## Talonmiehestä aluehuoltoyritykseksi

Ikivanha kiinteistöjen huolto- ja kunnossapitojärjestelmä on ollut talonmiehen palkkaaminen. Vielä 1960-luvulla talonmiehet olivat vallitseva käytäntö. Talkkarin tehtäviin kuului huolehtiminen ulkoalueiden ja rakennuksen yhteisten tilojen siivouksesta. Lumen luonti ja pudotus katoilta, jään poisto ja hiekoitus pihalla ja jalkakäytävillä edellytti talvella toimia aamuvuorihaisella. Vesipeltien korjaamiset ja erilaiset muut pikku korjaukset ja maalaukset, saunavuorolistan päivitys ja avainhuolto olivat tyypillisiä tehtäviä. Useinkin talonmiehen vaimo huolehti siivoustoimesta. Tärkeä tehtävä oli myös yleinen turvallisuudesta ja siisteydestä huolehtiminen eli mm. lasten opastaminen ja järjestyssääntöjen noudattamisen valvominen. Talonmiehet saattoivat tehdä myös säännöllisiä valvontakierroksia varkaiden tai toimintahäiriöiden havaitsemiseksi. Asukkaat saattoivat eri palkkiota vastaan teettää huoneistojen pikkuremontteja yms. Talonmies hoiti käytännössä myös joitakin nykyään isännöitsijälle kuuluvia tehtäviä.

LVI-tekniikka työllisti päivittäin. Alkujaan hyvin oleellinen, raskas ja likainen työ oli lämmityksestä huolehtiminen. Puulämmityksen aikaan puut oli pinottava pihalle tai varastoon, kuljetettava pannuhuoneeseen, ladattava kattilaan ja tuhka oli poistettava. Kattilan nuohous oli tehtävä muutaman viikon välein. Putkistojen pölyävät korjaukset ja jopa asbestipöly putkiremonttien yhteydessä olivat terveydelle tai hengelle vaarallisia.

Myös pienet huollot kuten vesihanojen tiivistepintojen hiomiset ja putkistotiivisteiden vaihdot, liitosten kiristämiset ja viemäreiden avaamiset työllistivät. Vuosittain oli putkistosulut kierrettävä ääriasennosta toiseen, jotteivät jumiintuisi kiinni. Talonmies oli myös kattilahuoneen automaatiolaitte eli sääti menoveden lämpötilaa tarpeen mukaan ja varautui lämmityksessä kylpy- tai saunailtoihin, jotta lämmintä käyttövettä riittää. Jätehuollon ja polttoaineen tilaaminen ja kuormien vastaanotto kuului tehtäviin.

Talonmiehen palkkio ei yleensä ollut kaksinen, mutta tyypillinen luontaisetu oli pieni työsuhteasunto, joka yleensä sijaitsi katutasolla, Talonmies oli pääsääntöisesti aina tavoitettavissa, mikä oli monen avaimensa unohtaneen tai hukanneen helpotus.

### Ensin helpottui lämmitystyö

Työtehtävät alkoivat muuttua jo 1920-luvulla, kun haloista siirryttiin hiileen tai koksiin ja ne asianomainen toimittaja kippasi tai lapio luukun kautta suoraan kellarissa sijaitsevaan varastoon. Hiilen lapiointi kattilaan oli kuitenkin liikaavaa. Siirryttäessä 1950-luvulla öljylämmitykseen helpottuivat tehtävät edelleen ja kaukolämpö poisti käytännössä lämmitystyön kokonaan. Toki kiertovesipumppujen käynnistys hetkeksi kesällä viikoittain oli ja on tarpeen, jottei akselitiiviste kuivuisi ja alkaisi vuotaa.

Aluerakentamisen yhteydessä 1950-luvulta alkaen oli varsin luontevaa perustaa myös samanikäisiä rakennuksia varten aluehuoltoyritys. Lumitöitä varten alkoi saada koneita ja kehittyneitä välineitä. Tasakatot eivät vaatineet lumenluontia ja lumiesteet pienensivät kaltevaltakin katolta lumen tippumista. Avainhuolto jäi lukkoliikkeitten tehtäväksi. Nurmikoitten leikkaamisen saatiin tehokkaita koneita. Rakennusautomaatio alkoi huolehtia LVI-tekniikasta.

Siivouksen saattoi tilata erikoistuneelta yritykseltä. Putkikalusteiden vuotoherkkyys on pienentynyt eikä esim. vesikalusteiden vuoto ole tavallista. Nykyään ei kokonaisia putkilinjoja tarvitse sulkea kalustevaihdon takia, sillä kalusteet on pääsääntöisesti varustettu omilla huoltosulkuventtiileillä. Lavuaarien vesilukon pystyy nykyään ruuvaamaan auki kuka tahansa ja tarvittaessa voi käyttää kemikaaleja, enää ei tarvita huoltomiestä. Erilaiset tiivistykset ja massaukset kestävät pitempään, saatavana on silikonin lisäksi polymeerejä ja korkealuokkaisia polyuretaanimassoja. Ulko-ovien lukotkin voivat sulkeutua kellon ohjaamina. Pumppuja pyöräytetään käyntiin kesäaikana automaation ohjaamana.

LVI-latteiden huolto on paloiteltu tekniikkalajin mukaan, on erikoistuneita palveluita putkistoilla, ilmanvaihdolle, jäähdytystekniikalle ja öljylämmittimille. Työvälineen ja henkilökohtaiset suojaimet ja turvavälineet ovat kehittyneet. Vartiointia hoitavat vartiointiliikkeet.



liian paljon!  
liian vähän!

liian kylmää!



laitteessa ei ole  
mitään vikaa

hoitakaa  
sitä oikein!

*Hyvä hoito ja järkevä käyttö on ikuinen pullonkaula. Asian merkitystä valistettiin mm. LVT-tiedotteissa 1951*



## Huoltotyötä piisasi

Vaikka 1930-luvun laitteet muistuttivat kovasti paljon tämän päivän laitteita, oli niiden tekniikassa oleellisia eroja. Esim. pumppujen ja puhaltimien laakerit tarvitsivat varsin säännöllistä rasvausta ja vaihteistot öljyä. Isommissa rakennuksissa olikin erityinen verstashuone huoltoa ja korjaamista varten.

Remmien eli hihnojen kuin myös moottoreiden käyttöikä on noista ajoista ratkaisevasti noussut. Tiivisteiden ja vastaavien materiaalit ovat parantuneet. Puhaltimien ja pumppujen tasapainotuskin on edennyt. Silti kannattaa edelleen tutustua laakereiden käyttöikään ja esim. asennussuunnan vaikutuksen siihen. Voi tulla yllätyksiä huoltovälien tiheydessä varsinkin suurempien puhaltimien kohdalla. *Alla oleva ote KK.*

O.Y. SUOMEN PUHALLINTEHDAS	<b>Käyttöohjeet</b> Potkurituulettajia, PFM järj. 7 ja 8 varten	
<p>Vaihtolaatikat lähetetään aina ilman täyteöljyä. Ennen käyntiinpanoa on siis vaihtolaatikko täytettävä öljyllä öljykorkeuden-osoittajalasin punaiseen viivaan asti. Sopiva öljy on: Gargoyle DTE extra heavy. Tarvittava öljymäärä on nähtävänä taulukossa.</p> <p>Öljypinta on tarkastettava kerran viikossa tuulettimen pysähtyttyä, jolloin öljyn pinta on nouseva punaiseen viivaan. Samalla on akselinpäässä oleva <u>painekuulalaakeri</u> voideltava tarkoitusta varten olevan voitelukupin kautta.</p> <p>Ensimmäisen 200 tunnin käyttöajan jälkeen on uuden vaihtolaatikon öljykammio tyhjennettävä sekä puhdistettava. Tyhjennys on tapahtuva kohta tuulettimen pysähtyttyä, jolloin öljy on lämmin sekä kevyesti juoksevaa. Tyhjennettyä on öljykammio huuhdottava benzoolilla tai benziinillä. Tyhjennystulppa asetetaan paikoilleen ja kammio täytetään uudella öljyllä.</p> <p>Tuuletinta yhtäjaksoisesti (öisin, päivisin) käyttäen on vaihtolaatikon öljy uudistettava yllämainitulla tavalla aina kerran vuodessa tai 2400 käyttötunnin jälkeen.</p> <p>Yllämainitun öljyalaadun jäähmetyspiste on <math>-6^{\circ}\text{C}</math>. Jos siis tuuletin on asennettu ulkosalla on talvisin käytettävä kevyempää öljyä matalammalla jäähmetyspisteellä. Tarkoitusta varten ehdotamme Gargoyle Arctic oil C. heavy.</p> <p><u>Jos vaihtolaatikossa on vähänlaisesti öljyä, voivat hammaspyörät pilaantua muutamassa tunnissa.</u></p>		

## Talonmiehiä kyllä tarvittaisiin

Täysin eivät talonmiehet ole kadonneet. Huoltoyritykset eivät ehdi esimerkiksi lunta pyryttäessä yhtä aikaa joka paikkaan, talon silmälläpito ja lasten opastaminen ei onnistu etätöinä. Opastamista tarvitaan, sillä kaikki vanhemmat eivät osaa tai viitsi hoitaa osuuttaan opettaakseen lapsille käyttäytymistä yhteisissä tiloissa ja pihalla. Kaikkea LVI-tekniikkaa ei ole automatisoitu täydellisesti, mittareiden luku voi vaatia menoa paikan päälle ne. **Uudenlaisia huolto- ja hoitosopimuksia on otettu käyttöön. Kiinteän vuosikustannuksen sijasta sovitaankin tuntiveloituksesta: tarpeellinen työ tehdään ja tekijöillä on kokonaisvaltainen osaaminen ja asenne hoitoon, huoltoon ja käyttöön. Vuotavan putkiliitoksen korjaaja hoitaa samalla alulle rakenteiden kuivatuksen.**

Talkkarin työ voi olla puolipäiväinen tai käsittää useammasta lähitalosta huolehtimisen. Ennen moni talonmies oppi ammattiinsa työssä tai lähisukulaiselta.

Nykyään työ edellyttää jo taitoja, joita on opiskeltava. Ammattioppilaitoksissa on tarjolla kiinteistöhoitajan tutkinto LVI-tekniikan peruskurssilla. Vaihtoehtona on myös oppisopimuskoulutus tai aikuiskoulutuskeskuksen kurssi. Työ on itsenäinen, vaatii ahkeruutta, omatoimisuutta ja monipuolista teknistä ammattitaitoa. Ihmistuntemuksesta on apua; talonmieshän joutuu tulemaan toimeen kaikenlaisten ihmisten kanssa.





*Kun huolto- ja hoitotyössä ei ole sydäntä mukana, on tulos tällainen. Alhaaltapäin otetussa kuvassa (BHa) 1950-luvulla rakennetun pienteollisuustalon sadevesikouru - tai mitä siitä on jäljellä. Näin vesi ei mene rännikaivoihin vaan talon alle ja roiskuu tuulella pitkin seiniä.*

### **Mies ja pakki eivät kulje tikkailla**

Reitit ja haalaustiet varsinkin IV-koneille on usein miettimättä. Katolle voidaan kuvitella kuljettavan työkalupakin kanssa tikkaita pitkin. Samaa tietä voidaan kuvitella tuotavan kerättyä roskaa ja purettuja osia. Pehmeän eristeen päälle tehdyistä huopakatoilta puuttuu useimmiten vahvistetut huoltokulkuväylät, vaikka huovan alla oleva eriste ja sitä kautta kate ei ole kävelyä kestävä. Talotekniikkakonsultin velvollisuus on vaatia kunnon kulkuväylät. Konsultointi edellyttää myös auttavaa eriste- ja kattomateriaalien tuntemusta.



*Toimitilojen yms. rakennusten katoilla on nykyään paljon huoltoa ja tarkkailua vaativia laitteita: lauhduttimia ja nestejäähdyttimiä, puhaltimia, konehuoneita, sadekatoksia ja läpimenoja, antennoja, valaisimia tai mainosvaloja, savunpoistoluukkuja ja -puhaltimia, sadevesikaivoja, sadepeltejä ja valoaukoja (BHa). Lisäksi sadepellit ja niiden tiivistysmassaukset vaativat vuosittaista tarkastamista.*



*Tässä ratkaisu katolle kulkuun, kun ulkotikkaita pitkin ei halukkaita kulkijoita AX:n toimitalossa ollut. Portaitten yläpäässä on aukon reunoilla tukipalkit, kaasujousella varustettu saranoitu kupu ja sen alla murtosuojana lukittu ristikko.*

*(Kuvassa (BHa) portaan alle on varastoitu sesonkihuonekaluja).*

## Siivous on merkittävä kustannuserä

Siivous- ja puhdistustyön helpottaminen ei myöskään ole kuulunut LVI-alan ydinosamiseen. Esimerkiksi putkien tuominen pattereille tai kalusteille lattialta seinä vierestä muodostaa putkien ja seinän väliin loukon, jota voi puhdistaa vain hammasharjalla.



*Tampereen TAYS:n uuden silmäkeskuksen potilashuoneen suihku/WC-tilan asennuksia 2010-luvulla. Lavuaarin viemäri tulee lattialle ja kuvan ulkopuolella oleva pönttö on sekin asennettu lattialle. (BHa)*

Keittiö- ja pesuallaksiin kiinnitetyistä hanojen juurten puhdistaminen on hienomekaanista puuhaa. Seinään kiinnittäminen poistaisi ongelman. Onneksi vessanpyttyjä kiinnitetään jo seinään eikä lattiaan. Tätä on avittanut valmiiden pesuhuone-elementtien ja [talotekniikkakasettien](#) käyttö.



*Jo 1930-luvulla ymmärrettiin sairaalasuunnittelussa (=fiksuimmat ymmärsivät), että putket tuodaan seinästä, lattia pidetään vapaana puhtaana pitämistä estävistä putkistoista (KK).*

Varsinais-Suomen Tuberkuloosiparantolassa on myöskin Arabian valmistamat erikoispesuallaat.

Tuotantotiloissa korkealla roikkuvat putkilinjat ja kanavat ovat hankalia siivota ja ilman tehokkaita pitkäletkuisia pölynimureita tai keskussiivousjärjestelmiä käytännössä mahdottomia pitää pölyttömänä. Osviittaa aiheeseen saa amerikkalaisista GMP- (Good Manufacturing Practise) ohjeista.

## Huoltotyön merkitys kasvussa

Ruotsissa joidenkin LVI-asennusliikkeiden töistä jo puolet muodostuu huoltotyöstä. Sama kehitys on ennustettavissa Suomessa. Säännöllinen ennakkohuolto ja aktiivinen analysoiva kulutusseuranta olisi tarpeen lähes kaikissa kiinteistöissä. Valitettavasti LVI-laitteiden tekninen taso ei ole ollut kovin korkea varsinkaan säätöpuolella, jossa ongelmana ovat anturiviat, peltimoottoreiden heikko vääntömomenti, vuotamaan jäävät tai jumiintuneet moottori- tai magneettiventtiilit ja vikaantuneet piirilevyt. Lisätyötä tuovat vuotavat pumppujen akselitiivisteet, vuotavat lämmönsiirtimet ja tukkeutuneet ilmanottosäleiköiden hyönteisverkot. Putkistot, joissa käytetään jäätymisenestoaineita, vaativat säännöllistä tarkkailua eli vuoden parin välein liuosanalyysointia. Laiminlyönti voi tulla todella kalliiksi, jos inhibiittien puutteessa verkostoon iskee korrosio.

## Hormeja nuohotaan ja massataan

Jo perinteinen ja pakollinen huoltotyö on savuhormien puhdistus. Ruotsin valtakunnassa Magnus Erikssonin maalaissa 1300-luvulla painotetaan nuohouksen tärkeyttä. Euroopassa nuohouksessa käytettiin jopa lapsia, jotka mahtuivat väliin hormoneihin. Tunnetussa ja järkyttävässä lasten ja nuorten-kirjassa Musta veljeskunta kerrotaan Milanon nokipojista, jotka oli myyty nuohoojamestareiden apulaisiksi.

Suomessa nuohous siirtyi kunnallisille toimijoille yleensä 1800-luvulla. Tampereen palojärjestyssäännöissä velvoitettiin 1800-luvulla nuohoamaan uunien hormit joka toinen kuukausi ja hellojen hormit kerran kuussa. Katolle piti järjestää myös kulku ja hoitosilta. Keskuslämmityksen edistyessä hormien määrä pieneni, mutta nokea kertyi erityisen paljon halkokattilalämmityksessä, jossa palamisilmaa säädettiin veden lämpötilan mukaan. Tämä johti kitupolttoon, joka nokesi ja syöksi piipusta PAH-yhdisteitä. Nokipalot olivat yleisiä. Kunnalliset nuohousmonopolit on nyttemmin purettu, mutta yhtä kaikki työ on tarpeellista. Tulisijojen aiheuttamista tulipaloista vain pieni osa johtuu nokipaloista ja vain 25 % hormien kunnosta.

Hormien kunnostusmassausta on markkinoitu poikkeuksellisen aktiivisesti tarjoamalla ensin ilmainen kamerakuvaus. Muuten kiva, mutta onpa sattunut tapauksia, jossa kunnostustarvetta on motivoitu aivan toisen talon hormin videokuvalla. Aivan vastaavasti on menetelty viemärikuvauksissakin. Tämä ei tarkoita sitä, että kaikki alan toimijat tekisivät näin, vaan että on kaikenlaista yrittäjää. Alan alkeellinen sääntely ei mahdollista huijaustapauksissa esim. liiketoimintakiellon antamista.

## Urakoitsijoita

**Valintakriteerit: valtakunnallisesti merkittävä tai alan pioneeri.**

**Robert Huber/** Rob. Huberin Vesijohtokonttori/ Rob. Huber Osakeyhtiö 1879, ks Caverion Oyj.

**AB Vesijohtoliike Oy** per. 1904. Yhtyi 1921 Huberiin ja nimeksi otettiin AB Vesijohtoliike Huber Oy, ks. Caverion Oyj.

**Suomen Hissi ja Lämpöjohto Oy** per. 1912, lopetti 1960-luvulla?

**Kuopion Vesijohtoliike**, per. 1912 -1981, nimi ollut 1920-luvun puolivälistä Vesijohtoliike P. Nieminen.

**Oy Alfred Onninen Ab** per. 1913, ks, Are Talotekniikka Oy.

**Oy Radiator Ab** per. 1918 - 1968.

**Vesi ja Lämpö Oy** per. 1920, loppui 1950-luvulla?

**Oy Hydro Ab** per.1924 -1938.

**Oy Johto Ab** per.1924, kuului EKA-konserniin. Loppui ilmeisesti selvitystilaan 1995.

**Keskuslämpö Oy - Centralvärme Ab** per, 1926 loppui 1960-luvulla?

**Termo Oy, ks. Onninen-Termo Oy/Are Oy.**

**Oy Suomen Puhallintehdas Ab**, ks. Valmistajia /Fläkt Woods Oy.

**Koja Oy** 1936, urakointi aloitettiin 1960-luvulla, ks. Consti Tekniikka Oy.

**ABB Fläkt Oy**, ks Caverion Oyj ja Valmistajia/Fläkt Woods Oy.

**Oy Aerator Ab** (1949), ks. Valmistajia/Fläkt Woods Oy.

**LVI-Helin Oy**, per. 1960-luvulla, konkurssi 2013.

**Ilmateollisuus Oy**, per. 1970-luvulla, ks Valmistajia/Fläkt Woods Oy.

**Are Talotekniikka Oy**, aloitti 1924 nimellä Keski-Suomen Sähköliike. Nimi Are O otettiin 1938. 1995 Siihen sulautettiin Onninen-Termo Oy ja Onninen Oy keskittyi LVIS-

tukkukauppaan. Onninen aloitti 1913 toiminimellä A. Onninen. Tukkukauppa aloitettiin jo 1920-luvulla. 1927 toiminnan siirryttyä Helsinkiin otettiin nimeksi Vesijohtoliike Onninen. 1970-luvulla ??? siihen liitettiin putkiliike Termo Oy, jolloin muodostui Onninen-Termo Oy. 2016 tukkukauppa myytiin Keskolle. ARE-konserni siirtyy Onvestin jaon yhteydessä perustettuun uuteen Conficap-yhtiöön, johon siirtyy myös kiinteistötoimintoja.

**Teknillinen Hankkija** aloitti kylmäalan toimintansa 1906, jolloin esitteli messuilla meijerin jäähdytysjärjestelmän. Toiminta laajeni 1920-luvulla sähköasennuspuolelle. Hankkija teki 1985 fataalin virheen ostamalla Puolimatkan rakennusliikkeen. 1990 Hankkija-Yhtymän nimi muutettiin Novera-Yhtymä Oy:ksi. Asennustoiminta yhtiöitettiin tytäryhtiö Hantec Oy:ksi. Novera-Yhtymä Oy teki konkurssin tuli 1992. LVIS-asennustoimintaa jatkamaan perustettiin Tekmanni Oy. Lemminkäinen Oy osti Tekmannin 2000 ja nimi muutettiin 2010 Lemminkäinen Talotekniikka Oy:ksi. Nimet vaihtuivat 2010: Tekmanni Oy:n ja Tekmanni Service Oy:n nimet vaihtuivat 2010. Lemminkäinen Talotekniikka Oy ja **Tekmanni Service Oy:n** uusi nimi oli **Lemminkäinen Kiinteistötekniikka Oy**.

Tekmanni Oy:n tytäryhtiöt: Tekmanni Uusimaa Oy, Tekmanni Tampere Oy, Tekmanni Pohjanmaa Oy, Turun Rakennusputki Oy ja Sähköliike Tekno Oy.

Oulun LVI-Ykkönen Oy, Oulun Kylmä-Ykkönen Oy, Oulun Saneeraus-Ykkönen Oy ja Kajaanin LVI-Ykkönen Oy fuusioitiin Lemminkäinen Kiinteistötekniikka Oy:öön vuoden 2010 aikana. Palveluverkostoon kuului 35 toimipistettä. **Lemminkäinen Talotekniikka Oy myytiin Are Oy:öön 2014 ja nimi muutettiin** Are Talotekniikka Oy:ksi.

**YIT Talotekniikka Oy**, ks Caverion Oyj.

**Valmet Ilmastointi**, ks. valmistajat/Valmet Oyj.

**Peko Konserni**, aloitti 1987 Tampereella Sähköpeko Oy:nä. On nykyään valtakunnallinen toimija. Myytiin 2015 suurelle ruotsalaiselle **Bravida**-konsernille.

**Consti Talotekniikka Oy** tunnettiin aiemmin nimellä Koja Tekniikka. Mansen Putki Oy, Espoon LVI-Sisustus Oy, Katajanokan Vesi ja Lämpö Oy, Putkireformi Oy sekä Nuohous- ja ilmastointipuhdistus Petri Valve Oy ovat yhdistyneet yhtiöön. Vuoden 2015-LVI-urakoitsija.

**Caverion Oyj**. Nykyisen YIT Oyj:n ja siten myös Caverionin historia alkoi 1912, kun ruotsalainen konsultoiva insinööritoimisto Allmänna Ingenjörbyrå Ab perusti Helsinkiin sivutoimipisteen. Suomalaiset liikemiehet jatkoivat toimintaa muodostamalla 1920 Ab Allmänna Ingenjörbyrå - Yleinen Insinööritoimisto Oy:n. Yleinen Insinööritoimisto kasvoi Suomen johtavaksi vesihuoltolaitosten rakentajaksi. 1930-luvun lopulla toiminta laajeni vedenhankintajärjestelmiin metsäteollisuudelle, 1940-luvun lopulla vesijohtoputkien maahantuontiin ja kauppaan sekä 1950-luvun puolivälissä myös muille rakentamisen alueille. 1970-luvulla YIT alkoi tarjota rakennustekniikan ydinosaamisensa lisäksi kiinteistöjen huoltoa ja kunnossapitoa sekä teknistä osaamista. YIT laajensi toimintaa myös teräsrakenteiden ja teollisuuden putkistojen kunnossapitoon.

1995 YIT laajensi toimintaansa rakentamisesta kiinteistötekniikkaan ostamalla teollisuuden projekteihin ja huoltoon sekä putkitöihin erikoistuneen Huber Oy:n. Huber oli alansa johtava toimija Suomessa, ja sen kautta YIT sai jalansijaa myös Ruotsissa. Yrityskaupan myötä YIT:stä tuli rakentamisen ohella tärkeä kiinteistötekniikan ja teollisuuden palveluyritys. 2001 YIT osti ruotsalaisen talotekniikkaliiketoimintaa harjoittavan Calor Ab:n. Kaupan myötä YIT:stä tuli merkittävä teollisuusputkisto- ja lv-urakoitsija Ruotsissa.

2003 toteutunut ABB:n kiinteistötekniisten palvelujen yritysosto täydensi YIT:n vesi- ja lämpötekniikan osaamista ABB:n sähkö- ja ilmastointitekniikan osaamisella sekä toi mukanaan uutta liiketoimintaa Ruotsissa, Norjassa, Tanskassa, Baltiassa ja Venäjällä. Yrityskauppa kaksinkertaisti YIT:n henkilöstön. Kiinteistötekniisiä palveluita laajennettiin 2008 kuuteen uuteen maahan Keski-Euroopassa - Saksaan, Itävaltaan, Puolaan, Tsekkiiin, Unkariin ja Romaniaan - YIT:n ostettua MCE AG-yhtiön kiinteistötekniiset palvelut näissä maissa vuonna 2008.

YIT osti saksalaisen kiinteistötekniistä palveluliiketoimintaa harjoittavan Caverion GmbH-konsernin 2010. Liiketoiminta Keski-Euroopassa kaksinkertaistui ja YIT nousi Saksan toiseksi suurimmaksi kiinteistötekniisten palvelujen tarjoajaksi liikevaihdolla mitattuna.

Caverion Oyj syntyi kiinteistötekniisten ja teollisuuden palveluiden irtautuessa YIT-konsernista itsenäiseksi konsernikseen 2013.

**UVL-Talotekniikka Oy**, per. 1972 nimellä Uudenmaan Vesi ja Lämpö Oy, myöhemmin tuli mukaan ilmastointi ym.

**Saipu Oy**, per. 1989. LVIS-urakoitsija, jolla on useita aluetoimipisteitä.

**EMC Talotekniikka**, alkujuuret 1925. Konserni, on muodostunut liittämällä yhteen merkittäviä alueellisia yhtiöitä. Myyty ulkomaiselle omistajalla ja nykyinen nimi on **Assemblin Oy**.

**Lähiputki Oy**, per. 1966. Useita aluetoimipisteitä.

**Quattro Mikenti Group Oy**, per. 2013 yhdistämällä Mikenti-yhtiöt (per.1990-luvulla) ja Quattro Services Oy:n. Laajaa talotekniistä toimintaa Suomessa ja ulkomailla.

**Aro Systems Oy**, per. 1954. LVI- ja sähköurakointia.

**Halmesvaara-konserni**, per. 1968. Erikoistunut korjausrakentamiseen. Myytiin 2015 ruotsalaiselle Bravidalle.

**Amplit Oy**, per. 1987 ensin sähkö- ja teleurakointiin.

**LVIS-Hokka Oy**, per 1980-luvulla, myyty 2017 Projektipalvelu **Talon Tekniikka Oy:lle**, joka on linjasaneeraukseen ja korjausrakentamiseen erikoistunut urakoitsija.

**Bravida** on ruotsalainen suuri talotekniikan urakoinnin yritys, jonka juuret ovat 1950-luvulla perustetussa BPA:ssa. Toiminta Suomessa alkoi Pekon ostolla 2015.

**Kotisun Group Oy**, per. 2006 Jyväskylässä. Noussut pientalojen LVV-remonttien markkinajohtajaksi.

## Suunnittelu

Vanha sanonta on, että toteutuskustannuksista 90 % syntyy suunnitteluvaiheessa. Tosin sähkölämmitys työmailla nostaa liian usein kustannuksia 20 %.

### Arkkitehdit ilmastointisuunnittelijoina

Varhaisimmat eli vuosien 1820 - 1900 kaloriferi-järjestelmien tiilikanaavat vaativat paljon tilaa ja vaikuttivat rakennusten runkoihin. Arkkitehti teki suunnitelmat eli mitoitukset ja piirustukset.



*Helsingin Senaatintorin rakennusten kaloriferi-järjestelmät suunnitteli Saksasta Pietarin kautta Helsinkiin muuttanut arkkitehti Carl Ludvik Engel. Ohessa on vuodelle 1830 päivätty rakennuksen lämmitysjärjestelmän selostuksen kansilehti. Dokumentti sisälsi mitoitusperusteet ja laskelmat taulukoineen.*

*Kuva Senaatti-Kiinteistöt/Juha Muttilainen.*





*Arkkitehtien toiminta ilmanvaihtosuunnittelijana jatkui vahvana painovoimaisten ilmanvaihtolaitosten aikana. Kieltämättä he toivat omaa osaamista alalle.*

*Kuvissa (BHa) 1891 valmistuneen Säätytalon ilmanottoaukot pihalla olevan suihkukaivon alla ja ilmanottokammio ilmatunneliaukkoineen sisältä nähtynä. Ratkaisu on arkkitehti Gustaf Nyströmin käsialaa.*



*Pihalle sijoitettavat ilmanottopömpelit ja niistä johdetut maanalaiset tunnelit eivät olleet tuiki harvinaisia. Rakennuksen hyötytilaa haluttiin säästää ja ilman otto alhaalta oli muutoinkin itsestään selvää varsinkin kaloriferilämmityksen aikana.*

*Ilman imeminen ylhäältä tai kattotasolta olisi vaatinut puhaltimia. Polttoaineisiin perustuvan lämmityksen aikana kattotasolla oli ajoittain sanakkaakin savua.*



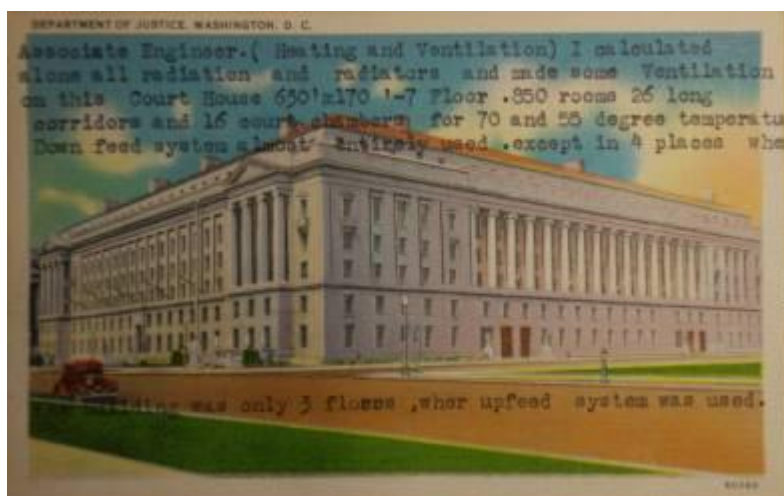
*Autoliikenteen kasvu ja kaukolämmön käyttö muuttivat tilanteen päinvastaiseksi; puhtain ilma saadaan mahdollisimman kaukaa liikenneväylistä, ja yleensä ylhäältä.*

*Säätytalo on yksityiskohdissaan taideteos, niin myös ilman sisäänpuhallusritilät eli nykytermin mukaan päätelaitteet. Arkkitehdin keskeinen asema oli tyyppillistä myöhäisromanttisissa, uusklassisissa ja jugendrakennuksissa. (BHa)*

## Vesi ja höyry vaativat erikoistunutta LVI-taitoa

Suomessa laajamittainen höyryn käytön voiman lähteenä ja lämmönläittäjäaineena alkoi 1860-luvulla. Sittemmin höyryosaamista tarvittiin liiki joka tehtaassa vähintään voiman tuottamiseen koneille. Vesikeskuslämmitysten ja käyttövesiputkistojen asentaminen vaati sekin erikoistumista 1800-luvun loppupuolella.

Vesikeskuslämmityslaitosten ja samaan aikaan rakennettujen vesi- ja viemärlaitoksien suunnittelijoina toimivat urakoitsijat, maahantuoja ja maahan tulleet. Monet urakointiyriytysten johtohenkilöistä perustivat omia erillisiä suunnittelutoimistoja. Suunnittelun apuvälineitä eli taulukoita ja käyrästöjä pyrittiin pitämään salassa kilpailun vaikeuttamiseksi, mutta tietotaito levisi väkisin ulkomailta alan kirjallisuuden ja laitevalmistajien kautta.



*Suomesta Yhdysvaltoihin muuttaneista jotkut pätevöityivät HEVAC-suunnittelijoina.*

*ASHVE:n vuoden 1931 käsikirjan alkulehdille liimaamassaan lapussa E. Wirtzèn kertoo suunnitelleensa oheisen 850-huoneisen Washingtonissa sijaitsevan oikeustalon lämmityksen ja osan ilmanvaihtoa. (BHa)*

## Buumi alkoi maailmansodan jälkeen

Toisen maailmansodan jälkeen alkoi LVI-markkinoilla suuri volyymin ja teknisten ratkaisujen muutos: jälleenrakennus, 1960-luvulla alkanut muutto maalta kaupunkeihin ja asutuskeskuksiin, ilmastoinnin uudet ratkaisut, elementtirakentaminen, ulkomaisen tiedon leviäminen lehtien, kirjallisuuden, ulkomaan ekskursioiden ja maahantuojien aktiivisen koulutustarjonnan kautta, LVI-alan opetuksen määrän ja laadun kasvu sekä pula-ajan päätyminen ja elintason nousu. Perustettiin uusia insinööritoimistoja, joita vetivät useinkin TKK:n saniteettiliigan käyneet diplomi-insinöörit. Urakoinnin ja suunnittelun eriytyminen sai volyymiä, mutta se ei koskaan täysin loppunut ja tuskin tulee loppumaan.

Keski-Euroopassa ja USA:ssa yleinen tapa, jossa suunnittelijat ovat vahvasti liittoutuneet laitevalmistajien kanssa ja toimivat arkkitehtitoimistojen alihankkijoina, ei ole menestynyt Pohjoismaissa. Suomessa LVI-suunnittelutoimistot pyrkivät toimimaan neutraaleina ja itsenäisinä, laitevalmistajista ja urakoitsijoista riippumattomina asiantuntijaorganisaatioina. Tätä edellyttää myös Suomen konsulttialan liitto ry:n SKOL:in säännöt. Näin suunnittelijat voivat tarjota asiakkaalle parhaita räätälöityjä ratkaisuja. Ulkomaisella tavalla on toisaalta etuna se, että suunnittelija on täysin vastuussa laitevalintojen toimivuudesta eikä vastuuta voi pallotella - olkoonkin, että vapaa hintakilpailu ei pääse rehottamaan.

## Suunnittelutoimistot erikoistuivat

Suunnittelutoimistojen osaamisen ongelmia on kautta aikojen ollut erityiskohteiden luonteen ja erityisesti ilmaa kuormittavien tekijöiden sekä tilankäytön rajoitusten tunteminen. Tämä on näkynyt erityiskohteissa kuten teollisuuskohteissa, terveydenhoitolaitoksissa, uimahalleissa, kalliosuojissa ja tuotantoeläintiloissa. Rakennuttajat ovat osanneet vain harvoin antaa numeerista tietoa mitoitus pohjaksi. Lähtötietojen tunteminen kokemuksesta tai hankkiminen olemassa olevista kohteista mittauksin ja haastatteluin on tärkeää. Tämä taas on saattanut olla hankalaa esim. kilpailevien teollisuusyritysten kohdalla. Riittävä osaaminen taataan erikoistumalla esim. teollisuuden toimialoihin, jolloin kukin toimeksianto lisää osaamista. Luottamus suunnittelijoiden moraaliiin on johtanut siihen, että samaa LVI-

suunnittelijaa ovat voineet käyttää pahimmatkin keskenään kilpailevat asiakkaat pelkäämättä kriittisten tietojen vuotamista.

Suunnittelutoimistojen itse suorittamat valmiiden laitosten vastaanottomittaukset ovat tärkeä tapa saada palautetta. Tätä eivät ihan kaikki rakennuttajakonsultit ole oivaltaneet.

### **Kentän tuntemus ja ideoiden myyntitaito Akilleen kantapäitä**

Laitosten hoidon, huollon, korjaamisen ja muunneltavuustarpeen huomioonottaminen ei ole ollut koko alan parhaita puolia. Pakollista kunnossapitoharjoittelua ei opetukseen ole kuulunut. Lisäksi ongelmana on myös ideoiden ja ratkaisujen markkinointitaidon puute. Vielä 1970- ja 1980-luvulla ei ollut tavatonta, että suunnittelukokouksesta palannut suunnittelija valitti, ettei arkkitehti antanut konehuoneelle tai reitityksille riittävästi tilaa. Toki tuolloin oli vielä arkkitehteja, joiden asema oli jumalasta seuraava. Pääsyy ongelmiin oli kuitenkin LVI-suunnittelijoiden argumentointitaidottomuus. Erityisesti ilmanvaihtokoneita sijoitettiin surkeisiin loukkoihin porraskäytävien tai tuulikaappien päälle, komeroihin yms. paikkoihin, joissa paitsi asentaminen, ennen kaikkea asiallinen huolto ja hoito olivat tilanpuutteen takia ylivoimaista. Sittenkin jo rakentamismääräykset ovat antaneet selkänöjää tiettyjen tilojen varaamisessa LVI-teknisissä huoneissa. Muutenkin eri järjestelmä- ja laiteratkaisujen esittely asiakkaalle on ollut alkeellista; kunnolliset arvoanalyysit ovat olleet harvinaista herkkua.

Arkkitehtien asenteet LVI-tilojen tarpeeseen yms. muuttuivat viimeistään 1990-luvun alun lamassa, jolloin alaan iski työttömyys ja moni joutui vaihtamaan ammattia. Yritykset päästä esim. Saksan markkinoille epäonnistuivat pääsääntöisesti täysin. Siellä rakentamiskulttuuri ja määräysviidakko ovat sellaiset, ettei ilman useiden vuosien opiskelua ole mitään onnistumisen mahdollisuutta liittoutumatta paikallisen toimiston kanssa. Niinpä suunnittelualalla tasa-arvoisuus ja hyvä tiimihenki on vakiintunut.

### **Faaraoiden aika väistyi**



*Tyypillinen suunnittelutoimiston miljö 1970-luvun aluissa (Kuva Granlund Oy)*

Suunnittelumenetelmät pysyivät verraten samoina faaraoiden Egyptistä lähtien 1900-luvun alkuun saakka. Tällöin käytännön suunnittelutyötä alkoivat helpottaa piirustuskojeet, mekaaniset laskukoneet, laskutikut ja dokumenttien uudet kopiointimenetelmät. Tämän jälkeen kehitys meni eteenpäin pienin askelin. Jo 1960-luvun puolella saatettiin Ruotsissa "Fläktillä" teettää ATK-simulaatioita huoneiden lämpötilasta erilaisilla ikkunaratkaisuilla ja ilmavirroilla. Samaan pääsi karkeasti myös käsilaskelmin, kun auringon säteilytehotiedot ja ikkunoiden varjostuskertoimet olivat tiedossa. Myös Ekonossa käytettiin tuolloin tietokonetta ilmanvaihdon perustoimintojen selvittelyssä.

## ATK mullisti alan

Juha Gabriëlsson esitteli jo 1960-luvun puolivälissä LVT-Lehdessä, miten Ekonon tietokoneen avulla voi näppärästi laskea rakennuksen lämpöhäviöitä. Toki niiden laskeminen käsimenetelmilläkin sujuu, jos ymmärtää mitä tekee eli osaa ottaa huomioon kylmäsiilat ja ilmapuodot. Näiden vaikutus voi olla 20 % lopputulokseen. Käsien ne on ohjelmiinkin syötettävä.

Varsinainen suunnittelun luonteen rysäys alkoi 1980-lvulla, kun PC-koneet yleistyivät. Ensin niille laadittiin taulukkolaskentaohjelmia ja sitten varsinaisia CAD-ohjelmia, kun koneiden kapasiteetti parani, hinta halpeni ja ohjelmia tuli kaupan. Jotkin suunnittelutoimistot olivat investoineet suuria summia UNIX-käyttöjärjestelmällä toimiviin keskuskoneisiin ja työasemiin, mutta kustannus- ja laatuhyöty oli vähintään kyseenalainen. Aluksi 1980-luvun puolella PC-koneille sovelletuilla CAD-ohjelmilla laadittiin virtaus- ja toimintakaavioita. Taulukkolaskentaohjelmalla (ensin Lotus 1-2-3, sittemmin Excel) laskettiin putkistojen painehäviöitä.

Tasopiirustusten laatiminen CAD:llä pääsi vauhtiin 1990-luvun alussa. Atk-sovellukset olivat aluksi varsin alkeellisia ja työläitä käyttää. Pienet ruudut ja mutkikkaat valikot vaativat hyvää näköä ja vahvoja hermoja. Niska- hartiasäryt yleistyivät. Suunnitelmien ratkaisujen ja etenemisen seuraaminen vaikeutui ratkaisevasti verrattuna piirustuslautatyöskentelyyn. Laudalla olevasta piirustuksesta näki jo kauempaa, mitä oli tekeillä, jolloin työn ohjaaminen oli helppoa. Pienellä ruudulla olevasta kuvasta on vaikea saada olan yli kurkistelemalla selkoa. Sittemmin näyttöruutujen koko ja määrä on kasvanut niin, että monella suunnittelijalla on jo kolme ruutua, mutta ollaan edelleen kaukana piirustuslauta-ajasta.

## Mutta miten kävi naisten - ou est la femme?

Kirjoituskoneiden kehittyminen 1800-luvun lopulla on sanottu olleen päätekiäjäitä naisten pääsyyn toimistotyöhön. Isommissa suunnittelutoimistoissa oli erillinen konekirjoittamo ja pienemmissäkin sihteereitä. Suunnittelijat piirsivät luonnoksensa kuultopaperille, josta - useimmiten naispuoliset - puhtaaksi piirtäjät jäljensivät ne tussilla kopiointikelpoiselle kuultopaperille tai muoville. Parhaat piirtäjät korjasivat myös suunnitelmien pikkuvirheet. Sihteerit ja piirtäjät huolehtivat usein myös työselitysten ja muiden asiakirjanappujen monistamisesta työvaltaisilla vahas- tai spriimonistuskoneilla.

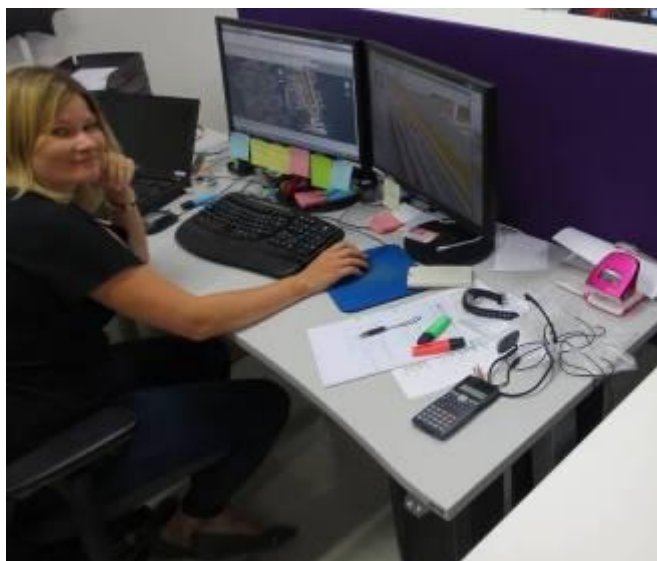


*Vielä 1970-luvulla toimistoissa oli esteettinenkin puoli kunnossa. Ins. tsto Kontestin hehkeää, mutta samalla erittäin ammattitaitoista henkilökuntaa 1972. (BHa)*

PC-koneitten tulo 1980-luvulla hävitti ensin puhtaaksikirjoittajat ja sihteerit. Suunnittelijat ja johtajat opettelivat kirjoittamaan PC:llä. Varsinainen CAD-suunnittelu vähensi piirtäjien tarvetta. Jäljelle jääneistä piirtäjistä tuli avustajia eli assistentteja. Joistakin kehittyi suunnittelijoita ja jotkut jatko-opiskelivat LVI-insinööriksi menestyen alallaan.

Suunnittelutoimistojen henkilöstön heilahtaminen lähes kokonaan miesvaltaiseksi tasaantui vähitellen myös sen takia, että alalle alkoi hakeutua naisia yhä enemmän. Alahan sopii mitä parhaiten naisille.





*Suunnittelijan työpiste 2010-luvulla. (BHa)*

*Vähintään on kaksi ruutua, läppäri ja mobiililaitteita. Mutta vielä tarvitaan muistiinpanopaperia, A4-arkkien lävistäjää ja taskulaskintakin.*

*Pöytä on tietysti nostettavissa siten, että hommat voi hoitaa seistenkin - istuminen kun lyhentää elinikää.*

### **Ohjelmat kehittyvät**

Ohjelmat ovat parantuneet siten, että suunniteltavat laitokset perustuvat kaupan olevien osien käyttöön. Suunnitelman tuloksena syntyy myös materiaaliluettelo, mikä helpottanee tarjouslaskentaa. 3-D-mallinnuksen avulla voidaan estää törmäilyjä LVI-suunnitelman sisällä. Jos ja kun muitten osapuolien eli sähkö-, rakenne ja prosessisuunnittelijoiden CAD-järjestelmät ovat yhteensopivia, voidaan kaikki törmäystarkastelut ja huoltotilavaraukset tehdä laadukkaasti. Toisaalta erikoistapausten hoito lähinnä suurissa teollisuuskohteissa on vaikeutunut, kun sopivia vakio-osia ei ole olemassa. Detaljipiirustusten laatiminen on työlästä ja niinpä niitä saatetaan jättää tekemättä. Vanha kunnon ruutupaperille tai skitsipaperille luonnostelun taito on unohtunut. Klubi-tupakkaakaan ei enää valmisteta, joten askin kanteen ei enää piirrellä selventäviä hahmotteluja.

### **Työmäärä kasvanut**

Suunnittelun työmäärä kasvaa mallinnusten ja törmäystarkastelujen johdosta valtavasti. Käytännössä työmailla käytetään malleja pian asennuspiirustuksina, nehan ovat millimetrin tarkkoja. Toisaalta tilaajatkin edellyttävät että kun malli on, kohteet myös tehdään mallin mukaan.

Kun mallin työstäminen on työlästä, aika monessa nykyään käytettävässä urakkamuodossa (esim. tavoitehintaurakka) olisi tärkeää sitoa toteuttaja riittävän ajoissa hankkeeseen, jotta ehditään ottaa suunnittelussa huomioon myös toteuttajan osaaminen, ennen kuin työläs malli rakennellaan. Käytännössä eletään kuitenkin toistaiseksi vaiheessa, jossa mallia muutellaan jälkikäteen ja suunnittelutyö/kustannus kasvaa oleellisesti. Ratkaisuna saattaisi olla yhdysvaltalainen tapa, jossa varsinaiset CAD-työpiirustukset tekeekin urakoitsija.

### **Varmanpäälle vai optimoiden mutta rima väristen**

Suunnittelualan ikiaikainen kysymys on ollut miten optimoida ratkaisut asiakkaan kannalta. Jos haluaa välttää ikäviä yllätyksiä, olisi selvintä ylimitoittaa ratkaisut ja varustaa ne periaatteella vyö ja henkselit. LVI-suunnittelun lähtötiedoissa on aina epävarmuutta. Kuka tietää paljonko sisäilmaa kuormittavaa lämpökuormaa tai emissioita tulee olemaan, paljonko rakenteiden tai ovien kautta vuotaa ilmaa, miten ja kuinka nopeasti olosuhteet rakennuksessa tulevat muuttumaan eli paljonko tarvitaan muutosjoustavuutta ja varauksia.

Varsinkin ilmastoinnin tehtävä on muista aiheutuvien virheiden kompensointi. Rakennusten tarkoitus ei ole vuotaa lämpöä tai ilmaa ulos tai päästää aurinkolämpöä sisälle. Koneitten laitteiden ja laitteiden tehtävä ei ole tupruttaa yllilämpöä tai aiheuttaa emissioita. Kun näin kuitenkin on, on ilmastoinnin hoidettava olosuhteet kuntoon. Suunnittelijat on opetettu säästämään materiaalia, käyttöhyödykkeitä ja tilaa. Usein sisäilman kuormituksen arviointi on



vaikkea ja suunnittelija joutuu tasapainottelemaan ylimitoituksen ja kustannusten kurissa pitämisen kanssa.

Ylikorostunut vastuu jälkikäteen tarvittavista muutoksista voi johtaa totaaliseen ylimitoitukseen. Muutoinkin tulevaisuuden toimintojen etukäteisarviointi on ollut ja tulee olemaan ikuinen kysymys. Tekninen kehitys varsinkin toimitilojen prosesseissa vain kiihtyy. Atk-pohjaisista lämpötila- ja ilmapirtasimuloinneista ei ole paljon iloa, jos lähtöparametrit eivät pidä paikkaansa.

Asiakkaat eivät useinkaan osaa ratkaista jatkuvasti esiin tulevia valintaongelmia. Ihanne olisi, että ainakin merkittävät valinnat hyväksytettäisiin asiakkaalla, mutta tähän kireiden aikataulujen vallitessa ei sen paremmin asiakkaalla kuin suunnittelijallakaan ole useinkaan aikaa. Suunnittelijan on toimittava asiakkaan luottamusmiehenä. Suunnittelija joutuu käytännössä aina tekemään päätöksiä asiakkaan puolesta. Välillä tämän yhteyden ovat jotkin rakennuttajakonsultit unohtaneet.

### **Ja se kiire**

Ennen atk-kautta suunnitelmapiirustukset lähetettiin kopiolaitoksille kopioitavaksi, jolloin saattoi mennä päiviä ennen kuin asiakas tai yhteistyökumppani sai kopiot. Tämä antoi pientä pelivaraa viilata ratkaisuja, jos yön yli nukuttua välähti jotain oleellista mieleen. Nykinen atk-suunnittelu ja suunnitelmien lähettäminen suoraan tarvitsijoille ja pilveen projektitietopankkiin ei sisällä viiveitä. Erityisesti projektinjohtourakoissa on RALA:n keräämien palautetietojen perusteella laatuongelmia, kun rakennusta rakennetaan ja suunnitelmia laaditaan yhtä aikaa.

Rakentamisessa saattaa tulla tilanteita, että pysyminen aikataulussa on tärkeämpää kuin tehdä kaikki huolellisesti. Voidaan arvioida, että tehdään sitten korjaukset jälkikäteen. Joissakin teollisuusprojekteissa tämä on johtanut siihen, että edistyminen työmaalla on ollut välillä paikoitellen negatiivista eli on purettu väärin lähtötietojen aikaansaamia ratkaisuja. Kuitenkin kokonaisuutena on edistytty. Rakennusalalle on tyypillistä, että muutetaan osin keskeneräiseen rakennukseen. Säättämättömien LVI-järjestelmien alkuongelmat voivat leimata koko rakennuksen pitkäksi aikaa, vaikka ongelmat korjattaisiin takuuajana.

### **Painopiste energiaan**

Suunnittelijoiden roolit ovat muuttuneet ja muuttuvat jatkossakin energiapainotuksen kasvaessa. Energia-asioita tutkitaan ja simuloidaan aina vain aikaisemmassa vaiheessa suunnittelua. LVI-suunnittelija on luonteva osapuoli tämän "energiakonsultoinnin" hoitajaksi/osaajaksi. Karrikoiden: rakennuksen massoittelua tai ikkunoiden suuruutta ei määrääkään jatkossa vain arkkitehti, vaan energia-asiat - unohtamatta sisäilmastovaikutusta.

### **Palotekniikka noussut pinnalle**

Palosuunnittelussa tai paloturvallisuuden kokonaisuuden hallinnassa on potentiaalia. Periaatteessa pääsuunnittelija on vastuussa suunnitelmien yhteensovittamisesta, mutta paloturvallisuus moninaisine keinoineen ei käytännössä ole pääsuunnittelijoiden eli yleensä arkkitehtien parasta osaamisaluetta. Paloturvallisuuden tekniikka jakautuu kaikille suunnitteluosapuolille ja limittyy/liittyy osin toistenkin tekniikkaosa-alueelle. Päävastuullista ei käytännössä ole ja kohteet monimutkaistuvat koneellinen savunpoistoinen ja paineistuksineen. Kun aiemmin tiedon puuttuessa tyydyttiin hallimaisissa tiloissa tai auloissa katolla oleviin savunpoistoluukkuihin tai seinillä oleviin ikkunoihin, vaatii toimiva savunpoisto useinkin koneellista ratkaisua, jossa myös korvausilman tulo on mietitty loppuun asti. Poistumisteiden paineistaminen on vihdoinkin ymmärretty oikeaksi ratkaisuksi sen sijaan, että aiemmin poistumisteille järjestettiin alipaine eli juuri sinne vedettiin savukaasut.

### **Kilpailuttamisen vähintään kahdet kasvot**

Suunnittelutöitä on kilpailutettu enemmän tai vähemmän. Kilpailuttamisessa on aina ollut ongelmana se, miten varmistaa se, mitä saa. Jos varattu raha on liian tiukka, tingitään työmäärästä, vaikka juuri suunnitteluvaiheessa rakennuksen kustannukset käytännössä määräytyvät 90 prosenttisesti.

Suunnittelun kilpailuttaminen on järkevää, jos laatusot pystytään määrittelemään selkeästi tavalla tai toisella. Usein on kuitenkin niin, ettei tilaaja tunne kovinkaan tarkasti laatukäsitteen eri puolia eli laadun jakaantumista itse teknisen lopputuloksen laatuun, asiakirjojen laatuun ja palvelun laatuun. Jotkin julkiset rakennuttajat ovat yrittäneet antaa myös toiminnan laadusta pisteitä, mutta arviointi on epämääräistä ja pisteiden merkitys usein pieni. Halvalla suunnittelevat saattavat tinkiä detaljiirustusten määrästä ja tasosta ja työvoiman pätevydestä.

Kokeneet ja laadukkaat rakennuttajat käyttävät luottosuunnittelijoita ja tiimejä, jotka osaavat toimia yhteistyössä ja hyvää lopputulosta tavoitellen ilman erityistä ohjaamista ja valvomista,

## Suunnittelutoimistoja

Jäljempänä olevan luettelon valintaperuste: koko on vähintään 10...15 työntekijää tai muutoin alalla positiivisesti tunnettu. 1990-luvun alun lama oli ns. luovan tuhon aikaa, jolloin isoja toimistoja kaatui ja uusia ketteriä perustettiin tilalle.

Useimmat suuremmista toimistossa ovat SKOL:n jäseniä ja tällä hetkellä toimivista suunnittelutoimistoista parhaan listan löytää siten SKOL:n sivuilta. Tosin nimenomaan LVI-suunnittelijoiden määrää ei monia eri tekniikan osa-alueita suunnittelevien yritysten osalta saa helposti selville.

Merkittävää on ollut monien suunnittelutoimistojen siirtyminen ulkomaalaisomistukseen. Sukupolven vaikeasti läpi vedettävä vaihdos varakkaan yrityksen tapauksessa tai säästöpossun tyhjentämisen tarve ovat tyypillisiä tilanteita, joissa ulkomaalainen taho voi olla ratkaisu omistuspohjan muutokseen. Sinänsä toimistot ovat verraten halpoja, sillä harvemmin niihin on kertynyt paljon reaaliomaisuutta. Arvo on työntekijöissä, asiakassuhteissa ja hyvässä toimintajärjestelmässä.

Esimerkkejä alan merkittävistä yrityksistä:



*Voima- ja polttoainetaloudellinen yhdistys **Ekono**, per. 1911. Nimenä myös Ekono Oy. Henkilöstöä parhaimmillaan tuhansia.*

*Konkurssi 1993, osia liitettiin silloin Pöyry Oy:öön, jossa toimi **JP-Talotekniikka Oy**, kunnes tämä myytiin Swecolle ja nimi JP poistui. Sen jälkeenkin Pöyry Oyj:llä on jonkinasteista LVI-suunnittelua.*

*Ekono oli harvoja insinööritoimistoja, joka mainosti LVT-tiedotuksissa 1950-luvulla.*

**Suomen Talokeskus Oy**, per. 1922, (nykyisin Talokeskus Yhtiöt Oy), toimi aluksi pääosin kiinteistöväilytyksessä ja julkaisualalla aloittaen mm. Suomen Kiinteistölehden julkaisun. 1930-luvulla aloitettiin myös lämmönkulutuksen tarkkailupalvelut. 1960-luvulla tuli mukaan LVI-

suunnittelu ja talonmiestehtävät. Myöhemmin on laadittu kiinteistötiedon hallintaohjelmisto Tampuuri, jota hoitaa Agenteq Solutions Oy. Suomen Talokeskus Oy:n toimialaan kuuluvat korjausrakentamisen suunnittelu ja ylläpidon asiantuntijatehtävät sisältäen mm. tarkastus- ja asiantuntijapalveluita.

**Pöyry Finland Oy**, ent. Pöyry Consulting Oy (ent. Jaakko Pöyry Oy) per. 1958.

**Sassicon Oy** per. 1962 (ent. Ins. tsto Kalevi Sassi).

**Insinööritoimisto Esko Serimaa**, 1960 myöh. **Ins. tsto Kontest**. 1973 jakaantui kahtia: **Ins. tsto LVI-Kontest** ja **Ins. tsto Esko Ruuska**. Molemmat ovat jo lopettaneet toimintansa.

**Ins. tsto Erkki Leskinen Oy**, per. 1960.

**Granlund Oy**, Suomen ylivoimaisesti suurin talotekniikan suunnittelutoimisto:

Insinööritoimisto Olof Granlund Antti Oksanen Ky 1960 - 1977

Insinööritoimisto Olo Granlund & Co Ky 1978 - 1981 Antti Oksanen kuoli 1977 ja kaksi muuta henkilöä tuli yhtiömieheksi

Insinööritoimisto Olof Granlund Ky 1982 - 1990 Em. yhtiömiehet jäivät pois

Insinööritoimisto Olof Granlund Oy 1991 - 2013 Olof Granlund myi yrityksen 1989 viidelle yrityksessä pitkään toimineelle ja se muutettiin osakeyhtiöksi.

Granlund Oy 2014: käytännössä vain nimi muutettiin lyhyempään ja jo normaalisti käytössä olevaan muotoon. Äyräväinen Rovaniemi Oy ja oululainen Ylitähti Oy liitettiin 2016 konserniin. Granlundin lukuisat aluetoimistot ovat emoyhtiön tytäryhtiöitä, joista emoyhtiö omistaa osakeenemmistön. [2017 ostettiin suunnittelu- ja rakennuttamispalveluihin erikoistunut Taltec Oy. Kokonaishenkilömäärä \(2017\) yli 700.](#)

**Ins. tsto Leo Maaskola Oy**, per. 1956.

**Ins. tsto Åke Jokela Oy**, per. 1953.

**Ins. tsto Matti Niemi**, per. 1970-luvulla, myöh. **Niemi & Co Oy** liitettiin 2007 Sweco Talotekniikka Oy:öön ja nimi poistui.

**Lämpötekniinen toimisto Calor Oy**, per. 1961.

**Lämpötekniillinen Insinööritoimisto LIT**, per. 1960, lopetti toimintansa 1970-luvulla.

**Ins.tsto Äyräväinen Oy**, per. 1972.

**LVI-ins.tsto Teppo Vainio**, per. 1970, alun perin Insinööritoimisto Vainio & Chydenius, myöhemmin Insinööritoimisto Vainio T Oy, ks myös Chydenius Oy.

**LVI-ins.tsto Raimo Chydenius**, 1970 lähtien Insinööritoimisto Chydenius Oy, myytiin Air-Ix Oy:lle ja edelleen 2012 Swecolle.

**LVT-Insinööritoimisto Oy**, per. 1960-luvun lopulla Lopetti 1980-luvun alussa.

**PI-Consulting Oyj**, per. 2000-luvun alussa, tytäryhtiö **Projekti-Insinöörit Oy**, per. 1971, myyty 2003 **Sweco Ab**:lle, on Sweco Industry-ryhmän osa.

**Ins. tsto Air-Ix Oy**, per. 1970 (ent. Ins.tsto Timo Heliövaara Ky). Air-Ix-Suunnittelu oli 1980-luvun lopussa 400 työntekijän toimisto. Liitettiin 2007 Sweco Talotekniikka Oy:öön ja nimen käyttö on loppunut.

**Finnmap Consulting Oy**, per. 1993, kuuluu nykyään Swecon FMC Groupiin.

**Hepacon Oy**, ent. LVI- ja sähkökonsultit Hepacon Oy, per. 1978.

**Ins. tsto AX- LVI Oy** (aputoiminimi AX-Suunnittelu), per.1993. Perusti joukko Ins.tsto Air-Ix Oy:n henkilöstöä Ekono Oy:n konkurssin edellä.

**Optiplan Oy**, per. 1989, syntyi Hankkija-Yhtymän suunnitteluosastosta.

**Projectus Team** Lämpötekniillinen Insinööritoimisto Oy, per.1992, aputoiminimi Lämpötekniillinen Insinööritoimisto LIT, vuodesta 2000. Myytiin 2015 Ramboll Finland Oy:lle.

**Ramboll Finland Oy**, iso tanskalainen säätiön omistama konsulttiyritys, joka osti ensin infra- ja rakennustekniikan konsulttitoimistoja ja myöhemmin täydensi palettaiaan

talotekniikkapuolelle ostamalla mm. Projectus Teamin ja sitä aiemmin Pöyryltä JP-Talotekniikka Oy:n.

**Sweco Talotekniikka Oy**, kuuluu isoon ruotsalaiseen konsulttiyritykseen, joka on ostanut Suomesta mm. FMC Group Oy:n (Finnmapin) ja sen mukana esim. Air-lx Oy:n.

### **Energiansäästöprojektit käyvät kaupaksi taantumassakin**

LVI-alalla energiansäästö on ollut aina kuvassa mukana. LVI-tekniikallahan joudutaan korjaamaan rakennustekniikan puutteita kuten ilmastuottoja ja lämpöhäviöitä. Työlästä ja jopa ympäristöä tuhoavaa puulämmitystarvetta on pyritty vähentämään jo pari sataa vuotta.

Pala palalta on pyritty kehittämään vähemmän lämpöä kuluttavia laitteita kuten parempihyötysuhteisia kattiloita, polttimia, ilmanvaihtokoneita, vettä säästäviä kalusteita ja parempia lämpökeskusten, lämmittimien ja puhaltimien säätölaitteita. Öljykriisin tuloksena 1970-luvun alkupuolella alettiin kerätä tarkempaa tietoa erilaisista säästökeinoista. Tähän liittyi myös Sitran rahoittama Rakennusten suuri energiansäästötutkimus, jonka tuloksena syntyi korkealuokkaisia raportteja eli käytännössä säästöoppaita.

Rakennusmääräyskokoelman luonti 1970-luvulla alkoi tehokkaasti pakottaa kohti pienempää kulutusta. Kehityksen on arveltu jo karanteen käsistä 2010-luvulla, jolloin parin vuoden välein on ilmestynyt uusia määräyksiä. Näin ollen samanaikaisesti valmistuvat rakennukset voivat olla rakennetut kolmen eri energiatehokkuusvaatimuksen mukaan riippuen siitä, milloin rakennuslupa on saatu ja rakentaminen aloitettu. Tämä on tietysti sietämätöntä.

Isoja kokonaisvaltaisia kiinteistökohtaisia energiansäästöprojekteja ei kuitenkaan ole tunnistettavissa ennen 1970-luvun loppua. Silloin käynnistettiin Saab-Valmetin energiansäästöprojekti, josta esitettiin televisio-ohjelma. Jatkoa sille oli koko Valmet-konsernia koskeva säästöprojekti, jonka tuloksena syntyi oppikirja "Energiankäytön tehostaminen konepajateollisuudessa." Kauppa- ja teollisuusministeriö alkoi tukea eri osa-alueitten säästöoppaiden tekemistä.

Myöhemmin Neste Oy käynnisti massiivisen säästöopassarjan teon. Tavoitteena oli öljyn mahdollisimman taloudellinen käyttö, jolloin se samalla pysyisi kilpailukykyisenä. Säästöprojektien taloudellinen tuki hiipui kuitenkin 1980-luvulla, mutta alkoi uudelleen 1990-luvulla, jolloin 1993 perustettiin myös energiansäästön palvelukeskus Motiva. Ensimmäinen johtaja oli **LVI-DI Seppo Silvonen**. Energiansäästökatselmustoiminnan kehittäjänä **LVI-DI Heikki Väisäsellä** oli suuri rooli.

Motivan aikana aloitettiin uudelleen säästöprojektien tukeminen. Tällöin luotiin energiansäästösopimuskäytäntö, jolloin tietyillä ehdoilla sai yhteiskunnan tukea katselmusprojektin kustannuksiin. Motiva kehitti toisaalta projektien sisältöä koskevat ohjeistot sekä laati katselmoijille ja analyysintekijöille oppaita. Myös investointitukijärjestelmä kehitettiin. Sitten myös yksittäiset kiinteistöt ovat voineet hakea tukea säästöinvestointien rahoittamiseen. Osaltaan tukea on merkinnyt myös 1997 koeluonteisesti aloitettu kotitaloustyövähennys, joka on koskenut hieman yllättäen myös lämpöpumppujen asennusta, vaikka niissä sijoitetun pääoman tuotto on useimmiten yli 10 % jo luonnostaankin. Harmaan urakoinnin välttäminen on tässä auttanut energiankulutuksen pienentämisestä.

Nykyään Työ- ja elinkeinoministeriö vahvistaa vuosittain energiakatselmustoiminnan yleisohjeet, jotka koskevat rakennusten ja tuotantolaitosten energiakatselmuksia ja -analyysijä. Yleisohjeen lisäksi on erillisohje Uusituvan energian kuntakatselmukselle. Energiatuen myöntämisen edellytyksenä on energiakatselmuksen toteuttaminen Motiva Oy:n laatimien energiakatselmusmallien ja niistä annettujen toteutusohjeiden mukaisesti.

### **Rakennusten vesijohtokalusteiden varustelussa toivomista kautta aikojen**

Arkkitehtien ja LVI-suunnittelijoiden ydinosaamiseen ei ole koskaan kuulunut huolto- ja hoitopuolen tuntemus. Tämä näkyy siinä, että piha-alueitten hoitoon tarpeellisia vesiposteja puuttuu, vesikatolla oleville ilmastointilaitteiden pesulle ei ole vesipistettä, konehuoneiden lattiakaivoja on liian harvassa, teknisistä tiloista saattaa puuttua käsien pesumahdollisuus, vaikka juuri niissä tiloissa kädet likaantuvat. Lattiakaivojen tyyppikin on usein väärä: ei

itsestään sulkeutuva kaivon kuivuessa. Juuri konehuoneissa, laboratoriokaapeissa, monissa tuotantotiloissa on lattiakaivoja, joihin normaalisti ei tule vettä.

## Maahantuojat ja tukkuliikkeet

LVI-alan oleellinen osa on aina ollut maahantuojat. Suomen kaltaisessa pienessä maassa ei itse voi valmistaa kaikkea. Maahantuojat ovat paitsi myyneet alan viimeisimpiä saavutuksia, myös jakaneet uutta tietoa ja kouluttaneet. Tuoteluettelot ja hinnastot yms. ovat olleet tärkeitä työkaluja kaikille alalla toimiville. Tuotteiden markkinointi alan lehdissä on tukenut osaltaan ammattilehtien olemassaoloa.

Internetin aikana tuotteiden tietojen jakaminen on helpottunut. On helppo saada tietoa tuotteista, joiden esitteitä tai tietoja ei ole käännetty suomeksikaan. Joidenkin lähinnä teollisuuden tarvitsemien erikoistuotteiden osalta on suomenkielisten tuotetietojen tarjonta saattanut loppua kysynnän hiipussa.

Tässä historiikissa ei kuitenkaan luetella näitä toimijoita; nimet ja tuotevalikoima ovat olleet alati muuttuvia.

## 4 OSAAMISEN JA MENETELMIEN KEHITTYMINEN

### Tutkimus

Varsinaista tutkimustoimintaa tuotteita valmistavien yritysten lisäksi ovat harjoittaneet erityisesti:

**Yliopistot**, erityisesti Kuopion yliopistossa on tutkittu ilman epäpuhtauksia ja työhygieniää ja kehitetty mittausmetodiikkaa.

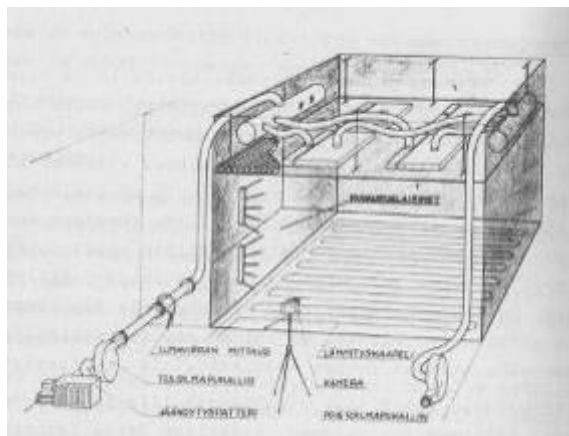
**VTT**, LVI-laboratorio, rakennustekniikan osasto ja työsuojelutekniikka.

**Työterveyslaitos**, on kerännyt paljon tietoa työpaikkojen sisäilmasta ja konsultoinut eri epäpuhtauksien vaikutuksesta.

**Rakennushallitus**, kehitti mm. vetokaappeja ja laboratorioilmanvaihtoa, pulpettipuhallusta, käytäväpuhallusta.

**TKK:n LVI-laboratorio**, teknillisten yliopistojen LVI- tai lämpötekniset laboratoriot ja ammattikorkeakoulujen laboratoriot tai koelaitteistot ovat toimineet erilaisten mittausten ja koejärjestelyiden mahdollistajina opetuksen ohella.

**EKONO**, aikanaan oma virtausteknillinen laboratorio, jossa selvitettiin mm. vetokriteereitä ja huonevirtauksia erilaisilla ilmanjakolaitelmilla ja sijainneilla.



*Juha Gabrielssonin piirros Ekonon virtausteknisestä laboratoriohuoneesta, jossa tehtiin paljon huonevirtaustestejä 1960-luvulla. (SuLVI).*

Muutamit insinööritoimistot ja muut alan yritykset ovat asentaneet omiin toimitiloihinsa erilaisia ilmastointiratkaisuja saadakseen kokemusta. Näitten kokemusten perusteella on ainakin eräissä tapauksissa kotimainen teollisuus parantanut tuotteittensa ominaisuuksia.

**Väitöskirjat, lisensiaattityöt, diplomityöt ja muut opinnäytetyöt** sisältävät aina enemmän tai vähemmän tutkimusta.



Monet Insinööritoimistot ovat teettäneet myös omaan pikiinsä selvityksiä ja kehittäneet apuvälineitä suunnittelun ja suunniteltujen LVI-laitosten laadun parantamiseksi. Vaikka kyse ei ole ollut ns. perustutkimuksesta, on menetelmien jalostaminen sinänsä edellyttänyt tiedon keräämistä, vertailua ja synteisiä.



*Insinööritoimistotkin ovat tehneet myös julkisrahoitteisia tutkimuksia. Tässä selvitetään jälkiainemittausten ja savun avulla liimauspaikan ilmanvaihtoa. Savukone on vasemmalla olevan kädessä. (AX)*

#### **Aivan uudenlaista tutkimus- ja kehitystyötä 2000-luvulla**

RYM Oy /SHOKin ensimmäiset ohjelmat liittyivät myös läheisesti rakennusprosesseihin ja talotekniikkaan:

- Built Environment Process Re-Engineering (PRE)
- Energizing Urban Ecosystems (EUE)
- Indoor Environment (IE) – Sisäympäristö.

#### **Tutkimusten rahoitus**

**Yritykset**, ovat rahoittaneet ja tukeneet lukuisia tutkimuksia.

**Säätiö L.V.Y.** Sen perusti 1953 Lämpö ja Vesijohtoteknikkojen Yritystutkimustyön tukemiseksi.

**Innovaatorahoituskeskus Tekes**, per. 1983, rahoittaa erityisesti vientikelpoisia innovaatioita. Ongelmana on yleensä se, että hankkeiden tulee olla suuria ja niihin tulee kytkeä monia osapuolia, jolloin jo hankesuunnitelman laatiminen on kallista. Tekesin rahoitusta supistetaan jatkossa oleellisesti Sipilän hallitusohjelman mukaan.

Tekes on viimeisen 25 vuoden aikana rahoittanut useita talotekniikkaan vaikuttaneita ohjelmia, mm:

- RAKET-Rakennusten energiankäyttö 1993-1998
- Rakennusten ympäristöteknologia 1994-1999
- SAMBA-Rakennusautomaatio 1995-1999
- VERA
- Tietoverkottunut Rakennusprosessi 1997-2002
- CUBE- Talotekniikan teknologiaohjelma 2002-2006.

Erityismaininnan ansaitsee INVENT-projekti (Esko Tähti valaisee):

TEKESin teknologiaohjelmien arviointi tapahtui 1990-luvun alussa. Ohjelmien aloittaminen oli keskeytyksissä pitkään tutkimusohjelmiin kohdistuneiden palautteiden vuoksi.

Ensimmäinen evaluoinnin jälkeen aloitettu hanke oli teollisuusilmastoinnin INVENT-hanke, 1992...1996. Haettiin ohjelmille uusia pelisääntöjä ja panostettiin teollisuustilojen ilmatekniikan kehitykseen.

Ohjelman pohjalta aloitettiin eräitä EU-vetoisia hankkeita, joista yhden lopputuloksena syntyi **Industrial Ventilation** käsikirja.

Hankkeen pohjalta syntyi teollisten tilojen ilmastointia/ilmatekniikkaa ohjaava ryhmä **INVENT-TEAM**. Ryhmän toiminta on jatkunut yli 10 vuotta

**vapaaehtois pohjalta** ja ryhmä osallistuu alan kansallisen ja kansainvälisen kehitystyön ohjaukseen. Ryhmään kuuluu teollisuuden, konsulttien ja tutkimuslaitosten edustajia.

Lisäksi on useita muita ohjelmia, kuten Terve Talo. Nykyiset tai hiljattain päättyneet ohjelmat löytyvät Tekesin sivuilta.

**Työsuojelurahasto, per. 1950-luvulla.** Rahoituskohteet:

- tutkimus - uuden tiedon tuottaminen
- tuotteistus - olemassa olevan tietämyksen konseptointi
- kehittämisyhteisö - tutkimusperusteinen työyhteisöjen kehittäminen
- tutkimustiedon levittäminen
- henkilökohtainen pätevytyminen.

**Suomen itsenäisyyden juhluvuoden rahasto Sitra, per. 1957.** Rahoitti mm. 1970-luvulla öljykriisin herättämänä energian säästöön liittyviä laajoja tutkimuksia. Myöhemmin TEKES on perinyt osan Sitran tutkimustoiminnasta. Sitran ympäristöohjelma koordinoi Cleantech Finland-kilpailua.

**Rakennustietosäätiö RTS,** rahoittaa myyntikelpoisiin julkaisuihin liittyviä alan osaamista lisääviä hankkeita.

**Kauppa- ja teollisuusministeriö KTM,** rahoitti 1970- ja 1980-luvulla mm. energian säästöä opastavien julkaisuja. Nykyään MOTIVA hoitaa osan tästä kentästä.

**Ympäristöministeriö,** on rahoittanut säännösten kehittämiseen liittyvää työtä.

**K. V. Lindholmin** lämpö- ja saniteettitekniikan tutkimuksen edistämissäätiö, per. 1957, rahoittanut mm. julkaisuja.

**Teknologiasta Tuotteiksi** - säätiö, per. 1994 teollisuusneuvos Seppo Halttusen perustaman Halton Oy:n täyttäessä 25 vuotta.

**EU, Pohjoismaiden ministeriöneuvosto ja Suomen Akatemia,** ovat rahoittaneet joitakin tutkimuksia.

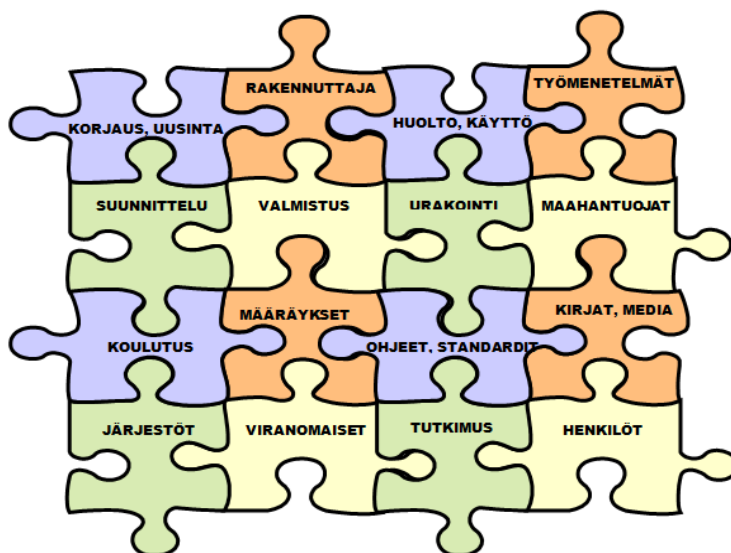


*Kiinassa tehtiin 2000-luvulla mittava EU:n rahoittama valimoiden päästöjen alentamista ja työhygienian parantamista koskeva selvitys. Projektin vetäjä Markku Tapola istuu eturivissä keskellä. (AX)*

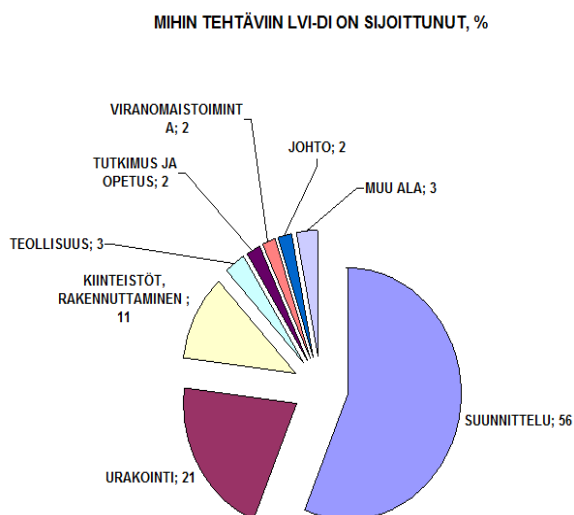
Tosiasiasa tukijat, kouluttajat ja tiedon levittäjät itse ovat usein pyyteettömästi tehneet töitä ja rahoittaneet sitä omasta selkänahastaan.

## Koulutus

LVI-alalla ammattitaito muodostuu monien osa-alueiden tuntemisesta. Pelkkä teoreettinen taito ei riitä, vaan on tunnettava kaupan oleva laitetekniikka, toteuttajat ja toteutustavat, käyttö ja hoito ym.



Lvi-ammattitaidon osatekijöitä ja alalla toimijoita (BHa)



*Diplomi-insinöörien työpaikkojen jakautuma näyttää suunnittelun määräävän osuuden työpaikkana (Lähde Rakennusalan koulutus- ja osaamisbarometri 2006 -2010). Luvut lienevät vain suuntaa antavia ja niistä puuttuvat keskeyttäneet.*

Vaikka suunnittelu on vaativaa, ovat sitä menestyksellä tehneet teknikot ja insinöörikin. Samoin ovat menestyneet monet lämpö- ja energiatekniikan lukeneet. Oleellista onkin ollut oman ammattitaidon jatkuva kehittäminen ja rakentavat suhteet alan toimijoihin.

## Tekniikan ja LVI-tekniikan kouluttaja

### Teoreettisen puolen tuntemus

Opettämisen ja osaamisen perustana ovat olleet muutamat tieteen askeleet. Isac Newtonin lait ja laskentakaavat 1600-luvulla, Bernoullin ja Eulerin yhtälöt 1700-luvulla, Bord-Carnotin, Darcy-Weisbachin kaavat mahdollistivat ilmanvaihtokanaviston toimintalaskelmat iterointimenetelmällä 1854. John Dalton esitti 1800 jo tx-piirroksen johtavat kaavat. 1800-luvulla alkoikin sitten tapahtua, kun kehitettiin vuoteen 1875 mennessä kompressori- ja absorptiojähdytyskoneitten periaatteet ja laskentakaavat. Putkistojen jonkinasteiseksi laskemiseksi on täytynyt olla jo kaavoja satoja vuosia aiemmin. Painovoimainen ilmanvaihtokin osattiin mitoittaa jo varhain. Reynolds sai putkivirtausteoriaansa kuntoon jo

1800-luvun puolella. Termodynamiikan pääsäännöt ja palamisen kemialliset prosessitkin tuli 1800-luvulla selvitettyä.

Kehitys on 1800-luvulla ollut hirmuista eikä vastaavaa LVI-alaan vaikuttavaa ole koettu sen koommin. Toki laitetekniikka on mennyt eteenpäin mm. materiaalien ja valmistusmenetelmien kehittyessä. Mitä alan ensimmäisissä oppilaitoksissa Suomessa on opetettu, on kuitenkin epäselvää. Arvatenkin on tukeuduttu ruotsalaiseen ja saksalaiseen materiaaliin. Yhdysvaltalainen vaikutus näkyy saksalaisissa oppikirjoissa. Yhdysvalloissa oli jo yli sata vuotta sitten erittäin korkeatasoisia oppikirjoja erityisesti vesijohto-, viemäri-, höyry- ja lämmitystekniikasta.



*1900-luvun toisen vuosikymmenen aikana myös Helsingin yliopistossa opetettiin saniteettitekniikkaa ja uusimpia ratkaisuja.*

*Kuvassa (BHa) vesiklosetista tehty ja opetuksessa käytetty pienoismalli Yliopistomuseon vitriinissä (Fabianinkatu 33).*

*Pytystä lähtevä kohdepoistoputkikin on mallinnettu.*

Oleellista käytännön työn sujumiselle ja laadulle on ollut perustutkimuksen selvittämien kaavojen ja laskentamenetelmien jalostaminen diagrammeiksi ja taulukoiksi, ja nykyisin atk-ohjelmiksi. Päädiagrammit olivat käytössä jo 1920-luvun lopussa.

**Pitkäaikainen LVI-alan opettaja ja suunnittelija DI Emil Kelso kirjoitti 1949 LVT-tiedotuksia-lehden ensimmäisessä numerossa:**

## **"Terveysteknikoista ja heidän opetuksestaan**

Terveysteknikoitien työskä on pitkä ja leveä. Heidän toimialaansa kuuluvat lämmitys-, ilmanvaihto-, vesi- ja viemärijohto-, kylpy-, pesu-, keittiö-, jäähdytys-, desinfektio-, sterilisointi- ja kuivauslaitokset. Suurissa putkijohtoliikkeissä on työt jaettu kahdelle osastolle. Lämpöjohtoinsinöörit suunnittelevat lämmitys- ja ilmanvaihtolaitokset ja niiden yhteydessä olevat laitokset. Vesijohtoinsinöörit suunnittelevat vesi- ja viemärijohtot ja niihin liittyvät laitokset. Pienissä liikkeissä voi yksi ja sama mies joutua suunnittelemaan kalkki eri laitokset, mutta tulevat ne silloin myös sen mukaisia. Jäähdytyslaitokset suunnitellaan meillä erikoisliikkeissä. Samaan suuntaan on kehitys ollut kulkemassa ilmanvaihtolaitoksiin nähden.

Terveysteknikoitien toimiala on raskas ja epäkiitollinen. Lämpöjohtoinsinöörin on laskettava huoneitten lämpötarve, lämpöpatterit ja moniosaiset putkijohtot. Ja työ on tehtävä mahdollisimman tarkkaan. Mikään lämpöpatteri ei saa olla liian suuri eikä liian pieni. Toista on muitten teknikoitien laskelmien kanssa. Betoni-insinööri esimerkiksi saa laskea palkkinsa vahvemmaksi kuin mitä tarve vaatii, siitä ei ole mitään haittaa käytännössä. Mutta huoneitten täytyy lämmitä tasaisesti Toisin sanoen muut saavat ylittää minimivahvuuden, lämpöjohtoteknikko ei. Tämä lisää suuresti vastuunalaisuutta. Kun vielä otetaan huomioon, että lämpötarvetta laskiessa ei vielä tiedetä kaikkia asiaan vaikuttavia seikkoja, kuten rakennustyön hyvyyttä, seinäin kuivuutta jne, ei ole ihmeteltävää, jos epäonnistumisia sattuu. Samoin on putkijohtojen laita. Niittenkin tulee olla suhteellisia, toinen patteri ei saa lämmittää

paremmin kuin toinenkaan. Putkien tarkastus sisältä on vaikeaa. Asennettaessa jää niihin helposti roskaa, joka estää veden ja höyryn säännöllisen kulun. Syy tulee tavallisesti suunnittelijan niskoille.

Vielä vaikeampaa on ilmanvaihtolaitosten suunnittelu niin, että ne täyttäisivät niihin kohdistuvat vaatimukset. Luonnollinen veto, jota enimmänsä käytetään ilman liikkeelle saamiseksi, on niin heikko että se pienimmistäkin syistä kääntyy päinvastaiseksi. Poistoilmakanavat, joitten pitäisi viedä ilmaa huoneista, johtavatkin sitä sisälle aiheuttaen vetoa. Siitä saa valituksia alituisesti. Voipa päinvastainen ilmanvaihto jäähdyttää huoneetkin, niin että lämpöpattereita sen takia on lisättävä.

Ventilaattoreita, jotka kyllä takaavat oikean ilmavirtauksen, on taasen vaikea saada sellaisiksi, että ne kävisivät täysin äänettömästi. Raitisilmaventtiilit kaupungeissa syytävät sisälle tomua ja nokea pilaten huoneitten seinät. Ilmakanavat ovat tomupesä. Ne koetetaan kyllä tehdä puhdistettavia, mutta puhdistusta ei kukaan toimita kuljettavia kanavia lukuunottamatta. Vaikeinta on vedon väittäminen. Monet tuntevat vetoa, vaikkei ilmanvaihtolaitosta käytettäisikään. Ilmaa liikuttamatta sitä ei kuitenkaan voida vaihtaa tarvittavissa määrin. Harvoja poikkeuksia lukuunottamatta on ilmanvaihtolaitosten hoito niin huonoa, että suunnittelijan itse pitää olla niitä hoitamassa haluttaessa päästä tarkoitettuihin tuloksiin. Tämä pakottaakin nykyään siirtymään täysin automaattisiin laitoksiin niitten kalleudesta huolimatta.

Jonkun verran helpompia suunniteltavia ovat vesi- ja viemärijohtolaitokset. Vaikeinta vesijohdoissa on äänten eristys. Viemärijohtojohdoissa on katsottava, etteivät hajut niistä pääse tunkeutumaan huoneisiin. Johdoissa ja niitten liitoksissa ei saa olla pienen pienintäkään reikää. Erittäin tärkeää on viemäreitten ilmajohtojen oikea suunnittelu varsinkin nykyään, kun käytetään imullisia vesiklosetteja. Kaikesta huolimatta sattuu sittenkin ikävyyksiä, kun ilmajohtot kovilla pakkasilla huurtuvat tukkoon aiheuttaen hajulukkojen auki-imeytymisen ja niitten kautta hajujen sisälle tunkeutumisen.

Näitten lisäksi on lukemattomia muita vaikeuksia. Lämmityskattilat alkavat vuotaa. Kattilatyyppi, joka vuosikausia on osoittautunut täysin hyväksi, voi yhtäkkiä tulla huonoksi. Tämä siksi, että raudan kokoomus tai työntekijät ovat vaihtuneet. Samoin on lämpöpattereitten laita. Ei niistäkään voi sanoa mitään varmaa, ennenkuin ne on käytännössä kokeiltu. Putkijohdoille ja ilma kanaville on vaikea saada sopivia asennuspaikkoja. Ne turmelevat huoneet ja heikontavat seinät ja palkiston. Pitäisi päästä kokonaan putkijohdoista. Lämmityslaitoksiin nähden se onkin mahdollista, sitten kun sähköä saadaan niin halvalla, että lämmitys sillä ei tule sen kalliimmaksi kuin muillakaan keinoilla, Mutta vesi- ja viemärijohtojohdoista tuskin koskaan päästään, niin että ne tulevaisuudessakin jäävät rakentajan vastuiksi.

Terveystekniikoiden opetus meillä on ollut lapsipuolen asemassa. Vuonna 1912 perustettiin Teknilliseen korkeakouluun konerakennusosastolle ylimääräinen lehtorinvirka opetusaineina lämmitys ja ilmanvaihto. Vuonna 1922 muutettiin sama virka vakinaiseksi lehtorinviraksi ja opetus siirrettiin myöskin arkkitehtuuriolosastolle. Arkkitehtien pyynnöstä lisättiin opetukseen myöhemmin lyhyt selonteko muista terveysteknillisistä laitoksista. Opetus näillä aloilla on kuitenkin ensiluokkaisen tärkeää. Korkeakoulussa on kasvatettava alan opettajat muihin teknillisiin kouluihin, tutkijainsinöörit, neuvottelevat insinöörit, putkijohtoliikkeitten toimeenpanoinsinöörit jne. Jos millään alalla, tarvitaan terveystekniikassa professori ja hänen apunaan riittävä määrä assistentteja.

Terveydellisesti ei ihmisille ole samantekevää, miten huoneet ovat lämmitetyt, minkälaista ilmaa he hengittävät, minkälaista vettä he juovat ja minkälaista ruokaa he syövät. Taloudellisesti on ala myöskin tärkeimpiä. Pelkästään polttoainekulutus nielee huomattavan osan kansallistuloistamme. Teoriaan nähden on ala kaikkein vaativimpia. Laskelmat perustuvat lämmönsiirtymiseen ja nesteitten ja kaasujen dynamiikkaan, joitten puhdas teoreettinen käsittely tuottaa voittamattomia vaikeuksia. Avuksi on otettava kokeilut. Mutta tutkittavia kohteita on lukematon määrä ja kutakin kohdetta kohti ääretön määrä eri tapauksia. Laskelmat on sen vuoksi tehtävä likimääräisillä arvoilla, joka vaatii tekijältään pätevää harkintakykyä.

Yhden miehen on vaikea perehtyä täydellisesti terveystekniikan kaikkiin aloihin. **Jäähdytyslaitokset jo sinänsä vaatisivat oman professorin.** Mutta kun koneistot niitä varten tilataan pääasiallisesti



ulkomailta, voitaisiin opetus niistä toistaiseksi kohdistaa etupäässä laitteiden oikeaan valintaan. Kun vielä päästäisiin siihen, että eri aloilta saataisiin sopivat kurssikirjat, voi yksi professori hoitaa terveystekniikan koko opetuksen edellyttäen, että hänellä harjoitustehtävissä olisi apunaan riittävä määrä päteviä assistentteja."

Suomessa oli 1949 pula-aika, sotakorvausten suorittaminen ja maailmalla kylmä sota. Ehkei niissä oloissa osattu kovin paljon nousevan elintason mukana tulevista mahdollisuuksista visioida. Sai olla tyytyväinen, jos Karhun naapurissa säilyttiin hengissä.

Kelso puhui täyttä asiaa. Otsikossa puhutaan vielä terveysteknikoista, joskin opetuspuolella keskitytään korkeakouluopetukseen. Jäähdytysalan professuuristakin jo haaveiltiin. Se toteutui vasta 1970-luvulla, kun Huurre Oy:n perustaja Paavo V. Suominen lahjoitti 10 milj. euroa vastaavan summan ja sai kerättyä (pääosin omasta lompakostaan) vielä rahoituksen vuosittaisille palkkakuluille viideksi vuodeksi. Ironista kyllä professuuri lakkautettiin 2010-luvulla ja koko kylmätekniikan opetus Tampereella loppui vuoden 2016, vaikka kylmätekniikalla on maailmanlaajuisesti isot markkinat ja suuret kehitysmahdollisuudet edelleen integroitaessa mm. uusiutuvia energialähteitä, lämpöpumppuja ja jäähdytystä.

Seuraavassa *legendaarinen LVI-alan opettaja ja professorin arvonimen myöhemmin saanut Jussi Saarto ehdotti 1951 LVT-tiedotteita-lehdessä oheisia opetussisältöjä lämmitys- ja saniteettialinjalta.*

*Sana terveysteknikko oli jo pudotettu pois, joskin sana saniteetti on sukua terveydelle: vrt. sanitääri eli lääkintämies tai lääkintäupseeri. Saniteetti-sana vastaa yhdyssanan alkuosana sanoja terveys-, lääkintä- tai puhtaanapito-. Tämä on asia, joka jokaisen LVI-alalla tulisi pitää mielessä.*

<b>Opistossa:</b>	Erikoisraken.oppi luentoja	98/—
	Nostokoneet	» 56/harj. 56
	Hitsaustekniikka	56/—
	Höyrykattilat	56/28
	Pumput ja putkistot	56/56
	Höyryturp. käyt. tekn.	42/42
	Lämm. ja sanit. tekn.	196/154
	Tarvike- ja asennusoppi	56/—
	Sovell. kem. teknologia	42/14
	Terveydenhuollon tekn.	28/—
	<b>Summa</b>	<b>1036</b>

<b>Koulussa:</b>	Ra.oppi	56/28
	Nostokoneet	56/28
	Hitsaustekniikka	56/—
	Pumput ja putkistot	28/56
	Lämm. ja sanit.tekniikka	154/98
	Tarvike- ja asennusoppi	56/—
	Terveydenhuollon tekn.	28/—
	<b>Summa</b>	<b>644</b>

Edellisten lisäksi sisältyy vielä ohjelmaan seuraavat johtamistaidolliset ja sosiaaliset aineet:

<b>Opistossa:</b>	Teollisuustalous	56/—
	Kirjanp. ja kust.laskenta	56/28
	Kansan- ja liiketal.oppi	112/—
	Talousoikeus	28/—
	Työnjohto-oppi	56/—
	Ammattihygienia ja tapaturman torjunta	28/—
	<b>Summa</b>	<b>364</b>

<b>Koulussa:</b>	Teollisuustalous	56/—
	Kirjanpito- ja kust.lask.	56/28
	Talousoikeus ja yhteiskuntaoppi	28/—
	Työn suunnittelu ja työn tutkimukset	56/—
	Työnjohto-oppi	56/—
	Ammattihygienia ja tapaturman torjunta	28/—
	<b>Summa</b>	<b>308</b>

*Sana lämmitys sisälsi myös tuuletuksen eli ilmanvaihdon. Jäähdytykset hoiti tuolloin suvereenisti urakoitsijat.*

*Mukana on monia yleissivistäviä oppiaineita, mutta myynnistä, markkinoinnista tai johtamisesta ei tuolloin eikä myöhemminkään sanaakaan.*

*Koulutettua työvoimaa tarvittiin paljon enemmän kuin oli tarjolla. Opetuspuolella pullonkaulana oli opettajien puute. Myös oppimateriaalista ja mittauslaitteistoista oli pulaa.*

*Harjoittelussa pääpaino oli konepajapuolella. Harjoittelua suunnittelukonttorissa ei paljon noteerattu - epäkohta, jonka Saarto nosti pöydälle.*

*Pakollinen konepajaharjoittelu esim. TKK:ssa jatkui kuitenkin vielä ainakin 60-luvun loppuun.*



1900-luvun puolella on vähitellen opittu ymmärtämään ihmisten fysiologian vaikutusta mm. vedon tuntemiseen. Jo 1920 -luvulla selvitettiin ihmisten aktiviteetin, vaatetuksen ja ympäröivän ilman liikkeen vaikutusta lämmönluovutukseen (konvektio, hikoilu). Erityisesti 1960-luvulla panostettiin vetokriteerien tuntemiseen ja hallintaan. Alettiin myös tiedostaa ihmisten tuntemusten laaja kirjo: kaikkien saaminen tyytyväiseksi samassa tilassa on liki mahdotonta, kyse on vain tyytyväisten osuudesta. Kuva BHa.

### Cleantech ikivanhaa insinööriosaamista

2000-luvulla on nostettu Suomen uudeksi pelastajaksi cleantech ikään kuin uutena asiana. Kestävää kehitystä edistävä, resursseja ja ympäristöä säästävä toiminta on kuitenkin ollut kautta aikojen insinööritaidon peruskiviä. Tarkoituksensa sopimaton ja virheellinen palvelu tai toteutus sen sijaan eivät ole cleantechia.

LVI-puolella erityisesti lämmön talteenotto, puhallin- ja pumppaustehon optimointi, kestävästi helposti huollettavat vikasietoiset järjestelmät, tarpeenmukainen tehon ohjaus, vettä säästävät kalusteet ja haja-asutusalueiden jätevesipuhdistamot ovat tyypillisiä cleantech-asioita. Ilman suodatuspuolella on vielä runsaasti potentiaalia. Jossain määrin osaamisen kohentamista on myös melunhallintapuolella. Melun merkitys on nousemassa entistä tärkeämmäksi niin rakennusten sisällä kuin ulkona.

Ilmastoinnissa tarkoituksenmukaisella ilmanjaolla ja huonelämpötilan hallintamenetelmällä voidaan säästää resursseja ja nostaa lopputuloksen laatuluokkaa. Kunnollinen kokonaisuus edellyttää myös rakennus- ja prosessipuolen kokonaisvaltaista tarkastelua. Esimerkiksi auringon lämpökuormaa minimoivat ikkunat, vaaleat katopinnat tai teollisuusprosessien kunnollinen eristys pienentävät LVI-investointeja ja käyttökuluja. Tämän takia hyvä LVI-ammattitaito edellyttää laajempaa asiantuntemusta kuin vain LVI-tekniikan osaamista.



Cleantechiin voisi kuvitella kuuluvan myös puhtas hygieeninen asentaminen, mutta niinhän se ei ole. Niin kuin hygieeninen tarvikkeiden varastointi ja käsittely ei näytä kuuluvan usein muutenkaan alan perustaitoihin - ainakaan kaikkien kohdalla. Kuvassa (BHa) näkyy, että ison kauppakeskuksen laajennustyömaalle toimitetut kappaleet on pakattu oikein, mutta sen jälkeen saa osat pyöriä asfaltilla muun rojun seassa.

### **Sitä opetettiin mitä opettajat osasivat - kunnes kaikki muuttui**

Koulutuksessa pullonkaulana on ollut opettajien osaaminen. Sitä on koulutettu, mitä opettajat ovat osanneet, mihin oppilaitoksen taloudelliset resurssit tai professorien ja muiden opettajien henkilökohtainen näkemys tai intressit ovat antaneet mahdollisuuden. Esimerkiksi vielä 1970-luvulla TKK:ssa LVI-opintosuunnalla opetettiin harjoitustyönä autojen vaihteistojen, kiertokankien, kytkimien yms. suunnittelemista. Jopa niitattu paineastia oli tärkeä (hitsaustekniikkaa oli korvannut niittiliitokset jo aikoja sitten). Opetusta ei saatu siirrettyä rakennusosaston yhteyteen, minne se olisi kuulunut. Opisto- eli amk-tasolla tämä on jo saatu hoidettua esim. Porissa ja Tampereella. Rakennus- ja LVI-alan yhteistoimintaa tehostetaan Aalto-yliopistossakin.

Sinänsä kuitenkin varsinainen LVI-opetus Otaniemen LVI-opintosuunnalla, asennustekniikka, laboratorioharjoitukset, suunnitteluharjoitusten ohjaus ja erilliseminaarit olivat huipputasoa ja antoivat kovan pohjan ammattitaidon omaehtoiselle kehittämiselle ja lopulliselle suuntaamiselle.

Erityisesti internet on tuonut suuren muutoksen opetuksen luonteeseen. Oppilaita opetetaan keräämään ja analysoimaan tietoa itse ja toimimaan ryhmänä. Opettaja ei ole aina se parhaiten asioita tietävä, vaan pikemminkin oppimaan opettava. **Elinikäinen opiskelu on välttämätöntä, jos mieli pysyä kehityksen rattailla.**

### **Tekniikka on ammattitaidon kulmakivi, mutta ei ainoa**

Diplomi-insinöörien ja insinöörien tehtävät painottuvat väistämättä ryhmien tai osastojen johtamiseen. Työpsykologian, projektinjohton, markkinoinnin ja myynnin koulutus oli kuitenkin pitkään laiminlyöty. Ongelma on yhteinen koko tekniikan sektorilla. Tekniikan alallehan hakeutuu keskimääräistä enemmän introverteja, joille nimenomaan mainitunlainen koulutus olisi tarpeen. Tästä on kärsinyt esim. koko Suomen vientiteollisuus. (Ks. Suomen Teknillisen Seuran kirja Viides Säätty). Rakennusalan barometritutkimuksissa asia ei ole oikein tullut esiin. Liekö ongelmien tutkimustavoissa parannettavaa. Yrittäjäkoulutusta on alettu antaa ammatilliseen koulutukseen liittyen. Kursseja on tarjolla muillekin.

Suurimmassa osassa LVI-alan ammatteja on harjoitettava insinööritaidon keskeistä periaatetta eli teknistaloudellista optimointia. Näppituntuma kustannustasoista kuuluisi jokaisen ammattitaitoon. Opetuksen uudistuessa yliopisto- ja amk-tasolla osallistuminen tarkoituksenmukaisille kursseille helpottunee. Tai ulkomailta löytyy korkealuokkaisia vuorovaikutteisia digitaalisia kursseja, jos niitä ei kyetä kotimaassa luomaan. Kukin voi keskittyä kehittämään henkilökohtaisia vahvuusalueitaan omaan tahtiin. Vertailun vuoksi: jo 1990 ABB Fläkt oli teettänyt vuorovaikutteisen itseopiskelukurssin urakointipuolen projektipäälliköilleen. Silloiselle laser-jättilevylle (=LP-levyn kokoinen CD-levyn edeltäjä) tallennettu kurssi sisälsi 200 tyypillistä työmailla vastaantulevaa ongelmatilannetta, joihin koulutus antoi parhaan mahdollisen tavan reagoida. Kukin saattoi opiskella nämä tapaukset itsenäisesti ja kerrata niitä niin monta kertaa, että varmasti muisti ne.

### **Myös perusopetus saatava kuntoon**

PISA-tutkimuksista huolimatta peruskoulun käyneistä suomalaisista 60 % ei osaa kunnolla prosenttilaskua. Opetetaan kyllä esim. useamman asteen polynomeja ja sähköjohtojen mitoituksessa tarvittavaa Ohmin lakia, mutta jopa median toimittajakaartille energian (kWh) ja tehon (kW) käsitteet ovat liian usein sekaisin. **Taloudellisten laskelmien osaaminen on läpi linjan ala-arvoista.** Tekniikan alan tulisi viheltää vihdoinkin pilliin ja saada fysiikan ja matematiikan opetukseen käytännön näkökulma. Opetuksessa tulisi erottaa kiva tietää-taso ja välttämättömät kansalaistaidot.

### **Myynti- ja tiedottamistaito nousussa**

Rakennusalan laatuongelmien eräs syy on se, että ostajalle ei osata myydä = esitellä erilaisia ratkaisu- ja laatuvalintoja. Ostaja valitsee halvimman, koska kaikki ovat tarjoavinaan laatua. Vaihtoehtojen ja niiden ominaisuuksien tunteminen on tuiki tärkeää. Myyntitaitokäsite lienee aiemmin sotkettu johonkin pölynimureiden oveltaovelle-kauppaan. Opettajien ei

tarvinnut elättää itseään myyntitaidolla. Vaan nykyäänpä tarvitsee, kun oppilaitokset joutuvat hakemaan rahoitusta ulkoa.

Jo 2000-luvun alussa tapahtui myös myynnin apuvälineissä suuri muutos. PowerPoint ja muut esitystekniikkaa tukevat ohjelmat ja viestintä tulivat tutuiksi opiskelijoille. Harjoitustöissä ratkaisujen valintojen perusteluiden esittämiseen alettiin kiinnittää huomiota.

Markkinoinnin kohdistamisessakin on ollutkin potentiaalia. Kuluttajatuotteita ja asiantuntijapalveluita myydään eri porukoille. Toista ei myydä kiekkokaukaloiden laitateksteillä ja toista ei voi taloudellisesti myydä kasvoista kasvoihin. Yksinkertaisen lehtikirjoituksen teko kohdeyleisölle on monille kauhistuttava ponnistus. Hyvä jos edes muistion aikaansaaminen on sujunut. Ehkä kaiken somettamisen myötä peli muuttuu.



*Polysteekkiin Bulevardi menotie on suora... LVI-opetuksen äidin päärakennus valmistui Polyteknillisen koulun käyttöön vuonna 1877 (kuva BHa). Rakennus vaurioitui pahoin talvisodan ensimmäisen päivän pommituksessa 1939. Pommituksen aikaan rakennus kuului vielä Suomen Teknilliselle Korkeakoululle. Arkistoja tuhoutui, niiden mukana LVI-alan diplomityöt. Nykyään rakennus on Metropolia-ammattikorkeakoulun käytössä, mutta ei enää kauan.*

Tätä historiikkia kirjoitettaessa esim. Aalto-yliopistossa diplomi-insinöörikoulutus on muutosten alla. Tarjolla on monia syventäviä erikoistumismahdollisuuksia ja rinnakkaiskursseja sen mukaan, mihin opiskelija aikoo erikoistua. Sisäilman laatu, energiatalous ja järjestelmien toiminnan varmistaminen ovat keskeisiä varsinaisen LVI-tekniikan painopistealueita. Sisäilmaston hallinta edellyttää syvällistä rakennusfysiikan hallintaa. Myös ilman laadun mittaus- ja valvontatekniikka tulevat kehittymään ja älykäs rakennus saanee muutakin sisältöä kuin valojen räpsyttelyä ja ilmanvaihdon ohjausta tarpeen mukaan. Kehitystä ja tutkimusta tapahtuu maailmassa hyvin monissa paikoissa, joten yhteistyö on entistä tarpeellisempi. Kielitaidon merkitys kasvaa ja englannin käyttö opetuskielenä laajenee oleellisesti.

Opetuksen ja alan toimijoiden, kuten yhdistysten, tärkeimpiä tehtäviä olisi saada alalle hakeutuneet innostumaan ja arvostamaan alaansa. Mikään opetus ei voi olla täydellistä. Ilman jatkuvaa elinikäistä omaehtoista opiskeluasennetta ei voi kehittyä ammattilaiseksi, verkostoitua ja olla arvostettu yhteisön osa.

**Varhaista LVI-koulutusta** (Esko Kukkosen kokoamasta Sata vuotta LVI-opetusta korkeakoulussa)

- Mm. Rudolf Kolster opintomatkailta ja hygienia kongresseissa USA:ssa ja Euroopassa 1880 luvulla
- Ilmeinen tarve kouluttaa hygienia asiantuntijoita todetaan
- Saniteettitekniikan opetus alkoi TKK:ssa 1903 opettajana arkkitehti **Onni Tarjanne**. Mutta lähinnä arkkitehdeille

- Ammattitaitoa ulkomailla työskennellen
- Aluksi jatko-opiskeltiin ulkomailla, etenkin Saksassa
- Aluksi tuotettiin myös ruotsalaisia insinöörejä.

### Oppilaitoksia

Listassa esitettyjen toimijoiden valintaperuste: valtakunnallisesti merkittävää opetusta.

- Helsingin teknillinen reaalikoulu 1849
- Helsingin polyteknillinen koulu 1872
- Teollisuuskoulut: Tampere, Helsinki, Turku, Vaasa, Kuopio, Viipuri, 1885 - 1911
- Helsingin polyteknillinen opisto 1879
- Suomen teknillinen korkeakoulu 1908, myöhemmin Teknillinen korkeakoulu ja 2013 lähtien Aalto-yliopisto.

### Muut teknilliset korkeakoulut ja opistot

- Tampereen teknillinen yliopisto TTY 1965, jäähdytystekniikan professori 1976. Edutech järjestää erilliskoulutusta kurssimuotoisesti. Lämpö- LVI-tekniikan opetus lopetettiin 2014, mutta kylmätekniikan opetus jatkuu lehtoritasoisesti 2016 loppuun.
- Lappeenrannan teknillinen yliopisto LTY 1969
- Tampereen teknillinen opisto 1911
- Tekniska läroverket 1920
- Teknilliset oppilaitokset 1943
- Ammattikorkeakoulumuutos 1988, LVI-opetusta:
  - Pori: Satakunnan ammattikorkeakoulu Samk. LVI pääainevaihtoehtona 80-luvulta
  - Mikkelin ammattikorkeakoulu Mamk, LVI-opetus 80-luvulta
  - Tampere, Tamk, varsinainen LVI-opetus alkoi 2009, sitä ennen oli kursseja mm. rakentajille, arkkitehdeille, koneinsinööreille ja jo alalla oleville
  - Helsinki, Espoo, Vantaa: Metropolia Ammattikorkeakoulu, jatkaa Helsingin Teknillisen Oppilaitoksen toimintaa
  - Kymenlaakso (Kotka) Kyamk tarjoaa energia- ja ympäristöotsikon alla mm. kaukolämpölaitoksiin liittyen LVI-opetusta
  - Oulun ammattikorkeakoulu, LVI-opetusta vuodesta 1986.

### Ammattikoulut ja aikuiskoulutuskeskukset

Ajantasaista tietoa ammattikoulujen opetussisällöstä yms. saa [ammattikoulut.fi](http://ammattikoulut.fi)-sivuilta.

**Aikuiskoulutuskeskukset** tarjoavat 18 vuotta täyttäneille ammatillista perus- ja jatkokoulutusta omaehtoisena sekä työvoimapolitiittisena koulutuksena. Tarjolla on myös yrityksille räätälöityjä kursseja, sekä ammattiosaamista täydentäviä kursseja. Koulutus järjestetään päivä-, ilta- tai monimuoto-opiskeluna.

### Muita koulutusjärjestöjä ja kouluttajia

Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus **INSKO**:n perustivat STS, TFiF, IL ja DIFF 1963. INSKO:n lopetettua toimintansa 1993 koulutus siirtyi kokonaan ammattienedistämislaitokselle AEL:lle, joka oli perustettu jo 1922 erityisesti maaseudun sähköistämiseen ja koneellistamiseen liittyen, nimi **AEL** otettiin virallisesti käyttöön 1991.

**Amiedu** , per. 1970-luvulla, pääkaupunkiseudun kaupunkien perustama ammatillisen aikuiskoulutuksen järjestäjä.



**Suomen LVI-yhdistysten Liitto ry**, nykyisin **Suomen LVI-Liitto ry** (SuLVI). On monipuolinen jatko- ja pätevyttämiskoulutuksen järjestäjä jo vuodesta 1957. Ammatillinen aikuiskouluttaja Amiedu ja SuLVI ry tekivät 2010 yhteistyösopimuksen SuLVI:n jäsenyritysten liiketoiminnan ja jäsenistön osaamisen kehittämistä.

Amiedu vastaa sovittavassa laajuudessa SuLVI:n järjestämien koulutusten suunnittelusta, toteutuksista, kurssilogistiikasta ja hallinnoinnista. Lisäksi Amiedu tuottaa palveluja mm. SuLVI:n jäsenyritysten henkilöstön rekrytointiin ja perehdyttämiseen SuLVI:n kanssa vuosittain sovittavan toimintasuunnitelman mukaisesti.

**Suomen Kylmäyhdistys ry** per. 1955 nimellä Suomen kylmäteknillis-taloudellinen yhdistys - Kylteknisk-ekonomiska föreningen i Finland ry. Nimi muutettiin vuonna 1969 Suomen Kylmäyhdistys ry:ksi. Järjestää alan koulutusta mm. kylmäpäivillä. Ensimmäiset koulutuspäivät järjestettiin 1963.

Industrins Arbetseffektivitetsförbund rf eli teollisuuden rationalisointikoulutusyhdistys **RASTOR** perustettiin 1942 Suomen teollisuusliiton aloitteesta yhteistyössä Päämajan kanssa vastaamaan lisääntyviin sotateollisuustuotannon vaatimuksiin. Sodanjälkeinen kehitys johti yhdistyksen yhtiöittämiseen ja perustettiin **Oy Rastor Ab** 1950.

Suomen rakentamismääräyskokoelmassa 1984 mainitaan ensimmäistä kertaa pätevyysvaatimusten kohdalla että "LVI-työtekniikan tutkinto ja tutkinnon jälkeen hankittu 4 vuoden käytännön kokemus kiinteistön vesi- ja viemärlaitteistojen asennustöiden johtamiseen perehdyttävissä tehtävissä" riittää pätevyudeksi KVV-työnjohtajalle. Rastor järjestää IV- ja KVV-työnjohtajien FISE-pätevyyteen johtavaa koulutusta, samoin putkistojen kuntotutkimus- ja energiatodistuksien laadintakoulutusta. **Tietomies** on ollut Rastorin julkaisusarja.

**Suomen Työteknikkoliitto ry** on järjestänyt kirjekursseihin painottunut koulutusta. Liitto on siirtynyt Rastorin hallintaan 7.12.2011. Liiton nimeksi tuli Työteknikkoliitto ry.

**POHTO**, (Pohjois-Suomen teollisuusoppilaitos) Oulu / CENTRIA Tutkimus ja kehitys, kattilanhoitajakoulutus.

Kiinteistöhuoltajien, asentajien yms. koulutusta antavat **ammattiopistot ja aikuiskoulutuskeskukset**.

#### **Valmistajien antama koulutus**

**LVI-alan ammattitaidon keskeinen kulmakivi on kaupan olevien laitteiden** tuntemus. Ilman sitä ei voi suunnitella tai rakentaa. LVI-järjestelmät ovat käytännössä peräkkäin laitettuja laitteita.

**Svenska Fläktfabriken AB**, koulutti Ruotsissa useita LVI-ammattilaisia, perillinen Fläkt Woods kouluttaa edelleen suunnittelijoita hyvätasoisissa seminaareissa. Woods-puhallin järjesti aikanaan korkeatasoisia koulutustilaisuuksia liittyen mm. puhaltimien ääniteknikkaan.

**Carrier Corporation**, maailman johtava ilmastointikonevalmistaja, on kouluttanut LVI-ammattilaisia Yhdysvalloissa erit. 1950 - 1970-luvuilla.

**Muidenkin laitevalmistajien, maahantuojien, urakoitsijoiden ja suunnittelutoimistojen** antama yritysکوhtainen koulutus on ollut erittäin tärkeää ja paikannut alan peruskoulutuksen aukkoja. Uusien tuotteiden esilletuomisen lisäksi yritykset ovat voineet jakaa tietoa käytännön ongelmista niin valmistuksessa, asennuksissa kuin käytössä. Yritysten edustajat ovat lisäksi toimineet tuntiopettajina tai kurssien osaopettajina kaiken asteisissa oppilaitoksissa.

#### **Oppilaitosten kerhojen järjestämät tilaisuudet**

Teekkarien LVI-kerhon ja muiden oppilasjärjestöjen ja yhdistysten järjestämässä esittelytilaisuuksissa ja ekskursiolla alan toimijat antavat tärkeää käytännön tietoa. Vapaamuotoisissa tapaamisissa tulevat alan toimijat tutuksi. Ehkä myös esittelijät saavat uusia virikkeitä oppilaiden kysymysten avulla.

## TYÖMENETELMIEN KEHITTYMINEN

### Asennustekniikka tuli laivoilta

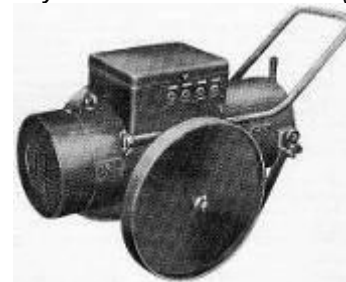
LVI-alan asennustekniikan alku liittyy höyrytekniikan leviämiseen Suomeen. Ulkomaisessa ohjauksessa tehtiin jo 1830-luvulla ensimmäinen höyrykäyttöinen siipirasalus. Jatkoa seurasi 1850-luvulla ja vähitellen myös tamperelainen Tampella ja Varkauden Konepaja tulivat kuvaan mukaan. Sahateollisuus alkoi käyttää höyrysahoja 1860-luvulla, kun sahojen perustamisen säännöstely purkautui. Sekä laivojen että teollisuuden höyrytekniikan alkutaival oli takkuinen. Tarinat siltä ajalta ovat tragikoomisia ja konkurssejakin tuli. Eikä ihme, sillä höyrytekniikan hallinta oli ja on moninkertaisesti vaikeampaa verrattuna yksinkertaiseen kiertovesijärjestelmään. Toki painovoimaisen kiertovesijärjestelmän suunnitteluun ja asentamiseen liittyi siihenkin tietotaitoa enemmän kuin nykyisiin pumppukiertosiin järjestelmiin.



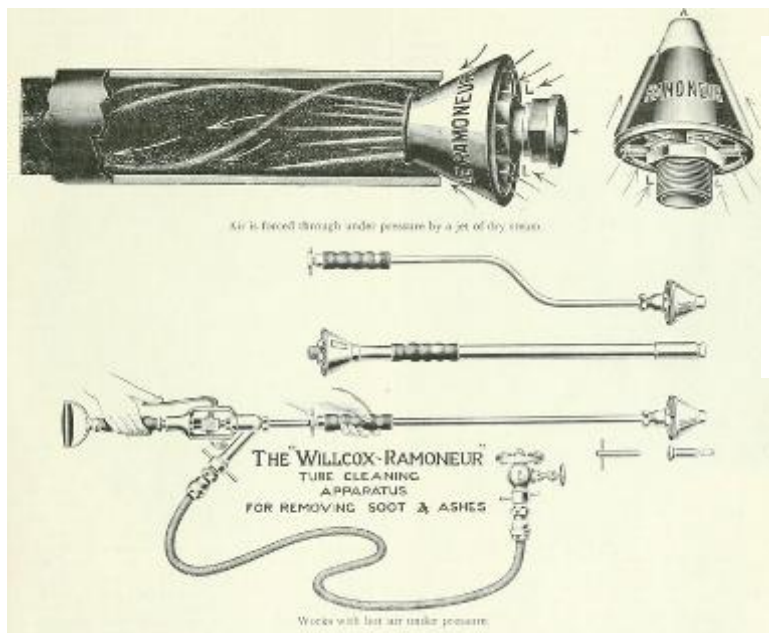
*Mercator-lehdessä esiteltiin 1910 kaasuhitsaamista erillisartikkelissa.*

*Ruotsissa valmistettiin maailman ensimmäinen kokonaan hitsattu alus 1919.*

*Alla Strömbergin valokaarihitsauskone 1930-luvulta. Painava, mutta kestävä. Näitä käytettiin vielä 1960-luvulla (KK).*



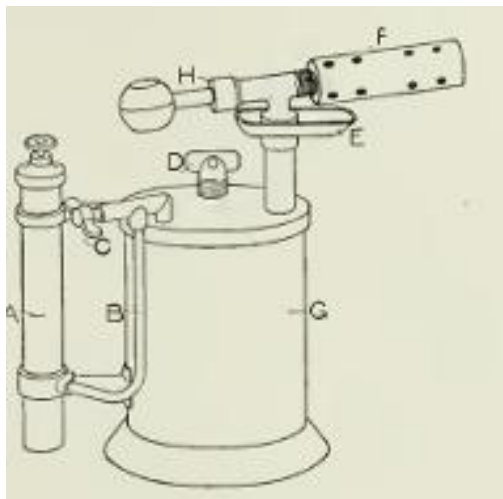
Höyrylaitosten vastuulliset käyttäjät eli konemestarit olivat vielä 1970-luvulla useimmiten suorittaneet pakollisen harjoittelunsa laivoissa.



Höyrynuohoimia oli tarjolla höyrykattilalaitoksiin jo ainakin 1900-luvun alussa (Am).



Vielä 1950-luvulla saatettiin asennustöissä putkia taivuttaa kuumentamalla kenttäahjossa, jollaisia käytettiin esim. sota-aikaan rintamalla hevosenkenkien valmistuksessa. Lietsoa pyöritettiin jalkapolkimen avulla. Kuva (BHa) Hämeenlinnan Militaria-museosta, joka on ns. Must-nähtävyys.



Paloöljyllä toimiva puhalluslamppu (Am) oli tärkeä työväline 1950-luvulle saakka.

Nestekaasulla toimivat Kosan Gas-yhtiön kaasupullot ja polttimet tulivat 1949 Suomen markkinoille. Kosan-nimi jäi merkitsemään nestekaasupoltinta, vaikka itse yhtiö välillä poistui Suomesta.



*Kenttäkelpoinen kierteityskone merkitsi melkoista työnsäästöä verrattuna käsin väännettävien kierteiden tekoon. Mainos 60-luvulta.*



*Käsityökaluja kierteitykseen 1900-luvun alusta. (KK)*

Standardisoituja asennuksia nopeuttavia ja esivalmistelua edistäviä laitesijoitteluja opetettiin 1960-luvulla LVT-lehdessä. Mallia saatiin ulkomailta. Pian esiteltiin jo ihka kotimaista kylpyhuoneen ratkaisua, josta tulikin vakioratkaisu 1970-luvulla rakennetuille elementtikerrostaloille. Kylpyhuone-elementtien LVI-asennuksista valmistajille tehtiin insinööritoimistoissa millintarkat piirustukset.

### **Yrittäjäasentajat heittivät mustan kirjan käsistään**

Putkialalla uusien työmenetelmien jarruna pidettiin ns. mustaa kirjaa eli eri työvaiheille annettua työyksikköjä palkan maksua varten. Yksikkölistat eivät tunteneet uusia asennusaikaa säästäviä, mutta ehkä materiaaliltaan tai työvälineiltään kalliimpia menetelmiä.

1990-alun lama rassasi alaa ja uudet pienet yrittäjäasentajat eivät olleet riippuvia vanhoista työyksikkölistoista.

Uudet menetelmät eli esim. Mapress-puserrusliitokset korvasivat teknisesti huonoja kierrelliitoksia ja erityisammattitaitoa ja tullyötä vaativia hitsausliitoksia. Isoissa putkissa on alettu käyttää myös sprinkleripuolelta vanhastaan tuttua Victaulic-liitintä. 2015 alkoi kuitenkin tulla julkisuuteen, että Mapress-liitoksissa on esiintynyt huolestuttavan paljon vuotoja. Niiden syynä on huolimattoman työ. Oikein tehtynä liitosta pidetään pomminvarmana. Myös putkien katkaisussa syntyvän jäysteen poistoa on laiminlyöty. Jotkut urakoitsijat ovat siirtyneet takaisin kapillaarijuotoksiin.

Leo Larikka kehitti 1970-luvun alussa kylmämuokattavilla putkille eli LVI-puolella kupariputkille kaulustusmenetelmän. Nykyään tunnetaan nimellä T-Drill. Putkia ei tarvitse katkaista ja saadaan kapillaarijuotokselle luotettava haaroitus.

Työtä helpottavat porakoneet ja niiden telineet ja ohjauspitimet, jäysteen poistimet, puukkosahat, taivutus koneet ja putkileikkurit ovat helpottaneet työtä ja parantaneet laatua. Mitkään apuvälineet eivät kuitenkaan auta, jos tekijällä ei ole ammattilypeyttä, motivaatiota, kellollisia olosuhteita tai aikaa tehdä työ kunnolla.

Remonttipuolella on kehitetty erilaisia haaroitusmenetelmiä, jotka voidaan tehdä putkea tyhjentämättä. Kaukolämpöputkiin tällaisia oli jo 1960-luvulla. Moniin tapauksiin näppärintä voi olla putken jäädyttäminen paikallisesti.

Viemäreiden ja ilmanvaihtokanavien huollon tarpeen ja laadun tutkimiseen saatiin avuksi pienet kauko-ohjattavat kamerat 1980-luvulla. Putkien ja kanavien sisään pääsee 1...2 metrin matkalle katsomaan halvoilla endoskoopeillakin. Robottikameroita on alettu varustaa myös mekaanisilla koneilla.

## Kattopeltisepistä ilmanvaihtoasentajiin

**Läksi-, Vaski- ja levyteostyöt**

on edullisinta teentä meillä, sillä 15 vuotinen liikkeemme menestys takaa työmme. Varastoosamme löytyy aina sopivia hellakatriiloita ja kaappeja, uuni- ja seinäventileijä, nokiluokkua, patentin saaneita savunimijöitä, kupari- ja läkkipöytä y. m. y. m. - - -

**Pyytäkää kuvitetut hintaluettelomme.**

**U. W. Holmberg** Läksi-, vaski- ja levyteostehdas sekä metallivalimo - - - HELSINKI -  
L. Satamak. 9. (Katajanokka) Puh. 21 21

Huom.! Teoksemme paljuit Teollisuusnäyttelyssä Helsingissä v. 1908 Huom.!

**Alfr. Hänninen**  
Ruoholahdenk. 5. Puh. 37 01

**Läksi-, Pelti- ja Vaskisepäntiike**

Suorittaa kaikkia ammattiin kuuluvia töitä, niinkuin:

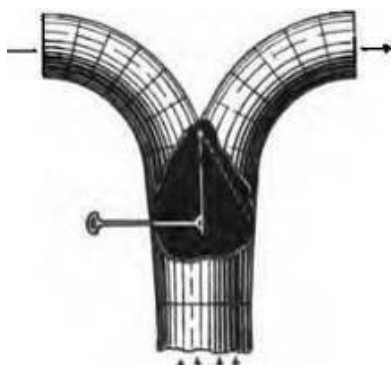
**Katonpeittämistä ja -korjausta y. m.**

Keittoastioita korjataan ja tinataan puhtaalla Englannin tinalla sekä lukkojen korjauksia y. m. halvimmillään hintoihin.

**„OPIS“**  
on nykyisin paras ja halvin  
**Savunimijä.**

1910 oli monitoimisia läkkiseppiä. Kaikkea mahdollista tehtiin. (KK)

Ilmanvaihtoalan peltisevät olivat vielä 1960-luvulla monitoimimiehiä, jotka tarpeen tullen tekivät taitoa vaativia kattopeltitöitä, sadevesikouruja ja syöksyputkia, ilmanvaihtokanavia ja koneiden osia kuten äänenvaimentimia. Pyöreät kierresaumakanavat ja suorakaidekanavat vakio-osineen alkoivat helpottaa asennustyötä. Samalla alkoivat erottua varsinaiset taitoniekat ja "sprirokanava-asentajat". Erikoisosien levityskappaleiden teko ei enää kaikilta onnistunut. Tällaisia osia saatettiin tarvita teollisuuden isoissa laitoksissa tai ahtaissa konehuoneissa, joihin vakio-osia ei saanut mahtumaan.



Tällaisia vuoden 1908 oppikirjan housukappaleita osattiin tehdä vielä 1960-luvulla (ASC). Osat liitettiin hitsaamalla.

Peltiseväntaidon tarvetta alkoi vähentää myös joidenkin firmojen saamat ATK-ohjatut levytyöasemat, jotka laativat levityskuvat ja leikkasivat pellin sen mukaan.

Työkaluista tärkeimpiä olivat pitkään työmaallakin käytetyt särmäyskoneet eli kanttikoneet ja levyleikkurit, samoin mankluslaitteet tai sikkikoneet. Ohutlevytyöhön sopiva sähköhitsaus levisi 1950-luvulla käyttöön. Sähköllä toimivat kulmahiomakoneet ja porakoneet tulivat samoihin aikoihin. Torna-merkkinen poravasara oli kova sana tehtäessä betoniin reikiä kannatuksille tai aukoille. Myöhemmin tuli käsitteeksi Hilti.

Kierresaumakanaville ei aluksi ollut olemassa kunnollisia kumitiivisteisiä jatkokappaleita tai erikoisosia. Kanavien liittämiseksi kokeiltiin mm. ilmastointiteippiä (duct tape eli kangasteippi, roudarinteippi eli jeesusteippi), joka on kuitenkin täysin sopimaton muuta kuin aivan väliaikaiseen käyttöön. Tämän jälkeen tuli markkinoille kutistenuhat, jotka kiristävät lämmittämällä. Myös näiden paikallaan pysymisessä on ollut ongelmia.

1980-luvulla alettiin kulmahiomakoneiden käyttö kieltää ilmanvaihtokanavien leikkaamisessa likaavana. Myöskään kattopeltien tms. leikkaamisessa niitä ei saa käyttää, sillä ne pilaavat pinnoitetta. Rälläköistä on aiheutunut varsinkin saneeraustyömaille monia tulipaloja.

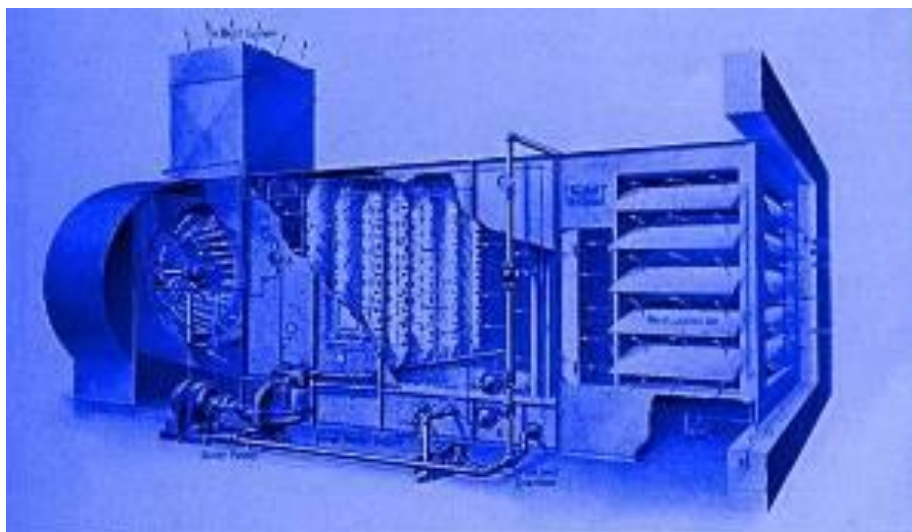
Akkukäyttöiset koneet ja valaisimet helpottivat edelleen työtä, samoin kevyet siirrettävät telineet ja tikkaat. Nostolavalaitteet ja saksilavat paransivat edelleen työturvallisuutta ja kevensivät työtä. Rakennusnosturit, mobiilnosturit, hydrauliset tunkit, taljat ja rullastot paransivat haalausmahdollisuuksia.



Osastovien seinien läpivientien paloeristyksessä on myös laatu parantunut, kun uusia menetelmiä on saatu markkinoille.



*Pyöreiden kierresaumakanavien lisäksi alettiin 1970-luvulla valmistaa soikiokanavia. Niiden liitosten tekeminen tiiviiksi ei kuitenkaan ole ollut helppoa.*



*Paloista koottavat ilmastointikoneet tulivat Suomessa laajemmin markkinoille 1950-luvulla. Esim. Valmet myi koneita, joiden ilmavirta oli jo 4 m<sup>3</sup>/s. Kuvan (Am) Carrierin kone oli markkinoilla Yhdysvalloissa jo 1920-luvulla. Ilmankäsittelyosien kammioiden tekeminen rakennusaineista eli muuraamalla tai valamalla betonista loppui vähitellen isojenkin koneiden osalta Suomessa 1960-luvulla.*

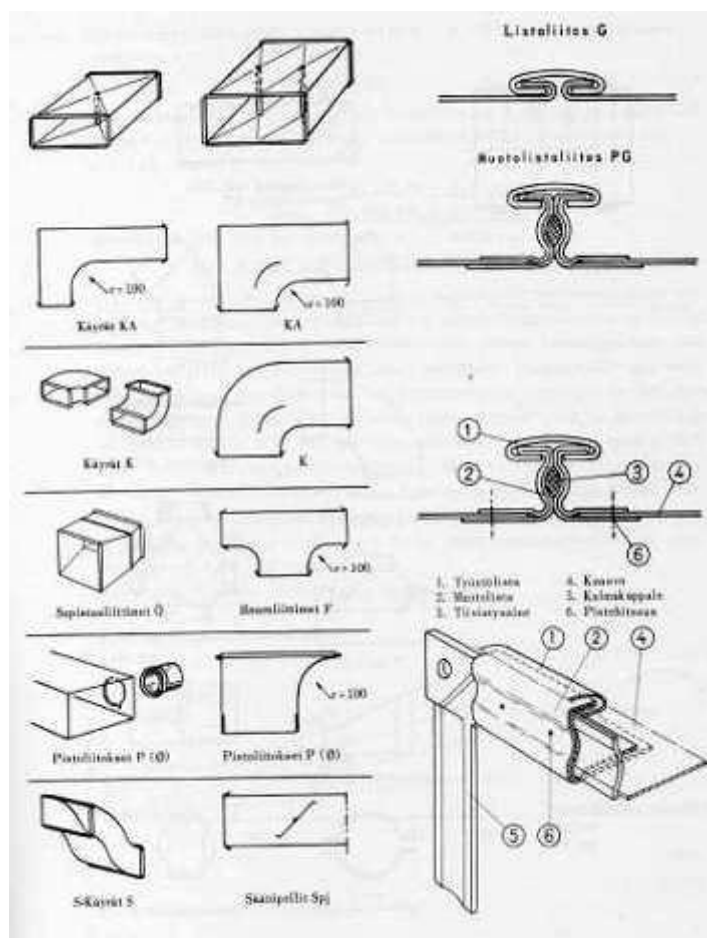
*Tehdasvalmiiden koneiden käyttöönottoa hidasti liikevaihtoverotus, joka suosi työmaalla tehtyjä tai koottuja koneita sekä rakennusaineisia kammioita.*

### **Hengenvaarallista asbestityötä**

Asbestikuitu on teknisesti erinomainen: se ei lahoa, kestää kuumuutta ja hienon hienona kuiturakenteena tarttuu hyvin kiinni toisiinsa ja muihin pintoihin. Se toimii sideaineena ja estää massojen ja maalien valumista. Kemiallisesti asbesti on samaa kuin talkki. Talkin kuiturakenne vain on levymäinen ja karkea eikä tartu kuin uistimen koukusto kiinni.



## Esivalmistus etenee



1960-luvun kanavatekniikkaa, liitoksen G edellyttämää särmäystä tehtiin jopa työmaalla (Ilmari Lahtisen esitelmä, SuLVI).

Sivumitaltaan yli toistametriset kanavat liitettiin laippaliitoksien. Liitoksiin laitettiin tiivistenauhaa ja tiivistemassaa. Työntölistaliitoksista ei näillä menetelmillä saanut kovin tiiviitä. Varsinkin kulmat vuosit. Kanavien tiiviyyttä testattiin savulla, jonka väitettiin jopa hieman tiivistävän rakomaisia vuokohtia. Sittemmin on siirrytty painekokeisiin, joille on laadittu omat ohjeensa.

Jotkut yritykset kokeilivat jo varhain kanavien valmistamista verstaalla. Suunnitelmien epätarkkuus ja muutokset johtivat usein valmiiden osien romuttamiseen. Vasta nyt saadaan kohteista tarkkoja piirustuksia, jotka on laadittu mallintamalla osat ja asennustilat.

Periaatteessa asennusta työmaalla on pyritty jo pitkään minimoimaan. Olosuhteet työmaalla ovat usein hankalat sään, työturvallisuuden ja valaistuksen suhteen. Putkialalla verstaalla tai pajalla on pyritty tekemään putkien haaroituksia, taivutuksia ja kierteitä valmiiksi.

Siirtyminen rakennusaineisista kammioyppisistä ilmanvaihtokoneista koteloituihin koneisiin nopeutti asennuksia. Vielä 1960-luvulla tehtiin kanaviston varustuksia kuten säätöläppiä työmaalla. Haaroituksia tehtiin leikaten aukkoja ja takoen vasaralla kauluksia kanaviin. Valmiit hyvälaatuiset tehdasosat nopeuttivat työtä ja paransivat laatua vähentämällä vuotoja, painehäviöitä ja kappaleiden suhinaääniä.



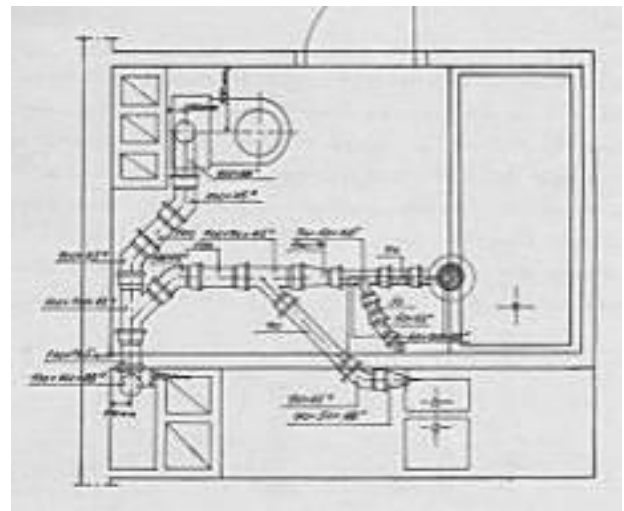
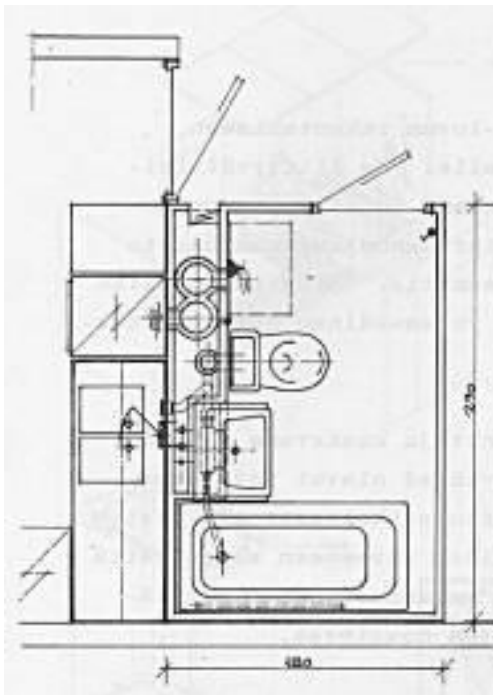


*Käyttövalmiita konehuoneita voi asentaa myös maan päälle ja päällekkäin kuten kuvassa (BHa). Vanha katto ei olisi tässä kohteessa kestänyt konehuoneiden kuormaa. Yhdistelmän ulkonäön kehittämisessä tarvittiin arkkitehdin taitoa.*

*Päällä on ylöspäin puhaltava poistokonehuone, alla tuloilmakone. Konehuoneen ulkosäleikkönä toimi LTO-verkoston yhdistetty patteri.*

### Valmiit moduulit lisääntyvät

1970-luvun alussa elementtikylpyhuoneet oli ensimmäinen suurempi askel putkipuolella.

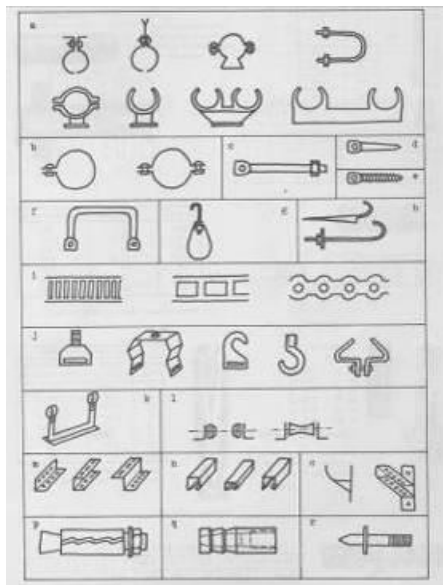


*1970-luvun alun märkätilaelementtiratkaisuja (SuLVI).*

Valmiit lämpökeskuskontit, kaukolämmön lämmönjakokeskukset ja viemäripumppaamot ovat samoilta ajoilta. Paineenkorotusasemat ovat valmiita moduuleita. Kylpyhuone-elementtien



mukana voidaan saada myös valmis keittiökalu asennettuna väliseinän toiselle puolelle. Pystyroiioihin on saatavissa valmiita putkisto- ja kanavistoelementtejä. Rudus Oy:n ELPO-hormielementtejä on valmistettu jo vuodesta 1985. Ruotsissa suosittuja ovat ilmastointikoneiden patterikytkentäpaketit.



*Jo 1960-luvulla oli käytössä periaatteessa kaikki nykyiset kannakejärjestelmät. (SuLVI)*

Eristyspuolella mineraalivillakourut tulivat jo 1950-luvulla. Armaflex-solumuovieristykset kehitettiin jo 1954, mutta Euroopan myynti alkoi vasta 1960-luvulla. Ennen niiden käytön vakiintumista käytettiin jäähdytysputkissa erilaisia epäonnistuneita virityksiä, joiden saumoista tai kannakkeista pääsi kosteutta putken pinnalle. Putki alkoi tuhoutua, ellei se ollut korroosionkestävää materiaalia.

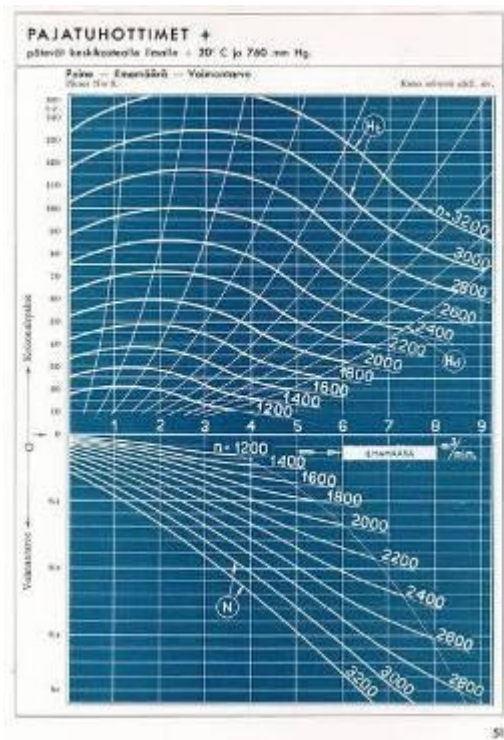


*Myös jäähdytysalalla on saatavissa tehdasvalmiita jäähdytyskeskuksia. Konttipari TAYS:n = Tampereen yliopistollisen sairaalan pihalla 2015. (BHa)*

### Suunnittelun apuvälineet



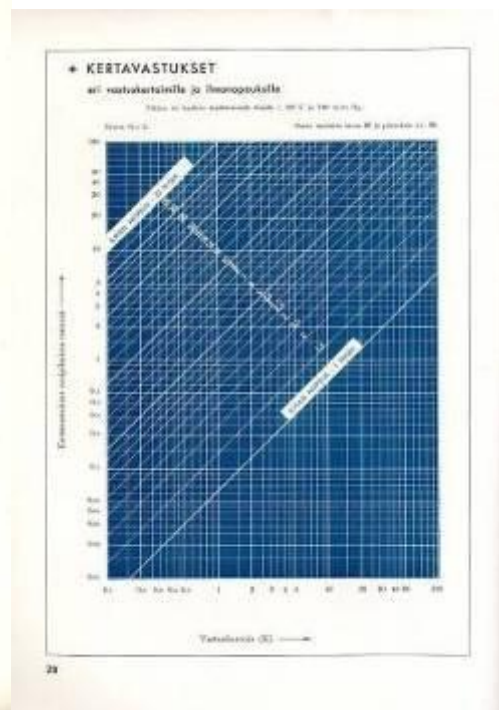
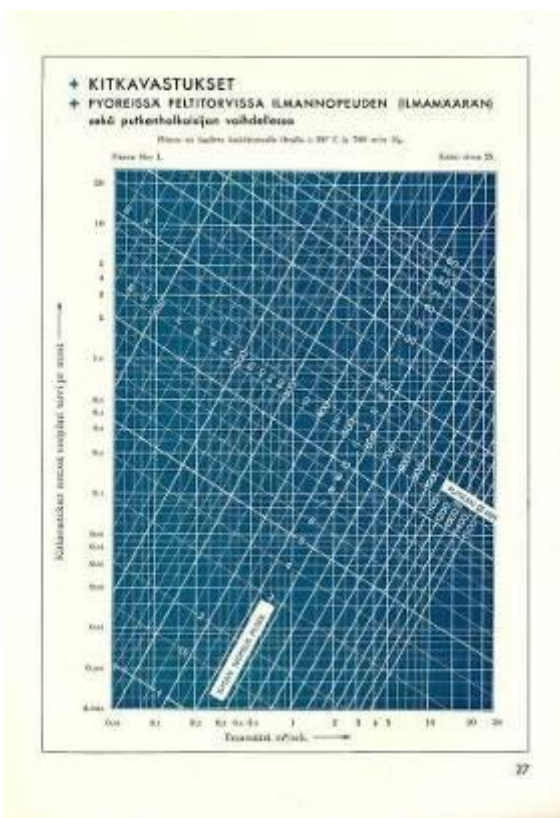
*1970-luvulla suunnittelijalla oli jo monia käsityökaluja. Kehittynyt piirustuskoje, sabluunat, kehittyneet tussit ja runsaasti laskutikkuja. Käyttöön tulivat myös elektroniset taskulaskimet, jotka korvasivat isot ja äänekkäät mekaaniset laskimet. (BHa)*



Jo 1930-luvulla oli Suomessa käytössä kanavien, putkien ja niiden osien mitoituskäyrästäjä, pumppujen ja puhaltimien käyrästäjä, mitoitussuosituksia yms.

Ulkomailla niitä oli jo aiemmin.

Vasemmalla Suomen Puhallintehtaan **pajatuhoittimen** käyrästä. Vain äänitekniset tiedot puuttuivat. (KK)



Kanavien kitkavastuskäyrästästä (KK) näkyy, että vielä 1930-luvulla ei kanavakokoja oltu standardisoitu. Kierresaumakanavien aikana oli pakko sopia standardeista ja tulivat käyttöön pyöreille kanaville välikoot 315 ja 630. Vastaavasti suorakaidekanaville tulivat standardimitat. Standardimitoille tehdyt kitkavastuskäyrästästä julkaisi Suomen Metalliteollisuus ry. 1960-luvulla.

Suunnittelua varten oli jo 1800-luvun lopussa ainakin ulkomaisissa käsikirjoissa putkistojen ja kanavien kitkavastuskäyrästästä. Kuitenkin vasta 2013 Samkissa (Satakunnan ammattikorkeakoulussa) laadittiin suorien kierresaumakanavien kitkavastushäviöiden

käyrästöt, joissa otettiin huomioon kumirengasliitokset 3 m välein sekä kanavan vahvikeprofilointi.

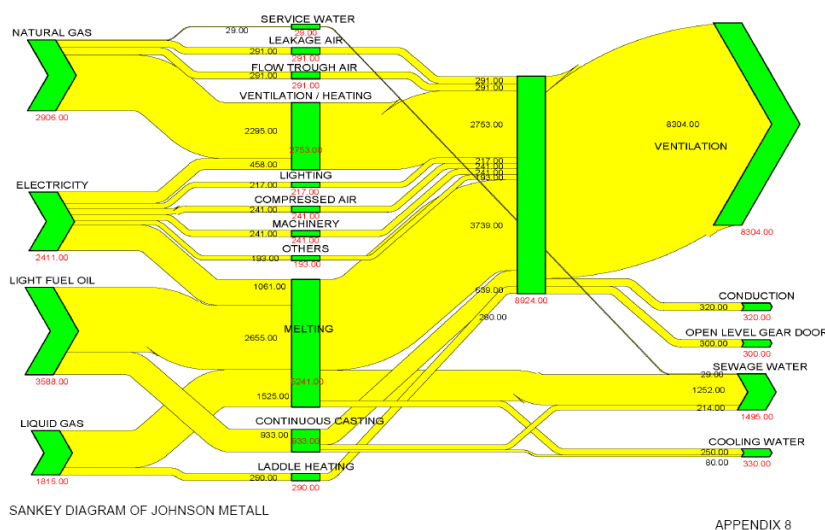
Viettoviemärien mitoituskäyrästöt oli kehitetty jo 1880-luvulla. Yhtä oleellista kuin laskentakaavat tai diagrammit, on oikeiden lähtöarvojen valinta. Vielä 2015 rakentamismääräyskokoelman osassa D1 esitetään sateelle virtaama, joka ylitetään varmasti lähes vuosittain. Jos katon pinta-ala on lähellä putkikoon maksimia, tulee pystyviemäreistä alapäästään paineviemäreitä, jollaiseksi niitä ei normaalisti rakennettu. Kunnallistekniikassa sentään RIL on uusiutunut putkistojen mitoituksen ja on päästy eroon sodanjälkeisestä jälleenrakennusajan mitoituksesta. Nyt 2016 on kunnallistekniikassa tiedostettu järkeväksi mallintaa kaupunkimaastoja 3 D-muotoon, jolloin voidaan paremmin saada dataa sadevesien valumista ja kriittisistä virtaamakohdista.

Ilmastoinnin käyrästötyökalujen kannalta aivan keskeinen oli 1911 Willis Carrierin kehittämä Tx-piirros. Euroopassa 1923 Richard Mollierin kehittämä hx-piirros tuli suosituimmaksi. Piirroset pohjautuivat jo sata vuotta aiemmin Daltonin ja muiden tekemiin laskelmiin.

### ATK -työkalut

Suunnittelun työvälineistä tärkeimmiksi nousivat vähitellen 1960-luvulta lähtien atk-ohjelmat. Ensinnäkin tehtiin tai teetettiin peruslaskelmia, mutta 1980-luvulta lähtien mukaan tulivat yleensä AutoCAD:n pohjalta rakennetut sovellukset.

CAD-ohjelmien lisäksi on monia näppäriä atk-pohjaisia apuohjelmia kuten Mollier- eli ix- eli hx-piirrosohjelmat ym.



*Sankey-diagrammeja on laadittu jo toista sataa vuotta, mutta laadinta ilman atk-ohjelmaa on työlästä. Kaavion laatimisen avulla paitsi havainnollistetaan virtauksia, varmistetaan, että esim. säästöprojekteissa ei yritetä säästää enemmän kuin kuluu. (AX)*

### Integroitu elinkaaren kattava informaation hallinta

Mallintavan CAD-suunnittelun historia lähtee vuodesta 1990 ja LVI-RATAS-projektista, jossa 10 laitevalmistajan tiedot saatiin liitettyä Progmanin ELVIS 3D-ohjelmaan. MagiCAD syntyi sitten vuonna 1998 ja se lienee ainoa ohjelma maailmassa, joka hyödyntää laitevalmistajien todellisia dynaamisia tietomalleja. Mallissa on jo yli miljoonan tuotteen mitat ja tiedot. USAssa löytyy kyllä ohjelmia, jotka mahdollistavat BIM-mallin ja valmistuksen integroinnin. Laser-skannauksen avulla voidaan myös kanavien ja putkistojen kannakkeet asentaa työmaalla paikoilleen ja kanavisto- ja putkisto-osat esivalmistetaan ja tuodaan paloina työmaalle logistisesti oikeaan aikaan.



Tarkkojen ohjelmien ongelma on se, että niissä joudutaan lyömään lukkoon liian varhain yksityiskohtia, jotka kuitenkin muuttuvat hankkeen jatkuessa ja tarkentuessa. Näin joudutaan tekemään moninkertaista työtä. Tarvittaisiin karkeampia esisuunnitteluohjelmisto, jossa talotekniikalle varattaisiin reitit ja tilat. Näissä tapahtuvat muutokset eivät johtaisi laajoihin muutoksiin detaljeissa.



2010 valmistunut Helsingin musiikkitalo oli ensimmäinen kokonaan mallinnettu (Granlund Oy) merkittävä rakennus. Tämä oli tarpeen, sillä normaalin talo- ja rakennustekniikan lisäksi tilaa vievät monenlaiset näyttämö- ja esitystekniikkaan liittyvät rakenteet ja järjestelmät. CFD-ohjelmalla (Computational Fluid Dynamics) optimoitiin sisäilmaolosuhteet ja energiankulutus. Kuva BHa.

Samanaikaisesti kehitettiin ensimmäiset ylläpidon ja huollon hallintaohjelmat, mm. Granlundin RYHTI. Kun kansainvälinen buildingSMART (alunperin International Alliance for Interoperability) perustettiin vuonna 1996 ja alettiin kehittää globaalisti tiedonsiirtostandardia ifc (industry foundation classes) saatiin mahdollisuus hyödyntää arkkitehdin 3 D-mallia niin taloteknisten laitteiden suunnitteluohjelmissa kuin myös energiasimuloinnissa, määrälaskennassa, visualisoinneissa jne.



1999 valmistuneen Sanomatalon valtavat 21.000 m<sup>2</sup>:n lasipinnat täyttivät rakentamisaikaiset energiamääräykset kaksoisjulkisivujen ansiosta. Määräystenmukaisuus osoitettiin (Granlund Oy) energiasimulointiohjelman avulla. (kuva BHa)

Nimi **BIM (building Information model, tai modeling tai management)** tuli käyttöön vasta noin 2005. Sen keksi jo 1980 prof. Chuck Eastman Georgiatechissä. BIMistä on monia tulkintoja, mutta sen tulee perustua avoimeen tiedonsiirtoon (open BIM) ja standardeihin, jotka ovat globaalisti hyväksytyjä. IFC on nykyään ISO standardi. Tärkein kirjain BIMissä on I = Informaatio. Pilvipalvelun myötä kaikki rakentamisen ja kiinteistönpidon tiedot saadaan hyödynnettyä eli voidaan hallita kiinteistön elinkaaren kattavia prosesseja olipa sitten kysymys kustannuksista, energiasta, järjestelmien mitoituksesta, olosuhteista tai ylläpidosta.

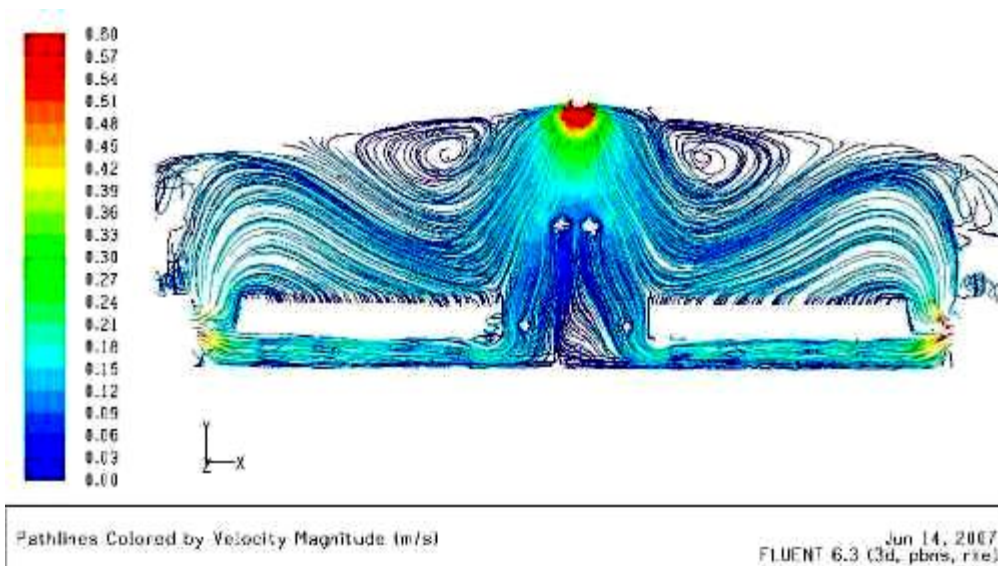
**IDA ICE -ohjelma (Indoor Climate and Energy)** on alun perin kehitetty Ruotsin ja Suomen teknillisten korkeakoulujen ja LVI-laboratorion komponenttimallien avulla rakennus- ja talotekniikka-alan energia- ja sisäilmaolosuhteiden laskennan tarpeisiin. Ohjelmaa on käytetty aktiivisesti 2000-luvulta.

**IDA Early Stage Building Optimization (ESBO)** on ilmainen ohjelmisto, jolla voi suorittaa rakennuksen dynaamista energialaskentaa sekä laskea huonelämpötiloja. Ohjelma on Aalto-yliopiston ja Equa Simulation AB:n yhteistyön tulos. Ohjelmassa on valmiita geometriamalleja, mutta rakennusten malleja ei voi muokata. Ohjelmalla voi vertailla eri rakenneratkaisuja sekä taloteknisiä järjestelmiä ja niiden vaikutusta lopputulokseen, mutta se ei sovellu yksityiskohtaiseen simulointiprojektin laskentaan. Huoneiden välisiä vaikutuksia ei pysty mallintamaan.

**AutoCAD® MEP** on talotekniikan suunnittelijoiden oma AutoCAD®-ohjelmisto. Tutussa AutoCAD-ympäristössä työskentely on tehokasta heti ensi hetkestä ja talotekniikan ammattilaiset voivat ottaa uudet toimialakohtaiset suunnittelu- ja dokumentointityökalut käyttöön omaan tahtiinsa.

Amerikkalaisen ANSYS-yhtiön **Fluent-ohjelma** kuuluu CFD-ohjelmien joukkoon. Jo 1983 päivänvalon saaneella ohjelmalla voidaan simuloida prosessilaitteiden yms. virtauksia, samoin ilmastoinnissa huoneen virtauskenttiä. Mallinnusohjelmien suurin työ on itse kohteen mallintaminen eli paitsi fyysiset mitat, on mallinnettava myös lämpötilat ja koneelliset ilmasuihkut.

Teollisuuden kohteissa esim. sähkömoottoreiden jäähdytysilmasuihkut, kuljettimet, trukit, avattavat ovet yms. voivat sekoittaa virtaukset arvaamattomalla tavalla. Näin ollen virtausmallintamisellakin on omat rajoituksensa. Lisäksi lähtötietojen hakeminen ja syöttäminen on ainakin teollisuudessa iso työ, jollaisen teettäminen on järkevää vain riittävän isoissa ja poikkeavissa kohteissa.



*Fluent-ohjelmalla saa havainnollistettua haluamistaan leikkaustasoista mm. ilman virtausnopeudet. Joissakin amerikkalaisten rakennuttajakonsulttien valvomissa projekteissa tällainen on ollut vaatimuksenakin. (AX)*

Vielä 1980-luvun lopussa tavallisen konttorihuoneen virtausten laskenta CFD-ohjelmalla vaati valtion tietokonekeskuksen pääkoneen koko kapasiteetin tunniksi. Nykyään saman voi hoitaa tavallisella pöytä-PC:llä, kunhan laskennassa tarvittavien elementtien koon/määrän valitsee järkevästi.



## Internet avasi maailman

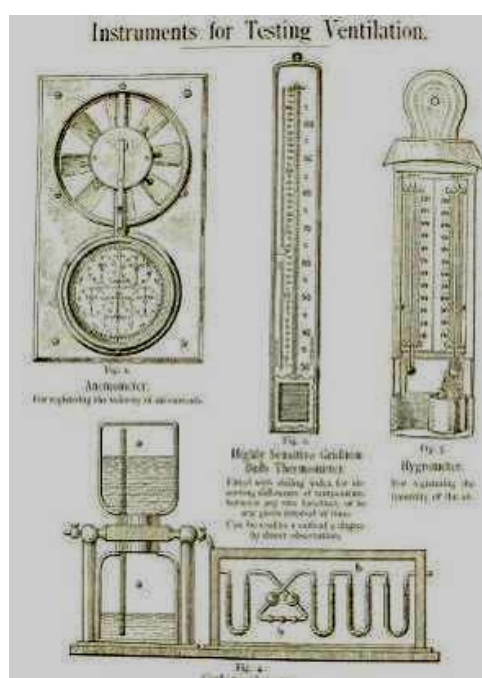
Suunnittelun ammattitaidon kulmakiviä on aina ollut kaupan olevien laitteiden tunteminen. Ennen 1990-luvulla levinnyttä internetiä oli oltava lukuisia valmistajien kansioita. Niiden päivittäminen oli työlästä ja valmistajille kallista. Internetin ansiosta lähes kaikkien valmistajien tuoteluettelot ovat nykyään verkossa. Tämä on helpottanut erityisen paljon ulkomaanprojekteissa. Netin avulla pääsee selville paikallisesta laitetarjonnasta, ohjeista ja määräyksistä ja sääolosuhteista. Google Earthin satelliittikuvien avulla voi tarkastella vesikatoilla näkyviä paikallisia teknisiä ratkaisuja, jotka ovat usein hahmotettavissa kattokuvista tai katunäkymistä.



*Netti ei kuitenkaan korvaa saneeraustapauksissa vanhojen laitteiden tietoja. Monet valmistajat ovat lopettaneet toimintansa tai yritysmuutosten yhteydessä on hävitetty vanhoja arkistoja tai niitä ei ole digitoitu.*

*Kuvassa vanhojen tuotekansioiden kirjastoa AX-Suunnittelussa. Täältä on löytynyt apua monen vanhan kohteen laitetietojen etsinnässä. Kuvan piirustuslauta mallina entisaikojen suunnittelun apuvälineistä. (BHa)*

## Mittauksilla todellista tietoa



**Haalarit päälle ja kentälle mittaamaan** - hyvä ohje edelleen. LVI-ala pohjautuu paljolti kokemukseen ja käyttöolosuhteiden tuntemiseen.

*Suunnittelijoidenkin on pitänyt osata mitata mm. virtaamia ja sisäilmasto-olosuhteita. 1800-luvun lopulla oli jo verraten kehittyneitä mittareita, kuten siipipyöranemometri, kosteusmittari, tarkkuuslämpömittari ja hiilidioksidimittari. (ASC). Oli olemassa myös U-putkimanometri ja 1700-luvulla kehitetty Pitot-putki.*

Myöhemmin tuli putkipuolen paine-eromittarit ja venttiileihin mittausyhteet. 1960-luvun äänimittareista on jatkokehitetty analysaattorit.

Lämpökameroiden maahantuonti vaati vielä 1980-luvun alussa erikoislisenssin Yhdysvalloista, sillä infrapunasensoria käytettiin myös lämpöhakeutuvisissa ohjuksissa. 1990-luvulla lämpökamerat tulivat kenttäkelpoisiksi rakenteeltaan ja hinnaltaan. Tarjolla on jo pokkarikameran kokoisia lämpökameroita.

## Yksinkertainen on kaunista

Joskus varsin yksinkertaisilla apuvälineillä voidaan helpottaa virtaamien mittaus- ja perusasetustyötä. Ylivoimaisesti yleisimmän ilmavaihdon pääte-laitteen eli pyöreän venttiilin virtaama säädetään mittaamalla paine-ero ja kiertämällä venttiilin avautuma vastaamaan painehäviökäyrästä saatavaa arvoa. Avautuman mittaaminen oli hidasta, kun kompaktia tulkkia ei ollut ja tarvittiin paloista koostettuja virityksiä ja eri kokoisille venttiileille omansa. Tamperelainen Arto Laaksonen kehitti oma-aloitteisesti laitteen, jolla työ sujui. Halton Oy otti sen mallistoonsa.



*Alkuperäinen Arto Laaksonen kehittämä ilmanvaihtoventtiilin avautuman mittatulkki 1970-luvun loppupuolelta. Kuva Laaksonen ottama.*



*Sisälämpötilamittareiden käyttö yleistyi myös tavallisissa kodeissa. Kansakoulussa havainnollistettiin eri lämpötilojen merkitystä opetustaululla 1920-luvulla. Taulun oli laatinut Rudolf Koivu.*

Korkeiden lämpötilojen mittaamiseen jakoi mm. Valmet 1970-luvulla lölymittareita, Tarjolla oli myös saunan kosteusmittareita joissa oli kuiva- ja märkälämpömittari sekä painettuna käyrästä suhteellisen kosteuden määrittämiseksi.

Tekniikan perusasioista on ollut mittayksikköjärjestelmien standardisointi. Metrinen järjestelmä tuli käyttöön laajemmin ja asteittain 1800-luvulla. SI-järjestelmä otettiin käyttöön 1970-luvulla. Kelvin-asteikko keksittiin jo 1800-luvun puolivälissä ja sitä on tarkennettu ja viilattu myöhemmin.

Maailmalla ja varsinkin USA:ssa on käytössä edelleen omia mittayksikköjä, joiden laatumuutokset ovat aiheuttaneet kosolti mokia. Myös sanojen miljardi ja biljoona merkitys eri kielissä on aiheuttanut sotkuja.

Merkillisiä ovat energia-alalla joskus näkyvät yksiköt esim. kilowattia tunnissa, kWh/h tai paperiteollisuudessa megajoulea tunnissa. Pallo on hukassa?

Saksassa pyörii edelleen joittenkin yritysten esitteissä kilokalorit. Lisäksi mittayksiköiden isot ja pienet kirjaimet menevät usein sekaisin.



2015 ovat jo mittausmenetelmät monipuolistuneet. AX-Suunnittelun hajupaneelilaitteistoa esittelee yksikönjohtaja Seppo Heinänen toimittaja Esko Kukkoselle. (BHa)

Tietyt ympäristömittaukset, kuten voimalaitosten emissiomittaukset, vaativat akreditoinnin. Eli mittarien ja menetelmien tulee täyttää tietyt vaatimukset ja auditoinnit, jotka todennetaan Mikesissä.

## Kirjallisuus

LVI-alan alkuaikoina on arvattavasti käytetty paljon ruotsalaisia lähdekirjoja ja valmistajien taulukoita yms. Monet LVI-alan pioneerit olivat suomenruotsalaisia. Myös saksalainen materiaali on ollut tärkeä ja saksaa opetettiin kouluissa paljon yleisemmin kuin englantia. Toisen maailmansodan jälkeen ja varsinkin 1960-luvun paikkeilla englanninkielinen materiaali alkoi ottaa saksankielisen lähdemateriaalin paikan. Samalla myös suomenkielisen kirjallisuuden ja ohjeiston määrä kasvoi merkittävästi ja kehitys jatkui nousujohteisena 1970- ja 1980-luivulle.

Seuraavan luettelon valintaperusteet: Ovat olleet aikanaan tai edelleen laajahkossa käytössä. Ongelmana printtiaikana on ollut julkaisujen levittäminen tarvitsijoille sekä esitystapa. Alalla on paljon toimijoita, joiden vahvin puoli ei ole tekstin lukeminen. Nykyään kaikilla on sähköposti, mutta tiedon jakamisen ongelmana on postituslistojen puuttuminen tai päivittyminen.

### Alan koulutuksen perusteoksia

Recknagel & Sprenger: Taschenbuch für Heizung und Lüftung, nykyisin Heizung + Klimatechnik. 1898. (Erittäin käytetty oli esim. vuoden 1956 versio. Kirjan uusin versio on vuodelta 2008).

Cyclopedias of Heating, Plumbing, Sanitation, Ventilation by American School of Correspondence. Kolme erillistä kirjaa 1907 - 1909. Yhteensä toista tuhatta sivua täyttä asiaa itseopiskelijoille.

Normaalimääräykset lämmityslaitoksia suunniteltaessa. Teknillisen yhdistyksen Terveysteknillisen klubin Suomessa vahvistamat 1917. Myöhemmin Normaalimääräyskomitea: Lämmitys- ja ilmanvaihtolaitteiden suunnittelun normaaliohjeet Lämpö- ja vesijohtoteknillinen yhdistys ry, Helsinki. 1954, 1966 ja 1977.

[Keskuslämmityslaitosten suunnittelijan käsikirja, Aarne Oksanen Robert Partanen 1944](#)

Kiinteistöjen vesijohtoja viemäreitä koskevat määräykset. Suomen kunnallisteknillisen yhdistys 1956.

[Keskuslämmityslaitokset ja niiden asennus, TJ Karhu 1957](#)

[Keskuslämmittäjän ja talonmiehen käsikirja, Painos 1958](#)

Rakennusten vesijohdot ja viemärit (RVV-käsikirja). Suomen kunnallisteknillisen yhdistyksen julkaisu 1960, 1969 ja 1975. Aivan erinomainen käsikirja.

Olavi Vuorelainen: LVI-opetusmonisteet 1 - 5. Teknillisen korkeakoulun ylioppilaskunta 1968... 1970.

Alpo Halme: Rakennus- ja huoneakustiikka. Teknillisen korkeakoulun ylioppilaskunta 1970.

Olli Seppänen: Ilmastointiteknikka ja sisäilmasto. LVI-kustannus 1996.

Olli Seppänen et al: Ilmastoinnin suunnittelu. Talotekniikka-Julkaisut Oy 2000.

Olli Seppänen & Matti Seppänen: Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka. Sisäilmayhdistys 2004?

Olli Seppänen: Rakennusten lämmitys. Suomen LVI-liitto ry 1996.

TKK LVI-laboratorion raporttisarja.

Sisäilmayhdistys: Luokitukset eri vuosina, ensimmäinen 1995.

Alpo Halme, Olli Seppänen: Ilmastoinnin äänitekniikka. Suomen LVI-liitto ry 2002

Ympäristöministeriö: Suomen Rakentamismääräyskokoelma C1-C3, D1-D5, E1, E5-E7.

Esa Sandberg (toim.): Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät, Ilmastointitekniikka osa 1. Talotekniikka-Julkaisut Oy 2014.

Esa Sandberg (toim.): Ilmastointilaitoksen mitoitus, Ilmastointitekniikka osa 2. Talotekniikka-Julkaisut Oy 2014.

### **Kylmäalan oppikirjoja ym:**

Wäinö Jaurola: Kylmätekniikan oppikirja 1959 (1. painos).

Antero Aittomäki et al: Kylmätekniikka. Kylmätuki 1992, 1996, 2008 ja 2012.

Pertti Hakala, Esko Kaappola: Kylmälaitoksen suunnittelu. Opetushallitus 2005, 2007 ja 2013.

Nydal Roald: Käytännön kylmätekniikka. Suomen kylmäyhdistys 2008.

Kaappola, Hirvelä, Jokela, Kianta: Kylmätekniikan perusteet. Opetushallitus 2011, 2012 ja 2014.

Jani Kianta: Kylmätekniikan käsikirja. JM Kianta Tmi. 2013.

Jani Kianta: Refrigerants, ODP=0. Suomen Kylmäyhdistys 2006.

Aittomäki, Kianta et al, Välilliset kylmälaitokset – suunnittelu ja rakentaminen. Tampereen teknillinen yliopisto 2001.

Aittomäki, Kianta et al, Indirect Refrigeration Systems – Design Guide Book. Tampereen teknillinen yliopisto 2003.

Kylmäpäivien opetusmonisteet, n. 100 kpl 50 vuoden ajalta.

### **Teoksia, jotka ovat olleet yleisessä käytössä mm. suunnittelutoimistoissa**

H. Rietschels Leitfaden der Heiz- und Lüftungstechnik (painos 1934 oli jo kymmenes).

Rietschel & Reiss: Heizung und Lüftung Technik 1960.

Prof. John Rydbergin (Tukholman tekn. korkeakoulu) kurssimonisteet ja lehdistä olleet artikkelit.

VVS Handboken, (1949 jo neljäs laitos) ja ainakin 1963 painos useissa toimistoissa käytössä ollut.

VVS Handboken Tabeller och diagram 1974.

Verein Deutscher Ingenieure, (the Association of German Engineers) **VDI Wärmeatlas**, VDI-Verlag, ensimmäinen painos 1963, uusin painos VDI Heat Atlas. Springer 2010.

LIVI: Asuinrakennusten ilmanvaihto-normi. RIL nro 55, 1966.



SULVI kurssit ja niiden monisteet, ensimmäinen 1957. Olivat erittäin tärkeitä opetuksen täydentäjiä aikana, jolloin kehitys harppoi vuosittain isoja askeleita.

Juha Gabrielsson, Heikki Ranki: LVI-tekniikka. Tekniikan käsikirja, osa V. G. J. Kummerrus Osakeyhtiö 1970.

Olavi Ebeling: Teknillisiä taulukoita 1966.

John Bagge, Olli Pukkila: Ilmatekniikan suunnitteluopas osa 1 ja osa 2. Valmet Oy ja Mercantile Oy 1977. Tiivis paketti oleellisista asioista.

Woods of Colchester: Practical Guide to Noise Control. On alan perusteoksia.

RT-kortisto, erit. LVI-kortisto aloitettiin 1986.



ASHVEN, (myöh. ASHRAE) käsikirjat, ensimmäinen 1922, nykyään 8 kpl. *Kuvassa (BHa) eri vuosien painoksia AX:n kirjastossa.*

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH): Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practice for Design, 1951 (erityisesti kohdepoistot, viimeisin versio on 28. painos).

RörAMA 1950 ja sen päivitykset, myöh. VVS-AMA (työselitysmallipohja).

W. W. Baturin: Fundamentals of Industrial Ventilation. Sprenger Verlagen 1966. Alunperin venäjänkielinen kirja, joka on teollisuusilmanvaihdon perusteoksia.

Ekono Ekono-sarjan julkaisut kuten Buchert: Valimon Ilmanvaihto, 1966, Gabrielsson: Kosteaa ilman ix-diagrammi, 1967.

SFS- ja EN-Standardit sekä PSK-standardit (prosessiteollisuus) ja normit. Lisäksi ulkomaankohteissa mm. DIN, GOST ja ASHRAE.

Talotekniikka RYL 2002, eli yleiset laatuvaatimukset, RTS:n julkaisema. Ensimmäinen versio 1986. LVI-osan uusimistyö käynnissä 2016.

LVI-tarvikeluettelot, ensimmäiset 1950-luvulla, oleellinen parannus 1970-luvulla. Lämpö- vesi ja ilmanvaihtoteknillinen keskusliitto.

Laitevalmistajien erilliset julkaisut, oppaat ja mitoitusohjeet taulukot ja käyrästöt, erityisesti Svenska Fläktfabriken Ab, Valmet Oy/Carrier Corporation, Mercantile Ilmastointi, Oy Bahco Ab.

### **Julkaisuja, joista on ollut tai olisi ollut paljon hyötyä**

F. N. Mäki-Rossi: Keskuslämmittäjän ja talonmiehen käsikirja Otava. 1. painos 1935.

INSKOn, SuLVIn, AELn ym. kurssimonisteet.

Leevi Myyryläinen: Kiinteistöjen teknistaloudellinen ylläpito. KTM 1976.

SITRA Suuri lämpötaloustutkimus, osareportit Sarja A 1975 - 1977:

Juha Gabrielsson et al: Rakennusten sisäilmasto

Markku Rantama et al: Lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmän valinta toimistorakennuksessa

Börje Hagner, Eero Siitonen: Teollisuushallien lämmitys ja ilmanvaihto ja Teollisuushallien ilmaoviverhot



Ari Maijala: Kohdepoistot ja Teollisuuden lämpöolosuhteet

Seppo Pursiainen, Eero Siitonen, Börje Hagner: Teollisuushallien säteilylämmitys

Börje Hagner: Teollisuusilmastoinnin lämmöntalteenottojärjestelmät.

Sakari Sainio, Börje Hagner: Asuinkerrostalojen LVI-järjestelmien käyttösuunnitelman laatiminen. Asuntohallitus 1977.

Woods of Colchester: Practical Guide to Fan Engineering 1978... 1988.

KylAMA 1980.

Kauppa- ja teollisuusministeriön energiaosasto osaraportit, sarja D Selvitykset ja tutkimukset. Noin sadasta raportista tai oppaasta seuraavassa ehkä LVI:n kannalta kiintoisimmat:

Börje Hagner: Energiankulutuksen pienentäminen seisokkiaikana teollisuushalleissa. 1980. Teollisuusrakennusten LVI-järjestelmien käyttösuunnitelmien laatimisohje. 1981

Toimisto- ja virastotalojen LVI ja säätöjärjestelmien valinta. 1981

Lauri Suomalainen, Börje Hagner: Lämmön talteenotto likaisesta teollisuuspoistoilmasta. 1982

Markku Tapola: Teollisuuden Kohdeilmavaihto. 1982

Terveystalorakennusten energiatalouden parantaminen. 1982

Poistoilmalämpöpumppu kerrostalojen energiatalouden parantajana. 1982

Ekono Oy: LVI-laitteiden sähkönkulutus. 1983

Elektroninen ilmanpuhdistus kiertoilmajärjestelmässä. 1983

Pirkko Pihlajamaa: Ulkoilmasuodattimet, tarkoituksenmukainen valinta. 1983

Ilmanvaihdon energiatalouden parantaminen liike- ja julkisissa rakennuksissa. 1983

Eero Siitonen, Börje Hagner: Kylmäilmapuhallus 1984

Vesivaraaja rakennusten lämmityksessä. 1985

Pientalon ilmanvaihtolämmitys. 1985

Automaatiotekniikan energiataloudelliset sovellutukset. 1986

Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihdon tarve. 1986

Teollisuusrakennusten sisäilmasto. 1986

LVI-säätölaitteiden elinikä ja uusimistarve, olemassaolevien LVI-prosessien säätölaitteiden eliniän ja uusimistarpeen määrittely. 1987

Teollisuusilmanvaihdon suunnittelu, ilmanjako. 1987

Rakennusten energiataloudellinen käyttö ja ylläpito. 1988

Paperitehtaan ilmastoinnin kuluttaman primäärienergian käytön vähentäminen. 1988

Rakennusten jäähdytys. 1989

Projekti-insinöörit Oy: LVI-laitteiden ylimitoituksen haittojen välttäminen. 1989

Lisäksi KTM:n tukemana on laadittu 1980-luvulla yleisoppaita toimialakohtaisesti seuraaville:

elintarviketeollisuus

tekstiili- ja nahkateollisuus

kemian teollisuus

savi-, lasi-, kiviteollisuus

metallien valmistus  
 metalli- ja konepajatuotteiden valmistus  
 muovituoteala  
 hotelli- majoitusala  
 prosessiteollisuus.

Neste Oy PKT-energiaoppaat 1987...1990, ryhmän vetäjänä Per-Erik Sjöholm:

Energian käyttö- ja suunnittelutietoa kuumasinkitsijöille

Börje Hagner et al: Leipomouunien energiataloudellinen käyttö ja valinta. Energian käyttö- ja suunnittelutietoa teva- ja pesulateollisuudelle. Liha- ja einosalan energiaopas. Taloudellinen kasvihuonelämmitys ja Ekonomiskt uppvärmning av växthus. Kamarikuivaamoiden lämmitys. Maatalouden tuotantorakennusten ilmastointi ja lämmitys. Öljyä käyttävät prosessilaitteet. Teollisuushallien lämmitys- ja ilmastointitietoa teollisuudelle. Lämmöntalteenoton käyttö- ja suunnittelutietoa teollisuudelle. Teollisuusrakennusten ilmastointi ja lämmitys

Energian käyttö- ja suunnittelutietoa maalaamoille

Energian käyttö- ja suunnittelutietoa konepajateollisuudelle

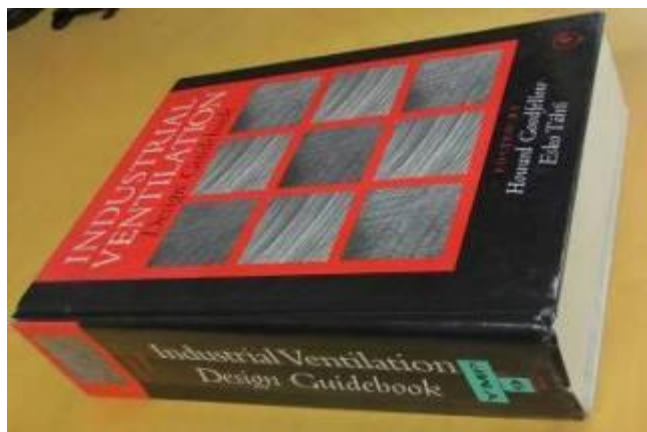
Betonitehtaan energiaopas

Kari Saviharju: Öljykattilalaitoksen käyttö- ja suunnittelutietoa

Teuvo Aro: Kuumaöljyopas ja Höyryopas.

Projekti-Insinöörit Oy, Neste Oy, LVI-Urakoitsijalitto: Kiinteistöjen LVI-tekniikan kunnostus ja huolto. 1985.

Börje Hagner et al: Teollisuushallien taloudellinen lämmitys ja ilmanvaihto. Imatran Voima Oy, 1993.



Esko Tähti et al. **Industrial Ventilation Design Guide Book** (yli 1500 sivua). INVENT-projekti. 2000. Tätä ennen julkaistiin jo useita suomenkielisiä erillisraportteja/ohjevihkosia. Kuva BHa.

Teuvo Aro, Krister Koivula: **Learning from experiences with Industrial Ventilation. CADDET Analyses Series No. 10.** Energiankäytön tehokkuutta ja uusiutuvan energian käytön lisäämistä ajava kirja erilaisista OECD-maissa toteutettujen teollisuustilojen energiatehokkaista ilmanvaihtoratkaisuista. Pääosa esimerkeistä löytyi Suomesta. Caddet-keskus 1993. CADDET on julkaissut myös uutislehteä, jossa on esitelty laajalti erilaisia energiatehokkaita ratkaisuja. Nykyisin CADDET julkaisee netissä teknisiä raportteja toteutuneista ja toimivaksi todennetuista uusiutuvaa energiaa hyödyntävistä ratkaisuista.

Kauko Lindström **Vesi- ja viemäritekniikka**. Edita 1999.

Pentti Harju: **Penan tietokirjat**: LVI-tekniikan perusteet, Talotekniikan automaatio, Mittaus ja säätö, Ilmastointi 1 ja 2, Vesi ja veden käyttö rakennuksissa, Teknillinen piirustus. Penan Tieto-opas Ky 2002 ja Otava 2003. Kirjat ovat varustettu havainnollisilla kuvilla.

**RIL-kirjat**, kuten uudemmat RIL 196...1992: Viihtyisä asuminen. LVI-suunnittelun opas. RIL 252-1-2009: Asuinkerrostalojen linjasaneeraus. RIL 239-2008: Talotekniikan reititysohje. RIL 232-2012: Rakennusten savunpoisto: suunnittelu, toteutus ja ylläpito (edellinen versio 2007).

Arto Riikonen: Kaasualaa koskeva erinomainen Gasum Oy:n M-julkaisusarja, 22 osaa, 1990-luvulla.

Kai Siren: Ilmastointitekniikan mittaukset. Tietonova 1995.

Sten Embom: **Kylmän välttämättömyys**. Kylmätekniikan voitonmarssi Suomessa. Gummerrus 1995. Sen jatkoksi on tehty: Esa Aalto toimittajana, kirjoittajina Aittomäki, Hannula, Heinonen, Hirvelä, Jokela, Kaappola, Mentula, Savolainen: **Kylmäala muutosten pyörteissä**. Suomen kylmäyhdistys 2015.

Esko Tähti et al: Teollisuusilmastoinnin opas. TAKE Report 14. 2009.

Palo- ja Rakennuslainsäädäntö. Suomen kalenterit 2012.

LVI-Talotekniikkateollisuuden monet julkaisut.

Veli-Matti Mäkelä ja Jarmo Tuunanen: Suomalainen kaukolämpö (hyvä opinnäytetyö).

Sisäilmäyhdistyksen erilaiset oppaat, kuten Harri Ripatti et al: Puhtaan ilmanvaihtojärjestelmä suunnitteluohje, eri painoksia, 2000-luku.

LVI-INFO, tuotetiedosto, jota ylläpitää LVI-tekniikan kaupan liitto. Rekisteröidyille tuotteille annetaan LVI-numero ja sen oheistiedot saa näkyviin. LVI-INFO -tuoterekisteriä käyttävät kaikki Suomen suurimmat LVI-tukkuliikkeet. Järjestelmään liitetään kansainvälisen Etim-standardin (European Technical Information Model) mukainen tiukempi tuotetietojen esitystapa. Työ alkoi 2015 aikana.

Verkossa olevat sanakirjat.

Verkossa olevat väitöskirjat, lisensiaatti- ja diplomityöt ja muut opinnäytetyöt.

## Lehdet

Valintaperusteet: ovat sisältäneet alan tietämystä parantavia kirjoituksia:

TALOTEKNIikka, korvasi LVI-lehden, joka oli aiemmin LVT-lehti ja sitä ennen LVT-tiedotteita per. 1949. LVT- ja LVI-lehti sisälsivät paljon ammattitaitoa parantavia asiantuntijakirjoituksia aikana, jolloin opetus oli verraten pinnallista. Opetettiin mm. kanavien suunnittelua, hx-piirroksen käyttöä, korroosiotekniikkaa, äänitekniikkaa, lämpöhäviöiden laskentaa, putkieristeiden optimointia, lämmityslaitosten mitoittamista, säteilylämmitystä, kaukolämpöjärjestelmiä, puhaltimien valintaa ja kytkentää kanavistoon. Monet näistä kirjoituksista ovat edelleen aivan käypää opetusmateriaalia.

KYLMÄEXTRA

VVS Tidskrift

SISÄILMAUUTISET

LVI-Mies, lopetettu samalla, kun LVI-Lehti lopetettiin ja tuli tilalle Talotekniikka

KUNTATEKNIikka, SKTY:n julkaisema lehti

**Seuraavissa on LVI-alan kirjoituksia enemmän tai vähemmän satunnaisesti**

RAKENNUSLEHTI, per. 1976, on liki ainoa rakennusalan lehti, joka ei ole puffi, vaan uskaltaa kirjoittaa reippaasti myös kriittisesti

RAKENNUSTEKNIikka, RIL:n lehti

RAKENNUSMAAILMA, ainoa lehti, jossa on mm. LVI-laitteiden sellaisia testejä, joita pitäisi alan laadunvalvonnan itse tehdä

## RAKENNUSTAITO

TEKNIikka JA TALOUS ent. INSINÖÖRIUUTISET

VESITALOUS

SUOMELA, LÄMMÖLLÄ, PIENTALO JA PIHA, OMAKOTILEHTI, MEIDÄN MÖKKI ym.  
Pientalo- ja mökkipuolelle on paljon syntynyt ja poistunut lehtiä.

KIINTEISTÖLEHTI ja Kiinteistöliiton paikalliset kiinteistöuutislehdet

OMAKOTIVIESTI (Tampereen omakotiyhdistysten keskusjärjestön lehti) ja muut vastaavat asukasyhdistysten ja yms. lehdet

Erilaiset alan yhdistysten tai oppilaitosten juhla- ja kampanjajulkaisut

Yritysten omat lehdet Onninen, Oras Oy:n Hanakanava, Atlas-Copco Oy, Alfa-Laval, Fläkt Woodsin lehti, AX-Uutiset, Granlund Oy:n Halfdone, Retermianews.

Kunnallisten vesi- ja energialaitosten lehdet

Monet yritykset ovat siirtyneet sähköisiin uutislehtiin

Ulkomaisista lehdistä luettuja ovat olleet erityisesti:

- ruotsalainen Energi & Miljö (entinen VVS-tidskrift)
- amerikkalaiset Heating, Piping, Air Conditioning, ASHRAE Journal
- saksalainen Heizungs-, Klima-, Sanitärtechnik ja Heizung-Lüftung-Klimotechnik-Haustechnik
- Lisäksi on joukko erikoistekniikoiden lehtiä kuten kylmälämmästä tai uima-altaita ja uimahalleja koskevia.

## Tarttis kertoa myös suurelle yleisölle ja lystin maksajille

### Energiatodistuksen tekemisen hyöty

LVI-alan puutteena on kuitenkin ollut se, ettei alan kirjoituksia ole juurikaan näkynyt suuren yleisön medioissa. Ala sentään koskettaa jokaista kansalaista, jonka takia harhakäsitysten oikaisu ja toisaalta uusien todennetusti parempien ratkaisujen esille tuominen olisi tarpeen.

Hyvä esimerkki huonosta tiedottamisesta on energiatodistusten laatimisvelvoite, jonka motivoivan tiedottamisen maksajille eli kiinteistöjen omistajille ympäristöministeriö sössi. LVI-alan ihmisille on kyllä ollut koulutusta ja auktorisointia yms. Useimmilla kiinteistöomistajilla ei ole ollut oikeaa käsitystä todistuksen sisällyksestä ja hyödystä. Seurauksen oli kansalaisaloite koko homman kumoamiseksi vähintään pientalojen osalta. Kun kiinteistönomistajille on selostanut kädestä pitäen mitä hyötyä energiatodistuksesta on, on poikkeuksetta vastauksena ollut: "En minä tota tiennytkään".

Tiedottamisessa tarvitaan muutoinkin rautalankaa. On pidettävä mielessä, että puolet suuresta yleisöstä on keskimääräistä tyhmempää. **Like to a small child** on vanha ohje tiedottamisesta yleisölle USA:ssa. Heillähän ei koskaan ollutkaan tsaarinaikaa, joka olisi voinut jäädä päälle.

### Uskomustieteitä

Energian käyttöön ja kannattavuuteen liittyy paljon asioita, joiden ymmärtäminen kuuluisi kansalaistaitoihin. Myös ilmanvaihdosta suurella yleisöllä on uskomuksia. Asiaa ei ole helpottanut joidenkin alaa tuntemattomien, mutta asiantuntijoina pidettyjen, käsitykset mm. rakennusten oikeista painesuhteista ja veshöyryn diffuusiosta ulkovaippaan. Esimerkkinä todellisen tiedon puutteesta on erään porukan ohje, että rakennuksessa on syytä pitää 1 Pascalin alipaine. Ei ollut tietoa, että rakennukseen syntyy ulko- ja sisälämpötilan eron takia painekuvio, joka johtaa yläosassa monen Pascalin ylipaineeseen ja alaosassa vastaavasti alipaineeseen. Lisäksi yhden Pascalin paine-eron mittaaminen on ylivoimaista ja tuulella täysin mahdotonta.

### Asukkaiden tietämys ilmastoinnista hataraa

Asuntojen tai toimitilojen ostajillakaan ei ole juuri tietoa mitä pitäisi vaatia. Takana päin alkaa ehkä kuitenkin olla koko kansan slogani "Ei se ilmastointi kuitenkaan toimi". Laitteiden huollon

merkitystä tai edes päämäärää ei aina ymmärretä. Helsinkiin rakennettiin parikymmentä vuotta sitten kerrostaloja, joissa oli asuntokohtaiset tulo- ja poistoilmalaitteet. Asukkaat valittivat sitä, että tuloilmasuodattimet tukkeutuvat. Tätä vähän naureskeltiin, todistihan tukkeutuminen, että oli todella tarpeen puhdistaa ilmaa. Tosin vähän mietitytti, josko olisi ollut järkevämpää järjestää laitteille vähän enemmän tilaa, jotta olisi voinut käyttää suurempia suodatinpinta-alojen ja siten harvempia huoltovälejä. Ja ovatkohan ne asukkaille jaettavat käyttöohjeet todella motivoivia ja taustoja selvittäviä Mitähän, jos LVI-ala kerrankin tekisi vaikkapa tulo/poisto-ilmanvaihdoista joka asukkaan oppaan?

### **Hyvän sisäilman arvostus ihan oikeasti**

Eräässä tutkimuksessa 2000-luvun alussa kysyttiin suurelta joukolta uutta asuntoa harkitsevilta arvostavatko he hyvää sisäilmaa. Vastaus oli tietenkin; Kyllä. Kun kysyttiin olisivatko valmiit satsaamaan muutaman tonnin hyvän sisäilman aikaansaamiseksi, oli vastaus: "Ei me tuollaisia summia makseta".

## **5 ALAN OHJAUS**

### **LVI-ALAN VAIKUTTANEITA VIRANOMAISIA ym.**

**Kauppa- ja Teollisuusministeriö**, per. 1888, vuodesta 2008 **Työ- ja elinkeinoministeriö**  
**TEM**

**Rakennushallitus** (ruots. byggnadsstyrelsen) oli suomalainen keskusvirasto, joka toimi vuosina 1811–1995. Sen tehtävä oli huolehtia valtion rakennusten ylläpidosta ja suunnitella uudet valtion rakennukset. Rakennushallituksen tehtäviä hoitamaan perustettiin Valtion kiinteistölaitos, joka nykyisin tunnetaan nimellä **Senaatti-Kiinteistöt**, joka on valtion liikelaitos.

**Asuntohallitus** 1966 - 1993, Kuului ensin sisäasiainministeriön ja vuodesta 1983 alkaen vasta perustetun ympäristöministeriön hallinnonalaan. Tehtävänä on mm. kuntien asuntotuotannon ohjaus ja valvonta, sekä muutoksenhakuviranomaisena toimiminen. Keskeisin tehtävä oli valvoa, ohjata ja edistää valtion tuella (Arava-järjestelmän puitteissa) tapahtuvaa asuntorakentamista. Tämän takia laati tarkkoja ohjeita lainoitettavien rakennusten teknisistä ratkaisuista.

Asuntohallituksen edeltäjä oli **Arava**. Kun asuntohallitus lakkautettiin 1.12.1993, suurin osa sen tehtävistä siirtyi uudelle valtion asuntorahastolle. Osa tehtävistä siirtyi ympäristöministeriölle.

**Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus (ARA)** vastaa keskeisesti valtion asuntopolitiikan toimeenpanosta. ARA kuuluu ympäristöministeriön hallinnon alaan. ARA myöntää asumiseen ja rakentamiseen liittyviä avustuksia, tukia ja takauksia sekä ohjaa ja valvoo ARA-asuntokannan käyttöä. ARA on myös mukana asumisen kehittämiseen ja asuntomarkkinoiden asiantuntijuuteen liittyvissä hankkeissa ja tuottaa alan tietopalvelua. ARA on asumisen asiantunteva kumppani, kehittäjä ja uudistaja, joka edistää ekologisesti kestävästä, laadukasta ja kohtuuhintaista asumista. Periaatteena: jokaisella on oikeus hyvään asumiseen.

**Ympäristöministeriö**, per. 1983. Vastaa ympäristö- ja asuntoasioiden valmistelusta ym. Ministeriön toimintaan on liittynyt paineita mm, jatkuvien määräysmuutosten takia. Niitä ministeriö on perustellut EU:sta tulleilta ohjeilta tms.

**Energiamarkkinavirasto** aloitti toimintansa Sähkömarkkinakeskuksena sähkömarkkinain tultua voimaan 1.6.1995. Sähkömarkkinakeskus muuttui Energiamarkkinavirastoksi 1.8.2000. Tehtävät laajenivat myös maakaasumarkkinoiden valvontaan. 2004 virasto sai päästökauppaviranomaisen tehtävät. 2011 virasto alkoi hallinnoida uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantokijärjestelmää.

2014 alusta lukien työ- ja elinkeinoministeriön siirsi energiatehokkuuden ja uusiutuvan energian käytön edistämistehtäviä virastoon ja nimi muuttui **Energiavirastoksi**.

**Paikalliset rakennustarkastajat**. Varsinkin Helsingin alueella on ollut omia ohjeita ja tarkennuksia. Toisaalta monissa kunnissa esim. suunnitelmien tarkastaminen on lopetettu. Suunnitelmat toimitetaan vain arkistoitavaksi. 2015 käynnissä siirtyminen sähköiseen asiointiin rakennuslupa-asioissa.



**Pelastuslaitokset** (erit. palo-asiat), usein päätösvaltaa yli asetusten.

**Kuntien terveystarkastajat.** Tarkastajilta saa esim. riitatilanteista apua mm. sisäilmamittauksiin, jos on epäiltävissä, että määräyksiä ei noudateta.

### **Työsuojelu Suomessa**

Katso myös kohta: Yli 100 vuotta teollisuusilmaa Suomessa.

Työsuojelua on totisesti tarvittu, alla esimerkki fosforitulitikkujen valmistuksesta 1880-luvulta. (Kyseessä on tikut, joita lännen mies syyttää raapaisemalla kengänpohjaa tms.). Suomessa tämä tulitikkuruudin valmistusmenetelmä lopetettiin ensimmäisenä Pohjoismaista jo 1800-luvun puolella.

**Jukka Sihvonen** kuvaa Tekniikan Maailma -lehden artikkelissaan: “ *Kolme neljä vuotta fosforihöyryjä työssään hengittäneille tulitikkutehtaan työläisille alkoi muodostua erilaisia luusairauksia sekä kasvoihin ylä- tai alaleuan kuolioita. Myrkytyksen saaneen kasvot vääristyivät, hampaat irtosivat, ikenet, iho alkoi vihertää ja muuttua mustaksi. Leukaluu saattoi alkaa hohtaa himmeästi pimeässä. Mitään lääkettä ei ollut, vain leikkauksia oli mahdollista tehdä. Tulitikkutehtaan työt erottuivat runneltuneista kasvoistaan jo kaukaa. Fosfori tuhosi heidän elämänsä.*”

Industrialismin kasvu Isossa-Britanniassa 1700-luvun lopulla ja 1800-luvun alussa toi työelämään liittyvät riskit ajankohtaisiksi. Suomessa ensimmäiset työsuojelua tarkoittavat säännökset olivat asetuksessa teollisuusammateissa olevien työntekijöiden suojelemisesta vuodelta 1889.

**Sosiaali- ja terveysministeriö, Stm**, per. 1917. Sosiaaliasiain esittely erotettiin senaatissa kauppa- ja teollisuustoimikunnasta sosiaalitoimituskuntaan, jonka toimialaan kuuluivat mm. työväenasia, joka sisältää esim. työväen suojelun. Stm johtaa, valvoo ja hoitaa työsuojelutoimintaa. Toiminta on jaettu viidelle työsuojelun vastuualueelle. Aiemmin alueellisesta työsuojelusta vastasivat työsuojelupiirit. Vastuualueet ohjaavat ja neuvovat työntekijöitä ja työnantajia mm. työoloja koskevien säädösten soveltamisessa. Käytännön työssä toimivat työsuojelutarkastajat.

Stm:n työsuojelutoimintaa tukevat viranomaistahot: **Työ- ja elinkeinoministeriö, Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes), Säteilyturvakeskus (STUK), Kuluttajavirasto sekä Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskus (STTV)**. Tutkimus- ja palvelulaitokset, kuten VTT, vakuutusyhtiöt, standardisoimisliitto ja korkeakoulut tuottavat työsuojeluun ja -terveyteen liittyvää materiaalia ja ohjeistusta. Laitokset antavat asiantuntijalausuntoja sekä tekevät mittauksia.

Työpaikkojen työsuojelun organisoinnista vastaa työnantaja: että perustetaan **Työpaikkojen työsuojelutoimikunnat**.

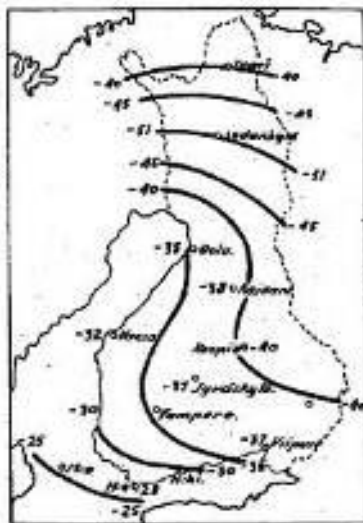
**Lääketeollisuudessa FDA** eli Yhdysvaltain elintarvike ja lääkehallintovirasto (Food and Drug Administration) valvoo yksityiskohtaisesti, että lääketeollisuus, joka toimittaa lääkkeitä Yhdysvaltoihin, täyttää kaikki erityismääräykset. Uuden lääkkeenvalmistuslinjan auditointi voi kestää viikkoja tai kuukausia.

### **LAKEJA, ASETUKSIA, OHJEITA YMS**

Rakennusten lämmitystarpeen ja minimi-ilmanvaihdon laskemiseksi ja lämmittimien mitoittamiseksi on julkaistu ns. **Normaaliohjeita**. Ensimmäinen versio 1917, seuraava vasta 1950-luvulla. Ohjeiden perusteella voi laskea mm. lämmityspattereiden tehon ja pinta-alan, kattiloiden tehon yms. Ohjeissa oli esimerkkejä eri rakennusaineiden lämmönjohtavuudesta.

Lämmöntarpeen laskennassa on oleellista, millainen sää otetaan mitoituksen pohjaksi. Eri maissa laskentatapa vaihtelee. Suomessa käytetään tiettyä ajanjaksona esiintyneen muutaman kylmimmän päivän keskiarvoa. ASHRAE esittää esiintymistodennäköisyyden prosentit muutamille mitoitusarvoille.

Allennit lämpösuhteita lämmittämissuhteita ei ole otettu laskelmissa huomioon. Lämpösuhteita ei ole otettu huomioon ottaen on otettava -30°C ulkolämpötilalla.



Lämmittämissuhteita varten.



Lämmittämissuhteita varten.

- 1) Suljetussa, suurin osaksi osaksi lämpöä  
haavittua välillä olevissa paikoissa (ei  
ulkoilma) ... ± 0°C
- 2) Kellareissa, jotka vähintään 20 korkeus-  
metriä ovat maanpinnan alapuolella ... ± 0°C
- 3) Kellareissa, jotka ovat korkeammalla ... - 5°C
- 4) Uuden ulkoilman yhteydessä olevissa pa-  
koissa, kuten portaita, eteisissä ja läpö-  
kytävissä ... -10°C

Normaaliohjeissa annettiin ohjeet mm. lämmityslaitoksen mitoituslämpötilalle. Vasemmalla isotermikuva mallia 1917 ja oikealla 1966. Mitoitusperusteet ovat lieventyneet. Säädataa on saatu lisää.

LIVI julkaisi ilmanvaihto-ohjeet 1960-luvulla ja tarkennetut lämmitystarpeen laskentaohjeet 1970-luvulla.

**Rakentamismääräykset** Ensimmäiset LVI-tekniikkaa koskevat ilmestyivät 1976. Kaikkien ministeriöiden sekä muiden viranomaisten määräyskokoelmien aineistoa on viety 2000 lähtien Finlexiin perustettuun viranomaisten normitietokantaan. Sieltä löytyy mm. ympäristöministeriön rakentamismääräyskokoelma kokonaisuudessaan ja useiden ministeriöiden määräysten tekstit, ks. [www.finlex.fi/normit/index.html](http://www.finlex.fi/normit/index.html).

Rakentamismääräykset tulevat lähiaikoina kuitenkin poistumaan. Työn pitäisi olla valmis 2018. Määräykset korvataan asetuksilla ja erillisillä ohjeosilla. Tämä kuulemma selkiyttää tulkintoja. Ainakin se on joustavampi menetelmä päivittää, tarkentaa ja taustoittaa ohjeita, Nythän röyhkeimmät toimijat ovat viitanneet kintaalla ohjeisiin sanomalla, että nehen ovat vain ohjeita.

**Asetukset, esim.** Palavien nesteiden asetukset, Paineastia-asetukset, Savunpoistoasetus ja nykyisin Savunpoiston EN-normit ja niiden luonnokset, ATEX-direktiivi, Jätehuoltoasetus.

**Kuntakohtaiset ohjeet**, erityisesti Helsingin seudun kunnilla on ollut omia ohjeita. Haja-asutusalueiden jätevesien puhdistuksesta ja käsittelystä on useita kuntakohtaisia kansantajuisia ohjekirjasia. Niille on ominaista, että sama asia on pitänyt kertoa hieman eri sanoin ja kuvin. Hoh hoijaa.

**TUKESin ohjeet** mm. palavien nesteiden varastoinnista.

Yleiset laatuvaatimukset eli **Talotekniikka-RYL** eli TATE-RYL 1 ja 2. Uusi LVI-RYL on työn alla.

**Vakuutusyhtiöt**, esim. sprinklerilaitteistot, palopostijärjestelmät, inerttikaasujärjestelmät, hiilidioksidikaasujärjestelmät. Lisää aiheesta: Vahingontorjuntavaatimukset /CEA = Euroopan vakuutus- ja jälleenvakuutusalan keskusliitto. Jo 1800-luvun puolella suojele- ja palonesto-ohjeita ja tapauskohtaisia määräyksiä antoi mm. Saha-Palo Oy, ja sen seuraaja Teollisuuspallo ja siitä muodostunut Teollisuusvakuutus Oy eli nykyinen vakuutusyhtiö IF. Myös Keskeisyhteisöjen vakuutusyhtiö Otso (per. 1938) on ohjeistanut ja kouluttanut suunnittelijoita.

Mikäli edellisistä ei löydy ohjeita eikä malleja tavoitelaadun määrittelemiseksi, voidaan käyttää myös **standardeja**. Käyttökelpoisia ovat esim. seuraavat:

Suomalaiset SFS- (SFS-EN), ruotsalaiset SS-, saksalaiset DIN-, eurooppalaiset EN-, prosessiteollisuuden PSK- ja amerikkalaiset ASHRAE-standardit ja Guidelines sekä ASME:n (The American Society of Mechanical Engineers) ja American National Standards Institute (ANSI) standardit.

Muutoinkin on ainakin ideoita voitu katsoa ruotsalaisista ohjeista ja määräyksistä. Siellä esim. **Arbetskyddstyrelse** on julkaissut monta mielenkiintoista ohjetta.

## TESTAUS, HYVÄKSYNTÄ, PÄTEVYYS. LUOKITUKSET

### Henkilöiden pätevyys

**FISE Pätevyysjärjestelmä**, ollut ja ilmeisesti tulee olemaan muutoksien kourissa, sillä valinnaisten opetuskurssien aikana opintopisteiden kuin opintoviikkojen summan merkitys vaatii rukkaamista. Korkeakouluopetuksessa perinteinen LVI-DI-käsite on muotoutumassa, ja kysymyksen alla on minkä arvoinen on pelkkä kandidatkinto.

Pätevyysjärjestelmässä keskustelua on herättänyt myös käytännön kokemuksen noteraaminen tai pikemminkin sen puute. Esimerkiksi suunnittelija ei saa hyvitystä asennustyökokemuksesta, vaikka siitä on kiistämättä suurta hyötyä itse työssä.

SuLVI vastaa kansallisen pätevydentoteamiselimien FISE Oy:n osakkaana LVI-alan suunnittelijoiden ja työnjohdon, energiatodistuksen laatijan ja LVV-kuntotutkijan pätevydentoteamisesta.

Pätevyysvaatimuksia on asetettu ainakin seuraaville osa-alueille:

- KVV-työnjohtajat
- IV-töiden johtaja
- vaatimustasoltaan erilaisten LVI-laitosten suunnittelijat
- energiatodistusten laatijat
- kuntotutkijat
- erikoisjärjestelmien asentajat, kuten kylmälaitteet, öljyputkistot, kaasujärjestelmät

**Lyhyempien kurssien tuloksena** voi saada mm. seuraavia:

- hygieniapassi
- työturvallisuuskortti
- tulityökortti

### Laitteet

Kansalliset Tyyppihyväksynät, ks. asetukset, korvautuvat CE-merkinnällä.

Rakentamismääräyksissä on vaatimuksia laitteille, esim. ilmanvaihtolaitteiden maksimi sähkön ominaiskulutus eli SFP-luku ja tiiviys.

Energialuokkamerkinät.

**Rakennukset ja rakennusmateriaalit**, ks. Sisäilmaluokitus, ks. Sisäilmayhdistys ry.

**LEED** (The Leadership in Energy and Environmental Design (LEED®) Green Building Rating System) on Yhdysvalloissa kehitetty luokitusmenettely, jonka ensimmäinen versio julkaistiin 1998. Rakennusten ympäristövaikutusten luokitusjärjestelmä, per. 1989 USA:ssa. Käytetty jo Suomessakin mm. joissakin ulkomaalaisrahoitetuissa ostoskeskushankkeissa.

**BREEAM** (BRE Environmental Assessment Method) on englantilainen ympäristöluokitus, jonka ensimmäinen versio julkaistiin 1990. Se palkitsee säännökset ylittävät suoritukset, jotka edesauttavat ympäristön hyvinvointia, mukavuutta ja terveellisyyttä. BREEAM antaa pisteitä ja ryhmittelee ympäristövaikutukset seuraaviin luokkiin:

- **Energia:** käyttöenergia ja hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>)
- **Projektinjohto:** johtamiskäytännöt, käyttöönotto, luovutus, työmaan hallinto ja hankinnat
- **Terveys ja hyvinvointi:** Rakennuksen sisäiset ja ulkoiset tekijät (melu, valo, ilmanlaatu jne.)
- **Liikenne:** liikenteeseen liittyvä CO<sub>2</sub> ja sijaintiin liittyvät tekijät
- **Vesi:** kulutus ja tehokkuus sisällä ja ulkona
- **Materiaalit:** rakennusmateriaalien vaikutukset, myös elinkaarivaikutukset, kuten hiilidioksidimäärät
- **Jätteet:** rakentamismateriaalien käytön tehokkuus ja käytönaikainen jätehuolto sekä jätteiden minimointi
- **Maan käyttö:** tonttityyppi ja rakennuksen ekologinen jalanjälki
- **Saasteet:** ilmansaasteet ja päästöt vesistöihin
- **Ekologia:** ekologinen arvo, ympäristönsuojelu ja kehittäminen.

Ympäristöluokituksia on hiottu moneen kertaan. Edelleen niissä on osia, joita on sovellettava paikallisesti riippuen mm. aluelämmitys- ja sähkönkehitysratkaisuista.

**WELL Building Standard** on yhdysvalloista kotoisin oleva viime vuonna käyttöön otettu rakennusten sertifiointijärjestelmä, joka ottaa huomioon kiinteistön käyttäjien hyvinvoinnin. WELL laajentaa rakennusten ympäristösertifiointia kiinteistön hyvinvointivaikutusten mittaamiseen, joilla nähdään olevan suora vaikutus terveyteen ja siten myös työn tuottavuuteen.

WELL-sertifiointi ei korvaa kiinteistöalalla yleistyneitä ympäristöluokituksia, esimerkiksi LEED- ja BREEAM-standardeja, vaan laajentaa tarkastelemaan rakennuksia inhimillisestä näkökulmasta. Luokitus perustuu seitsemään kategoriaan: ilma, vesi, valo, mieli, ravitsemus, kunto ja viihtyisyys.

### Yritysten laatujärjestelmät

Tosiasialliset toiminnan laatujärjestelmät vaihtelevat yrityksestä ja jopa työryhmästä riippuen. Asiakaslähtöinen ajattelu ei perinteisesti ole ollut vahvuus rakennusalalla. LVI-puolella negatiiviseen palautteeseen vastattiin 1970-luvulla (ja jossain kai sen jälkeenkin) leimalla "hullu akka" sen sijaan, että olisi syvennetty omaa ammattitaitoa ja menty toteamaan, mittaamaan ja analysoimaan tilanne. Tosin harvalla on ollut tarvittavia mittareita: mustapallomittari tai pienten alle 0,2 m/s ilmannopeuksien mittari, WBGT-mittari tai herkkyydeltään ja mittausalueeltaan hyvälaatuinen äänimittari.

Joissakin yrityksissä on alettu aktiivisesti koota palautteita ja käyty niitä läpi porukan kanssa (mikäli on kiinteää porukkaa). Vaikeissa ja alati muuttuvissa työmaaoloissa on vetäjien tietyllä tavalla parkkiinnuttava, mutta perusasenne ei saa olla, että valittaja on ikävä ihminen. Saatu palaute voi olla jatkossa avain kilpailukykyiseen toimintaan tai palveluun.

**Elinkaarikustannusoptimointi** on tulossa julkisiin hankintoihin. Ongelmat ovat osin samat kuin ympäristövaikutusten luokituksissa. Sinänsä laskentakaavat ovat verraten helppoja, mutta tosiasia on, ettei kukaan tiedä oleellisia laskennan perusparametreja:

- paljonko eri energialajien hinnat ja niihin liittyvät siirtohinnat yms. muuttuvat vuosittain seuraavien vuosikymmenten aikana (esimerkki öljyn hintamuutokset viimeisten viiden vuoden aikana, kuka osasi ennustaa?)

- mikä on todellinen tekninen tai taloudellinen käyttöikä (on vain karkeita arvioita, joissa tuskin osataan ottaa huomioon edes tapauskohtaisia erityisolosuhteita)
- mikä on jonkin laitevalinnan ja mitoituksen taloudellinen käyttöikä, jos ja kun markkinoille tulee uusia kilpailevia ratkaisuja
- miten kansainväliset hiilidioksidipäästöihin liittyvät sopimukset kehittyvät (kymmenen vuoden sisällä kaikki määräykset voivat muuttua radikaalisti)
- miten laskentakorkokanta pitäisi valita (kuka olisi uskonut, että keskuspankkien ohjaukorot voisivat olla käytännössä 0 %)
- miten työvoimakustannukset muuttuvat (nythän mennään niissä alaspäin)
- mitä riskejä ratkaisuun liittyy (riskejä ovat esim. rakennus/asennusvirheet, homevaarat, käyttökeskeytykset, hakkerointi)

Kun elinkaarikustannuksiin otetaan mukaan myös sisäilman tai valaistuksen vaikutukset työtehoon, terveyteen, laitteiden vikaantumiseen ja kulumiseen ja onnettomuusriskeihin, ollaankin jo syvällä oletusten suossa, jossa pienillä muutoksilla lähtöparametreissa saa tulokseksi mitä haluaa. Esimerkkinä eristeteollisuus, joka perinteisesti on ruuvaillut pitoaikaa, vuosittaista energian hinnan muutosta ja laskentakorkoa saaden tuloksista itselleen edullisia. Kohtuullista olisi esittää herkkyytarkasteluja eri lähtöarvoilla. Olisi myös muistettava katsoa isoa kuvaa: lämpimien putkien lämpöhäviöillä on vaikutusta sisäilmaan. Jokainen watti saatetaan joutua poistamaan jopa jäädytetyllä ilmastoinnilla ainakin kesäaikaan. Ilmastoinnin kasvattaminen maksaa.

## SOPIMUSKÄYTÄNTÖ, TEHTÄVIEN SISÄLLÖT

Tehtävien sisältöluettelot, löytyvät RT-kortistosta

- suunnittelu: konsulttialan yleiset sopimusehdot KSE
- rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE ja siihen liittyvät lomakkeet
- teollisuuden yleiset hankintaehdot
- Rakennusteollisuus: esim. Elinkaarihankkeiden sopimusmalli
- valvojan tehtävät
- energiaselvityksien sisältö
- kuntotutkimusten sisältö
- ym.

## Suuret rakennuttajat

Valintaperuste: suuria rakennusmassoja, yleensä omat ohjeistot koskien teknisiä ratkaisuja:

Rakennushallitus ja Asuntohallitus, ks. Senaatti-Kiinteistöt

VVO ja muutamat muut ns. yleishyödylliset asuintalorakentajat

Senaatti-Kiinteistöt alueenaan valtion hallinnoimat kiinteistöt

Valio, metsäyhtiöt, suuret teollisuusyritykset, Technopolis

Kaupunkien tilakeskukset ja rakennusvirastot

Kauppaketjut kuten K-Ryhmä, S-Ryhmä, Lidl, Tokmanni...



Grynderit  
 Opiskelija-asuntosäätiöt  
 Citycon Oyj  
 Suomen Yliopistokiinteistöt Oy  
 Vakuutusyhtiöt.

## Osa-alueita, joita en nyt ottanut mukaan

Seuraavista aiheista voisi seuraavissa päivityksissä kirjoittaa tarkemmin:

- radonin poisto, savun poisto, paineistus
- salaojat
- routasuojaukset
- sadevesijärjestelmät
- puhdasvesijärjestelmät
- sairaala- ja teollisuuskaasujärjestelmät
- sprinklerijärjestelmät, vaahtosammutus
- höyrylämmitys
- putkat, puolustusvoimien rakennukset, varastot, tunnelit, voimalaitokset, yhdyskuntatekniikan rakennukset (pumppaamot, puhdistamot)...
- järjestöjen, määräysten yms. tarkempi historia.

## Avustajia

Historian laatimista ovat avustaneet neuvoin, kommentein ja materiaalein:

Alvar Hausen, Esko Kukkonen, Ari Maijala, Kalevi Lammi, Markku Lapinleimu, Timo Nurmikari, Jaakko Haapio, Pekka Palomäki, Heikki Loppi, Jorma Grönholm, Jukka Niittyaro, Pekka Enne, Antti Seppä, Pirkko Pihlajamaa, Kalle Jokihaara, Juha Muttilainen, Arto Laaksonen, Teuvo Aro, Martti Niemelä, Vesa Pyhtilä, Risto Kosonen, Jarmo Hellstedt, Esko Kaappola, Jarmo Meskanen, Reijo Hänninen, Pekka Kivelä, Esa Sandberg, Tero Järvinen, Anders Standvall, Seppo Heinänen, Markku Tapola, Markku Rantama, Ari Oranen, Harri Arola, Markus Castren, Kai Siren, Juha Brunnila, Erkki Saarivirta, TaLVIn hallitus, Koja Oy, Esko Nousiainen, Minna Lehtonen, SuLVI/Tiina Strand, Esko Tähti, Urpo Koivula, Matti Kiiskinen, Kimmo Järvensivu, Juha Hopsu, Helge Leppänen, Paavo V. Suominen, Vesa-Matti Mäkelä, Pirjo Kimari, Pekka A.E. Laine, Erkki Tiisanoja, Jorma Railio, Jorma Tainio, Marko Sundholm, Johan M. Karlstedt, Henri Juva, Stina Mukala, Pirkko Harsia, Kaisa Eklund, Jyrki Puputti, Ingmar Rolin, Aino Hagner, Kalevi Hyvärinen, Jari Syrjälä, Veikko Ilmasti, Marcus Englund...

## Kuvalähteet ja niiden käyttö

KK = Kansalliskirjasto, vapaa käyttöoikeus.

Am = **Building technology heritage library**, pohjoisamerikkalainen, osin kansalliskirjastoamme vastaava kirjasto, joka on digitoinut suuren joukon vanhoja rakennusalan esitteitä ja vastaavia. Näihin on vapaa käyttöoikeus = mikään taho ei omista copyright-oikeutta ja kyseessä on Public Domain. Saman Am-merkinnän ale olen laittanut muutaman kuvan kansainvälisestä yliopistokirjastojen digitoidusta aineistosta, jota löytyy valtavat määrät lähteestä [www.archive.org](http://www.archive.org). Osa kuvista on digitoiduista yhdysvaltalaisen kirjeopiston American School of Correspondance julkaisemista HVAC & Plumping Cyclopedia- eli itseopiskelukirjoista 1900-luvun alusta.

SuLVI = Suomen LVI-liiton edeltäjän eli yhdistyksen opetusmonisteet 1960-luvulta, vapaa käyttöoikeus, lähde mainittava.

BHa = kuvannut Börje Hagner, vapaa käyttöoikeus, lähdettä ei tarvitse mainita.

AX = AX-Suunnittelun kuvaama, vapaa käyttöoikeus, lähdettä ei tarvitse mainita.

Piirretyt kuvat ovat kotoisin AX-Suunnittelun kirjasta EX Ax Lux Talotekniikan valikoitu historia. Kopioitaessa on mainittava tekijä Arto Forsell (poikkeuksellisen hyvä graafikko tekemään tekniikkaan liittyviä kuvituksia: forsell@forsell.fi puh. 040 502 1280).

Lisäksi mainio historiallisten kuvien katselupaikka on englantilainen CIBSE Heritage Group. Sen digitoimien kuvien käyttöön olisi kuitenkin pyydettävä erikseen lupa, eikä niitä tässä historiikissa ole käytetty.

### Lähdeviittaukset

Tietolähteenä on ollut omien muistojen ja kokemusten lisäksi ihmisten haastatteluja ja toista tuhatta internetistä ja kirjallisuudesta löytyvää tietolähdettä. Kaikkien viittausten laittaminen tekstiin olisi sekoittanut esityksen ja tehneet tästä jonkinasteista tiedettä. Näin ollen olkoon **vastuu teksteistä ja tulkinnoista itselläni ja lukijalla.**

Ja vielä kerran: otan vastaan palautetta, uusia ideoita tai mitä tahansa kommentteja osoitteeseen borje.hagner@tonni.fi

## 6 MITÄ JA MILLOIN

### Vuosikymmenten suuret LVI-teemat Suomessa

#### 1800 - 1860: *Maa- ja metsätalousmaa*

Uunilämmitys, ikkunoihin tuplat

#### 1860 - 1900: *Teollistuminen tuli Suomen suuriruhtinaskuntaan höyrykoneineen. Rautatieverkosto, puhelin, jäänmurtaja (1890) ja vientiyhteydet Länteen kasvoivat*

Kaupunkeihin kunnallisia vesijohtolaitoksia. Ensimmäisiä puhaltimia teollisuuteen. Teollisuuskouluja ja oppilaitoksia. Urakoitsijat hoitavat LVI-asiat.

#### 1900 - 1910: *Itsenäistymisaatoksia, ensimmäiset lähes demokraattiset eduskuntavaalit (1906), Sähköverkkoja rakennetaan*

Huoneistokohtaisia vesikeskuslämmityksiä ja kylpyvesilämmittimiä. Käsite Saniteetti-insinööri tai terveysteknikko alkaa muodostua.

#### 1910 - 1920: *Luokkataistelua, Venäjän kaupan täydellinen loppu*

Teollisuuteen purun- ja lastunpoistopuistolaitoksia, potkuripuhaltimien käyttö laajenee. Jäähdytyslaitoksia meijereihin. Kylpyhuoneita kerrostaloihin. Kotimainen kattiloiden valmistus alkaa.

Normaaliohjeet julkaistaan. LVI-tekniikkaa (saniteettitekniikan lehtoraatti) aletaan opettaa korkeakoulussa. Ensimmäiset insinööritoimistot perustetaan.

#### 1920 - 1930: *Vienti (=paperi- ja puu-) teollisuuden kasvu, puukaupunkeja kivikaupungeiksi. Kasvu loppuu Suureen Lamaan*

Vesikeskuslämmitys vallitsevaksi kerrostaloissa yms. Teollisuuteen ja varastoihin lämminilmapuhaltimia. Höyrylämmitys teollisuudessa yleinen.

#### 1930 - 1940: *Uusi nousu ja lopuksi sota*

Ensimmäisiä tulo/poistoilmanvaihtolaitoksia. Kylpyhuoneet vakiintuvat. Paperikoneille kuivausosan poistoilman lämmöntalteenottoja. Koneellisen kylmän käyttö laajenee. Hiili ja koksi alkavat tulla isoissa kaupungeissa korvata halkoja.

LVI-yhdistyksiä perustetaan.

#### 1940 - 1950: *Sota, pula, sotakorvaukset*

Halkolämmitys vallitseva. Sodan jälkeen sotatarviketeollisuuden konvertointia mm. LVI-teollisuuteen.

Jussi Saarto opettaja Helsingin teknillisessä korkeakoulussa ja opistossa. LVT-tiedotteita alkaa ilmestyä.

#### **1950 - 1960: *Jälleenrakennus vauhdissa, ensimmäiset lähiöt***

Kerrostalojen yhteiskanavajärjestelmät tulevat, öljylämmitys valtaa alaa, kotimaisen LVI-teollisuuden voimakas kasvu, mm. pumppuja, ö-polttimia, IV-laitosten osia.

#### **1960 - 1970: *Maaseudun koneellistuminen, tilatonta väkeä kaupunkeihin ja Ruotsiin, lähiöiden raju kasvu***

Kaukolämpö, koneellinen poisto, jäädytetyt talovarastot, puupohjaisia polttoaineita aluelämpökeskuksiin. Transistorisäätimiä lämmityslaitoksiin. Koneellinen tulo/poistoilmanvaihto yleistyy toimitiloissa. Suutinkonvektoreiden käyttö kasvaa, myös 2-kanavajärjestelmien ym. käyttöä harjoitellaan.

LVI-osaamisen kasvu. Insinööritoimistoja. Kotimainen lvi-teollisuus laajenee ja kasvaa huimasti. LVI-professori Otaniemeen, Olavi Vuorelainen professoriksi.

#### **1970 - 1980: *Lähiörakentaminen jatkuu, öljykriisi, idänprojektit***

Muoviviemärit korvaavat valurautaiset, kupari sinkityt putket. Elementtikylpyhuoneita. Kattokonehuonepaketteja. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton buumi, syrjäytysilmanvaihdon opettelua. Oppaita ja kirjallisuutta, rakentamismääräyksiä. Opetuksen taso paranee. Termostaattiset patteriventtiilit yleistyvät, ensimmäiset pientalojen IV-koneet.

Opistoihin lvi-linjoja. Olli Seppänen Otaniemen professoriksi. Kylmäteknikan professori Tampereelle.

#### **1980 - 1990: *Rakentamisen buumi velkarahalla, PC-koneet tutuiksi, Lähi-idän projektit, kylpylöitä***

Kotimaisen ilmanvaihtoalan teollisuuden (koneita, päätelaitteita...) ripeä kasvu ja omia tuotteita, syrjäytysilmanvaihto, ilmastoinnin jäädytystä, energiankäytön tehostamista. Prosessoripohjaiset automaatiot vakioratkaisu. CAD-suunnittelun harjoittelua.

Yhdistyksiä ym, osaamiskeskuksia. Uusia rakentamismääräyksiä, Kai Siren apulaisprofessoriksi TKK:ssa.

#### **1990 - 2000: *Lama, luova tuho ja toipuminen. Neuvostoliiton romahtaminen. IT-alan buumi vie korkeakouluopiskelijat. Internetin käyttö vauhtiin***

CAD-suunnittelun buumi, arkkitehditkin alkavat käyttää CAD:a. Kerrostalojen tulo/poistoilmanvaihtoa harjoitellaan lisää, lattialämmitys yleistyy. Otsonikerrosta tuhoavien kylmäaineitten käyttöä rajoitetaan, välilliset kylmäaineipiirit korvaavat suoria. Jäähdytyspalkit vakioratkaisuksi toimitiloissa.

Suomi liittyy EU:hun. Osallistuminen kansainvälisiin järjestöihin laajenee. Laitevalmistajat eriyttävät urakointia. Otaniemessä LVI-osaajien määrä romahtaa. Muualla saadaan sanojen Energia ja Ympäristö avulla faceliftattua kiinnostavuutta alalle. Energiakatselmustoimintaan puhtia.

#### **2000 - 2010: *Lainakuplakasvua, joka loppuu globaaliin finanssikriisiin ja Suomen kilpailukyvyttömyyteen***

Lämpöpumppuja joka lähtöön, homekoulubuumi, aurinkokeräimiä ym. hybridilämmityksiä. Lämmöntalteenotto ja siten koneellinen ilmanvaihto käytännössä pakollinen. Puhallinenergiankulutuksen minimointiin huomiota. Lämpöpumppuuala kasvaa kohinalla.

Energia- ja kuntokatselmuksia, pätevyysluokituksia.

**2010 - 2017: Suomen vienti tökkii. Valtio velka alkaa kasvaa. Setelikoneet pyörivät. Sijoittajat rahoittavat rakentamista, kun korkopaperit tai osakkeet eivät tuota. Vain kasvukeskukset vetävät. Kilpailukykyopimuksella vientiin vetoa.**

Automaatiojärjestelmien käyttäilyä mobiililaitteille. Sisäilman ja energiatalouden älykkäitä seurantajärjestelmiä. Passiivi- ja nollaenergiataloja, joissa mm. ilmanvaihdon säätöä harjoitellaan toden teolla.

2015 Risto Kosonen Ivi-professoriksi.

## LVI-alan virstanpylväitä

Vuosiluvut ovat vain suuntaa antavia, monien teknisten laitteiden keksimisvuosi ja laajempi käyttöönottoaika voivat erota paljonkin toisistaan. Lisäksi eri maissa teknisten ratkaisujen käyttöönotossa on suuria eroja.

## Putkialan virstanpylväitä

Vesijohdot ja viemärit Indus-joen kulttuuri	5000 v sitten
HuuhTELUSÄILÖLLISET vesivessat (Engl)	1770-luku
Suomen ensimmäinen vesilaitos	1870-luku
Matalapaine höyrylämmitys	1800-luku
Huoneistokohtaisia vesikeskuslämmityksiä (Suomi)	1880-luku
Sisävesat vesihuuhTELU (Suomi)	1880-luku
(ensimmäinen vesivessa 1840-luvulla Lapinlahden sairaalaan)	
KupariPUTKET lämpimään käyttöVETEEN	1910-luku
KäyttöVEDEN kaasulämmittimet	1900-luku
Kiinteistöjen antrasiitti-, kivihiili- ja koksikattilat (Suomessa)	1920-luku
Juomavesipisteet kouluihin yms.	1920-luku
Kerrostalokohtaiset keskuslämmityslaitokset	1920-luku
Hitsatut levyradiaattorit	1930-luku
Vedenlämmittimet, sähköllä lämpenevät	1960-luku
Pallo- ja läppäventtiilit	1960-luku
ViemäriVESIPUMPPAAMOT	1930-luku
Kaukolämmitys	1950-luku
KupariPUTKET sinkittyjen teräsputkien sijaan kylmään käyttöVETEEN	1950-luku
Termostaattiset patteriventtiilit (Suomi)	1950-luku
Pumppukiertoiset lämmitysvesijärjestelmät	1930-luku
Ylipaineöljypolttimot kattiloihin	1930-luku
YlipaineKATTILAT	1960-luku
Termostaattiset vesihanat	1960-luku
Suljetut lämmityksen paisunta-astiat	1960-luku
Mineraalivillaiset putkieristykset	1950-luku
Kattilahuonekontit aluelämpöön	1970-luku
Kylpyhuone-elementit kerrostaloihin	1970-luvun alku
YksioteseKOITTAJAT	1970-luku
Asbestin käyttö eristyksissä loppui	1970-luvun alku

Alipaineviemäröinti	1960-luku
Maalämpöpumput	1970-luku
Liiketunnistinhanaat	1970-luku
Ilmalämpöpumput	1980-luku
Haja-asutusalueen kiinteistökohtaiset jätevesipuhdistamot	1960-luku
Raakaveden osmoosipuhdistuslaitteet	1970-luku
Puupellettilämmityksen läpimurto	1998
Hybridilämmitysjärjestelmien yleistyminen (kattila, aurinko, lämpöpumppu)	2000-luku

### Putkialan materiaali- ja liitostekniikan virstanpylväitä

#### Viemärit

Keraamiset putket, laastiliitos 5000 v sitten, Indus-virran kulttuuri.

Betoniputket, laastiliitos, antiikin roomalaiset, betoni unohtui lähes 1000 vuodeksi

Valurautaputket, tiivistys rasvakyllästetyllä tekstiilinauhalla ja lyijyllä. Ensimmäiset vaaka-asennossa valetut laippaliitokselliset mm. Versaillesissa 1700-luvulla. 1800-luvulla pystyasennossa valetut ja 1800-luvun lopulla mittatarkat keskipaikoisvaletut muhviiliitoksella, menetelmä jatkui 1960-luvulle

PVC-muoviputket kumirengasliitoksin	1960-luku
PE-muoviputket, muhvi ja hitsausliitos	1970-luku
Valurautaputket pantaliitoksin	1980-luku
RFe-putket kumirengasliitoksin	1980-luku
PP-muoviputket kumirengasliitoksin	1990-luku
Vanhon viemäreiden ja putkien sisäpuoliset pinnoitukset	1990-luku.

#### Vesijohdot

Lyijyputket, laippaliitos	muinaiset roomalaiset
Vesihuollon niitatut rautaputket	1800-luku
Sinkityt rautaputket, kierreliitokset	1900-luku
Kupariputket, kaasujuotosliitokset	1900-luku
Kupariputket, juotosliitokset, ns. kapillaariliitososat	1950-luku
Larikka- eli T-Drill-kaulustus	1970-luvun alku
Kupariputket puserrusliitokset	1970-luku
Kupariputket, hydraulisesti puserretut liitokset	1980-luku
PE-muoviputket, liimaliitokset, hitsausliitokset	1960-luku
Komposiittiputket. puserrusliitos	1990-luku
PEX-putket, ns. helmiliitos tai oma puserrusliitos	1980-luku

#### Lämpöjohdot

Rautaputket, kierreliitokset	1860-luku
Teräsputket, kierreliitokset	1890-luku



Kierresaumatut teräsputket	1950-luku
Teräsputket, hydraulisesti puserretut liitokset (mapress)	1980-luku
Komposiittiputket	1990-luku
Muoviputket, erit. lattialämmitys ja vaihdettavat putket	1980-luku
Kiiltosinkityt teräsputket	1990-luku
Kivivillakourueristykset	1970-luku

### Lämmittimiä

Varaavat uunit	1700-luku
Valurautakamiinat	1700-luku
Ilmalämmitys välillisesti kuumailmailmauunilla (kaloriferit)	1600...1800
Höyrylämmitys ripaputkipattereilla	1800-luku
Liesiin sijoitetut lämmityskierukat ja patterilämmitys	1880-luku
Vesikeskuslämmitys valurautaisilla jaepattereilla	1880-luku
Ilmalämmitys puhallinpattereilla	1900
Nykyilmalämmitys keskusilmastointikoneella	1950-luku
Kuumailmasäteilylämmitys (teollisuus, varastot)	1960-luku
Ilmalämpöpumppu	1970-luku
Vesilämmitetty säteilylämmitys- (Frenger-)katot	1950-luku
Nestekaasua käyttävät säteilylämmittimet	1960-luku
Vesilämmitteiset säteilylämmitinpaneelit	1950-luku
Sähkölämmitteiset säteilijät	1950-luku
Lattialämmitys	1950-luku

### Ilmanvaihtokanavat

Muuratut	ikivanha
Lautarakenteiset, erityistarkoituksiin	ikivanha
Peltiset suorakaidekanavat, niitatut saumat, irtolaippaliitokset	1920-luku
Peltiset suorakaidekanavat, työntölistaliitokset	1960-luku
Asbestisementtikanaavat "Himanit"	1960-luku
Vetoniitit (Pop-niitit), kehitetty 1930-luvulla, Suomessa käyttö levisi	1950-luvulla
Peltiset kierresaumakanavat, kumirengasliitokset	1960-luku
Muovikanavat, teollisuuden erikoistarkoituksiin	1960-luku
Joustavat alumiinikanavat	1970-luku

### Menetelmiä ja koneita

Kaasuhitsaus ja polttoleikkaus	1900-luvun alku
Siirrettävät ahjot putkien taivutusta varten työmailla, käytössä vielä	1950-luvulla
TIG- eli suojakaasuhitsaus mm. rosteriputkille, keksitty 1930-luvulla, yleistyi 1960-luvulla	
MIG/MAG-hitsaukset, keksitty Neuvostoliitossa 1950-luvulla	1970-luku
Niittäus, ikivanha metodi, joka poistui hitsauksen ansiosta 1950-luvulla	
Kierteytyskoneet, (yleistyi vasta 1950-luvulla)	1930-luku
Sähköhitsaus	yleistyi LVI-puolelle 1950-luvulla

Kovajuotos	1910-luku?
Pehmeājuotos putkenosille	sallittiin taas 2000 -luvulla
Taivutuskoneet työmaille	1950-luku
Sähkötoimiset käsityökoneet: leikkurit, porat, vääntimet...	
Moottorikäyttöiset puhdistusharjat kanaville	1970-luku
viemärien kuvauslaitteet	1980-luku
Ilmanvaihtokanavien kuvauslaitteet	1980-luku
Hydrauliset käsityökoneet puserrusliitoksien (Mapress)	
tekoon, vähensi myös oleellisesti tularityön tarvetta	1990-luku

### Ilmastoinnin ja lämmitystapojen virstanpylväitä

Kuumassa, mutta kuivassa ilmanalassa on pyritty jäähdyttämään ja varhain esim. rakentamalla atriumpihalle suihkulähde. Jos faaraoiden aikana vietiin aavikolle yöksi vesiruukkuja. Kuivassa ilmanalassa huokoiselta pinnalta haihtui voimakkaasti vettä ja toisaalta säteily avaruuteen jäähdytti. Ruukut tuotiin auringon noustua sisälle ja orjat löyhyttivät viuhkoilla ilmaa faaraan suuntaan. Tämä oli siis ensimmäinen puhallinkonvektori.

Metallien sulatuksen mahdollisti palkeitten eli ensimmäisten varsinaisten puhaltimien käyttö jo tuhansia vuosia sitten. Ensimmäiset palkeet olivat säkin tapaisia, vrt. säkkipillin säkki.

Rakennusten lattialämmitys, nykyisen Turkin alueella 1300

Rakennusten lattia- ja seinälämmitys, antiikin Rooma 0000

Tulisijojen, liesien ja pajojen ahjojen päälle on laitettu kärynkeräyshuuvia jo varhain.

Työperäisiin myrkytyksiin kiinnitettiin huomiota jo antiikin aikana (esimerkiksi

Dioscorideksen noin 50 jKr. lyijykaivostyöntekijöillä kuvaama lyijymyrkytysoireisto), ensimmäisenä työtoksikologinakin voitaneen pitää Paracelsusta 1493-1541 (lähde: Johdatus työtoksikologiaan). Paracelsus loi käsitteen ammattitauti kirjoittaessaan ensimmäisen aihetta käsittelevän kirjan. Ammattitaudeista hän kuvasi arseenimyrkytyksen ja siikooisin, jotka olivat yleisiä vuori- ja kaivostyöntekijöiden keskuudessa

Kaivosten tuulettimet (käyttövoima tuuli, vesi, hevoset, ihmiset) 1500...1600

Kehittyneitä painovoimaisia ilmanvaihto/lämmitysjärjestelmiä 1500

Kaivosten puhaltimet, höyrykäyttöiset 1700 loppu

Kuumailmalämmitys ja ilmanvaihto (ns. kalorifer-järjestelmä) 1800-luvun alku

Höyrykonekäytt. lämminilmapuhallus huoneisiin (amer) 1869

Höyrykonekäytt. puhallus laivoja varten (amer) 1879

Kattiloiden höyrykonekäytt. savukaasupuhaltimet (amer) 1886

Sähköllä toimivat puhaltimet (amer) 1880 loppu

Purunpoistojärjestelmät (amer) 1880

Sirocco-keskipakoispuhallin 1888

Kostuttimia tekstiiliteollisuuteen 1890

ASHVE (American Society of Heating and Ventilating Engineers, myöh. ASHRAE) 1894

Recknagel & Sprenger: Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik (1- laitos)1898

Ensimmäiset sähkötoimiset puhaltimet teollisuuteen Suomessa 1890-luku

Tuloilman pisarakostuttimet (spray-kostutus) 1890-luku

Varsinaiset ilmastointikoneet 1900

Tx-digrammi, Willis Carrier	1904...1906
Mollier-diagrammi (hx-piirros), Richard Mollier	1920-luku
Jäähdytettyjä ilmastointilaitoksia painolaitoksiin, lääketieteellisuuteen, tekstiiliteollisuuteen	1906 jälkeen
Sähkökäyttöisien potkuripuhaltimien valmistus Suomessa (Strömberg)	1916
AB Svenska Fläktfabriken (Ruotsi)	1918
AB Mercantile Oy purunpoistojärjestelmät	1919
Mercantile omien puhaltimien tuotanto	1920-luku
Ensimmäinen ASHVE Guide-ohjekirja	1922
Painosorvatut kartiomalliset ilmanjakolaitteet (teattereihin)	1920-luku
Ilmastoinnin jäähdytyksen yleistyminen (USA)	1920-luku
Höyrykostuttimet	1920-luku
Voimalaitoskattiloiden pyörivät LTO-laitteet	1920-luku
Keskipakoispuhaltimien B-pyörä (backward) (amer)	1922
Puhallinpatterilämminilmakoneet (USA)	1920-luku
Huoneilmastointilaitteet, elintasosymboli (USA)	1930-luku
Puhaltimien johtosiipisäätimet (USA)	1927
Suomen Puhallintehdas Oy, paperikonehuuvien valm. (SP)	1931
Ammattitautilaki	1935
Koneellinen tulo-poisto ilmanvaihto konttoreihin yms.	1930-luku
Yaglou ilmanvaihdon ilmantarvetutkimukset (edelleen pätevä) 1930-luku: ohjeellisten ilmapvirtojen historia:	

#### Historical Ventilation Rates

Author or Source	Year	Ventilation Rate (SI)	Basis or rationale
Tredgold	1836	2 L/s per person	Basic metabolic needs, breathing rate, and candle burning
Billings	1895	15 L/s per person	Indoor air hygiene, preventing spread of disease
Flugge	1905	15 L/s per person	Excessive temperature or unpleasant odor
ASHVE	1914	15 L/s per person	Based on Billings, Flugge and contemp.
Early US Codes	1925	15 L/s per person	Samat kuin yllä
Yaglou	1936	7.5 L/s per person	Odor control, outdoor air as a fraction of total air
ASA	1946	7.5 L/s per person	Based on Yaglou and contemporaries
ASHRAE	1975	7.5 L/s per person	Samat kuin yllä
ASHRAE	1981	7.5 L/s per person	For non-smoking areas, reduced.
ASHRAE	1989	7.5 L/s per person	Based on Fanger, W. Cain, and Janssen

Paperikoneitten ja eräät muut LTO-levylämmönsiirtimet	1930-luku
American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)1938	
ACGHI:n hengitysilman max kemikaali- ja pölyluettelo	1941
Koja Oy lämmönlaitetuotanto ns. termoonit	1951
Työterveyslaitos	1951
ACGHI kohdepoisto-opas	1951
Suomen Puhallintehtas tuloilmakoneituotanto	1950-luku
Lattialämmityskokeilut	1950-luku
Suutinkonvektori- eli induktiojärjestelmät toimistoihin	1950-luku
Integroidut huoneilmastointi/lämpöpumppu/jäähdytysjärjestelmät	
Toimistorakennuksiin (USA)	1950-luku
2-kanavajärjestelmät konttoreihin (Suomi)	1950-luku
Sähkösuodattimet ilmastointiin	1950-luku
Carl Muntersin ilmankuivauslaitteet	1955
Säteilyturvakeskus STUK	1958
Rietschel- Reiss Heizung und Lyftungstechnik-kirja	1960-luku
Työilman epäpuhtauksien enimmäispitoisuudet 1. versio	1962
Koja Oy tuloilmakoneituotanto, ja purunpoisto	1960-luku
Suomen Puhallintehtas kierresaumakanavat	1960-luku
Lämpöputki (Heatpipe) LTO (USA)	1970-luku
Suomen Puhallintehtas kattokonehuonepaketit	1960-luku
Carl Muntersin pyörivä regeneratiivinen LTO	1960-luku
Patteri-patteri lämmöntalteeotto	1960-luku
Farexin syrjäytysilmalaitteet	1970-luvun alku
Työsuojeluhallitus	1971
HTP-luettelo	1970-alku
Ultraäänikostuttimet	1970-luku
Aurinkolämmön keräimet ilmalämmitykseen (Valmet)	1970-luku
Lämpötautusrajat	1970-alku
Dirivent-jetsuutinpuhallus	1970-alku
Kiinteäkennoinen regeneratiivinen LTO	1970-luku
Neulaputkilämmönsiirrin/patteri-LTO	1980-luku
Suomen työhygieeninen seura STHS	1975
Teknillinen tarkastuslaitos TTL (myöh TUKES)	1975
Sitran suuri lämpötaloustutkimus	1976
Työterveyslaki	1978
Työsuojelurahasto	1979
TKK:n jälkiainemittauslaite	1980-luvun alku
ABB Fläkt Thermonet LTO-laitteisto	1980-luku
Ilmateollisuus Oy Activent-suutinkanavat	1980-luku

Jäähdytyspalkki-ilmastointi	1980-luku
Käsite SAIRAS RAKENNUS	1980-luku
Sisäilmastoluokitus: ensimmäinen luokitus ilmestyi 1995 nimellä Sisäilmaston, rakennustöiden ja pintamateriaalien luokitus. 2001 se korvattiin Sisäilmastoluokitus 2000:lla, ja luokituksen uusin versio, Sisäilmastoluokitus 2008, ilmestyi joulukuussa 2008.	
Teollisuusilmastoinnin INVENT-tutkimus	1990-luku
VOC-direktiivi	1999
INVENT: Industrial Ventilation Guide Book kirja	2001
ATEX-direktiivi	2003
Työterveyshuoltolaki (nykyinen)	2010

#### **IV-konetyyppejä (sähköverkostojen yleistymisen jälkeen)**

Erilliset puhaltimet	1800-luvun loppu
Erilliset koneosat muuratuissa kammioissa	1900-luvun alku
Koteloidut palakoneet, nopeutti asennuksia ja paransi hygieniaa ja tiivyyttä, 1920-luku, Suomessa varsinaisesti 1950-luku	
Valmiskoneet (sisältävät myös sähköt)	1980-luku
Hygieeniset tuloilmakoneet, kaikki sisäosatkin pellitettyjä	1980-luku

#### **Jäähdytys- ja kylmätekniiikan virstanpylväitä**

Haihdutuseräjäähdytysratkaisuja	faaraoiden Egypti
Jäätelön valmistus luonnon jään avulla	antiikin Rooma
Ensimmäinen jäätä tekevä kaupallinen laite	1850-luku
Absorptiojäähdytyksen periaate (Ferdinand Carré)	1858
Jäähdytyslaitteet lihankuljetuslaivoihin ja panimoihin	1870-luku
Huoneilman jäähdytyskokeilut	1880-luku
Ensimmäinen tekojäärata (Chelsea)	1876
Kaukojäähdytys USA:ssa	1889
Jäähdytyskoneitten asennus meijereihin alkoi Suomessa	1910-luku
Ensimmäinen ilmastoinnin jäähdytys-(turbo-)kompressori (Carrier)	1921
Jäähdytysilmastoinnin leviäminen elokuvateattereihin (USA)	1920-luku
Baltzar von Platen ja Carl Munters esittelivät absorptiokoneen.	
Se kävi sähköllä, kaasulla tai paloöljyllä 1922,, Electrolux jääkaappi	1925
Freon-kylmäaineet, syrjäyttivät mm. hiilidioksidin	1920...1930-luku
Erillisten huonejäähdyttimien coolereitten käyttö alkoi (USA)	1930-luku
Jäähdytysilmastoinnin alku Suomessa	1930-luku
Hermeettiset lamellikompressorit	1950-luku
Jäähdytyskoneet alkoivat korvata luonnonjään käyttöä maitotiloilla	1950-luku
Vedenjäähdytyksen monikompressorikoneikot	1950-luku
Suomen ensimmäinen tekojäärata (Tampereelle)	1956
Suomen ensimmäinen jäähalli (Tampereelle)	1960-luku



Tuloilman viilennys poistoilman haihdutusjäähdytyksellä ja lämmöntalteenottolaitetta käyttäen	1960-luku
Lämpöpumppujen käytön alku Suomessa	1970-luku
Ensimmäiset absorptiojäähdytyskoneet käyttöön Suomessa	1970-luku
Jäähdytystekniikan professuuri Tampereelle	1976
Scroll-kompressorit yleistyvät (keksitty jo 1900-luvun alussa) 1950-luvulla työstökoneitten tarkkuuden parantuminen mahdollisti scroll-kierukkakompressoreiden valmistuksen).	
Lämpöpumppu- ja jäähdytys alalle	1980-luvun lopussa
Jäähdytystornien legionellaongelma havaittiin	1980-luku
Ilmastoinnin jäähdytyspalkit (Farex)	1980-luku
Kylmäaineverkostojen korvaaminen välillisellä lämmönsiirrolla	1980-luku
Elektroniset paisuntaventtiilit	1980-luku
Suomen Jäähdytystekniikan Museo Ylöjärvelle	1986
Maalämpöpumppujen uusi tuleminen Suomessa	1990-luku
Uudet ja osin vanhat freoneita korvaavat kylmäaineet	1990-luku
Kylmäalan asentajien tiukentuneet pätevyysmääräykset	2000-luku
Jäähdytysalan professuurin lopetus Tampereella (joskin kylmäalan opetus jatkuu lehtorin hoitamana)	2014

### LVI-automaation virstanpylväitä

Uimuriventtiilit	antiikin roomalaiset
Omavoimaiset venttiilit, höyrykattilasäätimet	1700-luku
Pneumaattiset säätimet	1800-luku
PID-säätö	1920-luku
Radioputkivahvistimet	1930-luku
Transistorivahvistimet säätimissä	1960-luku
Vaarallisten kaasujen (häkä, ammoniakki...) anturit	1950-luku
Digitaaliset anturit, vahvistimet ja säätimet	1970-luku
Keskitetyt säätöjärjestelmät	1970-luku
Taajuusmuuttajat yleistyivät	1970-luku
Kaukokäyttöjärjestelmät	1970-luku
Hiilidioksidianturit ilmavirtaa ohjaamassa	1980-luku
PC-pohjaiset järjestelmät	1980-luku
Käsite ÄLYTALO	1980-luku
Seoskaasuanturi ilmavirtaa ohjaamassa	1990-luku
Avoimet väyläratkaisut, LON yms.	1990-luku

Internet-pohjaiset järjestelmät	1990-luku
Langattomat verkot	2000-luku

### Suunnittelualan apuvälineiden virstanpylväitä

Suunnittelualalla tarkoitetaan asiakirjojen aikaansaamisen lisäksi lähtötietojen keräämistä kentältä ja mm. vastaanottotarkastuksia ja kouluttamista.

Viivoittimet, astelevyt, mallineet	muin. Egypti ja Rooma
Helmitaulut, keksitty jo satoja vuosia sitten	
Lennätin Suomeen	1850-luku
Puhelin Suomeen	1880-luku
Telex kaukokirjoitin	1800-luvun loppu
Telex syrjäytti lennättimen	1930
Peruslaskutikut	1800-luvun loppupuolella
U-putkimikromanometrit, virtausten mittaamiseen	1800-luku
Remington-kirjoituskone	1870-luku
Kehittynyt kirjoituskone ja naiset toimistoihin	1890-luku
Ilmavirran mittaukseen siipipyöranemometrit	1880-luku
Putki- ja kanavamitoituskäyrästöt	1900
Mekaaniset laskukoneet	1800-luvun loppupuoli
Sähkömekaaniset laskukoneet	1930-luku
Mikromanometri ilman nopeuden mittaamiseen	1930-luku
Elektroniset laskimet	1960-luku
Piirustuslaudat ja nivelrakenteinen piirustuskoje	1900-luvun alku
Piirustuslauta ja kiskorakenteinen piirustuskoje	1960-luku
Ammoniakkikopiot (blue prints)	1880
Kodak rullafilmikamera	1890-luku
Vahasjäljennökset mimeografitt	1800-luvun loppu
Spriikopiot	1900-luvun alku
Tx-diagrammi (Willis Carrier)	1911
Mollier-digrammi (hx-digrammi, Richard Mollier)	1923
Kuumalankailmannopeusmittarit	1950-luku
Polaroid-pikkamera	1950-luku
C-kasetti sanelukoneet	1960-luku
Atk-pohjaiset huonelämpötilasimuloinnit Fläktin koneella	
Ruotsissa, Ekonossa omalla koneellaan	1960-luku
Xerox-kopiokoneet yleistyivät (keksitty 1938)	1960-luku
Merkkisavuampullit ilmavirtojen havainnointiin	1960-luku
Telefax	1970-luku
Brüel&Kjær äänimittarit tarkastuksia varten	1960-luku
Sähkömekaaniset kirjoituskoneet	1960-luku
IBM-pallokirjoituskone	1960-luku

Kirjoituskoneet magneettimuistilla	1970-luku
Savukoneet ilmavirtojen havainnointiin	1970-luku
Mustesuihkutulostimet	1970-luku
Taskulaskimet	1970-luku
Lasertulostimet	1980-luku
Keskustietokoneet, UNIX ym.	1960-luku
MNT-puhelin	1970-luku
PC-koneet	1970-luvun loppu
Videokamerat tavallisille käyttäjille	1980-luku
Digikamerat (Mavica)	1980-luku
Taulukkolaskentaohjelma LOTUS 1-2-3	1980-luku
CAD-piirustusohjelmat	1980-luku
Mitoittavat CAD-ohjelmat	1990-luku
Lämpökamerat yleistyivät	1990-luku
Kiinteistötiedon hallintajärjestelmät	1990-luku
CAD-3 D-mallinnusohjelmat	2000-luku
Valmistajien laitevalinta- ja mitoitusohjelmat ja konehuonemallinnusohjelmat	
Internet	1990-luku

Vielä syvällisempi historiataulukko löytyy hakemalla seuraavan hakulauseen takaa: **Die Geschichte der Sanitär-, Heizungs-, Klima- und Solartechnik Vom Lagerfeuer zu modernsten Haustechnik-Innovationen**  
[Abkürzungen im SHK-Handwerk](#)  
[Bosy-online-ABC](#)

## JA SE OIKEIN ISO KUVA: KAIKEN MAAILMAN KEHITELMÄT - PALJON ON KEKSITTY, MUTTA MAAILMA EI OLE VALMIS

### TODELLISTA LISÄARVOA TAI HYVÄNOLOA yms. TUOTTANEET ASIAT

*Kursiivilla asiat, joissa on vielä paljon tekemätöntä tai keksimätöntä potentiaali, vihreällä erityisesti myös Ivi-tekniikkaan liittyvät.*

Kymmenen tärkeimmäksi arvoitetun keksinnön lista on usein seuraava: tuli, pyörä, lukutaito, rauta, kirjapaino, höyrykone, sähkö, rokotus, radio, tietokone. Mutta entä laskutaito, syntyvyyden ehkäisy, Internet, puhelin ja koko järjestäytyneen yhteiskunnan luoman kehityksen edellytykset ja paljon muuta? Päätin tyhjentää pajatsoa vähän laajemmin.

Menestyvät innovaatiot eli keksintöjen saattamiset toteutetukseen asti ovat lukuisten keksintöjen, tekniikoiden, menetelmien ja yhteiskunnan luomien olosuhteiden, yhteiskunnan rahoittaman tutkimuksen tai ohjauksen hybridejä. Sovellukset ovat usein merkittävämpiä kuin itse perusidea.

### TOLKULLISET OLOT KEHITYKSELLE , AATTEET, SIVISTYS, KULTTUURIT

Perheyhteisö, klaani, kyläyhteisö, luostari, heimo, kaupunkivaltio, kielialue/kansallisvaltio, liittovaltio, yhteisten pelisääntöjen muodostama valtioiden yhteisö, ehkä YK ja EU

maanviljelyskulttuuri ja töiden jako erikoistuneille osaajille, ruoan ylijäämä/vapaa aika

uskonnot ja muut kurinpito- ja hallintaohjeet tai käyttäytymiskoodistot

kirjoitus- ja lukutaito

lait ja oikeus ja niiden opetus, valvonta ja toimeenpano, järjestäytynyt yhteiskunta,

filosofia, etiikan ja moraalien asteittainen kehittyminen, ihmisarvon ja ihmisyyden ymmärtäminen, esim. orjuuden lopettaminen( kotiorja - maaorja - ruukin velkaorja - pakkotyöorja - kulakkileiriorja - kolhoosiorja - torppari), työntekijöiden, naisten ja lasten oikeudet

hallitsijavallasta laajennettuun äänivaltaisten tilallisten manttaalikuntiin (tilattomalla väestöllä ei äänioikeutta) yms, edustuksellinen säätölaitos, yleinen äänioikeus, henkilö ja ääni tasa-arvo

maan omistuksen järjeistäminen, läänityslaitosten ja muiden vallanpitäjien junailemien kähmintöjen purkaminen, perimyslait, maareformit, isojako yms. maanmittausmenetelmät ja -laitos, rajapyykit, tarkat kartat

toimijoiden erikoistuminen ja liittyminen ammattikunniksi, intressijärjestöt

yhteisomaisuus, yksityisomaisuus, vuokraaminen, jakamistalous

markkinatalous/ kysyntähakuinen tuotannon ohjaus, säädelty markkinatalous

kehittyneet uskonnot, joissa on tilaa järjen käyttöön ja uteliaisuuteen, uuden oppimiseen ja tutkimiseen, mm. maapallokeskisen maailmankuvan heittäminen romukoppaan, tieteellinen ja varsinkin luonnontieteellinen maailmankatsomus ja vallanpitouskontojen syrjäyttäminen

yrityslait: työhuonekunta, kauppahuone, kommandiittiyhtiö, osakeyhtiö, tytäryhtiö, konserni

standardit ja kansainväliset sopimukset

vapaa tiedonvälitys, vapaa media

tekijänoikeudet, patenttilainsäädäntö, leasing- ja rojaltilmaksujärjestelmät

johtamisjärjestelmät ja *johtamisen osaamisen kehittäminen*

*laatu järjestelmät*

*tietokoneohjelmat*

*elinikäinen oppiminen ja rakentavat yhteistyöasenteet*

*itseopiskelun välineet ja järjestelmät*

*uusi Jeesus eli arvojohtaja*

## **LEIPÄÄ -TAI ENSIN OLI KALJAA - RUOKAHUOLTO**

Luonnonantimien keräilytalous

Onki ja ongen koukku, verkko, katiska, sumppu, rysä, trooli, kalan viljely

Metsästys ja sen apuvälineet: ansat, loukut, kuopat, koirien kesyttäminen ja käyttö metsästyksessä, ks. myös sotilastekniikka

Viljojen ja kasvien viljely ja jalostus, viljelymenetelmien kehitys, olut, leipä, puuro

Kotieläimet, karjan rehut, eläinten jalostus

Auraus ja muu maan muokkaus ja sen työkalut

Luonnon lannoitteet, kaskeaminen, lannan levitys, yhdyskuntajäteliemien kiintoaineen käyttö kaasutuksen eli energian hyödyntämisen jälkeen

Keinokastelu, käyttökelpoisen veden valmistus merivedestä (tislaus, käänteisosmoosi)

Puutarhaviljelmät, hedelmäpuut yms. kasviöljyt, mehut, juomat

Kasvihuoneet

Keinolannoitteet ja maaperäanalyysit

Koneellinen tehokas maan muokkaus ja koneellinen sadonkorjuu

Tulvasuojelu: ojitus, penkereet, kanavat, padot, kuivatuslaitteet

Merien suojelu ja liikakalastuksen rajoittaminen

Hybridikasvit, *geenimuuntelu eli gm-kasvit*

Prosessointi- ja säilöntämenetelmät (suolaus, sokerointi, kuivaus, käyttämisprosessi, tislaus, kuumennus, paisto, savustus, keitto, uutto, fermentointi, marinointi, etikka ja muut säilöntäaineet ja maustaminen, jäähditys, pakastus, suojakaasu, säteilytys, perkaus, leikkuu, jauhaminen, soseutus...)

Tuholaisilta suojatut säilytystilat, siilot ja pakkaukset, pakkaamistekniikan kehittyminen (keramiikka, puu, paperi, kartonki, pelti, lasi, muovi ja muovikalvot, laminaatit, vakuumi ja suojakaasu, metallitankit, [puhdashuonetekniikka](#))

Ruokalat, ravintolat, pikaruoka

*Levät*

*Biologinen hyönteisten torjunta*

*Pystykasvihuoneet ja paternosterkasvihuoneet?*

*Ravintohyönteiset?*

*Keinoliha?*

*Keinosateet?*

## **VOIMA JYLÄÄ, LÄHTEITÄ JA ENERGIAN VARASTOINTIA**

Tuli ja sytytystekniikka (kitka, tulus, tulitikku, sähkökipinä, sähkövastus, sytkäri, valokaari)

Puu, risut, kuivattu lanta ja muut luonnon palavat materiaalit

Lihassoima, orjat, juhdat

Purje ja tuulivoima, koskivoima ja vesipyörä, vesitubiini, tuulivoimalaitteistot

Potentiaalienergia: punnus ja tuotantoprosessivirta yläkerroksista alaspäin

Vieteri

Puuhiili

Eläinrasvat, kasviöljyt

Geolämpö

Kivihiili, koksi ja kaupunkikaasu

Sähkö, tasavirta, vaihtovirta

Kertakäyttöparisto, akut: lyijy-, nikkelikadmium-, nikkelimetallihydridi-, litiumioni-, litiumpolymeeri-, magnesiumammoniakkiaakku, laturi, älykäs laturi, kondensaattori



Lämminvesi-, höyry- ja paineilma-akku, pumppuvoimala (vesi pumpataan yläaltaaseen kun halpaa tai ilmaista sähköä on tarjolla)

Maaöljy ja petrokemian tuottamat polttoaineet

Maakaasu ja sen johdannaiset

Selluteollisuuden mustalipeä/soodakattila

Fissioydinvoima

Lämmön talteenotto poistoilmasta, jätevesistä

Kulkuvälineiden jarrutusenergia

Energian käytön ohjaus tarpeen mukaan, huipun leikkaus, säästö (megawateista negawatteihin)

*Bioenergia, jätteiden kaasutus, nurmikasvuston kaasutus*

*Aurinkokeräin ja -paneeli, auringonpaisteesta sähköä tuottava grätzel-värikalvo, aurinkopaneeli-ikkuna ym?*

Vetytalous, polttokenno

*bioluminenssi, biofluoresenssi, valaisevat puut?*

*Aaltovoima*

*Entistä tehokkaammat nanoakut tms. ?*

*Avaruuteen sijoitettavat aurinkopeilit?*

*Fuusioydinvoima?*

*Aavikoille sijoitettavat aurinkopaneelilaitokset ja uudet sähköverkot (esim. Saharasta Eurooppaan)*

*Fossiilisen energiankäytön haittojen torjunta: hiilidioksidin ja hiilen sitominen maaperään tms. auringon lämmön heijastaminen ilmakehästä, paremmin lämpöä avaruuteen heijastavat katot, pihat ja kasvit, meren levät*

## RAAKOJA AINEITA

Kivet ja maa-ainekset, luu, puu

Keramiikka

Luonnon kuidut

Pronssi, rauta, teräs

Lasi

Muut metallit kuten alumiini, muut mineraalit, maametallit

Kaivuu- ja louhintamenetelmät: hakkaaminen, lapiointi, käsipora ja räjäytys, paineilmapora, porajumbo, särötys

Rikastusmenetelmät, ominaispainoon perustuvat: vaahdotus ja flotaatio, sulattavat: (pasutus, mellotus,..) liuotus, elektrolyysi, höyrystys

Kivihiiheen, öljyyn ja muihin hiilivetyihin pohjautuvat aineet

*Hyötyjäte jätteen keräyksestä ja lajittelusta*

*Kiertotalous: tavaroiden suunnittelu ja valmistus jo alun perin ainakin jossain määrin uudelleen käytettäviksi*

## ULKOMAILLAKI TARTTIS KÄYDÄ, GLOBALISAATIOTA

Välimeren, muinaisen Kiinan ja Indusjoen kulttuurit ym. = eri vaikutteiden kohtaaminen

Kansojen, yhteisöjen, maitten välinen kauppa

Silkkitie ym.

Löytöretket, valloitusretket, siirtomaat (joiltakin osin), lähetystyö

Siirtolaisuus

Ulkomaan asiamiehet ja lähettäjä, konsulaatit, lähetystöt

Tulkit, sanakirjat, oppaat, vieraitten kielten, tapojen ja kulttuurien opiskelu, perussivistys

Kopiointi, teollisuusvakoilu, kilpailijoiden työntekijöiden palkkaaminen, *bench-marking* = *järjestelmällinen oppiminen hyväksi havaituista käytännöistä*

Vaihto-oppilas-, -opiskelija ja -tutkijajärjestelmät

Kansainväliset toimijat ja tytäryhtiöt

Englannin kielen vakiintuminen kansainväliseksi yleiskieleksi (aiemmin mm. kreikka, latina, arabia, joillakin alueilla espanja, ranska, venäjä)

*Tullimuurien ja protektionististen suojausten purku*

Kansainväliset standardit

Merien ja ilman suojelu

YK ja sen järjestöt, Haagin sotatuomioistuin, aseistariisuntasopimukset, ydinaseiden levittämisen rajoitukset ja valvontajärjestelmät

*Omistuksen ja verotuksen avoimuus ja veroparatiisien purku*

*Fundamentalismin ja diktatuurien alasajo tiedon välityksellä?*

## PANDORAN TIETO- ja TUTKIMUSLIPAS

### MITATTAVAT ILMIÖT

Pituus, paino, paine-ero, voima, suunta, putoamiskiintoisuus, väntömomentti, virtausnopeus, kappaleen tai nesteen nopeus, volyyminvirta, lämpötila, kosteus, aika, taajuus, kiihtyvyys, värinä, kulma, kaltevuus, paikka, kosteus, tiheys, magnetismi/magneettivuon tiheys, äänitaso, äänispektri, jälkikaiunta-aika, äänen vaimennus ja eristys, optiset suureet (valovirta, valaistus, kontrasti, häikäisy, spektri), tasaisuus, muoto ja ulkonäön tunnistus, infrapunasäteily, UV-, röntgen yms. sähkömagneettinen säteily ja sen absorptio, venymä, lujuus, kestävyys, pH, pitoisuus, väri, sähkövirta, sähkövirran vaihekulma, sähköjännite, kapasitanssi, resistanssi, biomittaukset kuten veren eri ominaisuudet, kasvunopeus, gallupit: kuluttajien yms. käsitykset ja mielihalu, sää (mm. tuulen suunta, sadanta)...

Mittayksikköstandardit, mittanormaalit, mittaustarkkuudet, metrologia/mittalaitteiden vakaustoiminta

### MITTAUS- JA TUTKIMUSLAITTEITA, ORGANISAATIOITA JA MENETELMIÄ

Kellot ja ajoitus: aurinkokello, tiimalasi, vesikello, heilurikello, jousivetoinen kello, kvartsikello, atomi/kvanttikello, ajan yksiköt, riimusauna, almanakka, aikataulut, aikavyöhykkeet

Suurennuslasi, kaukoputki, mikroskooppi, endoskooppi, elektronimikroskooppi, kaasukromatografia, massaspektrometri

Säähavaintolaitteet, maan päälliset, säähavaintopallot, lentokoneet, satelliitit,

Bakteeri- ja muut bioviljelyt ja näytteenotot

Röntgen, varjoaineet, ultraääni-, magneettikuvaus

Elektroniset mittausslaitteet ja anturit, mikroaaltomittausslaitteet

Radioteleskoopit

Laboratoriot ja tiedeyhteisöjen yhteistyö, Nobel- ja muut palkinnot

Matematiikka ja tilastotiede, tiedon seulonta ja analysointi, *biostatistiikka, big data*

## IKÄVÄÄ EI OPPI KAIKKI, OPETUSMENETELMIÄ, YHTEISÖJÄ

Vanhempien, isovanhempien ja sisarusten antama opetus ja neuvot, gurun antama koulutus, kylän välyimmän antama koulutus, mestari-kisällijärjestelmä ym. työharjoittelu, oppisopimuskoulutus, järjestelmällinen työhön perehdyttäminen, yleinen ammatillinen koulutus

Yksi puhuu - muut kuuntelevat, ulkoa oppiminen, nippelitieto (nimiä, vuosilukuja), harjoitustyöt, ryhmätyöt, opettelu koulun laboratorioissa ja pajoilla, ja yleensäkin learning by doing, vuorovaikutteinen opetus, kokonaisvaltainen opetus (iso kuva, syy-seuraus, tausta, ilmiön näkyminen elämän eri osa-alueilla), tiedon hakutaito, *pelit ja leikit*

Kirjallisen materiaalin kehittyminen tiedemiesten leipätekstikirjoituksista kuvalliseen [havainnollistavaan kohderyhmän ehdoilla laadittuun viestintään](#)

Kirkkokuntien ja luostareiden koulut, rippikoulu, kansakoululaitos ja yleinen oppivelvollisuus, kiertokoulut, leirikoulut, kiinteät koulurakennukset ja kampukset, sisäoppilaitos, eliittikoululaitos, kirjekoulu, kansanopistot, työväenopistot, harrasteryhmät, ammattilaisten yhdistykset, aikuiskoulutusjärjestöt, erilliskurssit ja -luennot

Ilmainen tai liki ilmainen koulutus ja sitä seurannut säätykierto (may the best man win - ei enää may the best aristocrat win), naisten koulutuksen salliminen ja seurauksena mm. naisten pääsy työmarkkinoille ja vaativiin töihin

Korkeakouluopetus: teknillinen, kaupallinen, taideteollinen, musiikki. Yliopistollinen koulutus ja sen tiedekunnat ja laitokset: teologinen, lääketieteellinen, eläinlääketieteellinen, farmasia, kielitieteellinen, maatalousmetsätieteellinen, humanistinen, käyttäytymistieteellinen, matemaattisluonnontieteellinen (sisältäen mm. fysiikan ja kemian, avaruustieteet), oikeustieteellinen, bio- ja ympäristötieteellinen

Kirjastot, *materiaalin digitointi ja verkkokirjastot*, keskuksset, kollegiumit, tiedeverkostot ja tiedeyhteisöt

Kansallinen ja kansainvälinen oppilaitosten yhteistyö

*Internet/etäopetus*

Pätevyysvaatimusstandardit, opitun tai valmiuksien mittaaminen, pääsykokeet, opinnäytteet, päättötyöt, julkaisut ja muu CV, oppiarvot ja niiden saantiperusteet

*Oppimisvaikeuksia omaavien erityisopetus*

*Opetuksen motivointi, havainnollistaminen ja kytkeminen reaali maailmaan*

*Oppimisdiagnostiikka*

## OPETUSVÄLINEITÄ

Hiililiuu ja kivi, karttakeppi ja hiekka, liitutaulu

Vihkot ja kirjat, lyijykynä ja kumi, mustekynä, kuulakärkikynä, elektroninen piirtotaulu ja kynä

Episkooppi, dia/filmiprojektori, piirtoheitin, dataprojektori, dokumenttikamera

Opetustaulut, eläin- ja kasvikokoelmat, pienoismallit

Atk:n hyödyntäminen, esitysohjelmat (PowerPoint ym.)

[Retket, tutustumiskäynnit, messut ja näyttelyt, opetusvideot, ammattilehdet, painetut esitteet, www-sivut](#)

Simulaattorit, fyysiset laitesimulaattorit, prosessilinjasimulaattorit, *virtuaalisimulaattorit*

[Oppilaitosten yhteinen panostus oppimateriaaliin sooloilun sijasta](#)

[Vuorovaikutteiset virtuaaliharjoitteluohjelmat](#)

[Eriasteisten opetusten yhdistäminen/resurssien yhteiskäyttö](#)

## **HYVÄ KELLO KUULUU KAUAS, HUONO KAUEMMAS, TIEDON JAKELUMENETELMIÄ**

Rummutus

Merkkitulet, merkkisavut, signaaliliput, optinen lennätin, kirjekyyhkyt

Hallintoalueen tms. yhteinen (virallinen) kieli

Lähetit, airuet, tiedonjakelupaikat: torit, markkinat, basaarit ja kirkot

Kulkijoiden majoitus-, huolto- ja kuljetuspalvelut, hallitsijoiden antamat turvakirjat, matkanjärjestäjät, matkatoimistot

Käsin kirjoitettu viestintä, kirjojen kopiointi mm. luostareissa yms.

Posti, postimerkki, leima

Painokone, latomakone, laaka-, koho-, syvä-, offset- ja laser-painotekniikka, kopiokoneet, taitto-ohjelmat, printtimedia

Valokuva, elokuva

Sähköjohto, lennätin, merikaapelit, morsetus

Sprii- ja vahaskopiokoneet, valojäljennökset, Xerox-, laser-, mustesuihkukopiokoneet ja tulostimet

Mikrofoni ja kaiutin, puhelin, puhelinkeskukset, automaattiset keskukset, radiopuhelin, kännykkä, datakeskukset

Radio, televisio ja muu langaton joukkotiedonvälitys, mastot, linkit, satelliitit

Mainoskyltit, -taulut, näyttöruudut

kaukokirjoitin = telex, fax

Valokuitu, laservalon spektrin laajennukset ja valolähtimet/valokuidun kapasiteetin kasvu

Radiopuhelin, VF, VHF, NMT, GSM, 3G-, 4G- ja 5G-kaistat, kansainväliset sopimukset aaltoalueiden käytöstä

Tekstiviesti, sähköposti, Internet, sosiaalinen media

Skype, [videokonferenssit](#), *lisätty todellisuus*

Oikeinkirjoitusohjelmat, *koneelliset kielenkäännösohjelmat*

*Kehitymässä/tulossa: automaattiset ja hyvin toimivat tulkkausohjelmat kännykän kokosiin laitteisiin?*

## **TIETOA EI KIVEN ALLE, TALLENNUSKEINOJA JA -VÄLINEITÄ**

Tuohi, päre, kivi, keramiikka

Papyrus, pergamentti

Seinämaalaus (luolamaalaus, fresko,...), taidemaalauk

Paperi (lumpu-, puupohjainen, muovi-)

Valokuvaus

daguerrotypia, still-kuva, värikuva, elokuva, 3D-kuva ja näyttölasit, Polaroid-kuva, digikuva, hologrammit, erilaiset 3D-tekniikat

Äänilieriö, mekaaniset äänilevyt, magneettinauha ja VHS, CD-levy, DVD, lerppu, levyke, muistikortti, -tikku, painetut piirit, mikropiiri/siru, formaatit kuten MP3

*Pilvipalvelut*

Radiotunniste/*mikrosirutarra*

## **MENOPELIT JA VEHKEET, LOGISTIIKKA JA KULKUVÄLINEITÄ**

Hevonen ja muut juhdat, ratsastus, purilaat, reki, rattaat, vaunut

Haapio, kanootti, soutuvene, purjevene, purjealus, takilan kehittyminen, peräsin

Kartat, yhteiset karttaprojektiot ja merkinnät, yhteinen pituus/leveyspiirijärjestelmä

Navigointivälineet: kulmamitta, sekstantti, kompassi, tähtikartat ja taivaankappaleiden sijaintitaulukot, gyrokompassi, tutka, Decca, GPS

Meriliikenteen väylämerkit, väylien parantaminen, luotsilaitos

Kansainväliset meriliikennesäännöt

Huolinta- (stevedoring-)palvelut

Maantiet, liikennesäännöt ja -merkit, teiden kunnossapidon ja rakentamisen organisointi

Sululliset kanavat, alushissit, lossit ja lautat

Rautatiet ja kaupunkien raideliikenne, *magnetismiin perustuvat magneettilevitaatio- (maglev-) junat*

Höyry- ja moottorilaivat, siipiras, potkuri, kääntölapapotkuri, propulsiopotkuri, vesisuihku, kantosiipialus, ilmatyynyalus

Jäänmurtaja

Polkupyörä, moottoripyörä

Auto, traktori, erikoiskulkuneuvot

Nopeat liikenneväylät, teiden päällystys, sillat, tunnelit, moottoritiet, rinnehissit ja köysiradat



Ilma-alukset: kuumailmapallo, zeppeliini, potkurilentokone ja lentorahti, lennokki, purjekone, helikopteri, suihkukone, VTOL-kone= lentokone/helikopteriyhdistelmä, gyrokooperi, liitovarjo/moottoriliitolaite, hyötykuormaraketti ja -sukkula, avaruusluotain, ohjattava ja robottilennokki ja kopteri/drone, *rahtizeppeliini*

Satamalaitteet, trukkilavat, merikontti, ym. standardit, robottisatamat

Varastot, korkea- ja automaattivarastot

Lähettilpalvelut, jakeluautomaatit

Logistiikan optimointi (just on time), *automaattinen varastotilanteen/valmistuksen/kysynnän/kuljetusten analysointi*

*Segway ja muut tasapainovekottimet*

*Robottiautot yms.*

*Matkustajien huippunopeat siirtoputket (tyhjö + magneettileijutus)???*

## **SETELISELKÄRANKAINEN TALOUSELÄMÄ**

Vaihdannaistalous, torit, markkinat, basaarit ja kaupat, kirpputorit, panttilainaamo, kaupan pitämisen ja tuotevalikoiman sääntelyn purkaminen, postimyynti, *nettikauppa*,

Vanhempien sopimat naimakaupat, myötäjäiset, perinnönjakosäännöt

Raha, rahan arvon sitominen arvometalleihin ja vapauttaminen tästä, *virtuaaliraha*

Verotuksen ja sitä ohjaavien lakien kehittyminen: maksu maataloustuotteilla, työllä, sotaväkeen osallistumalla, rahalla, tullimaksut valtakunnan tai kaupungin rajalla, maksun peruste kustannusvastaavuus, oman tuotannon suojele (tulli), haitallisuus (valmistevero), veron määritystapa: tasaprosenttivero, progressiivinen prosentti, sieltä revitään, mistä saadaan-periaate (ikkunavero, turnyyrihamevero, savupiippuvero, omaisuusvero, lahjavero, liikevaihtovero, perintövero, kiinteistövero...)

Kirjanpito, kaksinkertainen kirjanpito, tilintarkastus

Rahan lainaajat, pankit, säästökassat ym. rahalaitokset, velkakirjat, vekselit, sekkit, sijoitusneuvojat

Säästökirja, pankkikortti, luottokortti, kännykkämaksu, biometrinen tai muu *biotunniste- tai ihonalainen sirutunnistemaksu*

Vakuutuslaitokset

Osakkeet, pörssi, johdannaiset: sertifikaatit, eef-tuotteet, warrantit, futuurit, muut strukturoidut tuotteet

Valuutan vaihto ja kurssien määrittely

Sähköinen rahan siirto

Rahastot, *joukkorahoitus ja vertaisrahoitus*

## **LINNASTA LINNAAN, SÄÄLTÄ SUOJATTUJA TILOJA, RAKENTAMISTA**

Luolat, tiipiit, kodat, teltat, iglut

Turvekammit yms. risu- ja savimajat

Hirsi- ja lautarakennukset, salvos, tappiliitos, naula, ruuvi, naulainlevy, jatko- ja kertopuu

Kivirakennukset

Savitiili, poltettu tiili, kevytbetoni, harkkotiili, solumuovieristetty harkko

Holvaustekniikka

Kalkkilaasti, betoni, teräsbetoni, pilari-, palkki-, seinä- ja lattiaelementit

Paalutus ja pohjan vahvistaminen ja massojen vaihto, maapohjan kantavuuden mittaaminen

Valurautapilarit, valssattu teräs ja pilari-palkki-talot, erit. pilvenpiirtäjät

Päre, liuskekivikate, kattohuopa, rakennuslevyt ja -lasit, laatat, pellit, peltikasetit, tapetit, tasoitteet, rakennuspaperit ja muovit yms. pinnoitteet

Eristeet: puu, sammal, turve, puru, koksikuona, asbesti, lasi-, kivi- ja sellu/paperivilla, polystyreeni, solukumi, polyuretaani, vaahtolasi, *aerogeeli*

Pelti/polyuretaanilaminoidut seinä- ja kattoelementit mm. kylmätiloihin, asuntoautoihin yms.

siirrettävät parakit, asuntoautot, tehdasvalmiit pientalot

tilastot ja mitoitusperusteet: ihmisen terminen viihtyisyysalue ja ilman tarve, tuulisuus ja sen voima, ulkolämpötila, lämmitystarveluku, sateisuus, lumikuorma, maanjäristykset, aineominaisuudet: lämmönjohtavuus, kosteuden diffuusio, korroosionopeus, kestävyys, lujuus

kaavoitus, määräykset ja ohjeet, tarkastus ja opastus

rakennustuotannon organisointi ja erikoistuminen: valmistus, suunnittelu/konsultointi, urakointi, asennus, käyttö ja hoito, purku jne.

tehdasvalmisteiset rakennusosat

*vikasietokykyinen homehtumaton ekotalo*

*moduulihuonerakentaminen*

*täydellinen 3D-mallinnus*

*rakennusrobotit*

VARUSTEET

*Savupirtit, avotakat, hypokausti (savukaasulattialämmitys), varaavat uunit, kaloriferi-ilmalämmitys,*

*höyrylämmitys, vesikeskuslämmitys, sähkölämmitys*

kunnallinen vesihuolto ja veden puhdistus, *rakennusten vesi- ja viemärlaitteistot*

nostimet, juoksupyöränostin, torninosturi ym. nostolaitteet, saksinostimet, nostolavat ja muut mobiilit nostimet

hissit, liukuportaat ja -käytävät

ikkunat: pergamentti, 1-lasinen, tuplat ja useampilasiset, lämpöelementit, auringonsuojalasit, sähkölämmitetyt, *sähköisesti tummuvat*

keinovalaistus

-päre, eläinrasva- ja kasvisöljytuikku, kynttilä, öljylamput, kaupunkikaasu

-sähkövalaistus: kaari-, hehku-, loiste-, kaasupurkauslamput, LED

*koneellinen ilmanvaihto, suodatettu sisäilma, puhdashuoneet, kohdesuojaus*

jäähdytstarpeen pienentäminen ulkopintojen värillä tai heijastavuudella, rakenteiden eristämällä, sisäisten lämpökuormien pienentäminen tehokkaalla energiatekniikalla, kohdepoistoilla, koneellinen jäähdytys

lämpöpumput

rakennusautomaatio

MÄÄRÄYKSET, OHJEET

rakennukset, kaavoitus, energia ja ympäristö

## TEKNOLOGIAA, TYÖVÄLINEITÄ, KONEITA, MENETELMIÄ

Nuija, vasara, kirves ja veistovälineet

Vipu ja kalteva taso

Palkeet ja metallien sulatus, ahjo

Pyörä ja akseli, erilaiset rataslaitteet, vaihteistot, talja, vintturi, väkipyörä, kampiakseli, kiertokanki, valta-akseli, hihnat, liuku-, kuula-, kaasu-, magneettilaakeri, voitelujärjestelmät

Mäntäpumput, muut pumput, puhaltimet ja kompressorit

Liitännämenetelmät (niittaus, pajahitsi, kaasuhitsaus, liimaus, valoakaari-, suojakaasu-, märkä-, plasmahitsaus, ks. myös rakennukset)

Aineen ja materiaalin siirto ja sidonta: putket ja putkistovarusteet, pneumaattiset putkistot, hihna- ja ketjukuljettimet, kettinki, hihna, köysi, liina, vaijeri

Nahan muokkaus, sidontanauha, langan teko, äimä/neula, ompelu, käsin kudonta, karsta, rukki, kehrukone, kutomakone, ompelukone, nyöritys, nappi, neppi, nuppineula, hakaneula, vetoketju, tarra

Lämpökäsittely ja valu: suora liekki, välillinen lämmitys, vastuslämmitys, suojakaasu-, hiiletyskarkaisu, induktio- ja mikroaaltolämmitys

Mekaaninen työstö ja muokkaus (leikkaavat, lastuavat, muokkaavat, jauhavat, hiovat)

Pinnoitusmenetelmät (maalaukset, kuumapinnoitus, elektrolyyttinen, plasma, laser)

Polttotekniikka: arinapoltto, kaasutuspoltto, leijupeti, kiertopeti, plasma, painesuutin ja nesteiden polttimet

Kuivaustekniikka: ilma- ja aurinkokuivaus, lämmitys, jäähdytys/kondensointi, spraykuivaus, tyhjö, pakastus, kuivatushihnat, -verkot, -rummut

Höyrykone, höyryturbiini

Polttomoottori, bensakone/diesel

Magnetismi, generaattori, sähkömoottori, tasavirta, vaihtovirta, kaapelit, suprajohtimet

Suihkumoottori, kaasuturbiini, mikroturbiini

Rakettimoottori

Paineilmalaitteisto

Teholaser

Säätölaitteet

soittorasiatyypiset mekaaniset kytkinlaitteistot

jousitoimiset, bimetallilaitteet ja muut kosketinohjaukset

reikäkortti- ja reikänauhaohjatut

pneumaattinen säätö

radioputkivahvistin ja P-, PI- ja PDI-säätö

transistorit ja muut puolijohteet

mikroprosessorit ja digitaalinen säätö

vaihteistot, variaattorihihnapyörät, sähkömoottoreiden tasavirta- ja invertterisäätö

valvomot, etävalvomot, mobiiliyhteydet

Optoelektroniikka (valokuitujärjestelmien lähettimet)

Liukuhihna/tuotantosolu/sarjatuotanto

Robotit

*Koneiden internet*

*3 D-tulostus*

*Nanoteknologia, grafeeni*

*Älymateriaalit, itsensä rakentavat laitteet?*

*Tekoäly eli tukiäly*

TUOTERYHMIÄ

Vuoriteollisuus- ja maanrakennuskoneet, elintarviketeollisuus, tekstiili ja nahka, kivi- lasi savi, metalli-, paperi- ja puu, konepaja- ja sähkölaiteteoll, maa- ja metsätalous, kemian teoll. rakennusteoll, pakkausteoll, infrastruktuurin koneet, kodinkoneet, maa-, meri-, ilma- avaruusliikennevälineet, sairaalatekniikka, huvittelulaitteet, sukellus- ja off-shore, sotilastekniikka

Tuotantolaitteet - kuluttajalaitteet (mm. erilaiset robotit)

TOIMISTOKONEET, TIEDONKÄSITTELYLAITTEITA ,TYÖN ORGANISOINTIA

Helmitaulu, mekaaninen laskukone, sähköinen laskukone, taskulaskin

Kirjoituskone, muistilla varustettu kirjoituskone

Keskustietokoneet ja sen päätteet

PC, läppäri, tabletti, älypuhelin, kuvanlukija/skanneri

Itsenäinen työ esim. käsityöläisenä, ryhmätyö työhuonekunnassa, tehdastyö työnjohtajan määrittelemänä, ohjaamana ja valvotuna, liukuhihna työsuorituksen määrittäjänä, valvojan suorittama fyysisen työsuorituksen ja sen laadun mittaaminen, kellokortti mittajana, urakkatyö, tuntityö, kulunvalvontajärjestelmä mittajana, luottamukseen perustuva tietotyö etätyönä

## KEMIKAALI-ALIT VAUHDISSA

Metallurgian prosessit

Aineen olemuksen filosofointi

Alkemistit

Systemaattinen aineiden tutkiminen, polttaminen, haihdutus, tislaminen yms.

Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä

KEMIAN TEOLLISUUDEN TUOTTEITA

Puuterva, kivihiiliterva

Räjähteet, ruuti, nitroglyseriini, dynamiitti, TNT ym. räjähteet

Hapot, emäkset, liuottimet, lämmönsiirtoaineet (pakkasnesteen, kylmäaineet, termooiljyt...), teollisuuskemikaalit, pesu- ja desinfiointiaineet

Teollisuus-, sammutus- ja pakkauskaasut, ponneaineet

Lääkkeet

Väriaineet, maalit ja lakat, kyllästeet, suoja-aineet, liimat, vahat ym. pintakäsittelyaineet, tiivistemassat, tasoitteet, tarra-aineet

Keinolannoitteet, torjunta-aineet, myrkyt

Öljynjalostuksen eli petrokemian tuotteet keinoaineet, keinokuidut, muovit, muovituotteet, komposiittiaineet, hiilikuitu, luonnon aineista tuotetut hiilivetypohjaiset aineet kuten hartsit, muovit

Kumi ja erityisesti kumirenkaat

PROSESSJA

Sekoitus, liuotus, suodatus, hapetus, pelkistys, kaustisointi, imeytys, kondensointi, krakkaus, höyrystys, haihdutus, tislauk, kiteyttäminen, lämmitys, poltto, katalyyttiset reaktiot, prosessit kovassa paineessa, tyhjössä, elektrolyttiset prosessit ja niiden yhdistäminen höyrystämiseen, ekstruusio, atomic layer deposition (ALD, jolla voidaan tuottaa atominpaksuinen kerros kerrallaan).

## TERVE RUUMIS - HYVÄ MIELI, TERVEYDENHUOLTO

Terveellinen monipuolinen ravinto, hivenaineitten ja vitamiinien tunnistaminen ja vaikutuksen tuntemus

Lääkkeet ja niiden valmistusmenetelmät, vaikuttavan aineen erottaminen, apteekkilaitos, luonnosta uutetut yms. konsentroidut lääkkeet, kemiallisesti tehdyt lääkkeet, apteekkien oma lääkevalmistus, lääketehaat, lääkealan lainsäädäntö ja kontrollointi (mm. FDA = Food and Drug Administration, Washington)

Omaishoitajat, poppamiehet, shamaanit, välskärit, erityiset koulutetut lääkärit, sairaanhoitajat, lääkäreiden erikoistuminen, lääkäritiimit, *etälääkärit*

Työpaikkojen - ja koulujen yms. sairaanhoitajat, kunnalliset terveystarkastajat ja kriittisten osaluettien valvonta kuten elintarvikeala, työpaikat, asumisolot

Fysioterapeutit, hierojat, naprapaatit, fysikaalisen hoidon laitteistot ja kunnon ylläpitämiseksi tai parantamiseksi kehitetyt välineet

Ihmisen anatomian tuntemus, patologia, potilaan kokonaisvaltainen tutkiminen, mm. diagnostiikka, mm. hormonien tuntemus



Yleinen ja yksityinen säädely sairaalalaitos, työterveyslääkärit, työterveyslainsäädäntö, rahoitus mm. yhteisin varoin, laboratoriot, tehoahoito, huippuosaamisyksiköt, ambulanssikulkuneuvot ja -miehistöt

Apuvälineet: silmälasit, mekaaniset proteesit, hammaspaikat, -proteesit, -kruunut yms. moottoroidut ja *hermoimpulsseilla* ohjatut proteesit, kuulokojeet, liikkumisen apuvälineet: kepit, sauvat, pyörätuoli, rollaattori, moottoroidut kulkuvälineet, opaskoirat, puhe- tai katsohjatut laitteet, *aivotoimintojen tehostaminen elektroniikalla*

Haavanhoito, murtumien hoito, sidetarpeet, laastarit terveystiteet, tamponit

Kivun ja säryn poisto, puudutus, anestesia

Kirurgia, sädehoito (lineaarikiihdytin, säteilevä jyvänen, säteilevä juoma), kemoterapia, lyhytkirurgia, mikrokirurgia, laserleikkaus, *RFTA-lämpökäsittely yms, leikkausrobotit*

Bakteerien ja virusten merkityksen tunteminen, rokotteet, hygienia, aseptiikka, antibiootit, hyödyllisten bakteerien nauttiminen ja käyttö elintarvikkeissa

Veren siirto, dialyysihoito, ihosiirre, elinten siirto, keinohedelmöitys

*Nopeat diagnostisointilaitteet ja -aineet*

Keinoelimet ja -osat (luunaulat, nivelet, mykiöt, tahdistimet, implantit...)

Kansanterveysvalistus ja -opetus, kuntoilun helpottaminen: rakennetut liikuntapaikat ja -reitit, terveyskylpylät, kuntosalit, liikunnan ohjaajat, itsehoito: opastus ja oppaat, lääkärinkirjat, lääkeluettelot ym. itseopiskelun välineet, vertaisryhmät

Ensiapukurssit, lääkekaappi, ensiapulaukku, defibrillaattori = sydämen elvyttäjälaitteisto

Ehkäisymenetelmät

DNA:n rakenne ja analysointi, solujen aineenvaihdunnan tunteminen, *perinnöllisten sairauksiin taipumuksen tunteminen, geenimanipulaatio eli -muokkaus, perinnöllisten sairauksien poistaminen?*

*Kantasolukasvatetut korvaavat elimet?*

*Älyneulat*

*Uudet täsmäsyöpälääkkeet?*

*Hoivarobotit*

**Yhdistetyt sängyt ja vessat?**

Henkilökohtaiset mittausvälineet: peili, vaaka, kuumemittari, mittanauha, suurennuslasi, sykemittari, verenpainemittari, verensokerimittari, rasvaprosenttimittari, sydämen toimintaa tallentavat mittarit, aktiivisuusranneke yms. *uudet anturit - esim. nieltävät kapselikamerat ja analysointilaitteet, hengitysilmasta taudin tunnistavat sensorit ja muut analyysilaitteet - etädiagnostiikka, diagnostiikkarobotit ja bigdatan käyttö*

*Syövän ja muita sairauksia tunnistavat koirat*

*Hajuantureiden/sensoreiden kehittäminen koiran hajuaistin tasolle tai edes sinne päin*

**MIELENTERVEYS**

Seinähuone, hullujen huone, kahlitseminen, ihmismielen ja sairauksien tunteminen, psykologia, psykiatria, psykoanalyysi, mielisairaanhoito ja mielen hoito, psykiatrilääkkeet, terapiat, sähköshokkihoito, leikkaushoito, psykotestit

Mielenterveyttä edistävät toiminnot: yhteisöllisyys, välittäminen, *yhteiset realistiset ja kestävät arvot, vertaisryhmät, mm. AA-kerhot. liiallisen stressin välttäminen tai aikainen väliintulo oireisiin*

#### YHTEISKUNNAN TARJOAMIA TERVEYTTÄ EDISTÄVIÄ TOIMIA

Kunnallinen vesilaitos, juomaveden puhdistimet, jäteveden puhdistus, pesutilat ja laitteet, mm. kosketusvapaat kalusteet

Tautia levittävien soiden yms. kuivatus, biologinen ja muu loisien torjunta, jyrsijöiden yms. hävittämiskampanjat, jäteastioiden ja kompostoreiden tarkoituksenmukainen rakenne, biojätetkaatopaikkojen lopettaminen, nykyaikainen jätehuolto

*Terveydelle vaarattomat asuin- ja työolosuhteet, riittävä ilmanvaihto, hallitut painesuhteet, kohdeilmanvaihto, suojailmanvaihto, suojanaamarit, entistä tehokkaammat ja silti edulliset tuloilmasuodattimet*

Teollisuuden ym. päästöjen puhdistaminen ja puhdistustekniikan kehittyminen (mekaaniset suodattimet, sähköllä varatut suodattimet, sähkösuodattimet, dynaamiset erottimet, pesurit, adsorptio, absorptio, hapetus ja muu kemiallinen puhdistus, käänteisosmoosi), *pientulisijojen savukaasupuhdistimet*

Huumaavien aineiden käytön rajoittaminen

Vapaa-aika ja työvuoden lomien ja elpymispaikat: mm. ryhmäpuutarhat, virkistysalueet, huvilat

Lasten kasvatukseen kyvyttöimien vanhempien ohjaaminen ja tukeminen, lasten päivähoido yms. - tarvittaessa sijaisvanhemmat

Liikennesäännöt, rakenteellinen turvallisuus, valvonta

Vaarallisten aineiden kielto (asbesti, myrkyt...)

Lyijyn käytön lopettaminen bensiinissä

Tupakoinnin rajoittaminen lainsäädännöllä

Liuvonvapaat maalit, rakennusaineiden luokittelu terveydelle haitallisten päästöjen mukaan, *sisäilmaluokitus*

*Hoitokustannusten avustaminen, sairausvakuutus*

*Elämäntapaohjeet ja elämäntapojen muutosten mukaanotto hoidon korvattavuuteen?*

#### TURMAN SIJASTA TURVAA

Aita, valli, muuri, vallihauta, piikkilanka, korkeajänniteaita, ovet, lukot: sepän lukko, Abloy yms, elektroninen, turvaholvit, hälyttimet: mekaaniset, liiketunnistus, lämpö-, kaasupitoisuus

Henkivartija, kaarti, sotaväki, poliisit, vartiointi- ja turvaorganisaatiot

Kaasu-, sähkö-, äänilamauttimet ja muut taltuttamisvälineet ja -keinot

Putkat, vankilat, eristyslaitokset, karkotukset ja muut rikosseuraamukset

Henkilörekisterit, tunnistamisvälineet: todistukset, passit, viisumit, henkilökortit, *biotunnisteet: sormenjäljet, kämmenjäljet, kasvot, iiris, ääni*

Haarniskat ja suoja-asut, panssaroidut ajoneuvot, komposiittirakenteiset panssaroinnit

Sotilastekniikka, aseet, suojat (ks. erillinen osa)

Rakennusten turvallisuus: sortumisen esto kuormituksen, sääolojen tai maanjäristysten takia, putoamisen ja kaatumisen esto,

Paloturvallisuus: rakennusten materiaalit, mitoitus, poistumistiet, sijainti

Palojen havaitseminen: palovartiointi, palohälyttimet

Palonsammutus: käsiruiskut ym. palopostit, sprinkleri, kevytsprinkleri, sumu, vaahto ja jauhe, kaasusammutus, vapaaehtoiset ja kunnalliset pelastuslaitokset

Kone- ja laitesuojaukset, haitallisten emissioiden koteloinnit, kohdepoistot

Varolaitteet (venttiilit, suojakytkimet, murtokalvot...), kaiteet, turvavyöt, turvatyyny, laskuvarjot, pelastusveneet, -lautat

Laitetestaus, ennakoivat huolto-ohjelmat

Siirto-, nosto-, telineturvallisuus

Henkilökohtaiset turvavälineet

Koulutus, pätevyysvaatimukset ja -todistukset

Metallinpaljastimet, turvaportit, huumekoirat, räjähdekaasusensorit ja vaarallisten aineiden pika-analyysimenetelmät, elektroniset valvontajärjestelmät, turvakamerat, datavakoilu

## SOTASOPPAA

Nuija, keihäs, veitsi ja muut teräaseet, nuoli, linko, katapultti

Tuliaseet: jalkaväen aseet, tykit, kuula, patruuna ja tykin ammus, piipun rihlat, kranaatin heitin, automaatti/konetuliaseet, suorasuuntaus, ballistinen suuntaus

Pommit, maa- ja merimiinat, torpedo, raketti, ohjus, monikärkiohjus, risteilyohjus, ohjautuvat tykistöammukset

Meri- ja vedenalaisaseet ja välineet

Sotilaslentokoneet yms. ilma-aseet, avaruusaseet

Kemialliset aseet, biologiset aseet, ydinaseet

Havainto-, tiedustelu-, vakoilu-, tähtäys- ja yhteydenpitolaitteet ja menetelmät, mm. pimeänäkö, lämpökamera

Kuljetuskalusto ja logistiikka, esim. pioneerisillat

Suojarakenteet ja suojautumisen erikoistekniikat

Signaalin häirintä, hybridisodankäynti, kybersota

Sotilassairaalat, mobiilit sairaalat, Punainen Risti ja vastaavat

Alan organisaatiot ja johtamisjärjestelmät, huoltojärjestelmät

Maailmansotien esto ydinasepelotteella

## SIRKUSHUVEJA, VIIHDETTÄ, MATKAILUA JA NIIHIN LIITTYVÄÄ KULTTUURIA

Tarinoiden ja satujen kertojat ja laulajat, soittimet ja musiikin esittäjät, kuorot, orkesterit

Lelut, kukat ja muut koristekasvit, lemmikkieläimet, eläintulkit

Varjokuvat, kuvataide, esteettinen sisustaminen, ihmisten koristelu, hajuvedet, ulkonäön muokkaus

Prostituutio, bordellit, eroottiset esitykset, pelit ja vehkeet, etäseksi

Selvänäkijä, povari ja muut hömpän tarjoajat

Kerhot ja harrasteipiirit

Rakennetun ympäristön estetiikka (rakennus-, sisustus-, piha- ja kaava-arkkitehtuuri)

Näyttelijät, klovnit, narrit, akrobaatit

Teatteri, sirkus, areena, ilotulitus, kokkotuli, tuli- ja pyrolyysiesitykset, yleisötahtumat, matineat

Printtiviihde, kirjallisuus ja sen eri alalajit kuten tietokirjat, lehdet

Lautapelit, korttipelit, sana- ja numeroleikit ja -pelit

Urheilulliset (mm. puisto-)pelit, kilpaurheilu (ihmiset, eläimet), showurheilu

Ulkoilu- ym alueet, kentät, tilat, reitit, huvipuistot, galleriat, museot, eläintarhat, luonnonpuistot, suojelualueet ja muut luontomatkailukohteet, näkötornit

Matkailu ja sen palvelut, majatalot, matkustajakodit, hotellit, bed and breakfast, oman asunnon vuokraus esim. airbnb-sivuston kautta, kylpylät, risteilylaivat yms. kulkuvälineet, matkailun välitysfirmat, oppaat, opasteet, kartat, tulkit yms, erityis- ja elämysmatkat, matkakohdeohjelmat ja matkakirjat yms. nojatuolimatkailu, *avaruusmatkailu*

Vapaa-ajan vieton varusteet, vekottimet ja laitteet

Elokuvateollisuus: filmit, animaatiot

Musiikkiteollisuus

Muoti ja muu tyyliuuntien vaihtelu

Veikkaus, uhkapelit, arpajaiset, kasinot

Elektroniset pelit, nettipelit, *virtuaalipelit, netin joukkopelit*

*Matkakohteiden yms. 3 D-kuvaaminen ja tähän perustuvat virtuaalimatkat*

## MITEN VOIN PALVELLA?

Edellä mainittuihin osioihin sisältyy runsaasti nykyään palvelualaksi eriytyneitä toimintoja. Palvelusektorin pääotsikot liittyvät seuraaviin: kauppa, mainos ja markkinointi, kiinteistöt, infra, tekninen suunnittelu, vapaa-aika/taide/viihde, talous, lakiasiat, terveys ja hoiva, ravitseminen, koulutus, tieto, atk, turva, ympäristö, media, hengelliset/kirkolliset palvelut, politiikka ja intressipiirit, avustus ja hyväntekeväisyys ja koko kolmas sektori ylipäänsä.

(Monissa maissa palvelualan taloudellinen volyyymi on jo suurempi kuin tehdasteollisuuden ja maanviljelyksen.)

BKT-tilastoissa näkymättömiä yhteiskuntaa voitelevia aktiviteetteja ovat esim. neljännen sektorin eli perheiden toiminta, esim. isovanhempien yms. suorittama lastenlasten hoito ja roudaaminen harrastuksiin yms.

Ammatteihin ja elinkeinoin liittyvien yhdistysten lisäksi yhdistyksiä ja järjestöjä on Suomessa tuhansia mm. seuraavien otsikoiden alla: kylä- ja kaupunginosa, metsästys, kalastus, urheilu- ja liikunta, luonto, puutarhat ja viljely, kulkuneuvot yms. harrastukset, taloudellinen tuki mm. oppilaitoksille, orpokodeille, saattohoitoon, lemmikkieläimet, tiede, terveys ja sosiaaliala, maanpuolustus, kansainvälisyys, uskonto ja maailmankatsomus, ns. kulttuuri kuten musiikki, kuvaamataide, kirjallisuus, historia ja perinteet

## KEHTITYKSEN JARRUMIEHET

Keskiaikaiset tai sitä vanhemmat jämähtäneet uskonnot, fundamentalismi ("Tämä on ainoa oikea ja erimieliset saa/pitää tappaa")

Poliittiset diktatuurit, kiihkokansallismielisyys

Sodat, muiden kansojen tai yhteisöjen riisto, rasismi, *naisten, lasten ja orjien hyväksikäyttö*

Lasten *kasvatuksen/opastamisen laiminlyönti*

Erosio, ympäristön saastuminen, ilmaston lämpeneminen, *merenpinnan nousu ja satojen miljoonien ihmisten asuinalueiden tuhoutuminen, massiivinen kansainvaellus/pakolaisuus*

*Liikakansoitus*, viljelysmaan käyttö rakentamiseen yms. käyttökelpoisen maan puute

Kriittisten raaka-aineiden hupeneminen

Yksinkertaisen työn loppuminen, *riittävän yksilöllisen opetuksen puute*, ongelmaisen tai vähälahjaisen oppilasaineuksen/työvoiman syrjäytyminen, rikollisuus, slummit, aliravitsemus

Antibioottien väärinkäyttö, antibakteeristen tekstiilien ja puhdistusaineiden laaja käyttö, lääkkeille ja hoidolle *vastustuskykyisten tautien leviäminen*

Yhteiskunnan toimintojen rakentuminen **liaksi hakeroitavissa olevaan tietotekniikkaan**

Ydin- ym. joukkotuhoaseiden leviäminen

*Uskomustiedon ja hömpän levittäminen, organisoitu trolaus, maailmankuvan vääristäminen, eskapismi ja ajankäyttö vain viihteeseen ja seurauksena yleinen tietämättömyys ja typeryyys*

*Laiskuus, velttous, liikunnan puute, liika istuminen*

*Liiallinen nautintoaineiden yms. käyttö, riippuvuudet (tupakka, sokeri, huumeet, dopingaineet, lääkkeet, uhkapelit, porno)*

*Liiallinen energian syönti ja liikalihavuus*

*Maailman muuttuminen niin monimutkaiseksi, että demokraattinen päätöksenteko perustuu pääosin populistiseen hömppään*

## 7 SUOMALAISIA MENESTYSTARINOITA

### SUOMI 100 v - JUHLAVUODEN KUNNIAKSI

(Tarinat aakkosjärjestyksessä otsikoiden alkukirjaimen mukaan)

#### Chiller - Intohimona jäähdytysalan innovaatiot

*Vierivä kivi ei sammaloidu. Chillerin luojat Börje Mattsson ja Heikki Lahdenperä allekirjoittavat sanonnan. He uskovat riittävän panostuksen tuotekehitykseen pitävän tuotannon pyörät pyörimässä. Yritys on alusta asti käyttänyt tuotekehitykseen vuosittain 10 % liikevaihdostaan.*

#### Yksi hyvä kauppa avaa monia ovia

Vuonna 1990 Chillerin perustaja insinööri Börje Mattsson perusti yrityksen, jota oli suunnitellut jo pidemmän aikaa. Hieman myöhemmin vuonna 1994 Heikki Lahdenperä lähti Mattssonin mukaan kehittämään Chilleriä. Kylmätekniikan diplomi-insinööriksi opiskellut Lahdenperä oli aina hautonut ajatusta, että Suomeen tulisi saada laitteiden suunnittelua ja valmistusta. Yrityksen alku oli haastavaa aikaa. Yritys toimi ensin urakoitsijana, maahantuojana ja huoltoliikkeenä pääasiassa toisten rakentamalla laitteilla.



Käännös parempaan tapahtui noin 1990-luvun puolella välissä, kun Chiller sai tehtäväkseen ison vedenjäähdytinsaneerauksen Pohjola-yhtiöihin. Loistavasti hoidettu projekti toimi hyvänä referenssinä ja avasi ovia muihin merkittäviin toimeksiantoihin.

1990-luvun puolenvälin jälkeen Nokia alkoi etsiä puhallinpatteritoimittajaa testisaleihin ja toimistoihin. Kotimaisena innovatiivisena toimijana Chiller voitti kisan ja alkoi valmistaa laitteita Nokian testisaleihin ja toimistoihin. Chiller ei kuitenkaan jättänyt menestystä yhden suuren asiakkaan tarpeiden varaan vaan keskittyi kehittämään omia edistyksellisiä laitteita ja ratkaisuja.

### **Tuotekehityksessä kuunnellaan asiakasta**

1990-luvun lopussa Chiller loi kylmälalalle uuden käsitteen kylmävesiasema. Chiller ei koskaan halunnut lähteä valmistamaan pelkästään vedenjäähdyttimiä. Tuotekehityksessä huomattiin, että asiakkaan tarve oli paljon suurempi. Asiakkaalle edullisempi ja riskittömämpi vaihtoehto oli täysin uudenlainen tehdasvalmisteinen kylmävesiasema, joka sisälsi vedenjäähdyttimen lisäksi valmiiksi koottuna pumpun, säiliömoduulin, säätöventtiilit, kompressorin ja kaikkien näiden ohjauksen. Kokonainen kylmävesiasema verrattuna pelkkään vedenjäähdyttimeen toi sekä kustannus- että aikasäästöjä työmaalla. Myöhemmin kylmävesiasemaan yhdistettiin myös uusi energiatehokas vapaajäähdytys.

### **Laitteiden internet IoT**

Chiller valjasti jo varhaisessa vaiheessa vuonna 2009 laitteiden internetin omien ratkaisujensa käyttöön. Kun useat yritykset vasta tutustuivat IoT:n tarjoamiin mahdollisuuksiin Chiller käytti tekniikkaa jo hyväksi tuotteiden optimoinnissa. Nykyään IoT-pohjainen Service Next -palvelu kuuluu takuuajana kaikkiin Chillerin kylmävesiasemiin.

### **Motivoiva työympäristö**

Chiller suunnittelee jatkuvasti uusia innovaatioita ja vie alaa eteenpäin. Asiakaslähtöisen tuotekehityksen lisäksi Chillerin menestykseen on vaikuttanut perustajien luoma yrittämistä kannustava työkuulttuuri, mikä ruokkii luovuutta ja pyrkimystä aina vain parempaan ratkaisuun.

*KAE*

## **Climecon Oy - ilmastointi on niin hyvä kuin on ilmanjako**

On hyvin mahdollista, että sinäkin olet osa Climeconin tarinaa. Vuosien saatossa ratkaisumme ovat tuottaneet parempaa ja viihtyisämpää sisäilmaa miljoonien ihmisten hengitettäväksi kodeissa, kouluissa ja työpaikoilla.

### **Climeconin tarina alkaa vuodesta 1984**

Silloinen Climecon Oy on Reijo Henrikssonin vuonna 1984 perustama yritys, jonka liiketoiminta keskittyi alkutaipaleella kemialliseen ilmanpuhdistukseen ja laajeni myöhemmin ammattikeittiöiden ilmanvaihtoratkaisuihin sekä ilmanvaihtokatkoksiin.

RC-Linja taas sai alkunsa 70-luvulla perustetussa Kausalan Metallin Oy:ssä (myöhemmin Kaumet Oy), joka aloitti ilmastointiurakoinnilla. Varsinainen tuotannollinen toiminta aloitettiin perinteisiä ilmanvaihtoventtiileitä valmistamalla. Virallisesti RC-Linja Ky perustettiin vuonna 1984 Christer Grönlundin ja Reijo Leinon toimesta Kaumet Oy:n markkinointiyhtiöksi.

### **Uusi lehti kääntyi vuonna 2010**

Vuonna 2007 Tommi Uksila osti RC-Linja Oy:n ja aloitti uransa yrittäjänä ja toimitusjohtajana. Tätä seurasi merkittävä uudistamisen aikakausi. Tuotantoa tehostettiin ja nykyaikaistettiin, myyntitiimi uudistui ja markkinointiin ja tuotekehitykseen alettiin satsata. Vuonna 2009 laivaliiketoiminta lähti toden teolla käyntiin, kun maailman suurimpaan risteilijään Oasis of the Sea:hin toimitettiin päätelaitteet ja korkeapaineliitäntälaatikot.

Uusi lehti historiassa kääntyi vuonna 2010 kun nykyinen Climecon syntyi RC-Linjan ja silloisen Climeconin yhdistymisestä. Ensin toimittiin vuoden verran RCLClimecon-nimen alla, minkä jälkeen matkaa jatkettiin Climecon-nimellä, jonka koettiin sopivan paremmin kasvavilla vientimarkkinoilla. Vienti lähtikin mukavasti käyntiin ja uusia asiakkaita saatiin mm. Ranskasta.

### ***Uudistuminen ja jatkuva tuotekehitys ovat se meidän juttumme***

Uudet teknologiat ovat olleet tuotekehityksemme kärkenä vuodesta 2014, jolloin toimme markkinoille uudet CleanMaster®-huuvat. Samaan aikaan uudistuksen koki myös digitaalinen asiakaskokemus, kun aloitimme toden teolla kehittämään suunnitteluun työkaluja ja valintaohjelmia.

Vuoden 2015 aikana päätimme tarttua IoT-buumin innoittamina toden teolla teknologian kehittämiseen. Vuoden 2017 aikana otimmekin varsinaisen teknologiaharppauksen, joka piti sisällään mm. älykkään ilmanvaihtoratkaisu MyAirin tuonnin markkinoille.

Taival ei ole aina ollut helppo, mutta hyvällä meiningillä on selvitty vaikeistakin ajoista. Tänä päivänä Climecon on reippaassa kasvuvauhdissa oleva ketterä yritys, joka kansainvälistyy kovaa vauhtia. Vuonna 2016 saavutimme merkittävän 10 miljoonan euron liikevaihtorajan. Digitalisaatio myllertää maailmaa ja kaupungistuminen muuttaa asumista. Muutoksessa haluamme kulkea rohkeasti eturintamassa latua raivaten ja entistä fiksumpia ratkaisuja kehittäen.

*Stina Mukala*

## **FREEZIUM™ - lämpötekniisesti erinomainen jäätymätön liuos**

Maailmanlaajuisesti nousi 1990-luvulla tarve pienentää kylmäaineiden ilmastovaikutuksia. Perinteiset kylmäaineet olivat osoittautuneet ilmakehän otsonikerrokselle tuhoisiksi. Ratkaisuksi kehitettiin paitsi uusia kylmäaineita alettiin myös minimoida jäähdytyskoneikoiden kylmäainemääriä. Tähän päästiin rakentamalla lauhdutus- ja höyrystyspuoli välilliseksi eli että kylmäainetta on vain itse koneikossa. Näin vältetään myös vaativien kylmäputkistojen asentamiselta ja helpotetaan vapaajäähdytyksen ja lämmöntalteenoton käyttöä. Jäähdytyskeskuksessa ei enää tarvita riskialttiita kylmäputkiasennuksia; tehtaalla valmiiksi koestettu koneikko tarvitsee vain käynnistää sen jälkeen, kun se on yhdistetty ulkopuolisiin putkistoihin ja sähkö- automaatioverkostoon.

Jäätymättömien lämmönsiirtonesteiden tarve oli lvi-alalla kasvanut jo 1960-luvulta lähtien. Ilmanvaihdon välillinen nestekiertoinen lämmöntalteenotto vakiintui vähitellen yhdeksi keskeiseksi LTO-ratkaisuksi. Monoetyleni-, dietyleni- ja propyleeniglykoli sekä teollisuusalkoholi tulivat tutuksi. Näissä aineissa on kuitenkin ongelmia: lämpötekniiset ominaisuudet eli lämpökapasiteetti, lämmönsiirtokerroin kylmästä pinnasta ja viskositeetti eivät ole kaksisia. Alkoholia ei yleensä voi käyttää kovin alhaisessa lämpötiloissa, sillä jäätymättömyys edellyttää syttymisherkkää pitoisuutta. Etyleeniglykolit ovat jossain määrin myrkyllisiä ja sopimattomia esim. elintarviketeollisuuden tiloihin. Propyleeniglykoli rikkoo jäätyessään putkia ja laitteita.

Kemirassa keksittiin kehittää muurahaishapon kalsiumsuolasta eli kaliumformiaatista (KCOOH tai HCO<sub>2</sub>K tai CHKO<sub>2</sub>, potassium formate) jäähdytysjärjestelmiin sopiva lämmönsiirtoneste. Sinänsä aineen eräs valmistusmenetelmä oli USA:ssa patentoitu jo 1936, joten kemisteille tuiki tuntemattomasta aineesta ei ollut kyse. Aine liukenee hyvin veteen ja sen lämmönsiirto-ominaisuudet ovat erinomaiset. Tämän ansiosta voidaan liuosvirtaamaa, pumpun painetta ja samalla pumppauskustannuksia sekä putkien ja lämmönsiirtimien pinta-alaa pienentää tai voidaan käyttää lämmönsiirtimissä taloudellisesti korkeampaa rekuperaatioastetta eli hyötysuhdetta. Siten voidaan kompensoida välillisten piirien aiheuttamaa korkeampaa kompressorin lauhde- ja höyrystyspaineen erotusta ja tarvittavaa kylmäkoneen moottoritehoa.

Aineesta tiedettiin, että se voi aiheuttaa sinkille, alumiinille ja valuraudalle korroosiota. Liuoksen alhaisen pintajännityksen takia se vuotaa helposti liitoksista, joten esim. perinteisen hampulla tiivistetyt kierrelitokset eivät soveltuneet ilman erityisliimaa. Kaliumformiaatin - kuten muidenkin kylmäpuolen lämmönsiirtoaineiden - käytölle keskeinen edellytys on

korroosionestoinhibiittien ja stabilointiaineiden lisääminen liuokseen. Tähän tarkoitukseen Kemira saikin kehitettyä sopivia aineita. Näin saatiin aikaan neste, jolle annettiin nimeksi FREEZIUM™.

Kehitetyn aineen edut tulevat erityisen tärkeiksi suurissa jäähdytysputkistoissa kuten elintarviketeollisuudessa, jäähdytetyissä varastoissa ja tekojääradoilla. Ensimmäisistä sovelluskohteista saatiin pian kokemusta, joiden perusteella voitiin laatia tarkemmat ohjeet Freezium-verkoston rakentamiselle. Kaliumformiaatille on myöhemmin keksitty käyttöä myös esim. maanteiden suolauksessa ja kallioporien voiteluaineena.

*BHA*

## Keksintö, joka mullisti ilmaston lämmöntalteenoton

Ilmaston poistoilmasta tuloilmaan lämpöä siirtäviä nestekiertoisia lämmöntalteenottolaitteistoja alettiin käyttää Suomessa yleisilmanvaihdossa pienessä määrin jo 1960-luvulla. Alku oli kuitenkin varsin hapuilevaa. Laitteistojen lämpötilasuhde eli tuloilman lämpenemisen hyötysuhde jäi usein alhaiseksi; tyypillinen arvo oli 40...50 %. Öljykriisi 1970-luvulla muutti kuitenkin tilanteen, halvan öljyn aika oli ohi. ABB Fläktin kehityspäällikkö Ingmar Rolin alkoi miettiä parempia ratkaisuja. Eikö kannattaisi mitoittaa tuloilmapatterit useammalla rivillä eli paremmalla lämpötilasuhteella? Eikö tähän nestekiertoön voisi syöttää tarvittavaa lisälämpöä tai kesällä jopa jäähdytystehoa? Näin tultaisiin toimeen yhdellä monitoimisella tuloilmapatterilla, säästettäisiin myös materiaalia ja tilaa.

Laitteiston mitoitus oli kuitenkin vaativa. Onneksi 1970-luvulla oli jo saatu aikaan pattereiden mitoituksessa tietokoneohjelmia, joilla voitiin simuloida erilaisten patterirakenteiden talvi-, välikausi- ja kesätilanteita muuttuvilla ilmavirroilla. Kokonaisuus vaati monen palasen hiomista: oli tarkasteltava putkistoa, sen kytkentöjä, lämmönsiirtimiä, kiertonesteen ominaisuuksia ja ennen kaikkea säätöjärjestelmää. Keskustelut kollegojen ja valmistuksen kanssa ja kokonaisuuden kypsyttely johti lopulta siihen, että Ingmar Rolin laati patenttihakemuksen 1980-luvulla lopulla. Tästä alkoi eräs ilmastointialan tärkeimmistä ja menestyksekkäimmistä innovaatioista. Paitsi poisto- ja tuloilmapattereiden mitoitusta, osoittautui tarpeelliseksi muuttaa putkiston kytkentöjä ja varusteluja. Kehittyneitten automaatiojärjestelmien sekä prosessin kannalta oikeiden mittauspisteiden ansiosta laitteiston optimaalisen toiminnan mahdollisuudet paranivat. Myös näille uusille ratkaisuille haettiin patentit.

Lopputuloksena oli kokonaisuus, jonka lämpötilasuhde nousi tyypillisesti jopa 80 prosenttiin. Pattereita ja putkistoja oli konehuoneissa entistä vähemmän ja laitteisto toimi oleellisesti perinteistä matalammalla lämmitysveden lämpötilalla. Jopa 25 asteinen liuos riitti. Tämä antoi säästöä mm. kaukolämmön perusmaksuissa ja lämmönsiirtimissä. Voitiin hyödyntää jopa kaukolämmön paluuvettä ja saada liittymismaksusäästöjä. Maalämpötapauksissa lämpöpumpun lämpökerroin nousi oleellisesti. Laitteisto nimettiin Thermonetiksi (nykynimeltään Econet, jota on satavissa asennusvalmiina paketteina, myy Fläkt Woods).

Kehitys kannusti myös kilpailijoita parantamaan tuotteitaan ja osaamistaan. Kesti kuitenkin yllättävän kauan, ennen kuin esim. levylämmönsiirrinratkaisujen lämpötilasuhteena alettiin käyttää 70...80 %. Se saatiin käyttämällä ns. vasta-ristivirtalämmönsiirrintä. Nestekiertoinen järjestelmä on kuitenkin kanavoinnin ja tilankäytön kannalta oleellisesti yksinkertaisempi ja joustavampi. Poistoilmapuhaltimet voivat sijaita hajautettuna siellä missä niiden paikka on luonnostaan. Suuria tilaa vieviä poistokanavia ei tarvitse ahtaa yhteen pisteeseen. Tulipalon leviämisen estämisen kannalta poisto- ja tulokanavien sijoittaminen eri tiloihin on turvallinen. Korkeahyötysuhteinen ilmanvaihdon hyötysuhde on myös avainasemassa pyrittäessä kohti nollaenergiarakennuksia.

*BHa*

## Kiertotaloudesta LVI-alan kärkiyritykseksi

Suomen solmittua rauhansopimuksen Neuvostoliiton kanssa oli maassamme pula kaikesta. Linja-autoliikennettä tarvittiin kipeästi, sillä väliaikaista asutusta oli sijoitettu pitkin maata ja uudisrakentamista tehtiin taajamien ja kaupunkien reuna-alueilla. Vain joillakin erityisammattaje harjoittavalla suomalaisperheellä oli oma auto, joten bussiliikenne oli äärimmäisen tärkeä. Raumlainen liikennöitsijä Kosti Oras tarvitsi korjaamo. Hän oli kunnostanut entisen oluttehtaan asuinkäyttöön. Pohjakerroksessa oli korjaamoksi soveltuva autotalli. Vävy-poika metallimies Erkki Paasikivi oli aktiivinen ja yritteliäs. Hänen kanssaan Kosti Oras perusti 1945 yrityksen nimeltään K. Oras Oy. Oras oli rahoittaja ja pääosakas ja Erkki Paasikivi toimitusjohtaja. Tavoitteena oli alunperin linja-autojen korjaus ja varaosakauppa. Vaikka loppuun ajettu linja-autokalusto tarvitsi kipeästi korjaamista, hankittiin kellariverstaaseen myös muuhun toimintaan soveltuvaa käytettyä tuotantokalustoa kuten muutama revolverisorvi, porakone, sirkkeli ja hitsauslaitteet. Tuotteita oli mm. pyykkipojat, näin tasattiin korjaamon vaihtelevaa työkantaa.

Teollisuudessa sota-ajan palvelut Erkki Paasikivi hankki 1947vaunulastillisen ilmatorjuntakranaatin kuoria; pula-aikana kannatti ostaa kaikkea mitä sai. Kiertotalous oli jokapäiväistä. Ensin Erkillä ei ollut täsmällistä ajatusta mitä kuorilla tekisi, mutta sitten hän keksi alkaa valmistaa ammusmetallista keskuslämmitysjohtojen liittimiä eli juntureita. Kaikenlaisista putkenosista oli jälleenrakentamisessa pulaa. Paikkakunnalla toimiva satoja työntekijöitä työllistävä Osy Oy eli entiseltä nimeltään Ammus-Sytytin Oy oli ammustuotannon täydellisesti loputtua jo aloittanut mm. lvi-alan tuotteiden valmistamisen, joten esikuvakin oli.

Pian K. Oras Oy aloitti myös yksinkertaisten hanojen valmistamisen. Yrityksen toimiala muuttui joustavasti. Sitten seurasi oman valimon perustaminen ja loppu on historiaa. Myöhemmin Oras osti itseään suuremman Osynkin.

*BHa*

## Koja Oy Marine - ilmastointia seitsemälle merelle

Tamperelaisen Koja Oy:n ilmastoinnin alku juontaa jo 1930-luvulle. Sillon alettiin valmistaa yksinkertaisia rakennuksissa tarvittavia metallituotteita mukaan lukien yksinkertaisia ilmanvaihtoventtiileitä. Vähitellen valmistus täydentyi monimutkaisemmilla ja vaativammilla laiteilla. Mukaan tuli myös urakointi. Varsinaiset Kojan ilmastointikoneet tulivat markkinoille 1970-luvulla. Suomeen iski suuri lama 1990-luvun alussa. Se pisti monet yritykset miettimään uusia liiketoimintoja. Kojan yleisilmanvaihto-osaston vetäjä Reijo Kauppi ehdotti yhtiön johdolle voitaisiinko katsoa josko laiva-ilmastoinnissa olisi saumaa uudentilaisille kotimaisille tuotteille. Silloista alan ylivoimaisinta toimijaa telakat pitivät hieman ylimielisenä ja kankeana joustamaan ja uudistumaan.

Koja palkkasi teollisuusilmastointitaustaisen Esko Nousiaisen selvittämään edellytyksiä laivailmastointiin tuotteiden valmistamiseksi. Suomalaiset telakat Helsingissä ja Turussa ottivat ajatuksen innolla vastaan. Olisihan oman maan tuotannon kanssa paljon helpompaa ja arvattavasti joustavampaa toimia. Laivailmastointiin kohdistuu monia vaatimuksia, joita maissa ei tule ajateltua: suolasumua sisältävä meri-ilma, huikat jäähdytyskuormat, laitteiden ja kanavien kondensointivaara, niukat asennus- ja huoltotilat sekä ulkopuolisen huollon saannin vaikeus meriolosuhteissa. Merkityksetön ei ole myöskään varakkaitten risteilymatkustajien asettama sisäilmaston vaatimustaso.

Tämän yhteistoiminnan tuloksena päästiin ensimmäisiin risteilijätoimituksiin. Jatkossa seurasi myös monitoimimurtajia, konttialuksia ja autolauttoja. Risteilijöiden koot kasvoivat ja vaatimukset monimutkaistuivat. Yhteistoimintaa käynnistettiin mm. Glasgow'n yliopiston kanssa. Nykyisin monet risteilyalukset sisältävät Kojan ilmastointilaitteet, vaikka alukset on rakennettu muualla Euroopassa. Ilmastoinnin merkitystä kuvaa jäähdytyslaitteiden yhteisteho, joka risteilyaluksissa on tyypillisesti 22...27 MW. Kojan menestyksen kulmakiviä jatkuvan tuotekehityksen ja oman tuotannon lisäksi on ollut koko paketin toimittaminen: toimitus sisältää myös ilmastoinnin sähköt ja automaation.

*BHa*

## LVI-opetus alkoi Tampereella

Tampere on Pohjoismaiden suurin sisämaakaupunki ja aikoinaan kaupungissa oli eniten teollisuuden työpaikkoja Suomessa. Tampereella aloitti 1800-luvun loppupuolella Suomen ensimmäinen teollisuuskoulu, josta kehkeytyi ensin opisto ja sen jatkeena Tampereen teknillinen oppilaitos. Myöhemmin perustettiin Tampereen yliopisto ja Tampereen teknillinen korkeakoulu, joka toimii nykyisin Tampereen teknillisenä yliopistona. 1990-luvulla teknillinen oppilaitos muodosti rungon Tampereen ammattikorkeakoululle. Eriasteista opetusta oli tarjolla kutakuinkin kaikilla tekniikan aloilla paitsi LVI-tekniikassa. Asiaa oli yritetty paikkailla erilaisilla LVI-kursseilla ja olihan Tampereen teknillisessä korkeakoulussa/yliopistossa LVI-tekniikkaa sivuvaava ja osin sisältävääkin lämpö- ja jäähdytystekniikan koulutusta. Kuitenkin varsinaisen käytäntöön suuntautuvan korkeakoulutasoisen LVI-koulutuksen puute häiritsi alueen yrittäjiä ja rajoitti mm. toiminnan laajentumista. LVI-alalle hakeutui enimmäkseen vain sellaiset, joiden sukulaisia tai tuttavaisia oli jo alalla. LVI-opetusta saadakseen oli muutettava muualle, joten oli oltava erityisen kiinnostunut alasta, jos sille hakeutui.

Ammattikorkeakoulussa puute kyllä tunnistettiin, mutta aloituspaikkapäätöksen saanti LVI-talotekniikan koulutukselle vei lähes 10 vuotta. Aktiivinen toimija tässä oli sähköisen talotekniikan yliopettaja, TkL Pirkko Harsia. Kunnollisen ja tarkoituksenmukaisen koulutusohjelman opetussuunnitelman laatimiseksi kutsuttiin koolle kattava joukko eri elinkeinoalojen asiantuntijoita. Tuloksena syntyi erinomainen Talotekniikan koulutusohjelma, jonka punaisena lankana on LVI-talotekniikan ja sähköisen talotekniikan tiivis yhteistyö koko koulutuksen ajan. LVI-tekniikan lehtoriksi saatiin DI Pirkko Pihlajamaa, jolla oli pitkä ja monipuolinen kokemus suunnittelu- ja konsulttialalta. Lisäpiirteinä uudella koulutuksella on talotekniikan yhteistyö rakennustekniikan ja rakennusarkkitehtikoulutuksen kanssa. Harjoitus- ja projektitöitä tehdään yhteisiin rakennus/talotekniikkakohteisiin, jolloin opiskelijat ottavat luonnostaan huomioon toisten osa-alueiden tarpeita ja näkökohtia. Muutoinkin opetuksessa painotetaan ryhmitöitä ja itseohjautuvuutta.

Yhteistyötä ammattikorkeakoulun ja tamperelaisten yliopistojen kanssa on tehty 2010-luvun ajan tutkimus- ja opiskeluprojekteissa. Yhä tiiviimpää osaamisen ja alan tutkimuksen kehittämistä suunnitellaan Tampere3- verkostossa ja syntyvässä olevassa uudessa korkeakoulu yhteisössä.

*Talotekniikan koulutuspäällikkö TkL Pirkko Harsia*

*LVI-opintopolkuvastaava DI Pirkko Pihlajamaa*

## Paavo V. Suominen - Huurteen perustaja

Paavo V. Suomisen lapsuus ei ollut ruusuilla tanssimista. Hän sairasti lapsena selkärankareuman, jonka takia joutui olemaan 4 vuotta vuoteeseen sidottuna. Isän kuoleman jälkeen hankolaisperheen äiti hankki elantoa torikaupalla ja asuintalon vuokratuloilla. Paavon koulunkäynti jäi tässä vaiheessa kansakouluun. Hangossa hän opii kuitenkin ruotsinkielen ja luki teini-ikäisenä mm. Veckans Affär-lehteä. Eräs artikkeli muutti hänen elämänsä: lehti kirjoitti, että kun maailman elintaso nousee prosentin, lisääntyy kylmäalan kysyntä 6 prosenttia. Niinpä hän pyrki kylmäalan liikkeisiin asentajaksi, johon työhön pääsi kaideviilerialun jälkeen. Hän työskenteli jatkosodan aikana metalliteollisuudessa ja koulutti itseään tehdastyön ohessa käyden ensin keskikoulun, sitten teknillisen koulun valmistuen koneteknikoksi ja myöhemmin jäähdytyskoneteknikoksi ja suoritti 1950-luvulla kylmäkoneinsinööri-tutkinnon Tukholmassa. Hän sai myöhemmin Asla-stipendin ja pääsi opiskelemaan jäähdytystekniikkaa Yhdysvalloissa. Opiskelun alkuaikoina hän hankki ruokarahaa kiristämällä hetekoiden ruuveja ja ajoi niistä samalla syöpäläiset pois.

Paavon menestys alkuvaiheessa asentajana alkoi siitä, että hän perehtyi aina huolellisesti kunkin asennuskohteen tilauslistoihin varmistaen, että kaikki tarpeellinen oli tilattu oikea-aikaisesti työmaalle. Toimitetut tavarat hän tarkisti erikseen, jotta kaikki ja erityisesti oikeat tavarat olisivat työmaalla. Valmiissa laitoksessa hän varmisti paineitten laitoskohtaiset asetusarvot yms. huolellisesti, jotta vältyttiin toimintahäiriöistä. Näin hän sai valmiiksi



kylmälaitoksen asennukset ja käyttöönoton kolmasosa-ajassa muihin asentajiin verrattuna. Eipä ihme, että Hankkija korotti hänet koko asennusosaston työnjohtajaksi.

Oman sivutoimisen kylmäkonehuoltoyrityksen hän perusti 1946. Tästä toiminta vähitellen laajeni Huurre OY:n nimisenä kylmäalan projektitoimituksiin saakka. Yritys oli suurin alallaan Pohjoismaissa ja kylmäalan kokonaistoimittajana eli myös kylmätilarakennuksen sisältävänä jopa suurin koko maailmassa. Tytäryrityksiä oli kuudessa maassa.

90-vuotispäivänsä kunniaksi seitsemän vuotta sitten antamassaan haastattelussa hänen neuvonsa menestykseen ovat seuraavat (koko teksti Juhaveli Jokinen Iltalehti)

- Tupakka ja viina pois
- Työtä ja vastuuta ei pidä pelätä
- Ole kuuliainen, mutta myös kannusta
- Jos valmistat tuotetta, huolehdi, että huolto pelaa 24/7
- Huolehdi, että myös tuotteen myyjä ja loppuasiakas rikastuvat
- Ole ylpeä työstäsi, kaikki työt ovat arvokkaita
  
- Palkkavaatimusten pitäisi olla nyt maltillisia. Kun firma menestyy, menestyvät työntekijätkin.

Suominen muistuttaa, että on osattava vainuta, että on oikeassa paikassa oikeaan aikaan. Suomi nousee lamasta ja menestyy vain innovaatioilla ja sitkeällä työllä.

*BHa*

## Varastot käteiseksi

Pääomaköyhä Suomi suosi verotuksessa aikanaan varastoja. Tilinpäätösten edellä varastoja kasvattamalla lisättiin varastovarausta ja vältettiin veroja. Asennusliikkeillä myös kesken oleva työkanta oli vaihto-omaisuutta eli verotuksessa varaston kaltaista.

Lahtelaisessa Vesijohtoliike Juva Oy:ssä oivallettiin, että liiketoimintaa jatkuvasti kasvattamalla keskeneräiset työt riittäisivät verosuunnitteluun ja pääomia sitovat fyysiset varastot voisi purkaa. Tästä oivalluksesta 1980-luvun alkupuolella seurasi menestys: kolme miljoonaa vaihtanut yritys kasvoi kymmenessä vuodessa 170 miljoonan konserniksi. Puhutaan siis markoista. Vastaavasti henkilökunta yli 20-kertaistui alun viidestätoista.

Tuohon aikaan kaikilla urakointiliikkeillä oli omat varastot. Vesijohtoliike Juva osti yrityksen, muutti varaston käteiseksi ja taas oli varaa seuraavaan ostokseen! Näitä yritysjärjestelyjä tehtiin toistakymmentä.

Sittemmin verotus järkevoityi, mutta varastojen purkajalle tuli toisaalta varsinainen tuplajättipotti. Korot nousivat järkyttäviksi ja tuoni niitti yrityksiä. Varastot käteiseksi muuttaneelle alkoi kulta-aika. Talletuksille maksettiin jopa 17-18 prosentin korkoa. Kassaa paisutti myös se, että yrityksessä kiinnitettiin varhain huomiota työmaiden rahoitusasemaan ja rakennettiin aina tilaajien rahoilla. Etunojaa oli välillä rutkasti.

Yritysryhmän omistaja Henri Juva myi aikaansaannoksensa maan suurimmalle asennusliikkeelle Oy Huber Ab:lle vuonna 1991. Ajoitus ei olisi voinut olla myyjälle parempi: siihen päättyi talouden hurmosaika ja Suomi putosi Suureen Lamaan.

*BHa*

## Veikko Ilmasti - elektroniikkaharrastajasta globaaliksi toimijaksi

Veikko Ilmasti on Karjalan poikii eli syntyi Koivistolla. Hän ehti osallistua jo 12-vuotiaana rintamamiehenä sotaan tykistön ratsulähetinä. Alle 16-vuotiaat kotiutettiin Mannerheimin päiväkäskyllä ja hän sai käydä oppikoulunsa loppuun. Sen jälkeen seurasi teknillisen koulun käynti Tampereella ja valmistuminen rakennusmestariksi. Ehtipä hän perustaa Lahteen jo turkisanalan yrityksen. Työkokemusta kertyi varhain myös meriltä ja sitten teollisuudesta ja rakennuksilla. Siinä sivussa alkoi harrastus elektronisten mittareitten parissa, lanko opasti. Tästä tulikin hänelle varsinainen elämäntehtävä.

Ensimmäisen yhtiönsä Labko Oy:n hän perusti Heinolaan 1960. Nesteiden mittausslaitteet olivat pääartikkeli. Sitten seurasi uusia oivalluksia ja tuotekehityksiä: Ulmaelektro Oy (yhdessä Pentti Mannosen ja Peder Uljensin kanssa), v.1974 valittiin Suomen parhaaksi yhtiöksi. Presidentin palkintona ”Viisasten kivi”). Ilmasti Oy, Ion Blast Oy, Genano Oy ja Aavi Technologies Oy.

Kaikkiaan vuodesta 1956 lähtien Veikko Ilmasti on ollut kehittämässä, valmistuttanut ja markkinoinut n. 440 uutta elektronista laitetta ja menetelmää, joiden T&K lähtökohtana ovat olleet vahvat vientinäykymät kansainvälisille markkinoille. Ko. tuotteita - Ilmasti keksijä, tuotteen ideoija, valmistuttaja tai lisenssivalmistuksen myyjä - on myyty yli 1,5 mrd. euron arvosta.

### Ilmanpuhdistus – innovaatiot

- Ionisaattorit. Valmistus ja markkinointi yli 24.000 kpl
- Suunnattu ionipuhallus kohdistuen hiukkas- ja pisarakuljetuksena maadoitetulle keräyspinnalle, patentti kattaa lähes 100 maata: Ion Blast Oy
- Suunnattu ionipuhallus sähköisesti vastakkaismerkille keräyspinnalle: Genano OY
- Suunnattu ionipuhallus erottamaan vesisumun ja tai höyryn sekä hapetusaineen läpi kuljetetun, puhdistettavan ilman kiinteistä hiukkasista ja vesisumusta sekä niihin liittyneistä, ei toivotuista kaasusta. Keräyspinta maadoitettu. Tuotemerkki “AAVI”.

“AAVI” ilmanpuhdistuksessa erotetaan: aerosolit, hajut ja käryt, mikrobit, jotka samalla eliminoidaan (myös hiekkapölyn erotus) Hiukkasten eli aerosolien koot voivat vaihdella nanokoosta hyönteisiin. Toimintaympäristö on laaja, jopa yli 100 °C, eikä palovaaraa ole. Paitsi että puhdistuskyky on omaa luokkansa verrattuna mihin tahansa kuitusuodattimiin, säästää elektroninen puhdistus energiaa, sillä ilmanvastus on pieni. Lisäksi vastus pysyy vakiona, joten puhaltimen tehon säätöäkään ei tarvita. Laitteistojen koot voivat vaihdella huoneilmapuhdistimista isoihin teollisuuden puhdistimiin.

Ilmasti on myynyt Aavi Technologies-yhtiön kiinalaiselle yhtiölle. Tällaisten laitteiden tarve Kiinassa on omaa luokkaansa. Uuden tehtaan pinta-ala on 7 hehtaaria. Tuotekehitystä jatkuu edelleen Suomessa Herttoniemessä, jossa yhtiöllä on 4 400 neliön tilat.

Ensi vuonna 90 v täyttävä Ilmasti on kirjoittanut huimasta ja kansainvälisestä elämästään jo kaksi kirjaakin. Toinen kirja kertoo mm. vientikaupan kokemuksista.

*BHA*

## Yksinkertainen on kaunista: Caldomix-paisunta-astiat

Suljetut lämmitys-, lämmöntalteenotto- ja jäähdytysvesiverkostot tarvitsevat paisunta-astian. Perinteisesti asia hoidettiin sijoittamalla verkoston yläpuolelle avoin paisunta-säiliö tai paisuntaputki, joiden tilavuus vastasi veden paisuntaa. Tällaisen avoimen järjestelmän ongelmana oli kuitenkin se, että paisunta-astian avoimen ilma/vesi-pinnan kautta imeytyi happea veteen ja verkoston suurimman staattisen paineen määräsi paisunta-astian sijainti. Suomeen alkoi 1960-luvulla tulla suljettuja paisunta-astioita, joissa oli kuminen kalvo ja kalvon toisella puolella kaasua. Suositus oli käyttää kaasuna typpeä, jolloin kalvon läpi ei diffuntoituisi verkostolle haitallista eli korroosiota ja tukkeutumisia aiheuttavaa happea.

Kalvopaisunta-astioissa oli kuinkin hankaluuksia, kalvojen käyttöikä oli rajallinen ja kaasuna saatettiin käyttää ilmaa. Kaikki kalvomateriaalit eivät myöskään kestäneet glykoleita, joita alettiin 1970-luvulla käyttää lämmöntalteenottoverkostoissa. Marcus Englundin Caldomix Oy toi maahan korkealuokkaisia LVI-kalusteita ja varusteita. Hän oli Tukholmassa nähnyt, että paisunta-astia voitiin tehdä ilman kalvoakin, kun kaasuna käytettiin typpeä, joka ei juurikaan liennut veteen. Caldomix Oy alkoi tuoda Norjalaista valmistetta olevia paisunta-astioita 1970-luvun lopussa. Ensimmäisenä käyttökohteena oli turkulaisia kerrostaloja. Nämä paisunta-astiat tulivat kuitenkin suhteellisen kalliiksi, kun Suomi lisäsi totuttuun tapaan kilpailukykyä roimalla devalvaatiolla. Niinpä Marcus selvitti, josko Suomesta löytyisi valmistaja, joka pystyisi valmistamaan paineastioita kilpailukykyisesti, ja löytyihän se: Valmetin ostama entinen Elorannan konepaja Halikossa alkoi yhteistyöhön ja näitä painesäiliöitä alettiin valmistaa eri materiaaleista lisenssillä. Pian kuitenkin valmistaja nosti hintaa ja valmistus siirrettiin turkulaiselle konepajalle.

Paisuntajärjestelmät menivät hyvin kaupaksi erityisesti suurempiin verkostoihin, kuten teollisuuden jäähdytys- ja lämmitysjärjestelmiin. Varsinaisen paine-astian lisäksi oleellista oli astian paineen ja koon oikea valinta, joten tarvittiin myös helppokäyttöinen tietotaitopaketti. Tuohon aikaan esimerkiksi joissakin lvi-alan opistoissa ei vielä edes opetettu suljetun paisuntajärjestelmän mitoitusta. Paisunta-astian rakenteen takia oli oleellista, että astiaan liittyvät putkistot kuten vesilasi, olivat kaasutiiviisti asennetut. Jos kaasutyyny väheni, nähtiin se vesilasista. Tällöinkin oli oleellista noudattaa ohjeita eli lisätä typpeä, ei tietenkään ilmaa.

Kotimainen Caldomix-paisunta-astioiden valmistus jatkui aina 1990-luvulle, kunnes Suomi liittyi EU:iin. Devalvoinnit loppuivat ja toisaalta Caldomixin päätuotteiksi olivat muodostuneet maahantuodut kalusteet ja asennettavat sumukostutusjärjestelmät. Näin paisunta-astialiiketoiminnasta siirtyi muille.

*BHa*