# EU Horizon2020 - projekti
# Cost reduction of Nearly Zero Energy Wooden buildings

## in the Northern Climatic Conditions

Tero Hasu, Kouvola Innovation Oy

www.neroproject.net

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

# Alussa, vuonna 2016, tärkeää
## Euroopan komission sekä projektin kannalta

Energiatehokkuusdirektiivi (EPBD) vuodelta 2010, jäsenvaltioiden varmistettava kaikki uudet rakennukset on oltava lähes nollaenergiarakennuksia (nZEB) vuosien 2019 ja 2021 alusta lähtien

**Komissio** teemasta:
Markkinaehtoisten, valmiiden ratkaisujen kehitys, teollisuuden suunnittelu- ja hankintaprosessit, todennäköisesti hankkeen "pyöriskellessä" enemmän rakentamisprosessien kuin tekniikan ympärillä, katsanto nZEB suorituskykyyn pidemmällä perspektiivillä,…

**NERO teemasta:**

Katsomme asiaa puurakentamisen kannalta, täällä perinteisissä puurakennusmaissa pohjoisessa, tutkimme energiatehokasta puurakentamista pidemmällä perspektiivillä, vähän taaksepäin ja eteenpäin, todellisilla julkisrakentamisen kohteilla

Tähtäin suunnitteluprosesseihin, hankintamalleihin ja elinkaarikustannuksiin (LCC), hankkeen alkuun ja käyttöaikaan kustannusten alentamispotentiaalista

Energiatehokkaammat ja tiiviimmät puurakennukset, selvitys rakennusten sisäilmastosta ja lämpöviihtyvyydestä

Elinkaariarviointi (LCA), valituissa yksittäisissä rakennuksissa valmistukseen sitoutunut energia ja elinkaaren hiilijalanjälki, lähinnä vastaavaa käyttöä varten lähitulevaisuudessa

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

# NERO case- ja demo - kohteet

Neron ominaispiirteitä
/ case – ja demo – puukohteet
maittain

**Suomi** – 3 päiväkotia ja 3 koulua,
yksi aluekohde

**Viro** – 3 päiväkotia

**Ruotsi** – 4 asuinkerrostaloa,
yksi aluekohde

**Norja** – 1 päiväkoti ja 1 toimistorakennus
(massiivipuu)

Lisäksi 4 kohdetta, erilaisiin referenssitarkoituksiin, osin ei julkaistuna

# NERO sisällöstä

**NERO – olemassa olevat case – puurakennukset sekä toteutettavat demo – kohteet**
- energiatehokkuus ja lähes nollaenergia – lainsäädäntö (Suomi 6)
- rakennus- ja käyttökustannukset, uusiutuva energia, toteutusaikataulut (Suomi 5)
- rakennusten sisäilmasto ja lämpöviihtyvyys, mittaukset ja kyselytutkimus

**Kustannusanalyysi ja elinkaarikustannukset (LCC)**
- opetusrakennukset (Suomi 5) sekä demo - aluekohde (Asuntomessut)

**Kustannustehokkaat lähes nollaenergiatason rakennukset Nero – projektissa**
- hankkeen aikana toteutettavat demo - kohteet
- uuden nZEB puurakennuksen kustannusten alentaminen – Maardu, Viro
- eri energiatehokkuustasojen kannattavuus – ZEB Lab, Norja
- eri runkototeutusvaihtoehdot – kustannustehokas nZEB – taso – Växjö, Ruotsi

**Elinkaariarviointi (LCA) – analyysit Nero – projektissa**
- valitut kohteet NERO, (Suomi 1-2)
- GHG – analyysi eri toteutusvaihtoehdoilla, Ruotsi
- aluerakennuskohde, hiilijalanjälki eri toteutusvaihtoehdoilla, Suomi

**Massiivipuu vs. betoni, esimerkkejä tutkituista Nero - kohteista**
- kohteet Moholt Allmenning vs. Vallen Norra. Norja-Ruotsi
- case-kohde Arken, Växjö Ruotsi

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

# Energiatehokkuus ja nZEB – lainsäädäntö – NERO kohteet Suomi

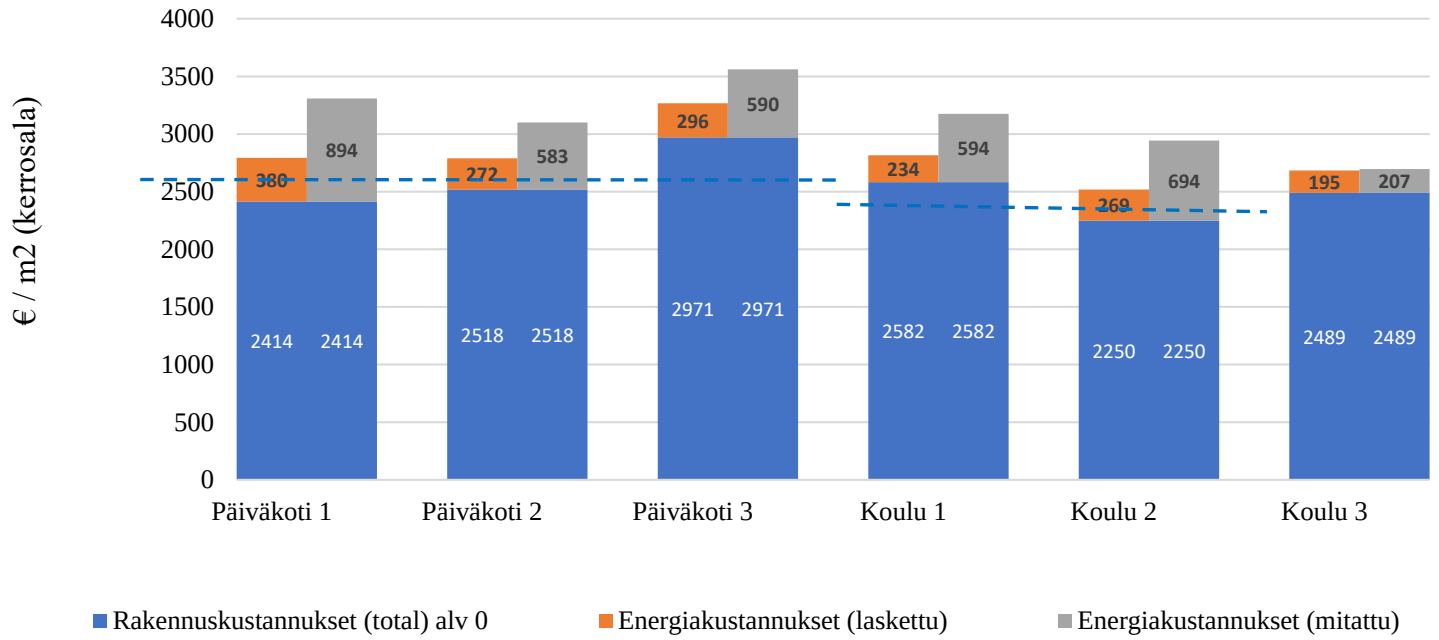
Huomio: Lehtomäen päiväkoti suunniteltu ja laskettu uuden FinZEB mukaisena (drafti)

| | Marja-Aho päiväkoti | | Lehvätie päiväkoti | | Lehtomäki päiväkoti | | | Karhusuo koulu | | Niipperi koulu | | Aurora koulu | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | laskettu | mitattu | laskettu | mitattu | laskettu | mitattu | | laskettu | mitattu | laskettu | mitattu | laskettu | mitattu |
| **lämmitysmuoto** | kaukolämpö | | maalämpö | | maalämpö | | | maalämpö | | kaukolämpö | | kaukolämpö | |
| **uusiutuvat** | | | | | aurinkopan. | | | | | aurinkopan. | | aurinkopan. | |
| **lämmitys,** kWh/m²a | 83 | 220 | - | - | 78 | - | | - | - | 59 | 166 | 38 | 33 |
| **sähkö, kWh/m²a** | 51 | 106 | 71 | 152 | 32 | 164 | | 61 | 155 | 36 | 85 | 29 | 35 |
| **toimitettu energia,** kWh/m²a | 133 | 327 | 71 | 152 | 54 | 164 | | 61 | 155 | 95 | 251 | 67 | 68 |
| **primäärienergia,** kWh/m²a | 103 | 237 | 85 | 182 | 77 | 197 | | 73 | 186 | 73 | 185 | 54 | 59 |
| **Energiatodistus, luokka** | B | E | A | D | A | D | | A | D | A | D | A | A |

**toimitettu energia** = energiatodistuksen mukainen / mitattu energiankulutus ilman primäärienergiakerrointa

| | Lämmönläpäisykerroin, U (W/(m2 K) | |
|---|---|---|
| Ulkoseinä | 0.10 (0,17) | W/(m² K) |
| Yläpohja | 0.06 (0,09) | W/(m² K) |
| Alapohja | 0.12 (0,16) | W/(m² K) |
| Ikkunat | 0.81 (1,00) | W/(m² K) |
| Ovet | 0.82 (1,00) | W/(m² K) |
| Ilmantiiviysluku $q_{50}$ | 1.00 (2,00) | $m^3/(h \cdot m^2)$ |

# Elinkaarikustannukset (LCC) – NERO kohteet Suomi




keskiarvo (päiväkodit) 2634 €

keskiarvo (koulut 1,2) 2416 €

Energia
(korkokanta 4 %
Inflaatio 2 %
kustannusindeksi 1 %
tarkasteluaika 30 a
kaukolämmön hinta 0,092 € / kWh
sähkön hinta 0,12 € / kWh
uusiutuvan polttoaineen hinta -

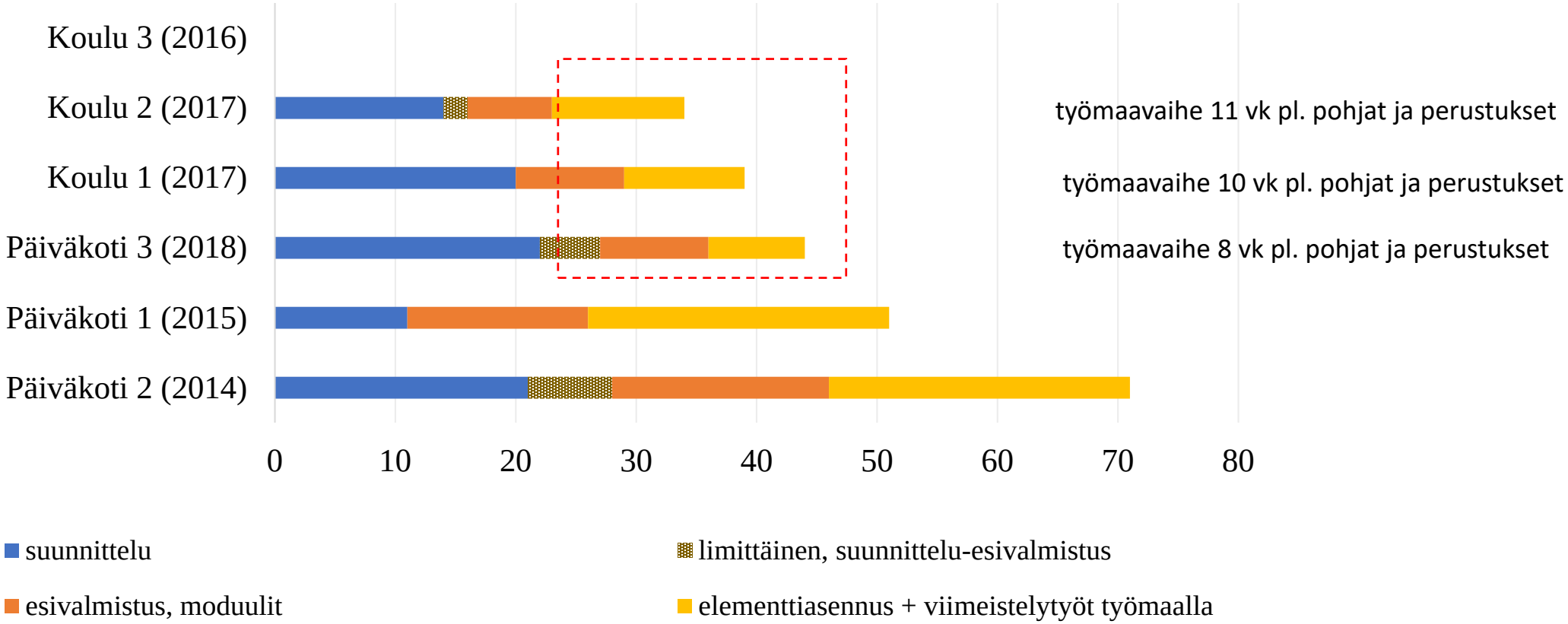
Rakennusten elinkaarikustannukset (LCC), tässä 30 vuotta

investointia ei diskontattu, eikä täten huomioitu esim. jäännösarvoa

ylläpitokustannukset sisältävät sähkön ja lämmityksen

kustannukset eivät sisällä muita ylläpitokustannuksia

# Teollistumisprosessi moduulirakennukset – NERO Suomi




Modulaarisen esivalmisteisen rakentamisen kohteet, kuvaten rakentamisen teollistumisen trendiä (tehtaiden lean-prosessit, hankintojen ja logistiikan osaamisen kehittyminen)

Nero – kohteiden osalta, “työmaalla tehtävä työ on puolessa vuosikymmenessä pudonnut 8 viikkoon, 2 – kerroksisissa “tyyppikouluissa” työmaatyö 10 – 11 viikkoa  (pl. perustukset, putkistot, liittymät ja pihatyöt)

# Elinkaariarviointi (LCA) – NERO

**Yleistä**

- Nero – projektissa laskenta kahdesta case – kohteesta, ja kolmesta hankkeen aikaisesta demo – kohteesta
- ZEB FlexLab – toimistorakennus Norjassa, Maardu päiväkoti Virossa, Lehtomäen päiväkoti Kouvolassa, sekä vanhemmat kohteet Moholt Allmenning Tower B Norjassa ja Vallen Norra A – rakennus Ruotsissa
- Kasvihuonekaasupäästöt laskettu ISO 14040/44 ja EN 15804 rakennustuotteiden laskentaa (EPD)  ohjaavien ohjeiden mukaisesti
- Elinkaarivaiheen, tuotevaiheen A1-A3 laskenta (raaka-aineen hankinta – valmistus), 1 lämmitetty m2, 50 toimintavuotta
- Markkinaehtoiset tuotteiden ympäristösertifikaatit, osin markkinoilla olevien keskiarvopäästöt (esim.  mineraalivillat)
- maapohja, perustukset, kantavat rakenteet, ulko- ja sisäseinät, ala-, väli- ja yläpohjat ja peruspintarakenteet, CAD – piirustukset ja menekkilaskelmat
- Hiilitasetta (päästöt miinus hiilivarasto) ei ole puuhun sitoutuneen hiilen osalta huomioitu laskelmissa (tiedossa)

# Tulokset, elinkaarilaskenta

| | ZEB Lab | Maardu daycare | Lehtomäki daycare | Moholt Allmenning Tower B | Vallen Norra Building A |
|---|---|---|---|---|---|
| GHG emissions [kgCO2eq/m2 year] | 2.5 | 3.2 | 2.5 | 2.3 | 4.6 |
| Metals | 12 % | 3 % | 16 % | 3 % | 7 % |
| Wood | 35 % | 3 % | 28 % | 32 % | 11 % |
| Concrete | 17 % | 16 % | 0 % | 32 % | 59 % |
| Insulation | 10 % | 34 % | 24 % | 12 % | 6 % |
| Coverings | 4 % | 27 % | 8 % | 4 % | 6 % |
| Doors | 3 % | 7 % | 8 % | 6 % | 2 % |
| Windows | 17 % | 2 % | 8 % | 7 % | 8 % |
| Plastics | 2 % | 8 % | 8 % | 0 % | 1 % |

- Lehtomäki: GHG päästöt = 156 577 kgCO2eq = 2.5 kgCO2eq/m$^2$year
- Maardu: GHG päästöt = 177 872 kgCO2eq = 3.2 kgCO2eq/m$^2$year
- Vallen Norra A : GHG päästöt = 791 762 kgCO2eq = 4.6 kgCO2eq/m$^2$year

Vertailun vuoksi:

- Level(s) testiraportti YM (2019) puurakennukset (?) A1-A3, OneClickLCA, 1.22 – 5.52 kgCO2eq/m$^2$year
- Koria päiväkoti hiilipäästöt (laskettu 2016, kokonaisvaltaisesti, koko kiinteistö) = 9.0 kgCO2eq/m$^2$year

# Yhteenvetoa, pääasiassa Nero Suomi

Kuinka "… merkittävästi alennetaan nZEB puurakennusten kustannuksia verrattuna olemassa olevaan tilanteeseen..."

**Hankinnasta ja suunnittelusta**

- koot standardisoituja, layoutit osin eivät, erityisesti pienten osastoitujen rakennusten monimutkaisuus
- Nerossa julkiset opetusrakennukset, toteutettuna KVR – urakoina, Suomi – erikoisuus Nerossa
- haastatteluista: *"julkiseen hankintaprosessiin markkinatilanne on viime vuosien aikana muuttunut, ja todellinen hintakilpailu todellisilla ratkaisuilla"*

**Rakentamisesta, kokonaistoteutuksesta**

- rakentamisen teollistuminen, esivalmistus, sääriippumattomuus, Lean -> potentiaali volyymeissa kustannusmielessä
- tämä havaittu myös asuntopuolella (BoKlok (Skanska), Lehto Group, Lapwall etc.)
- haastatteluista: *"tavoitteet ja aikataulu olivat alusta lähtien selvät, aikataulu ja toteutus piti kutinsa. Luovutusaika näissä on tärkeintä. Tämän laatuisissa nopeissa kokonaisaikataulun kohteissa haasteellisinta on lupaprosesseihin kuluva aika sekä viranomaisten sisäinen päätöksenteko"*
- *haastatteluista: "poiketen ainutkertaisista puuprojekteista ja yrityskohtaisista tasoelementtijärjestelmistä, näissä tuotteissa ja rakennuksissa, näillä korkeuksilla ja koolla, toteutus jo kansallisesti toimii mielestämme ostajan markkinoilla"*

# Yhteenvetoa, pääasiassa Nero Suomi

**Energiankäytöstä**

- energiankäyttö ei ole uuden kansallisen lainsäädännön mukaista, energian osuus käytössä voi nousta 6 -> 15 % (tark. 20 ja 30 a)
- (parempi energiatehokkuus, rakenteet ja järjestelmät, ei välttämättä tuo tuloksia, suhteessa kansallisiin määräyksiin)
- tehokkaammat ja on-site energiajärjestelmät ja uusiutuvien käyttö, teknisesti ja toteutuksellisesti haasteellista pienemmissä ja yksittäisissä kohteissa, käyttö lapsenkengissä
- haastatteluista: *”aurinkosähkön mittarointia ei kohteessamme ole, sen järjestäminen oli monimutkaista järjestää energiantuottajan, ulkoistetun ylläpidon ja asiakasorganisaation välillä, Uusia asioita ei pysty kunnollisesti valmistelemaan”*

**Hiilidioksidista, kasvihuonekaasuista**

- Nero – hankkeessa puun käytön ympäristönäkökulmia on tarkasteltu erillisinä tapauskohtaisesti, mittayksikön (kgCO2eq) ei ollessa suoraan otettavissa kustannuksiin
- päiväkodit Lehtomäki (2,5 kg), Maardu (3,2 kg), teräspaaluperustus ja puinen alapohja vs. betoniperustus ja betonilaatta-alapohja -> 20 % pienempi hiilisisältö Lehtomäessä, betonin käytöllä yleisesti suuri vaikutus kokonaispäästöihin
- *haastatteluista: “mahdollinen uusiutuvan energian käyttömahdollisuus arvioidaan aina ennen hankesuunnittelun aloittamista. Toiseksi, hiilitase toteutuksessa ja elinkaaren aikana otetaan huomioon rakennettaessa julkisia tiloja. Esimerkiksi, yksi päiväkodin elinkaariarviointi on käytännön kohteessa erillisenä kehitysprojektina jo toteutettu. Meillä ei ole aikomuksia lisätä sitä tarjouskriteeriksi, ilman erillisiä kaupungin yksityiskohtaisia päätöksiä”*
- *haastatteluista: “ei ole erityisiä kestävyyden painopisteitä johtuen kansallisten ja kunnallisten ohjeiden puutteista. Hankkeiden suunnittelutyö ja toiminnan suunnittelu on tilaajalla hyvin itsenäistä työtä. Suunnitteluperusteet tulevat kaupunginarkkitehdiltä”*

NERO
Wood for Zero.

# NERO Team

Project Manager, Coordinator Tero Hasu

+358 20 615 5547

tero.hasu@kinno.fi

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