



## **NERO - COST REDUCTION OF NEW NEARLY ZERO ENERGY WOODEN BUILDINGS IN THE NORTHERN CLIMATE**

# **Asuinrakennusten kustannukset vs. energiatehokkuus ja hiilijalanjälki: Kouvolan asuntomessut ja ruotsalaiset kerrostalot**

16.6.2020

Jarek Kurnitski, Kaiser Ahmed, Petri Jyrkkä, Tero Hasu

**Kouvola innovation**



<https://neroproject.net>



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 754177



## Ruotsalaiset kerrostalot

- Lähellä suomalaisen rakenteellisen energiatehokkuuden suosituksia
- CLT-rungolla + 4% rakennuskustannus

Building name	Arken	Passet	Vallen
Construction	Cross laminated timber	Concrete-frame + wooden facades	Concrete-ground floor + Wood-frames
Construction completion	2019	2015	2015
Total number of apartments	85 (3 buildings)	12	45
Number of building floors	3-5	6	8
Gross net floor area (m <sup>2</sup> )	6 970	1 093.8	3 483
Total heated air volume (m <sup>3</sup> )	18 001	2 824.9	8 966
U-values (W/m <sup>2</sup> K):			
Ground floor	0.12	0.20	0.11
Exterior walls	0.13	0.19	0.11-0.57
Windows	0.90	1.00	0.93
Doors	0.90	1.00	1.19
Roof	0.10	0.10	0.09-0.15
Infiltration (l/s m <sup>2</sup> @50 Pa)	0.30	0.38	0.39

# Ostoenergian kulutus

- Lasketut ja mitatut ostoenergian kulutukset
- Eivät sisällä huoneistosähköä
- Selvästi parempia vaatimustasoon verrattuna, mitatut arvot lähellä laskettuja

Energy use, kWh/(m <sup>2</sup> year)	Arken		Passet		Vallen	
	Calculated	Measured	Calculated	Measured	Calculated	Measured
District heat	x	x	43.2	49	41.7	48
Space heating and ventilation air heating	x	x	20.4	27	23.7	29
Domestic hot water	x	x	22.8	22	18	19
Electricity (building's property energy)	x	x	9.1	8	8.7	13
On-site production	-	-	-	-	-	-
<b>Delivered energy</b>	<b>52</b>	<b>x</b>	<b>52.3</b>	<b>57</b>	<b>50.4</b>	<b>61</b>

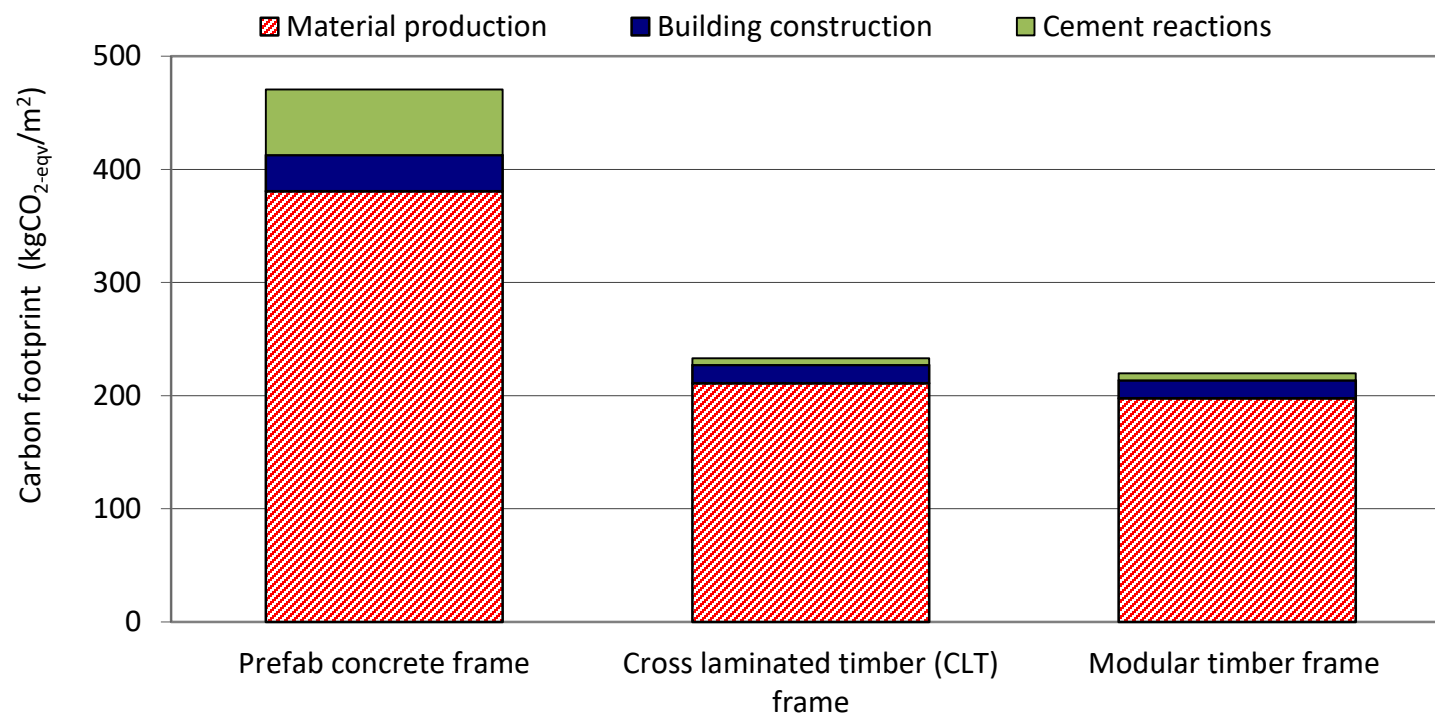
# Kustannusoptimaalinen lämmöneristys

- Cost optimal levels with three scenarios which use different values for the real discount rate and real energy price development over time
- Namely: business-as-usual (BAU), intermediate, and sustainability scenarios
- Real discount rates of 5%, 3%, and 1%
- Annual real energy price increase of 1%, 3% and 5%
- 50 year NPV calculation
- The investment costs and NPV of energy savings for the measures are relative to the reference building fulfilling the minimum requirement of the Swedish building code (BBR 2015)

	Reference (BBR 2015)	BAU	Inter-mediate	Sustain-ability
Ground floor insulation (mm)	100	200	250	500
Roof insulation (mm)	350	400	500	650
Exterior wall insulation (mm)	100	250	350	500
Windows (W/m <sup>2</sup> K)	1.2	1.2	1.2	1.1
Space heating demand from all measures (kWh/m <sup>2</sup> /year)	51.3	37.0	33.8	29.3
NPV of energy cost savings (k€)	-	44.8	100.5	276.7
Total investment costs (k€)	-	23.8	41.6	88.8
NPV energy cost savings – investment costs (k€)	-	21.0	58.9	187.9

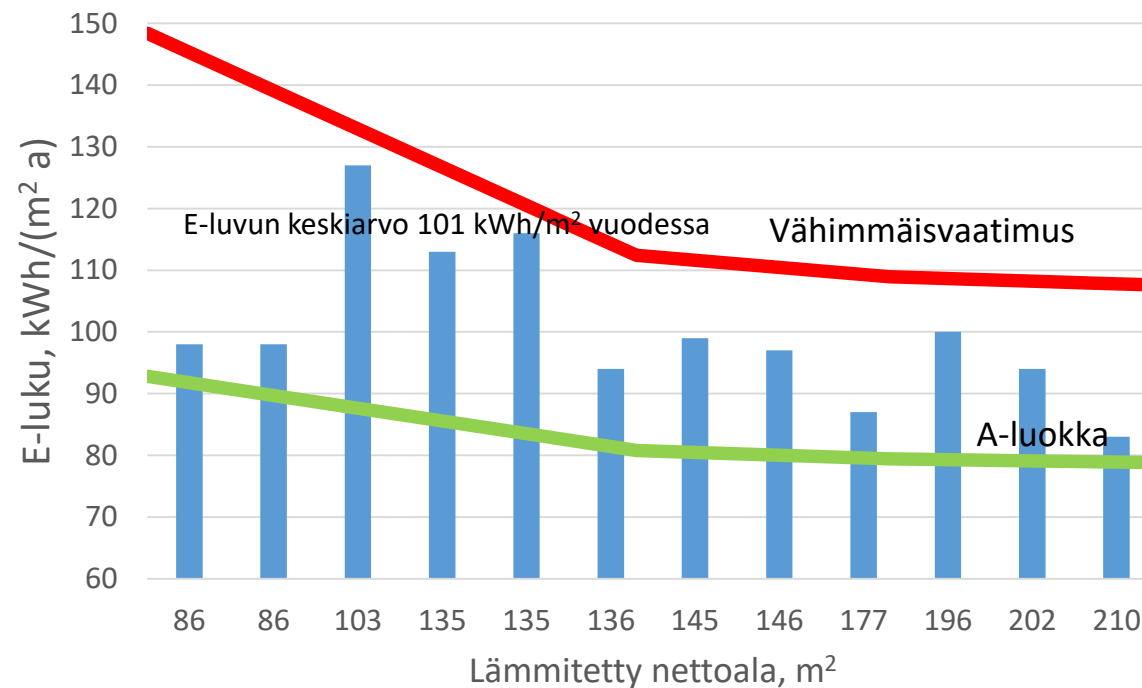
# Rakennusmateriaalien ja rakentamisen hiilijalanjälki

- Buildings are designed to give the same operational performance
- The biogenic carbon storage in the wood materials is not included in the inventory (wood is assumed to come from sustainably managed forestry)
- The total carbon footprints for production stage are shown, including also the contribution of cement reactions of calcination and carbonation for a 50-year period
- The differences in carbon footprint relative to concrete frame are about 50%, while the differences in the primary energy range from 30% - 39%

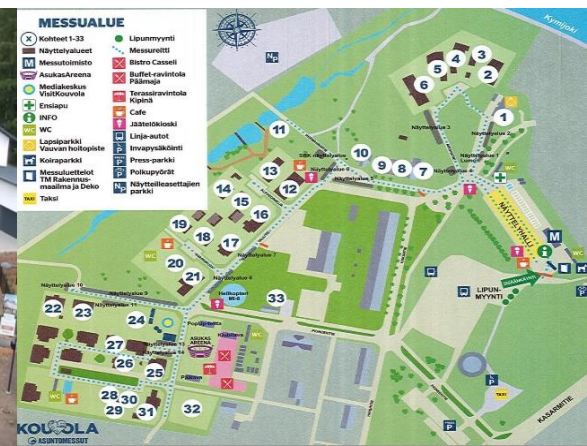


# Messutalojen kokonaisenergiankulutus, E-luku

- E-luvut lähellä vähimmäisvaatimusta, joka riippuu talon koosta
- Yksikään talo ei ole saavuttanut energiatodistuksen A-luokkaa, joka kuvaa hyvää energiatehokkuuden tasoa
- E-luvun keskiarvo 101 kWh/m<sup>2</sup> vuodessa on hieman huonompi kuin Tampereen v 2012 asuntomessutalojen keskimääräinen E-luku 95 kWh/m<sup>2</sup> vuodessa (Tampereella A – luokka sai kompensatiota vuokrissa)



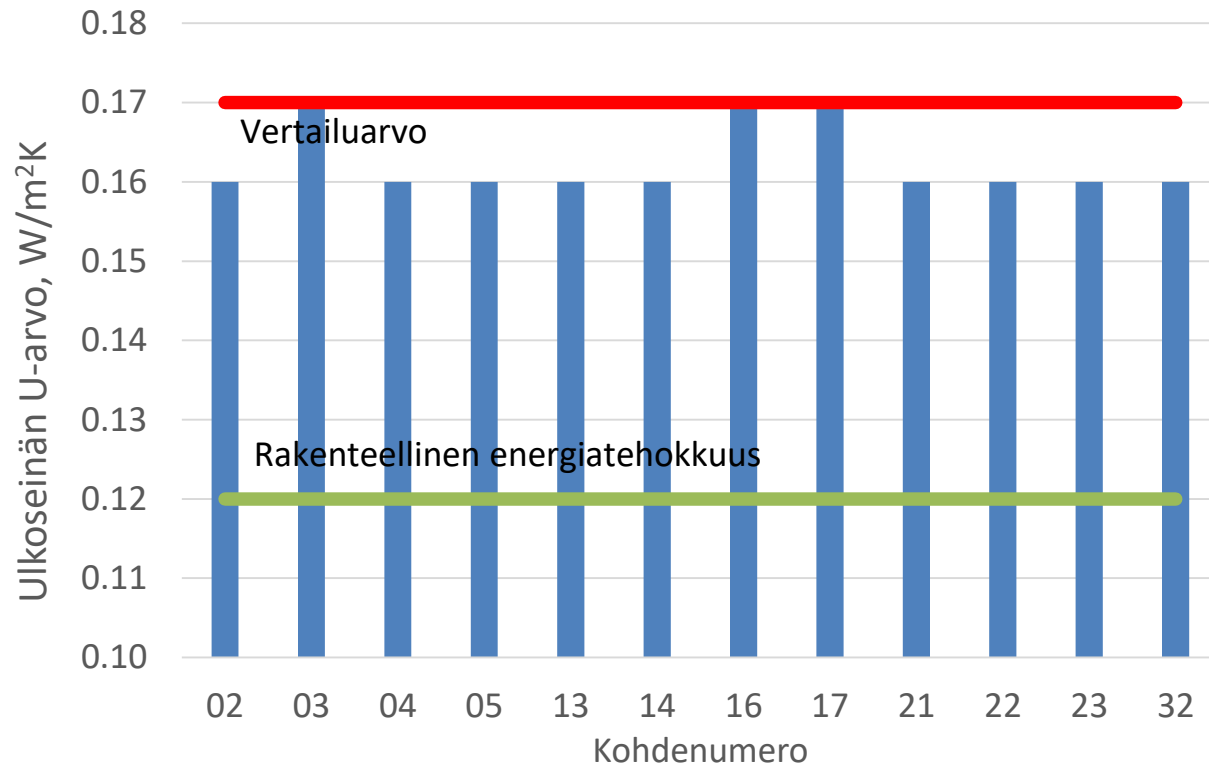
**Kouvola innovation**





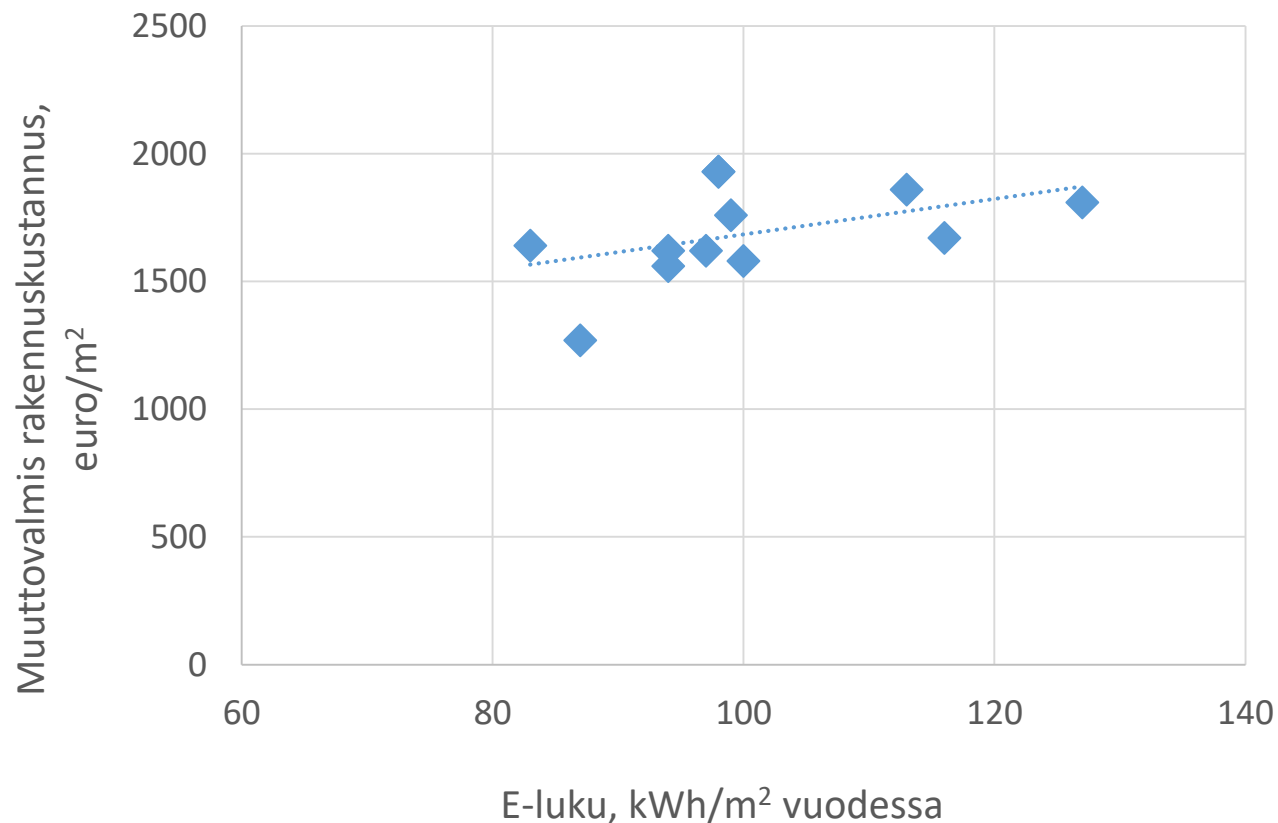
- Vaatimattoman energiatehokkuuden ensisijainen syy on säästäminen lämmöneristeissä
- Lämmöneristystaso on lähellä vähimmäisvaatimuksena käytettävää vertailuarvoa ja jää kauas rakentamismääräysten hyvän lämmöneristyksen rakenteellisen energiatehokkuuden suosituksesta
- Vertailun vuoksi Tampereen vuoden 2012 messuilla lähes puolet taloista täytti rakenteellisen energiatehokkuuden suosituksen ja pienimmät U-arvot olivat 0.09 tasolla (muistaen porkkanan 2012)

## Niukasti lämmöneristeitä



## Mitä energiatehokkuus maksaa?

- E-luvulla / energiatehokkuudella ei ole vaikutusta rakennuskustannukseen (muuttovalmis - hinnat)
- Yllättävänä tuloksena kuvassa on negatiivinen korrelaatio – energiatehokkaammat talot ovat Kouvolan Asuntomessuilla edullisempia

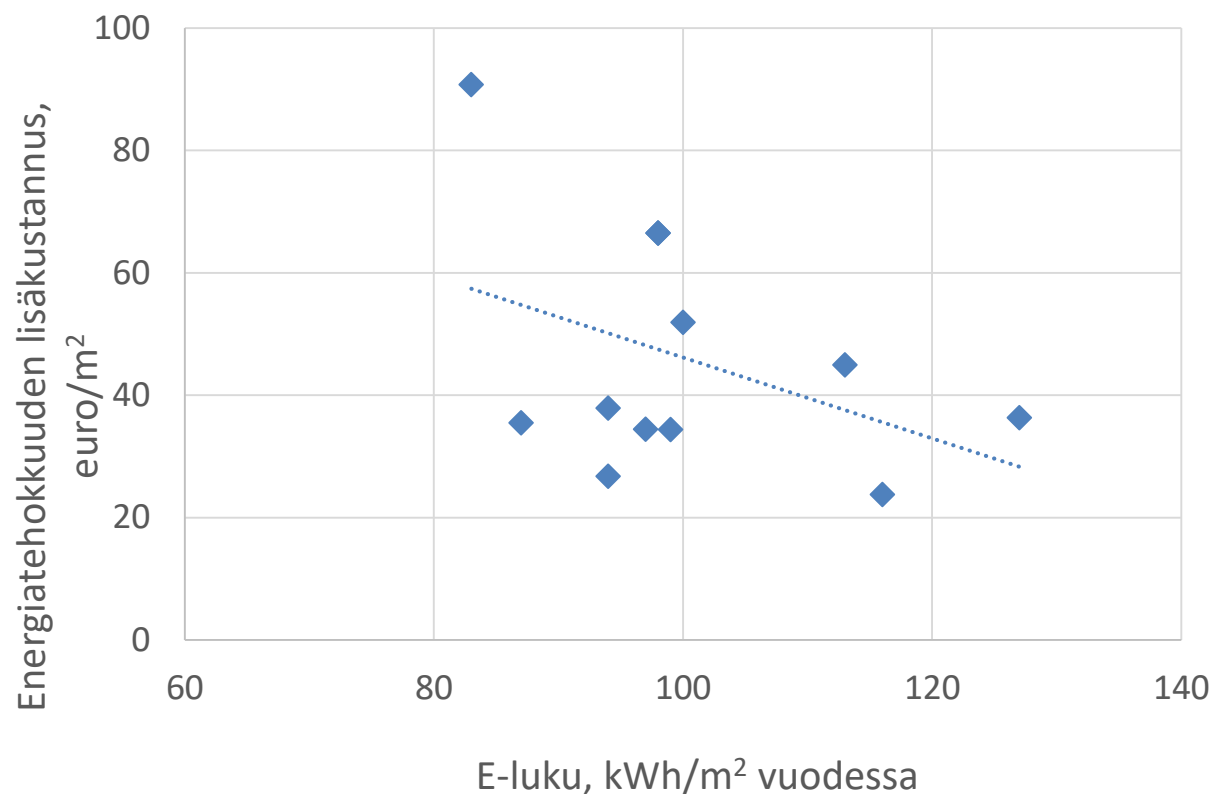






- Suoran sähkölämmityksen ja rakenteiden perustasoon (ei täytä vaatimuksia) verrattuna energiatehokkuuteen on panostettu asetuksen E-luvun täyttämiseksi muutama kymppi per neliö
- Esim. energiatehokkuuden parannus 40 yksikköä (E) on maksanut keskimäärin vajaa 30 €/m<sup>2</sup>, mutta eräässä talossa 0 €, osoittaen täten hyvän suunnittelun merkityksen
- Joka tapauksessa energiatehokkuuden kustannukset ovat lähes olemattomia 1700 €/m<sup>2</sup> keskimääräisiin rakennuskustannukseen (yhdenmukainen muuttovalmishinta) verrattuna

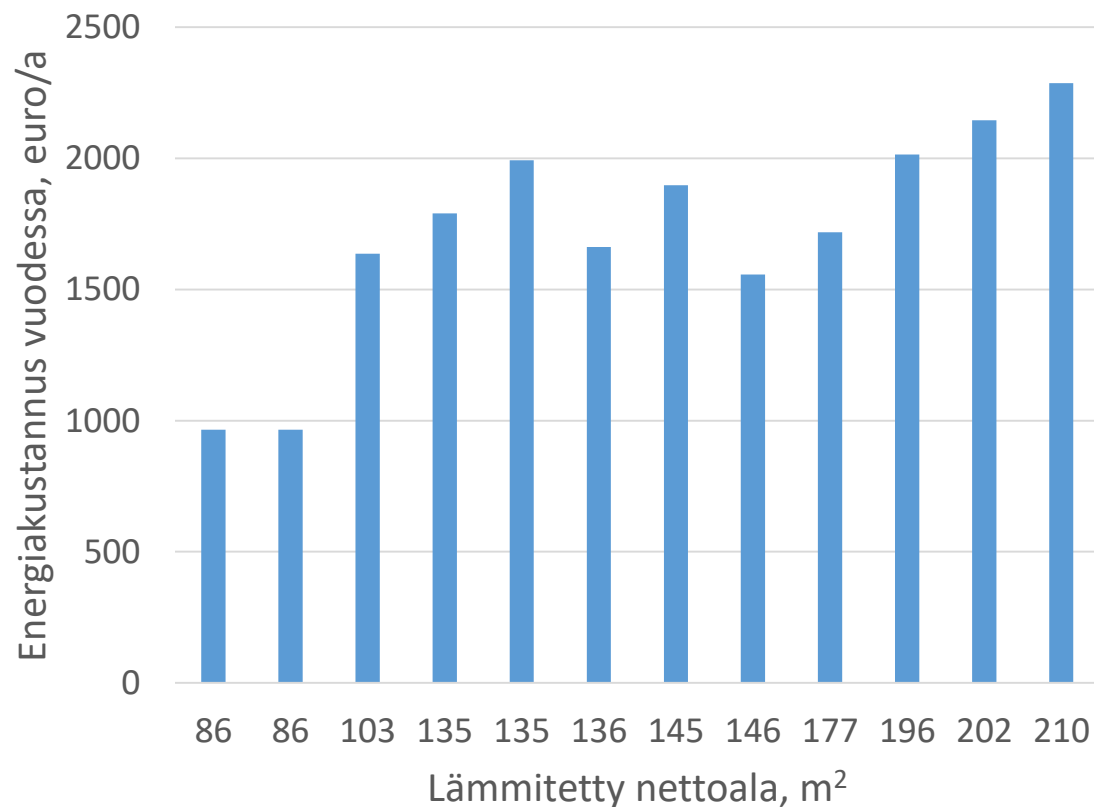
## Mitä energiatehokkuus maksaa?





- Nykyisten talojen pitäisi olla lähes nollaenergiarakennuksia, mutta alle 1000 € vuotuisiin energiakustannuksiin on päästy niukasti vain kahdessa pienimmässä paritaloasunnossa
- Energiakustannukset eivät yleensä riipu talon koosta vaan ennemminkin teknisistä ratkaisuista; suurimmassa talossa on reippaasti yli 2000 € energiavuosikustannus

## Energiakustannukset koholla





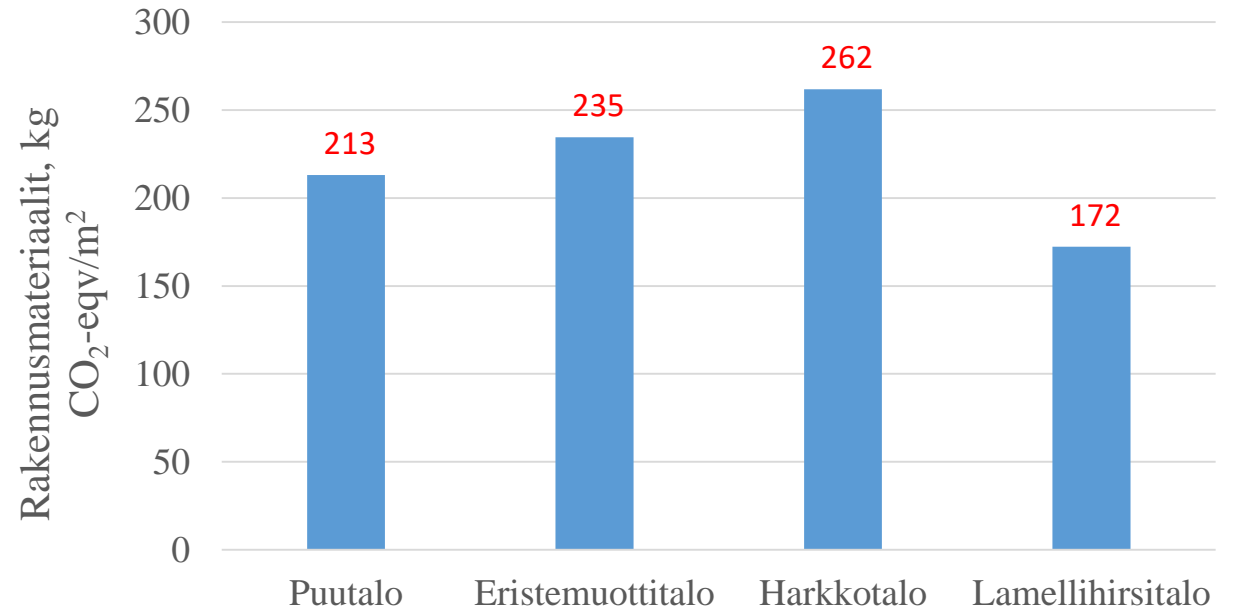
# Energiatehokkuus vs. hiilijalanjälki

- Rakennuksen ympäristövaikutus koostuu pääasiassa rakennusmateriaalien ja -tuotteiden valmistuksen päästöstä sekä rakennuksen käytön aikaisen energiankulutuksen päästöistä
- Energiankulutuksen päästöt yleensä dominoivat, muodostaen noin kaksi kolmasosaa kokonaispäästöistä, mutta energiatehokkuuden parantuessa ja rakennusmateriaalivalinnoista riippuen tilanne voi muuttua
- Materiaalien hiilijalanjäljen merkityksen havainnollistamiseksi Kouvolan asuntomessuilla laskettiin keskiverto 2-kerroksinen pientalo neljällä rakenneratkaisulla:
  - Puutalo (alkuperäinen rakenne)
  - Harkko- ja ontelolaattarakenteinen kokokivitalo
  - Eristemuottirakenteinen kokokivitalo
  - Hirsitalo
- Tulokset osoittavat, miten rakennukseen elinkaaren aikaiseen hiilijalanjälkeen eli keskeiseen ympäristövaikutukseen voidaan energiatehokkuus- ja materiaalivalintaratkaisulla vaikuttaa



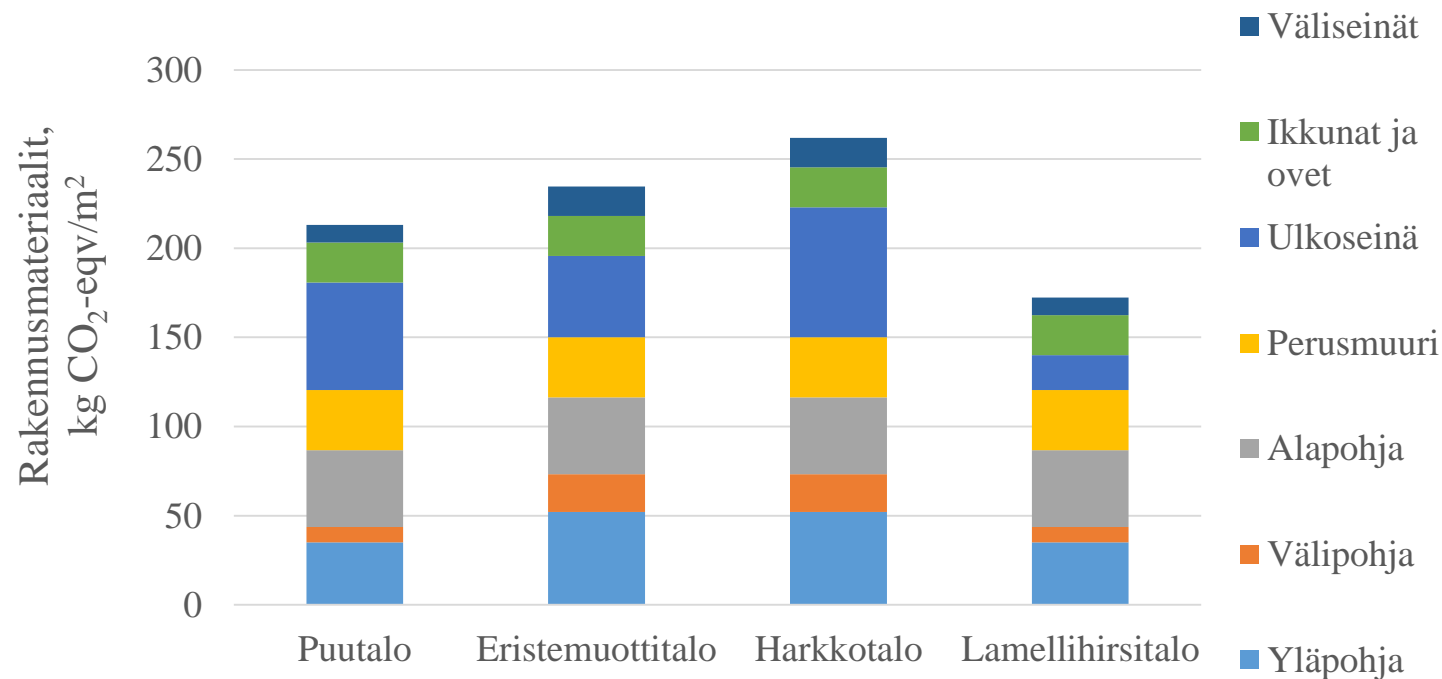
- Rakennusmateriaalien hiilijalanjälki (elinkaariarvioinnin vaiheet A1-A3) on keskeinen rakentamisen päästöjä kuvaava tekijä
- Lisäksi kuljetuksissa ja työmaalla syntyy vähäisissä määrin päästöjä, puutaloissa n. 20 ja kivitaloissa n. 40 kg CO<sub>2</sub>-eqv/m<sup>2</sup> (ei ole mukana kuvan tuloksissa)
- Hiilen varastoituminen puumateriaaleissa arvioidaan erikseen (ei ole mukana kuvan tuloksissa), koska kyseessä on hyöty, jota ei voida kohdistaa yksinään rakennusmateriaalin valmistukselle

## Rakennusmateriaalien hiilijalanjälki



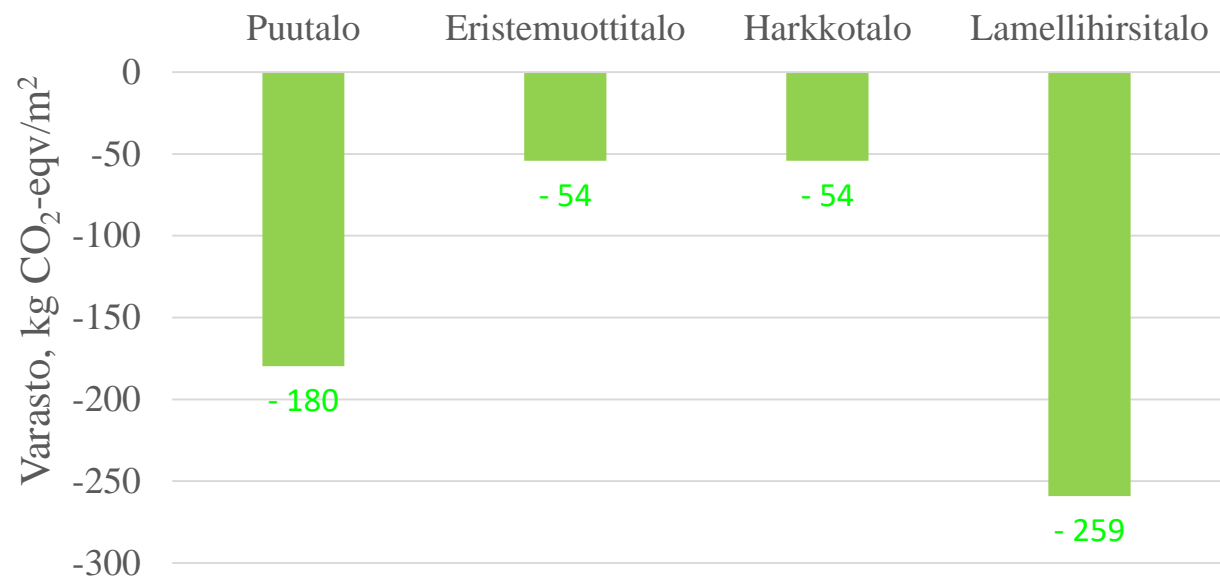
- Rakennusmateriaalien hiilijalanjälki jakaantuu monien rakenteiden välille
- Ulkoseinät, yläpohja, alapohja ja perustukset ovat merkittävimpiä ja näistä näkyy myös ero puu- ja kivirakenteiden välillä

## Rakennusmateriaalien hiilijalanjälki



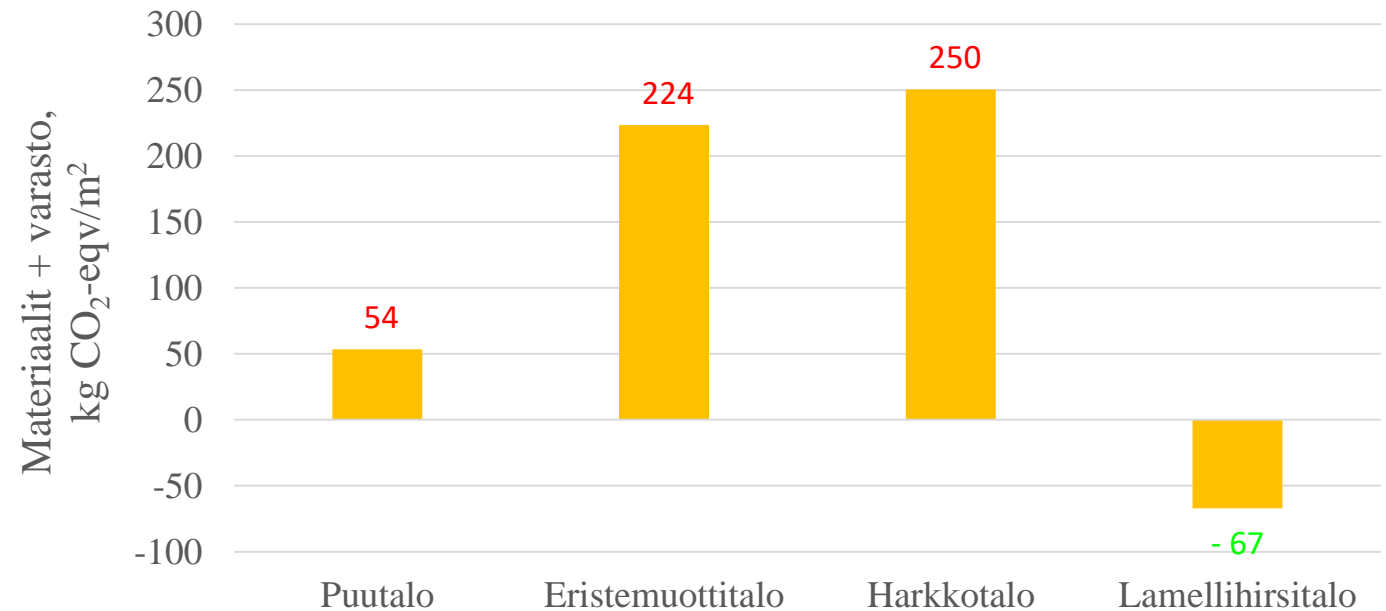
- Hiili varastoidu metsän kasvamisen aikana puuhun. Näin puusta valmistetuissa rakennusmateriaaleissa on suuri määrä varastoitunutta hiiltä
- Varastoitunut hiili pysyy puumateriaaleissa kunnes materiaali lahoa tai se poltetaan
- Varastoituneen hiilen kohdistaminen rakentamisen hyödyksi ei ole yksikäsitteistä – puulla on monia käyttökohteita ja hiili pysyisi puussa myös metsässä

## Hiilen varasto



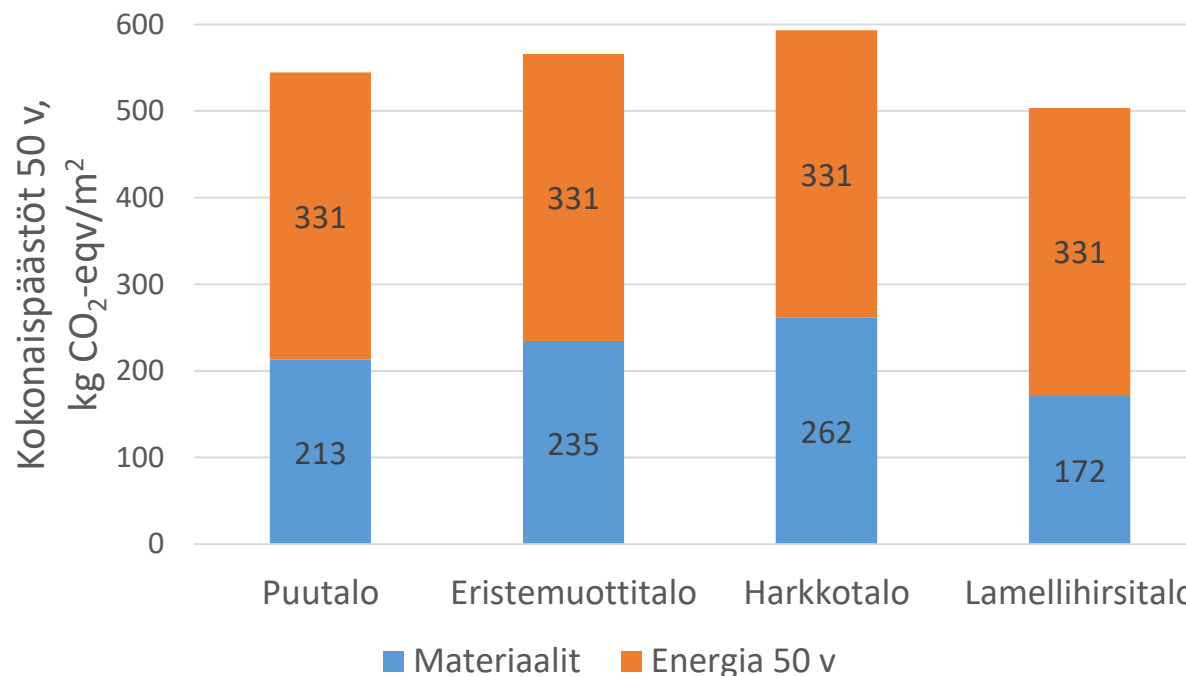
- Hirsitalon hiilitase on suuren hiilen varaston ansiosta negatiivinen
- Myös puutalon hiilitase on huomattavasti pienempi kivitaloihin verrattuna, mikäli hiilen varastointi otetaan huomioon
- Pitkäikäistä puutaloa voidaan näin pitää ympäristötekona

## Materiaalit + varasto



- Rakennuksen elinkaaren aikaiset päästöt koostuvat pääosin rakentamisen ja käytön aikaisista päästöistä
- Käytön aikaisissa päästöissä dominoi energiankulutuksen päästöt vaikka huolloilla ja materiaalien vaihdolla ovat pienet osuutensa
- Oheisessa kokonaispäästöjen laskennassa on otettu huomioon rakennusmateriaalien ja 50 vuoden energiankäytön päästöt
- Korian kaukolämmön ominaispäästö on hyvin alhainen, 12 kgCO<sub>2</sub>/MWh
- Sähkölle on käytetty Suomen keskimääräistä ominaispäästöä 158 kgCO<sub>2</sub>/MWh

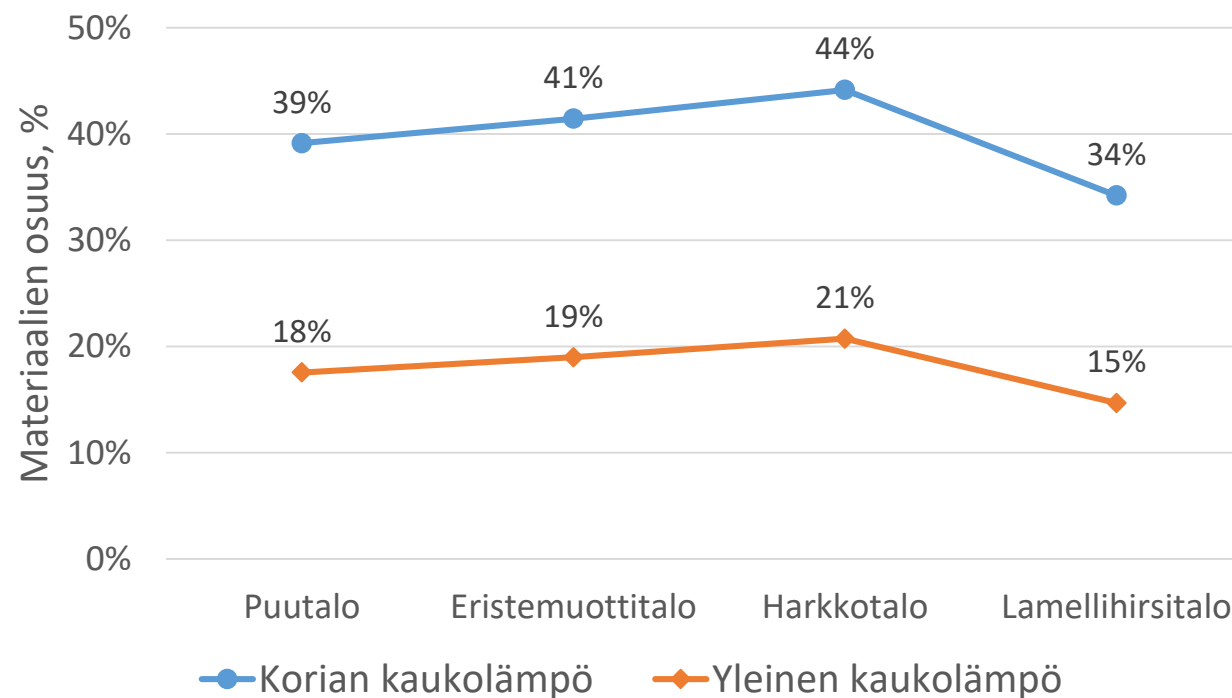
## Kokonaispäästöt 50 vuotta





- 50 vuoden tarkastelujaksolla on rakennusmateriaalien päästöjen osuus 34 – 44 % kokonaispäästöistä
- Mikäli kaukolämmöllä olisi Suomen keskimääräinen kaukolämmön ominaispäästö 164 kgCO<sub>2</sub>/MWh, materiaalien osuus jäisi 15 – 21 % välille
- Rakennusmateriaalien päästöt korostuvat paremman energiatehokkuuden ja vähähiilisen energiatuotannon yhteydessä
- Sähkötuotannon päästöjen lasku tulevaisuudessa tulee nostamaan rakennusmateriaalien osuutta

## Materiaalien osuus





## Lisätietoja

NERO/ PRESENTATIONS

D4.1 Report on cost reduction's technical elements

[https://neroproject.net/sites/default/files/research/d4.1\\_report\\_on\\_cost\\_reductions\\_technical\\_elements\\_0.pdf](https://neroproject.net/sites/default/files/research/d4.1_report_on_cost_reductions_technical_elements_0.pdf)