



Funded by the European Union –
NextGenerationEU



Raportti passiivisuunnittelusta

Energiasuunnittelun hyödyt
asuinrakennushankkeen alkuvaiheessa -
kehityshanke

Tässä raportissa kuvataan, mitä on passiivisuunnittelu, mitä hyötyä siitä on ja miten sen teko kannattaisi nivoa osaksi asuinkerrostalon suunnitteluprosessia.

Raportin sisältö pohjautuu kolmeen pilottikohteeseen tehtyyn passiivisuunnitteluun sekä erillisiin olosuhde- ja elinkaaritarkasteluihin passiivisuunnittelun hyödyistä.

Hanke on saanut tukea ympäristöministeriöltä Vähähiilisen rakennetun ympäristön ohjelmasta, jonka rahoitus tulee EU:n kertaluonteisesta elpymisvälineestä (RRF).

Sisältö

1	Mitä on passiivisuunnittelu	4
2	Passiivisuunnittelun vaikutukset	7
3	Passiivisuunnittelu osana suunnitteluprosessia	29
4	Yhteenveto	41

1 Mitä on passiivisuunnittelu

Passiivisuunnittelun tavoitteet

- Passiivisuunnittelun tavoitteena on ohjata rakennuksen suunnittelua siten, että sekä kesäajan lämpötilat että elinkaarikustannukset pysyvät kurissa
- Keskeistä passiivisuunnittelussa on aurinkoenergian lämmittävän vaikutuksen hyödyntäminen lämmityskaudella, mutta auringon lämmittävältä vaikutukselta suojaaminen kesällä. Lisäksi voidaan huomioida suunnitteluratkaisujen vaikutukset tehontarpeisiin ja E-lukuun
- Passiivisuunnittelulla tarkoitetaan suunnittelua, joka pyrkii vähentämään energiankulutusta ilman aktiivisia järjestelmiä. Passiiviset energiasuunnittelukeinot hyödyntävät rakennuksen sijaintia, muotoa, eristystä ja varjostuksia vähentääkseen energiankulutusta ja hallitakseen sisälämpötiloja
- Rakennuksen suunnitteluprosessin tukena tehtävän passiivisuunnittelun tavoitteena on auttaa erityisesti arkkitehtiä hyvien ratkaisujen teossa

Passiivisuunnittelun keinot

- Passiivisuunnittelukeinoja ovat kaikki tavat, joilla pystytään ilman teknisiä järjestelmiä vaikuttamaan rakennuksen energiantarpeeseen tai lämpötiloihin
- Keskeisimpiä keinoja, joihin voidaan rakennusten suunnittelussa vaikuttaa:
 - Massoittelu ja muoto
 - Rakennuksen suuntaus
 - Rakennuksen sijoittelu ja ulkopuoliset varjostukset
 - Parvekkeiden leveys, syvyys, kaiteet ja lasitus
 - Ikkunoiden koko, suuntaus ja ominaisuudet
 - Varjostukset
 - Materiaalivalinnat

2 Passiivisuunnittelun vaikutukset

Tarkasteltavat passiivisuunnittelukeinot

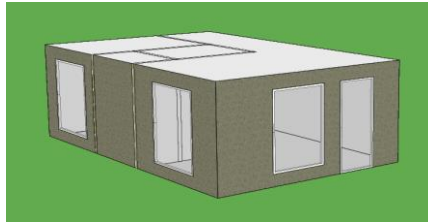
- Hankkeessa keskityttiin selvittämään passiivisuunnittelukeinojen vaikutuksia, joiden toteuttaminen on realistisesti tehtävissä rakennusten suunnittelun alkuvaiheessa ja joiden vaikutukset voidaan todentaa simuloimalla. Näiden lisäksi on myös muita passiivisuunnittelukeinoja, joista on hyötyä. Niitä listattuna alla.
- Yleisiä hyviä linjauksia passiivisuunnitteluun
 - Mikroilmasto
 - Rakennuksen suunnittelussa kannattaa kiinnittää huomiota rakennusten ja ympäristön materiaaleihin, jotka vähentävät lämmön sitoutumista rakennuksen ulkopintoihin (esim. viherkatot, varjostavat puut, vaaleat ja valoa heijastavat seinämateriaalit)
 - Massoittelu ja muoto
 - Lämpöhäviöiden ja materiaalikulutuksen kannalta on hyvä suosia yksinkertaista ja lämmintä massaa
 - Rakennukseen kuuluvia auringolta suojaavia elementtejä voidaan hyödyntää kokonaisenergiantarpeen vähentämisessä ja lämpötilojen hallinnassa
 - Lämpöä tuottavat tilat kannattaa sijoitella keskivyöhykkeille, jolloin vähennetään jäähdytystarvetta ja tuotettu lämpö on hyödynnettävissä talvella jäähdytykseen

Miten selvitys toteutettiin

- Selvityksen teko aloitettiin osallistamalla kolmen rakennushankkeen alkuvaiheeseen tukemalla suunnittelua passiivitarkasteluilla pilottiluonteisesti
- Yhden kohteen osalta passiivitarkastelua jalostettiin pidemmälle ja tehtiin esimerkkilaskelmia, millaisia hyötyjä passiivisuunnittelusta konkreettisesti on. Tarkasteltavia tekijöitä olivat kesäajan sisälämpötilat, energian- ja tehontarpeet sekä E-lukuvaikutukset.
- Tarkastelun havainnollisuuden vuoksi laadittiin 3 erilaista passiivisuunnittelukokonaisuutta:
 - **Kehno:** Ei tehty minkäänlaista passiivisuunnittelua
 - **Hyvä:** Huomioitu passiivisten toimenpiteiden vaikutukset olosuhteiden ja energiankulutuksen hallinnassa
 - **Erinomainen:** Tehty lähes kaikki mahdolliset passiiviset toimenpiteet
- Laaditut passiivisuunnittelukokonaisuudet eivät ole optimaalisia suunnittelukokonaisuuksia. Niiden tarkoituksena on havainnollistaa suunnitteluratkaisujen välisiä eroja

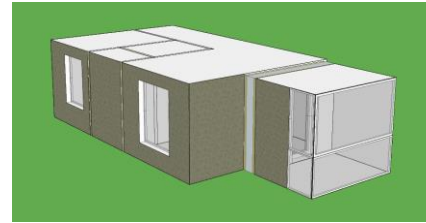
Tarkastellut passiivisuunnittelukokonaisuudet

Kehno



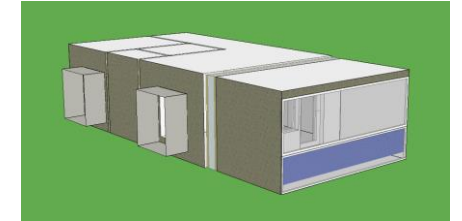
- Ikkunat
 - Pinta-ala 30 % julkisivusta
 - Lasituksen g-arvo 0.56
 - U-arvo 1.0 W/m²K
 - Ei sälekaihtimia
 - Ei syvennystä: lasi seinän ulkopinnan tasossa
- Parvekeratkaisu
 - Ranskalaiset parvekkeet
 - Parvekeovi täysilasinen
 - Ei sälekaihdinta
- Rakenteet
 - Julkisivuväritys keskitumma
 - q50 2.0
 - U-arvot: YMa vertailuarvot

Hyvä



- Ikkunat
 - 25 % julkisivusta
 - Lasituksen g-arvo 0.38
 - U-arvo 0.8 W/m²K
 - Sälekaihtimet lasivälissä
 - Syvennys 10 cm seinän ulkopinnasta
- Parvekeratkaisu
 - Lasitettu parveke, sivusta osin umpinainen
 - Parvekeovi osittain umpinainen
 - Sisäpuolinen sälekaihdin
- Rakenteet
 - Julkisivuväritys vaalea
 - q50 1.0
 - U-arvot: YMa vertailuarvot ikkunoita lukuunottamatta

Erinomainen



- Ikkunat
 - 20 % julkisivusta
 - Lasituksen g-arvo 0.32
 - U-arvo 0.6 W/m²K
 - Sälekaihtimet ikkunan ulkopuolella
 - Syvennys 20 cm seinän ulkopinnasta
- Parvekeratkaisu
 - Lasitettu parveke, sivuilta umpinainen
 - Leveämpi ja syvempi parveke
 - Alalassissa suojakalvo
 - Parvekeovi osittain umpinainen
 - Ulkopuolinen sälekaihdin
- Rakenteet
 - Julkisivuväritys vaalea
 - q50 0.5
 - Kylmäsillat lämpöhäviö -30 %
 - U-arvot: YMa rakenteellinen energiatehokkuus ikkunoita lukuunottamatta

Tarkastelujen lähtötiedot

Tarkastelussa käytetyt keskeisimmät lähtötiedot ja oletukset:

- Esimerkkikohde 5 kerroksinen 4090 m² asuinkerrostalo
- Helsingin testivuoden 2020 säädata
- Lämmitysmuotona kaukolämpö
- Jäähdytetyissä laskentatapauksissa jäähdytys kompressorikoneikolla (COP 3).
- Ilmamäärät asunnoissa noin 0.5 l/s,m². Tuloilman sisäänpuhalluslämpötila kesällä 18 °C ja talvella 20 °C

Käytetyt lämpökuormat tilatyypeittäin:

Tilatyppi	Lämpökuorma	Käyttöaika	Lämpökuorma
Olohuone	Valaistus Kuluttajalaitteet Ihmiset	ma-su 07-08 ja 18-22 ma-su 07-08 ja 18-22 ma-su 07-08 ja 18-22	80 W 250 W MH lukumäärä +1
Makuuhuone	Valaistus Kuluttajalaitteet Ihmiset	ma-su 07-08 ja 21-22 - ma-su 22-07	40 W - 1 tai 2 hlö
Keittiö	Valaistus Kuluttajalaitteet Ihmiset	ma-su 07-08 ja 18-22 ma-su 00-24 -	40 W 80 W -
Porrashuone	Valaistus Kuluttajalaitteet Ihmiset	Ma-su 00-24 (10 % käyttöaste) - -	4 W/m ² - -

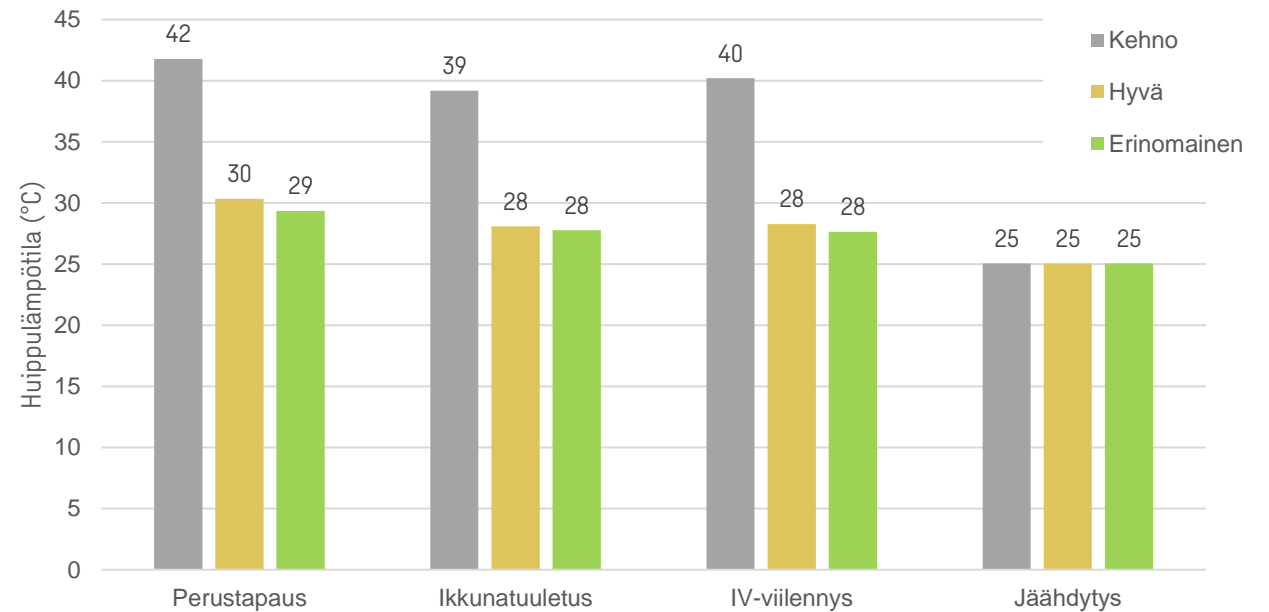
Olosuhteet

- Olosuhdetarkastelun kohteeksi valikoitui alustavan huonelämpötilatarkastelun perusteella 3. kerroksen kaakkoiskulman 39 m² kaksion olohuone-keittiö, joka on kesäajan lämpötilan hallinnan kannalta hankalin
- Koko rakennukselle tehtiin energia- ja olosuhdesimuloinnit eri passiivisuunnittelukokonaisuuksien mukaisiin ratkaisuihin alla olevin versioin:
 - Ilman jäähdytystä (laskennan perustapaus)
 - Ikkunatuuletus huomioiden (kesäaikaan 15 min tuuletus aamuin ja illoin)
 - Ilmanvaihdon jäähdytys huomioiden (tuloilma kesällä 18 °C, muuten 20 °C)
 - Jäähdytettynä (jäähdytyksen asetustemperatura kesällä 25 °C, muuten 23 °C)

Lämpötilavaikutukset laskentatapauksittain

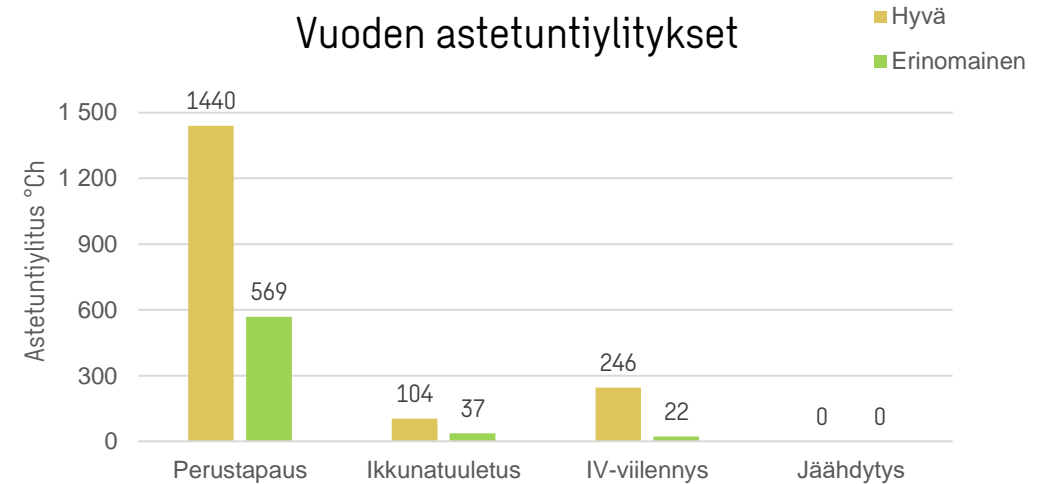
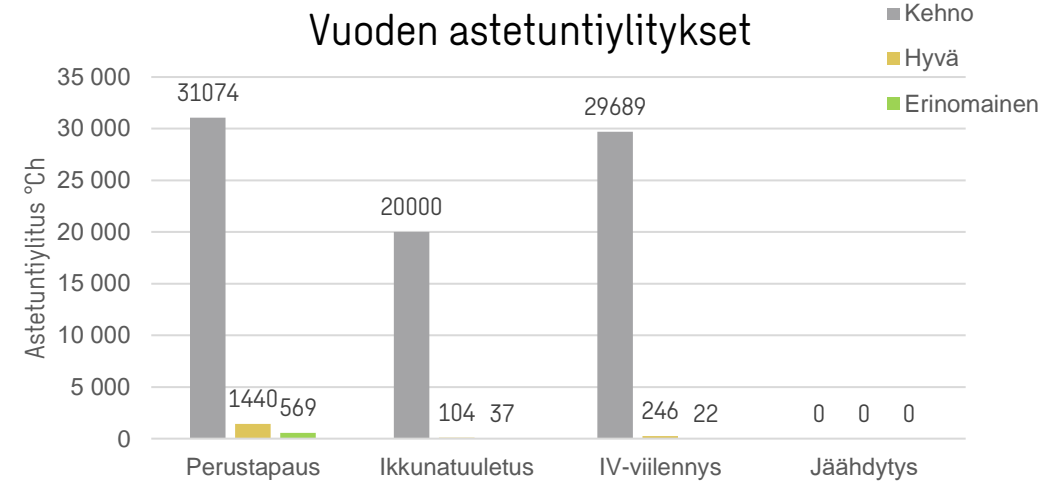
- *Hyvässä ja erinomaisessa* vuoden korkein lämpötila on noin 30 % *kehnoa* alempi
- Ero *hyvän* ja *erinomaisen* välillä on pieni kaikissa laskentatapauksissa
- Jäähdytetyssä laskentatapauksessa lämpötila pysyy korkeintaan 25 °C tilajäähdytyslaitteiden ansiosta. Jäähdytystarve kuitenkin vaihtelee laskentatapauksittain.

Vuoden korkein huonelämpötila

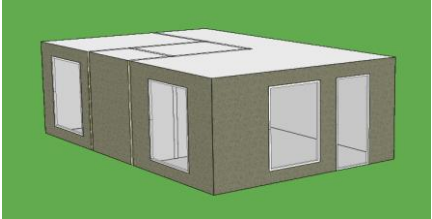


Vaikutukset astetunteihin

- *Kehnossa* astetuntiylitykset ovat hyvin korkeita
- *Hyvässä* astetuntiylitykset ovat vain 1-5 % *kehnon* luvuista
- *Erinomaisessa* astetuntiylitykset vielä selvästi vielä *hyvää* paremmat
- Jäähdytetyissä laskentatapauksissa astetuntiylityksiä ei ole, mutta jäähdytysenergiantarpeet vaihtelevat laskentatapauksittain

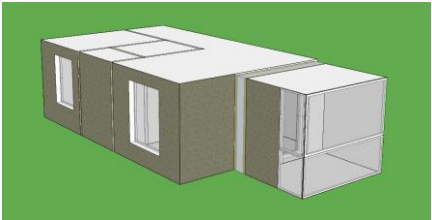


Lämpötilavaikutukset



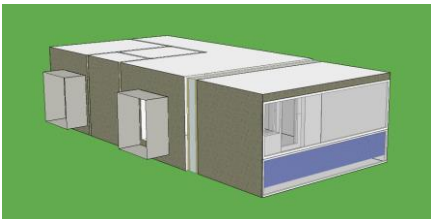
Kehno

- Aстетuntiylitys 31 100 °Ch
- Huippulämpötila 42 °C



Hyvä

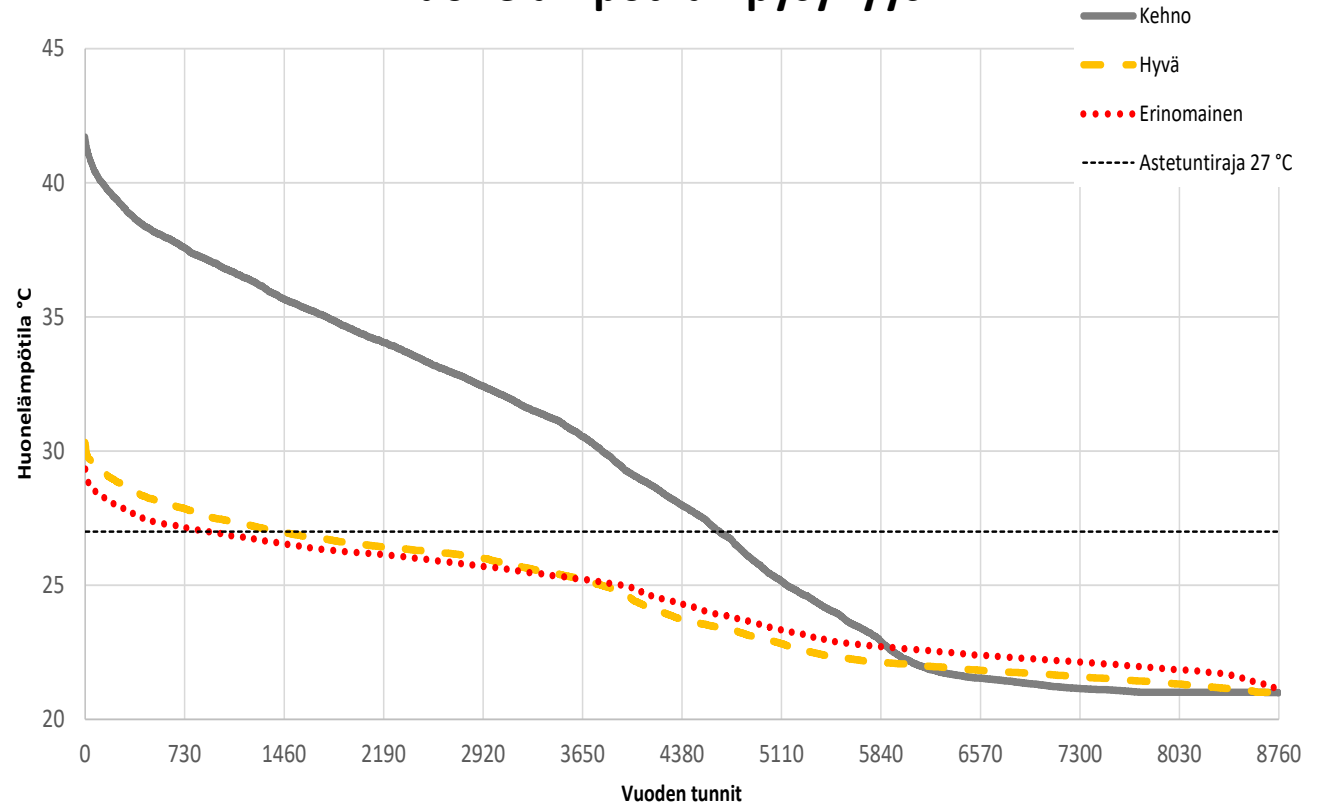
- Aстетuntiylitys 1 440 °Ch
- Huippulämpötila 30 °C



Erinomainen

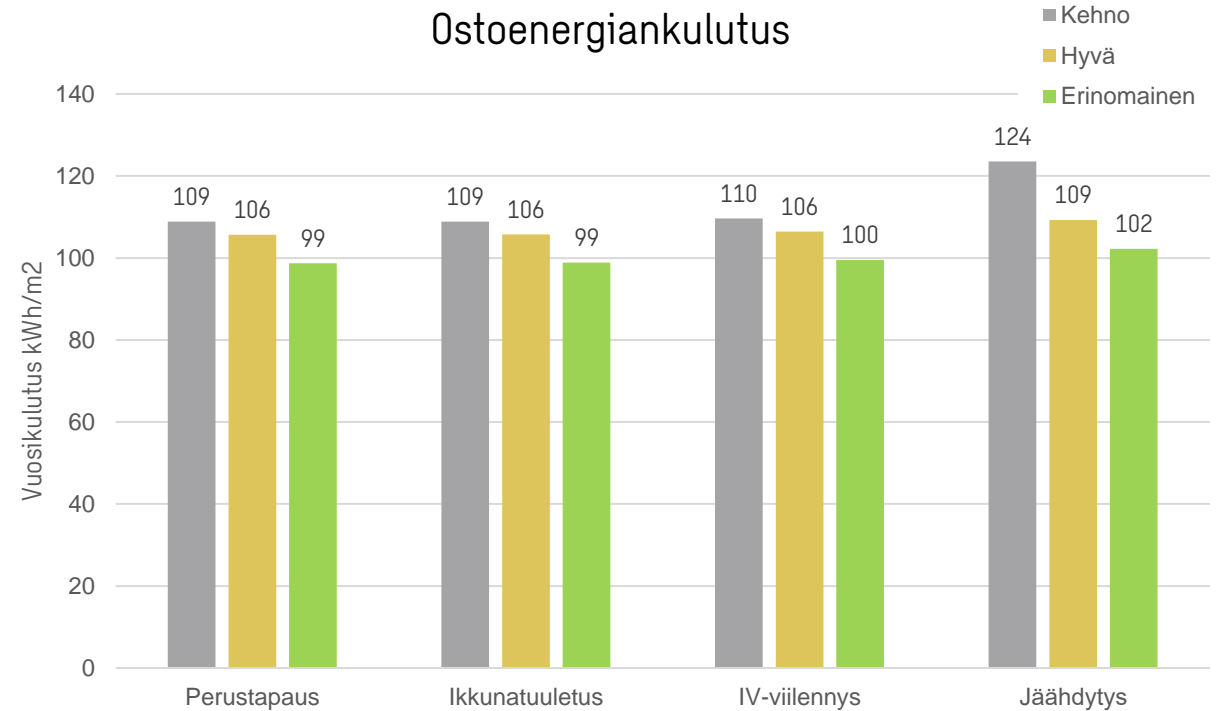
- Aстетuntiylitys 570 °Ch
- Huippulämpötila 29 °C

Huonelämpötilan pysyvyys



Ostoenergiankulutus

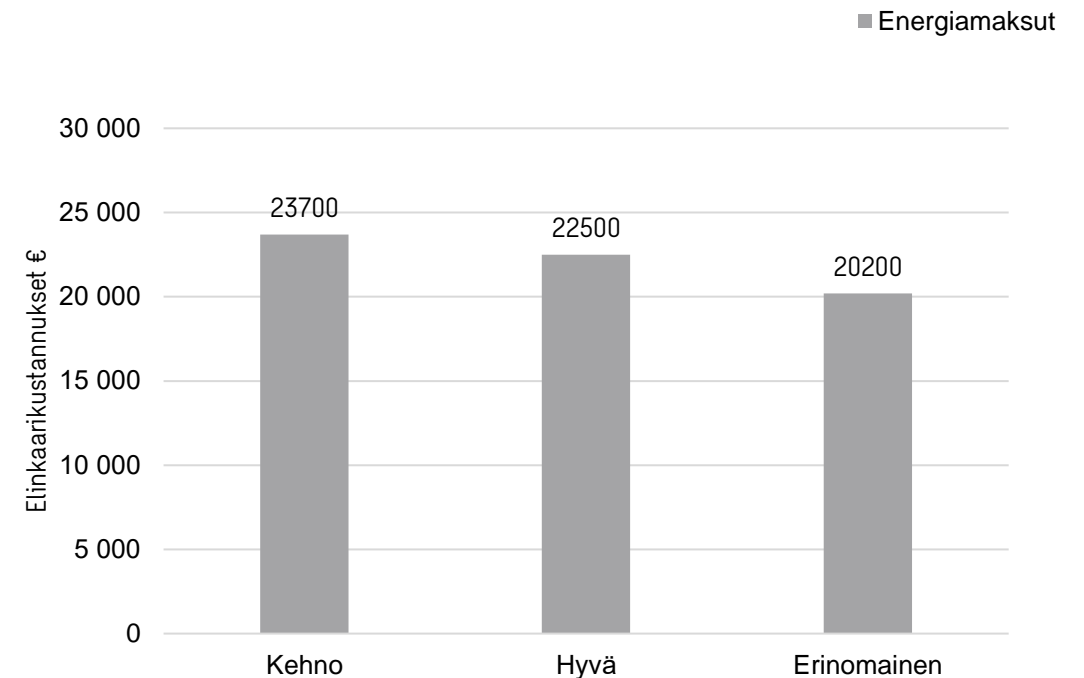
- Ostoenergiankulutus on *hyvässä* noin 3 % keinoa pienempi jäähdyttämättömissä laskentatapauksissa
- *Erinomaisessa* ostoenergiankulutus on noin 9 % keinoa ja 6 % *hyvää* pienempi
- Jäähdytetyssä laskentatapauksessa *hyvässä* ostoenergiankulutus laskee noin 12% ja *erinomaisessa* noin 17 % keinoon verrattuna



Ostoenergiankulutuksen vuotuiset kustannusvaikutukset

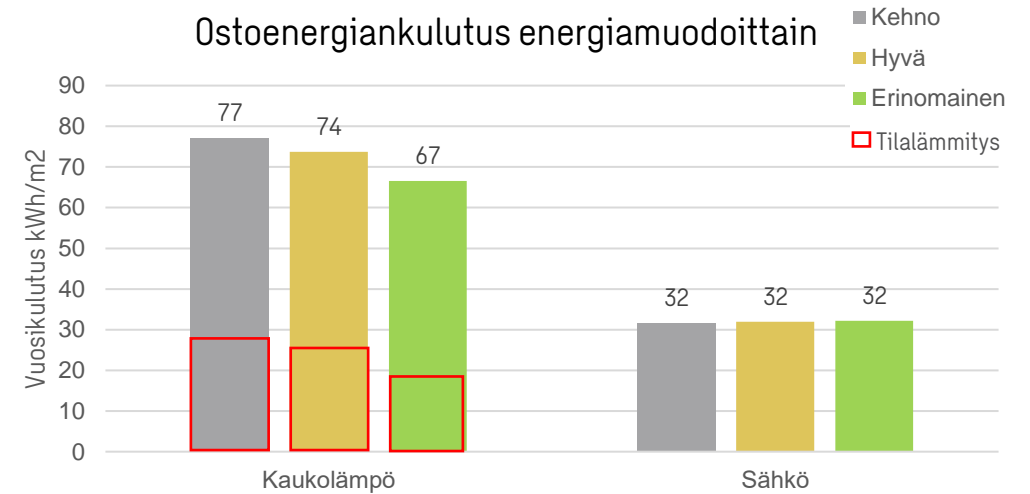
- Perustapauksessa ja kaukolämmön hinnalla 68 e/kWh
 - *Erinomaisen* energiakustannukset ovat noin 2300 euroa *hyvää* pienemmät
 - *Hyvän* energiakustannukset ovat noin 1200 euroa *kehnoa* pienemmät

Vuotuiset energiakustannukset

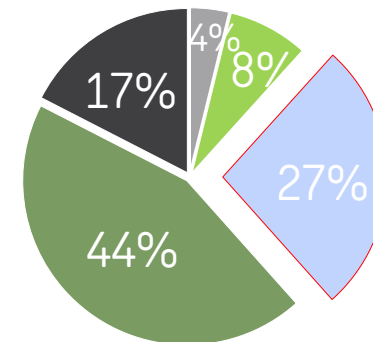


Ostoenergiankulutuksen jakautuminen

- Kaukolämmön osuus ostoenergiankulutuksesta on laskentatapauksesta riippuen noin 64-71 %
- Lämmityksen osuus kaukolämmön kulutuksesta osuus on noin 28-39 % ja loput menee lämpimään käyttöveteen
- Lämmityksen osuus koko rakennuksen ostoenergiankulutuksesta on 19-27 %
- Jäähdytetyissä laskentatapauksissa jäähdytyksen osuus ostoenergiankulutuksesta on *kehnoissa* noin 9 % ja muissa noin 2 %

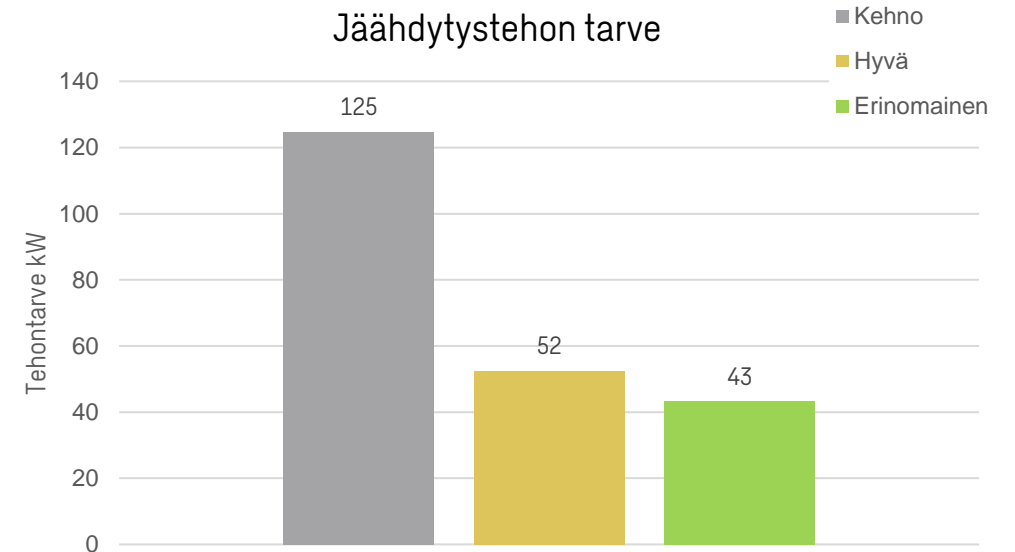
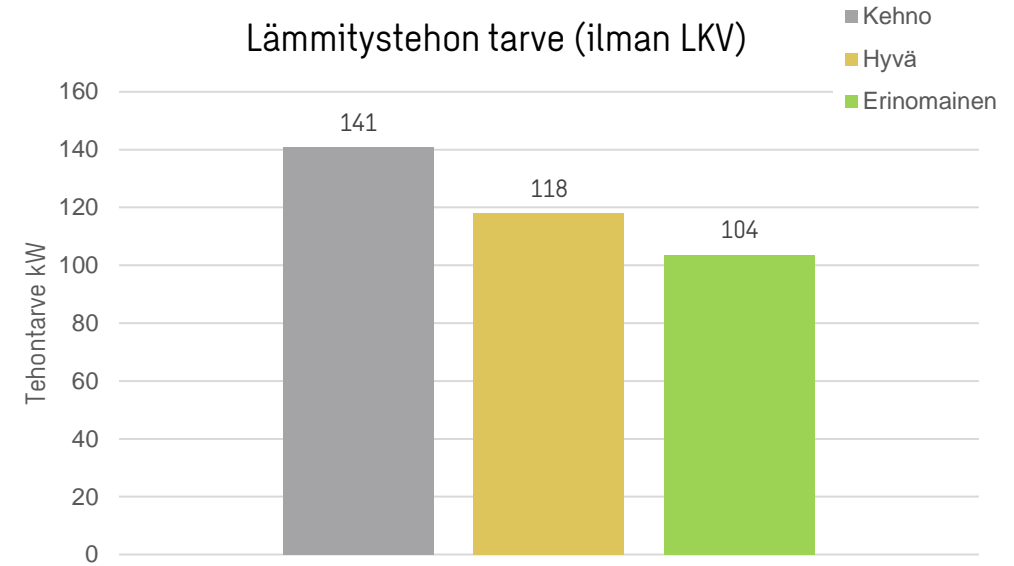


Ostoenergiankulutuksen jakautuminen (kehno)



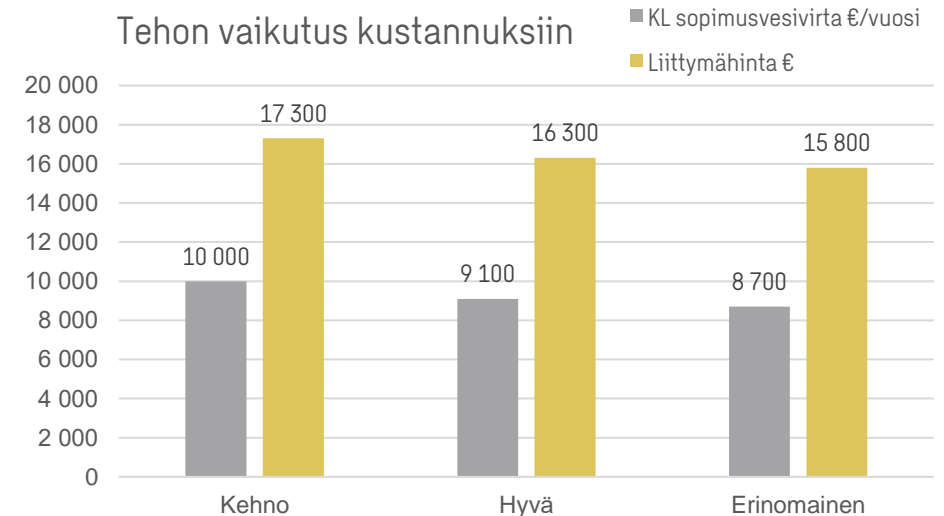
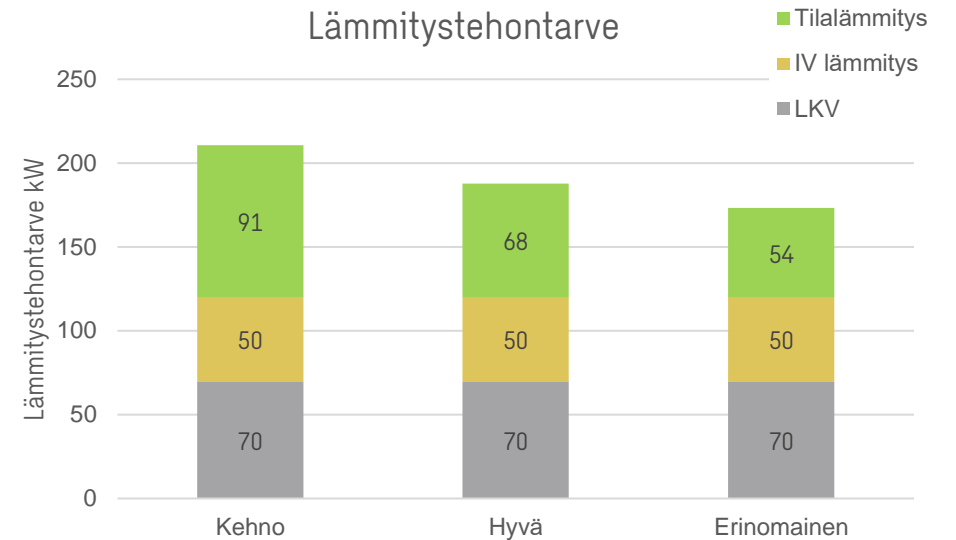
Tehovaikutukset

- *Erinomaisessa* tarvitaan n. 74 % *kehnon* lämmitystehosta (ilman LKV)
- *Hyvässä* tarvitaan puolestaan 84 % *kehnon* lämmitystehosta (ilman LKV)
- Jäähdytystehojen osalta erot *kehnon* ja parempien ratkaisujen osalta ovat erittäin suuret



Tehon kustannusvaikutukset

- Käyttäen Helenin (17.4.) teho- ja liittymähinnoittelua kustannusvaikutukset ovat:
 - Vuotuiset tehomaksut ovat *hyvässä* noin 1000 euroa pienemmät kuin kehnossa. *Erinomaisen* tehomaksut ovat noin 400 euroa pienemmät kuin *hyvän*
 - Liittymämaksut ovat *hyvässä* noin 1000 euroa pienemmät kuin kehnossa. *Erinomaisen* liittymämaksut ovat noin 500 euroa pienemmät kuin *hyvän*



Elinkaarikustannukset

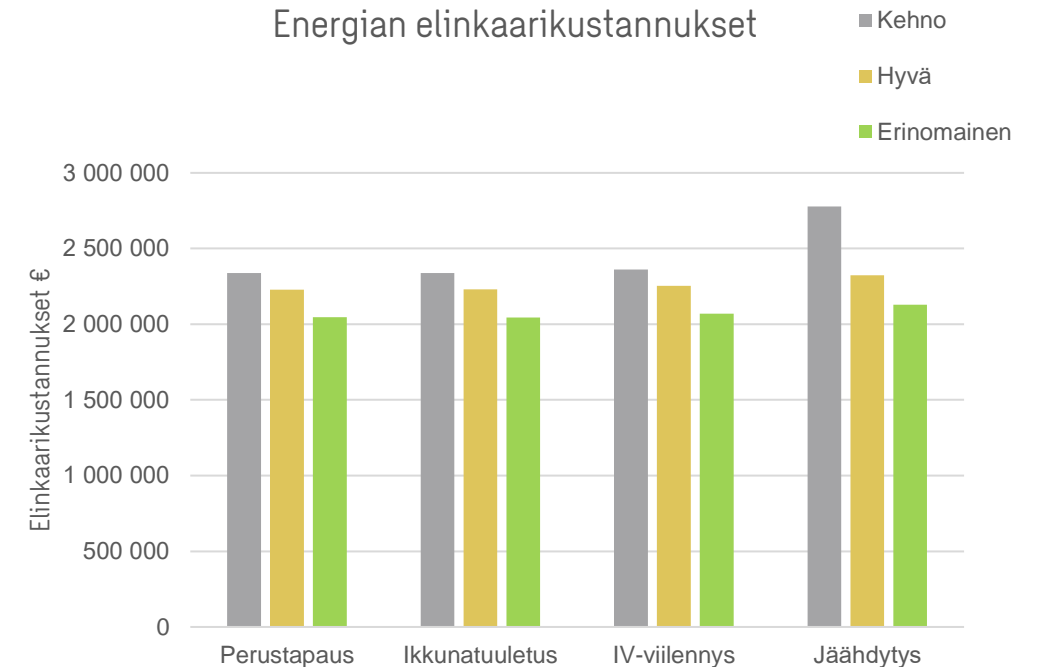
- Vertailtiin eri laskentatapausten lämmityksen elinkaarikustannuksia
- Laskennassa huomioitu
 - tehontarpeen mukaan määräytyvät kaukolämmön liittymiskustannus (€) ja sopimusvesivirtamaksu (€/vuosi)
 - ostoenergiankulutuksen mukaan määräytyvät kaukolämmön ja sähkön energiakustannukset (€/MWh)

Laskennan lähtötiedot

Asia	Arvo
Tarkastelujakso	50 vuotta
Diskonttaus korko	3 %
Kaukolämmön hinta (kuukausihintojen keskiarvo, Helen)	68 €/MWh
Ostosähkö	100 €/MWh
Energiakustannusten nousu	4.6 %/vuosi

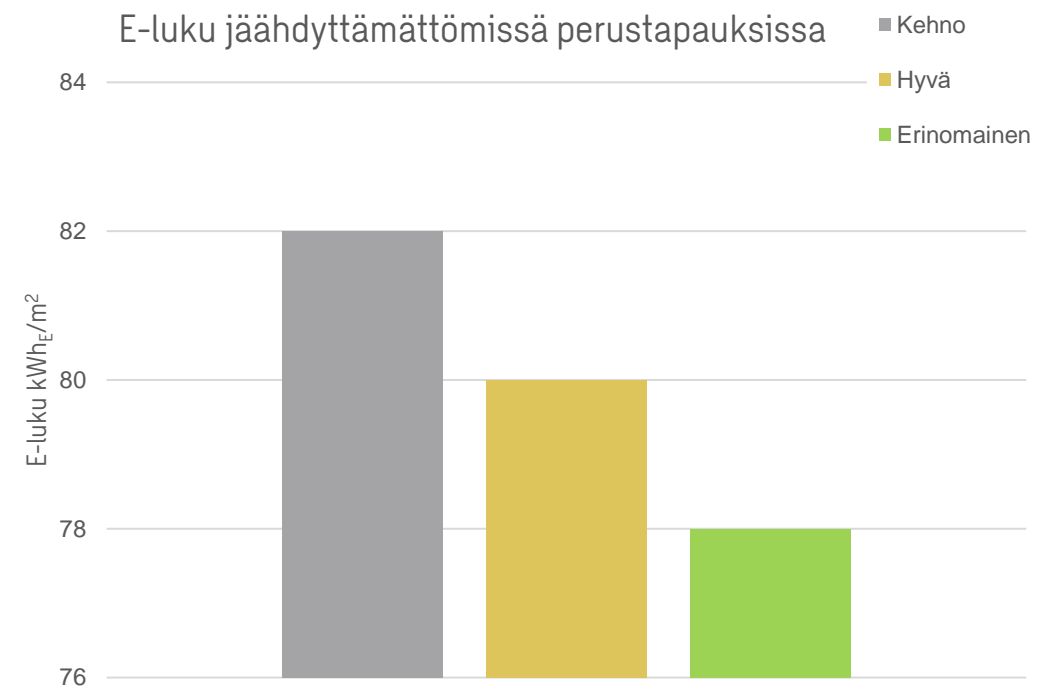
Elinkaarikustannukset

- Ostoenergia vastaa noin 88-90 % energian elinkaarikustannuksista
 - Tehomaksujen osuus on noin 9-11 %
 - Liittymismaksun osuus on noin 1 %
- Tarkastelluissa esimerkkikohteissa passiivisuunnittelukeinoja hyödyntämällä voidaan saavuttaa jopa 22 % lasku elinkaarikustannuksissa, kun huomioidaan jäähdytyksen kustannukset
- Elinkaarikustannukset vaihtelevat noin 2.0 M€ ja 2.8 M€ välillä
- Vuositasolla passiivisuunnitteluratkaisusta saadut kustannushyödyt liikkuvat 2000-8000 eurossa, riippuen tapauksesta



E-luku

- Vaikutus E-lukuun eri laskentatapauksien välillä on perustapauksissa 2-4 kWh_E/m²



Kaavoituksen vaikutukset

- Hankkeessa tarkastelluissa kohteissa ei ollut mahdollisuutta vaikuttaa rakennusten sijoitteluun, suuntauksiin tai viereisiin rakennuksiin, jotka linjataan pitkälti jo kaavoitusvaiheessa. Niiden osalta tehtiin kuitenkin tarkastelut, jotka esitetty alla olevassa taulukossa
- Tarkastelussa todettiin, että kaavoituksessa tehtävillä päätöksillä on selkeitä vaikutuksia sisälämpötiloihin ja energiankulutukseen

Muuttuja	Vaikutus huippulämpötilaan	Vaikutus asetuntilukuun	Vaikutus ostoenergiankulutukseen	Vaikutus lämmityksen elinkaarikustannuksiin
Viereisen rakennuksen varjostus (rakennus 20 metrin etäisyydellä)	- 6 %	- 28 %	+ 2 %	+ 3 %
Suuntaus (tarkasteltava lämmin tila vaihtuu suuntauksen mukaan)	± 1 %	± 20 %	± 1 %	Ei tarkasteltu
Tuuliolosuhteet	± 3 %	± 7 %	± 4 %	Ei tarkasteltu
Julkisivuväriyty	0 %	± 2 %	± 0.2 %	Ei tarkasteltu

Tavoitteiden ristikkäisyys

- Laskelmien tuloksia tarkasteltiin huippulämpötilan, astetuntien, ostoenergiankulutuksen sekä elinkaarikustannusten näkökulmasta
- Laskentatapauksista suurimmassa osassa tavoitteet menivät ristiin siten, että vaikutus oli osaan tavoitteista positiivinen ja osaan negatiivinen
 - Esimerkiksi huonelämpötilaa laskevat auringonsäteilyä rajoittavat ratkaisut lisäävät usein lämmitysenergiankulutusta aurinkoisena päivänä lämmityskaudella
 - Toisaalta esimerkiksi lämmityskaudella lämpöhäviöitä pienentävät ratkaisut nostavat huonelämpötilaa
- Yksittäisten toimenpiteiden vaikutukset eri tavoitteisiin ovat esitettyinä liitteissä 1 ja 2

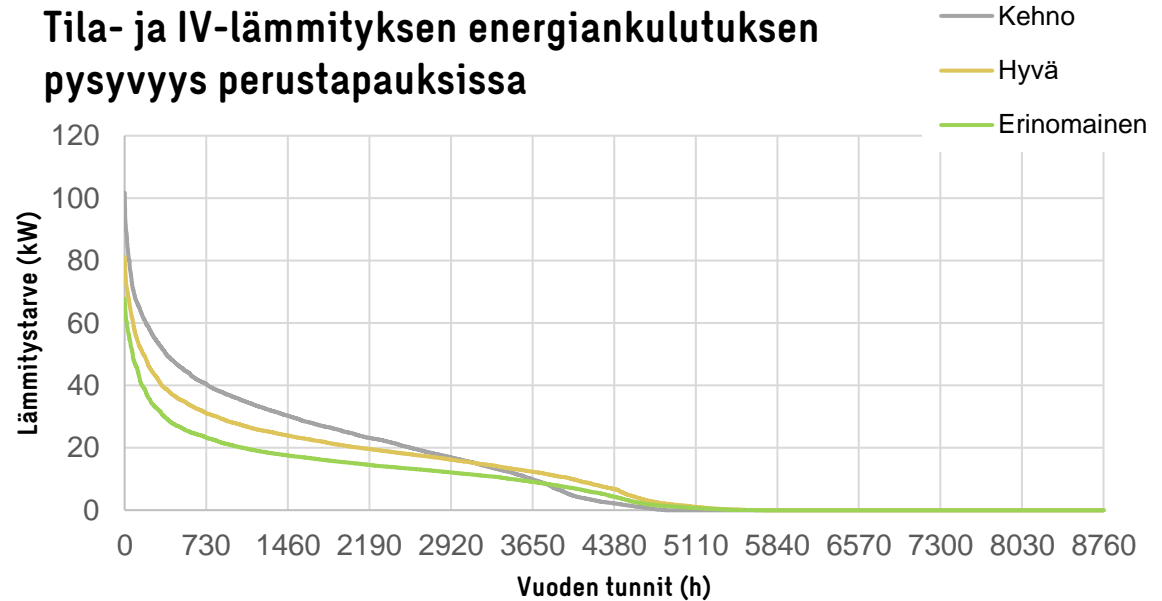
Passiivisuunnittelu on aina tehtävä kohdekohtaisesti huomioiden mm. rakennuksen muoto, sijoittelu ja suuntaus tontilla.

Tarkastelun pohjalta voidaan kuitenkin tehdä yleisiä hyviä passiivisuunnittelulinjauksia:

- Ullokkeelliset parvekkeet etelään
- Vältetään ranskalaisia parvekkeita
- Porrashuoneiden ikkunat mahdollisuuksien mukaan pohjoiseen
- Auringonsuojalasiens minimointi varjostavilla rakenteilla ja pinta-alan hallinnalla
- Aukotus < 20 % vaipan alasta

Yhteenveto passiivisuunnittelun vaikutuksista

- Passiivisuunnittelulla voidaan vaikuttaa merkittävästi asuinkerrostalojen lämpötilaolosuhteisiin, energiankulutukseen, lämmitys- ja jäähdytystehontarpeisiin sekä elinkaarikustannuksiin
- Selkeitä johtopäätöksiä kannattavista passiivisuunnittelukeinoista on kuitenkin vaikea vetää. Parhaat passiivisuunnitteluratkaisut riippuvat täysin rakennushankkeesta ja niihin vaikuttavat mm.
 - Kaavoituksessa linjatut asiat (suuntaukset, sijoittelut, viereiset rakennukset)
 - Huoneistojen, ikkunoiden ja parvekkeiden sijoittelu
 - Hankkeen energia- ja olosuhdetavoitteet



Passiivisuunnittelun hyödyt

Tarkastelussa todetut keskeisimmät passiivisuunnittelun hyödyt:

- **Sisälämpötilat:** Sisälämpötilojen hallinnassa passiivisuunnittelu auttaa, kun pystytään minimoimaan kesäaikaisen auringon paisteen lämmittävä vaikutus
- **Energiatehokkuus:** Rakennuksen energiatehokkuus paranee, kun passiivisuunnittelussa hyödynnetään tehokkaasti lämmityskauden aikainen aurinkoenergia sekä tarkastellaan, miten eri keinot vaikuttavat rakennuksen tehontarpeisiin
- **Investointikustannukset:** Investointikustannuksia passiivisuunnittelulla hallitaan löytämällä kustannustehokkaimmat keinot päästä suunnitteluvaatimukseen (esim. asetuntitarkastelu ja E-luku). Jos tavoitteita ei oteta huomioon heti alkuvaiheessa suunnittelu, päädytään usein tekemään kalliita ratkaisuja rakennuslupavaiheessa tavoitteisiin pääsemiseksi
- **Elinkaarikustannukset:** Elinkaarikustannuksiin vaikutetaan minimoimalla lämmityksen ja jäähdytyksen energian- ja tehontarpeet

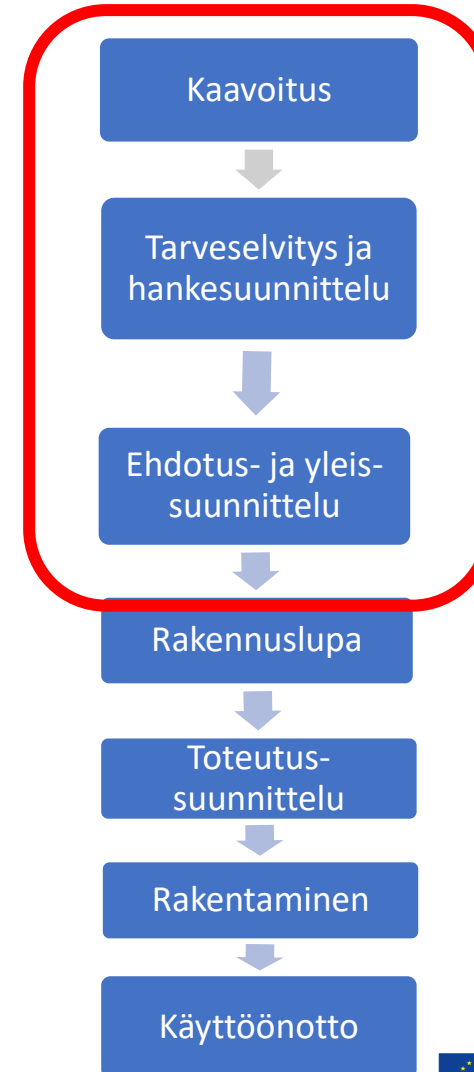
3 Passiivisuunnittelu osana suunnitteluprosessia

Pilottikohteiden kokemukset

- Selvityksen teossa osallistuttiin kolmen rakennushankkeen alkuvaiheeseen tukemalla suunnittelua passiivitarkasteluilla pilottiluonteisesti
- Selvityksen teon ohessa laadittiin yhdessä rakennuttajien kanssa toimintamalli, miten passiivisuunnittelu kannattaisi nivoa osaksi rakennuksen suunnittelua

Milloin passiivisuunnittelu tulisi tehdä

- Kehityshankkeessa passiivisuunnittelu tehtiin yhdessä arkkitehtien kanssa hankesuunnitteluvaiheessa. Hankkeen aikana kuitenkin todettiin, että moni asia liittyen mm. parvekkeisiin, rakennuksien sijoitteluihin ja suuntauksiin oli linjattu jo kaavoitusvaiheessa
- Paras vaihe passiivisuunnittelun tekoon olisikin jo heti kaavoitusvaiheessa, jotta mahdollistetaan hyvien ratkaisujen käyttö, kun itse rakennusten suunnittelu alkaa
- Rakennuksen suunnittelun osalta paras vaihe passiivisuunnittelun tekoon on heti hankkeen alkuvaiheessa, kun suunnitteluratkaisuja ei ole lyöty vielä lukkoon
- Passiivitarkastelut kannattaa tehdä tiiviissä yhteistyössä arkkitehdin kanssa, kun rakennuksen sijoittelua, suuntausta, aukotuksia ja parvekkeita suunnitellaan. Tällöin passiivisuunnittelulla voidaan tukea arkkitehdin työtä



Passiivisuunnittelu hankeselvitysvaiheessa

Arkkitehti ja energiasuunnittelija kiinnitetään hankkeeseen

Arkkitehti tekee ensimmäiset luonnokset

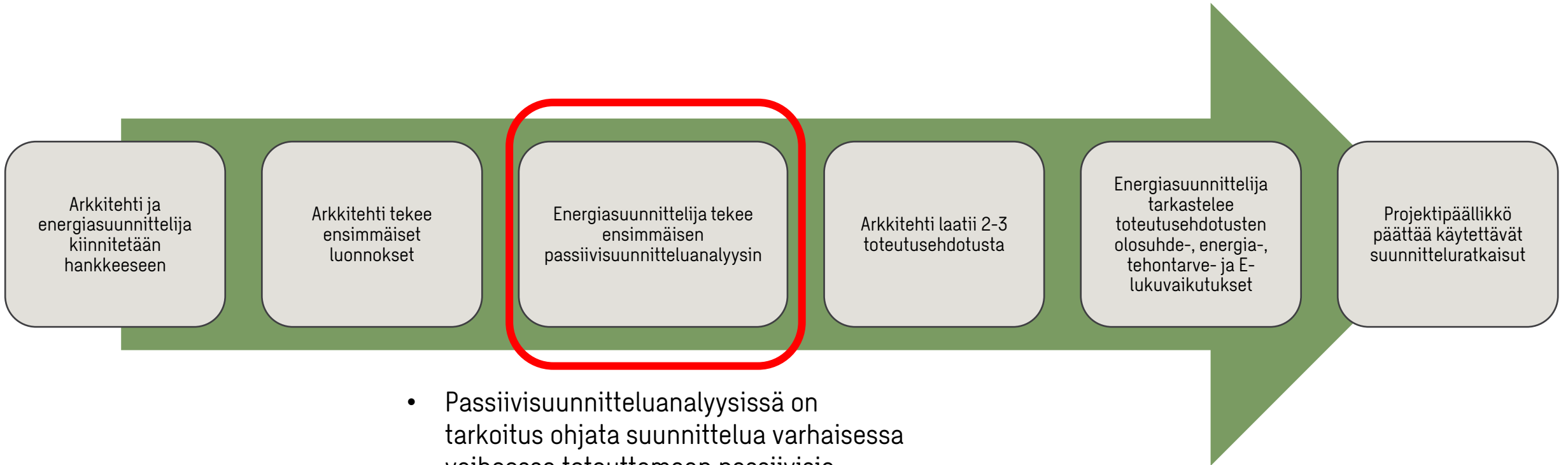
Energiasuunnittelija tekee ensimmäisen passiivisuunnitteluanalyysin

Arkkitehti laatii 2-3 toteutusehdotusta

Energiasuunnittelija tarkastelee toteutusehdotusten olosuhde-, energia-, tehontarve- ja E-lukuvaikutukset

Projektipäällikkö päättää käytettävät suunnitteluratkaisut

Passiivisuunnittelu hankeselvitysvaiheessa



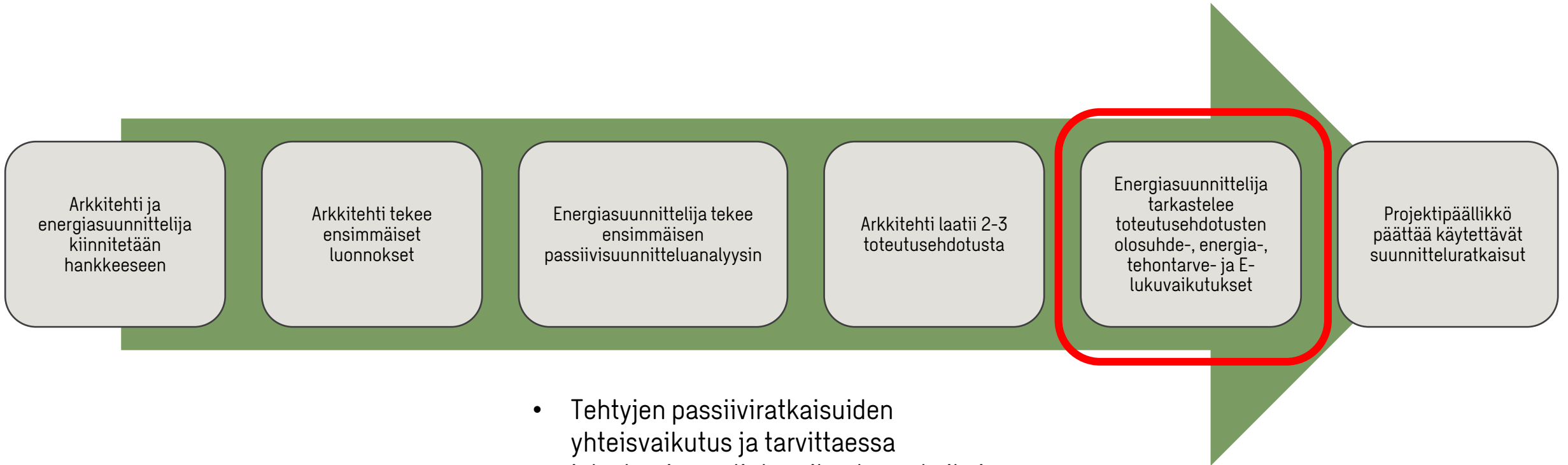
- Passiivisuunnitteluanalyysissä on tarkoitus ohjata suunnittelua varhaisessa vaiheessa toteuttamaan passiivisia energiansäästöratkaisuja hankkeessa
- Tarkastellaan suhteellisia säästövaikutuksia energiankulutukseen sekä lämpötilaan

Esimerkki alkuvaiheen passiivisuunnitteluanalyysistä

- Alkuvaiheen tarkastelussa voidaan vertailla yksittäisen toimenpiteiden suhteellisia vaikutuksia energiantarpeeseen ja huonelämpötiloihin
- Tavoitteena löytää vaikuttavimmat toimenpiteet arkkitehdin ja projektipäällikön päätöksenteon tueksi
- Analyysin tulosten tuella arkkitehti valmistelea muutaman ehdotuksen, miten rakennus voitaisiin suunnitella

Tapaus	Vaikutus energiantarpeeseen %	Vaikutus huonelämpötilaan %**
Vertailutapaus Parveke 16.8.22 luonnoksien mukainen		
Leveämmät parvekkeet Huoneiden levyiset parvekkeet	-1,0 %	-1,9 %
Syvämmät parvekkeet Syvyys +1 m	+0,3 %	-1,2 %
Ranskalaiset parvekkeet Parvekkeet korvattu ranskalaisilla parvekeovilla	+0,5 %	+5,0 %
Pienemmät ikkunat Ikkunoiden osuus julkisivuista 18 %	-0,6 %	-0,8 %
Auringonsuojaikkunat Ikkunoiden g _g -arvo 0,32	-2,0 %	+0,7 %

Passiivisuunnittelu hankeselvitysvaiheessa



- Tehtyjen passiiviratkaisuiden yhteisvaikutus ja tarvittaessa jalostaminen elinkaarikustannuksiksi
- Tarkastelu ei vaadi tarkkoja kuvien päivitystä malliin, vaan suhteellinen vaikutus lämmitys- tai kokonaisenergiankulutukseen riittää

Esimerkki ratkaisujen yhteisvaikutusten vertailusta

- Ensimmäisten tarkastelujen jälkeen voidaan tarkasteluja jatkaa yhdistelmätarkasteluilla, jossa voidaan vertailla kaikkien arkkitehdin tekemien yksittäisten toimenpiteiden yhteisvaikutuksia
- Mahdollisia yhdistelmiä on lähes loputon määrä, joten kannattaa määrittää arkkitehdin kanssa muutama toteutuskelpoinen vertailtava yhdistelmä
- Tulosten pohjalta projektipäällikkö ja arkkitehti linjaavat käytettävät ratkaisut

Tapaus	Vaikutus energiantarpeeseen %	Vaikutus huonelämpötilaan %**
Vertailutapaus Arkkitehtiluonnokset 16.8.2022		
Yhdistelmätarkastelu 1 Leveämmät ja syvemmät parvekkeet, pienemmät ikkunat	-1,6 %	-7,2 %
Yhdistelmätarkastelu 2 Leveämmät ja syvemmät parvekkeet, pienemmät ikkunat, Ikkunoiden g_g -arvo 0,38, U-arvo 0,8	-3,4 %	-12,5 %
Yhdistelmätarkastelu 3 Leveämmät ja syvemmät parvekkeet, pienemmät ikkunat, Ikkunoiden g_g -arvo 0,38, U-arvo 0,8, Parvekeovien alaosa umpinainen	-3,3 %	-14,3 %

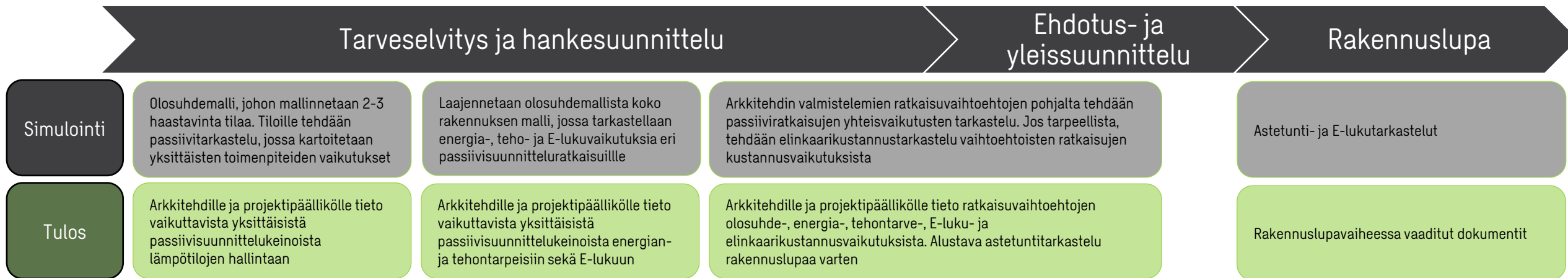
Minimi energiasuunnittelu asuinkerrostalohankkeessa

- Pienimmillään energiasuunnittelu asuinrakennushankkeessa tarkoittaa astetunti- ja E-lukutarkastelujen tekemistä rakennuslupaa varten
- Tämä menetelmä johtaa usein siihen, että rakennuslupavaiheessa joudutaan suurentamaan IV-konetta, huoneistojen ilmamääriä ja käyttämään kalliita auringonsuojaikkunoita, jos asetettuihin tavoitteisiin ei päästä alkuperäisillä suunnitteluratkaisuilla



Miten passiivisuunnittelu vaikuttaa suunnittelumäärään

- Aikajanalla on kuvattuna energiasuunnittelun näkökulmasta työt, jotka passiivisuunnittelu lisää hankkeen alkuvaiheeseen
- Lisätyömäärä riippuu rakennushankkeen koosta ja tarkastelujen laajuudesta. Arviona on, että passiivisuunnittelukokonaisuus lisää suunnitteluun tarvittavia tunteja keskimääräisessä asuinkerrostalohankkeessa noin **40-80 tuntia**



Passiivisuunnittelun kustannushyödyt

- Tyypillisessä kerrostalohankkeessa passiivisuunnittelun aiheuttamat lisäkustannukset ovat noin 4000-8000 euroa – riippuen tehtävien tarkastelujen laajuudesta
- Keskeisiä kustannushyötyjä ovat pienemmät energiakustannukset (parempi energiatehokkuus ja pienempi tehontarve) ja hankkeelle asetettujen tavoitteiden saavuttaminen mahdollisimman pienin kustannuksin
- Varsinaisten passiivisuunnitteluratkaisujen investointikustannusten arviointi on etukäteen hankalaa. On selvää, että paremman U - ja g_g -arvon ikkunat ovat perustason ikkunoita kalliimpia. Parvekeratkaisujen osalta kustannusvaikutusten arviointi on vaikeampaa ja nivoutuu paljolti myös rakennetekniseen suunnitteluun. Lisäksi isoilla parvekkeilla on myös käyttöarvoa. Suuntauksiin ja sijoitteluihin liittyvät ratkaisut eivät rakennushankkeiden investointeihin vaikuta
- Passiivisuunnittelussa tavoitteena tuleekin olla asetettujen tavoitteiden saavuttamisen tukeminen mahdollisimman pienin investointikustannuksin

Esimerkkikustannushyötylaskelmia

Passiivisuunnittelukeinon pienennetty sekä energia- että tehomaksuja 4000 eurolla vuodessa



Kustannushyöty 10 vuodessa 40 t€

Passiivisuunnittelukeinon vältetty 50 e/m² kalliimpien ikkunoiden käyttö



Kustannushyöty 20 – 40 t€ – riippuen ikkuna-alasta

Passiivisuunnittelukeinon vältetty tarve ilmamäärien kasvattamiselle



Säästetyt kustannukset:
-isompi IV-kone: 5-10 t€
-isommat kanavakoot: 5-10 t€
-hormikokojen kasvatus: 30-80 t€

4 Yhteenveto

Yhteenveto

- Passiivisuunnittelulla on saavutettavissa selkeitä vaikutuksia rakennusten sisälämpötiloihin ja energiatehokkuuteen. Sitä kannattaisi hyödyntää laajemmin kustannustehokkaiden ratkaisujen löytämiseksi sisälämpötilojen hallintaan ja energiatehokkuuden parantamiseen
- Suurin vaikutusmahdollisuus passiivisuunnittelulla on kaavoitusvaiheessa, jolloin linjataan mm. rakennusten suuntaukset, sijoittelut ja parvekeratkaisut. Kuntien kannattaisikin ottaa passiivisuunnittelu osaksi uusien alueiden kaavoitusta
- Rakennuksen suunnitteluprosessissa paras vaihe passiivisuunnittelun teolle on hankesuunnittelu, jolloin se tulisi tehdä yhdessä arkkitehdin kanssa
- Uusi maankäyttö- ja rakennuslaki tulee voimaan 1.1.2025. On ennakoitu, että se sisältää kovempia vaatimuksia sekä sisäolosuhteille että E-luvulle. Lisäksi muutamat kunnat ovat jo alkaneet vaatia määräyksiä parempia sisälämpötiloja. Viimeistään tällöin passiivisuunnittelu tulisi ottaa osaksi jokaista asuinkerrostalohanketta

Liite 1: Yksittäiset passiivisuunnittelukeinot

	Muuttuja (perustapauksen tieto sulussa)	Laskentatapauksen lähtötieto	Käyttöolosuhteet (°C)		Asiakkaitten (kWh)		Energiansa (kWh/m ²)		Lämmitys (kW)	
			Ulos	Sisä	Ulos	Sisä	Ulos	Sisä	Ulos	Sisä
Ikkunat	Perustapaus	Perustapaus	42	0 %	31085	0 %	109	0 %	141	0 %
	Ikkunapinta-ala osuus julkisivusta, sisältää lasiset parvekkeet (50 %)	25 %	39	-8 %	22517	-29 %	107	-2 %	132	-6 %
		20 %	37	-12 %	17980	-43 %	105	-6 %	124	-12 %
		U-arvo 1.0 jag-arvo 0.38	38	-9 %	20051	-36 %	111	2 %	141	0 %
		U-arvo 1.0 jag-arvo 0.32	37	-11 %	16606	-47 %	112	3 %	141	0 %
		U-arvo 0.8 jag-arvo 0.55	42	1 %	33447	8 %	106	-2 %	135	-4 %
		U-arvo 0.8 jag-arvo 0.38	39	-8 %	21861	-30 %	108	0 %	135	-4 %
		U-arvo 0.8 jag-arvo 0.32	37	-11 %	18190	-41 %	109	0 %	135	-4 %
		U-arvo 0.4 jag-arvo 0.55	43	2 %	35961	16 %	106	-5 %	130	-9 %
		U-arvo 0.4 jag-arvo 0.38	39	-7 %	23935	-23 %	106	-3 %	130	-8 %
		U-arvo 0.4 jag-arvo 0.32	38	-10 %	19953	-36 %	107	-2 %	130	-8 %
	Ikkunoiden aseennusyyvyys ulommasa ulkoseinän pinnasta lasipintaan (0.0 m)	40 % umpinaisen	41	-3 %	27756	-11 %	109	0 %	141	0 %
		0.1 m	36	-15 %	12867	-59 %	111	4 %	141	0 %
	Sälekahvitimet (ei sälekahvitimia)	0.2 m	35	-17 %	10478	-66 %	114	5 %	141	0 %
		Sisäpuoliset kahvitimet	39	-6 %	23373	25 %	110	1 %	141	0 %
	Ulokeparvekkeen perustapaus	Ulkopuoliset sälekahvitimet	36	-16 %	15149	-51 %	111	2 %	141	0 %
		Parvekkeet 56 kpl pääsin rakennuksen itä-länsipuolella, parvekeala noin 420 m ²	35	-15 %	14687	-53 %	109	0 %	133	-5 %
	Erilaiset ulokeparvekkeet (perustapauksessa ei ulokeparveketta, vaan ranskalainen parveke)	Täytläiset parvekkeet	36	-15 %	14947	-52 %	108	0 %	133	-5 %
Sivulla vain yläosa		35	-15 %	14609	-53 %	109	0 %	133	-5 %	
Toinen parvekeksen umpinaisen		36	-15 %	14675	-53 %	109	0 %	133	-5 %	
Täysin umpinaiset parvekkeet		36	-15 %	14824	-52 %	109	0 %	133	-5 %	
Umpinaisen alasta, vain yläosa		35	-16 %	13720	-56 %	109	0 %	133	-5 %	
Umpinaisen alasta, yläosa avoin ilman lasia		35	-16 %	12027	-61 %	111	2 %	137	-3 %	
Alatalosa kalvo		35	-15 %	14205	-54 %	109	0 %	133	-5 %	
Yläosa vain auki		35	-15 %	12741	-59 %	111	2 %	137	-3 %	
Yläosa loulou-ryyssiin auki		35	-15 %	13282	-57 %	109	0 %	133	-5 %	
Lasitus aina kiinni		36	-13 %	16987	-45 %	109	0 %	133	-5 %	
Parvekkeiden määrä ja koko	Pienemmät parvekkeet, parvekeala noin 330 m ²	37	-11 %	11798	-61 %	110	1 %	137	-3 %	
	Leveämmät parvekkeet, parvekeala noin 790 m ²	35	-17 %	12596	-69 %	107	-1 %	129	-9 %	
	Parvekeisyys -1 m	36	-14 %	16598	-47 %	108	-1 %	133	-5 %	
	Parvekeisyys +1 m	35	-16 %	13370	-57 %	109	0 %	133	-5 %	
	Parvekeita 3 kpl lisää pohjoispuolella	35	-15 %	14685	-53 %	108	-1 %	132	-6 %	
	Parvekeita 2 kpl lisää eteläpuolella	33	-21 %	8171	-74 %	109	0 %	132	-6 %	
	Parvekeita lisää etelä- ja pohjoispuolella	33	-21 %	8165	-74 %	108	0 %	131	-7 %	
	Parvekkeiden suuntaus	Parvekkeet pääsin etelä-pohjoispuolella, pyöritys 90 astetta myötäpäivään	40	-3 %	23898	-30 %	111	2 %	133	-5 %
	Julkisivuääritys (keskitumma)	Parvekkeet pääsin etelä-pohjoispuolella, pyöritys 270 astetta myötäpäivään	41	-2 %	25696	-33 %	111	2 %	133	-5 %
	U-arvo (YMa vertailuarvo)	Vaalea julkisivu	42	0 %	30518	-2 %	109	0 %	141	0 %
Rakenteet	U-arvo (YMa vertailuarvo)	Tumma julkisivu	42	0 %	31537	2 %	109	0 %	141	0 %
	Lämpökapasiteetti (välipohja 370 kg/m ² , betonirakenteinen)	YMa rakenteellinen energiatilavuus	43	3 %	38060	22 %	101	-7 %	125	-11 %
		Ikkunat ja ulko-ovet U=0.8 kWh/m ²	42	2 %	34829	12 %	105	-3 %	133	-6 %
	Huonekorkeus (2.6 m)	Onteloalataipoihuja 510 kg/m ²	41	-1 %	30738	-1 %	109	0 %	141	0 %
		Puusrakenteen CLT eristämättä	41	-1 %	30846	-2 %	109	0 %	141	0 %
	Kylmäsiilat (YMa taukkoravat)	Puusrakenteen CLT eristetty	37	-12 %	9720	-69 %	131	20 %	169	20 %
		0.5 (n3(h m2))	38	-9 %	14526	-53 %	118	8 %	146	4 %
	Ilmanvuotoluku e50 (2 (m3(h m2)))	3.0 m	41	-2 %	29236	-6 %	111	2 %	144	3 %
		1.5 (n3(h m2))	40	-4 %	26960	-13 %	110	1 %	144	3 %
	Ikkunoiden varjostavat elementit (ei varjostavia elementtejä)	30 % pienemmät kylmäsiilat	42	1 %	33254	7 %	106	-3 %	133	-5 %
0.5 (n3(h m2))		42	1 %	33254	7 %	105	-3 %	133	-5 %	
Viereiden rakennusten varjostusvaikutus (ei viereisiä rakennuksia)	1 (n3(h m2))	42	0 %	31795	2 %	108	-1 %	138	-2 %	
	1.5 (n3(h m2))	38	-9 %	20982	-33 %	110	1 %	141	0 %	
Toulin vaikutus (vertailu keskenään)	Lipal ikkunoiden yläpuolella	39	-6 %	22625	-27 %	111	2 %	141	0 %	
	Lipal ikkunoiden ympärillä	37	-12 %	15523	-50 %	112	3 %	141	0 %	
Rakennuksen sijainti ja asemointi tontilla	Ympäriöivät rakennukset 10 m etäisyydellä	36	-14 %	12439	-60 %	114	5 %	141	0 %	
	Ympäriöivät rakennukset 20 m etäisyydellä	39	-6 %	22464	-28 %	112	2 %	141	0 %	
Eri säädattävät	Osittain suojainen sijainti (tuuli)	42	0 %	32754	0 %	106	0 %	141	0 %	
	Suojainen sijainti	42	0 %	32381	2 %	105	-1 %	141	0 %	
Rakennuksen suuntaus (Avoin sijainti (tuuli)	42	0 %	32350	-1 %	106	1 %	141	0 %	
	45 astetta pyöritys myötäpäivään	42	-1 %	30185	-3 %	109	0 %	141	0 %	
Helsingin testitilat (TRY2020)	90 astetta pyöritys myötäpäivään	41	-1 %	24812	-20 %	108	0 %	141	0 %	
	180 astetta pyöritys myötäpäivään	41	-1 %	30225	-3 %	107	0 %	141	0 %	
	270 astetta pyöritys myötäpäivään	42	1 %	29287	-6 %	107	-1 %	141	0 %	
	315 astetta pyöritys myötäpäivään	42	1 %	33264	7 %	108	-1 %	141	0 %	
	TRY2012	43	1 %	31735	2 %	111	2 %	141	0 %	
	TRY2030	41	-1 %	31039	0 %	106	-4 %	141	0 %	
	TRY2050	42	0 %	32502	5 %	102	-6 %	141	0 %	
	TRY2100	42	1 %	33815	9 %	100	-8 %	141	0 %	

Liite 2: Parallel coordinate chart

