RAKENNUSLIIKE
REPONEN OY

Kuninkaantammi 33395/3 ja 4 -korttelit, puu- ja betonirunkoisen kerrostalon vertailun tutkimusohjelman tulokset



Hankkeen kuvaus

Rakennusliike Reponen Oy on 60-vuotias yritys, joka on viimeiset 15 vuotta ollut rakennusalalla yksi merkittävimmistä matalaenergiarakentamisen kehittäjistä ja myös merkittävä kehittäjä suomalaisessa puukerrostalo rakentamisessa. Puu- ja betonirunkoisten kerrostalojen hyödyistä on rakennusalalla väitelty jonkin verran. Reponen Oy ei ole kummankaan materiaalin puolestapuhuja, vaan toimintamme on materiaalineutraalia. Hankkeeseen ryhtyvinä toimivat Yrjö ja Hanna Säätiö betonikerrostalojen ja A-Kruunu Oy puukerrostalojen osalta

Halusimme toteuttaa hankkeen, jossa pystytään aidosti vertaamaan betoni- ja puurunkoisen kerrostalon etuja ja haittoja, niin rakentamisen aikana, kun käyttöönoton jälkeenkin. Helsingin kaupunki varasi tarkoitusta varten Kaarelan asemakaava-alueelta 12150 tontit 33395/3 ja 33395/4, joihin voitiin toteuttaa identtiset betoni- ja puurunkoiset passiivienergiakerrostalot. Talojen välillä pystyttiin vertailemaan rakentamisessa käytettävää aikaa, työmaalla käytettäviä työntekijätunteja, rakennuksien aiheuttamaa hiilijalanjälkeä ja käyttöönoton jälkeistä rakenteiden kosteuksien muutoksia, sekä asukastyytyväisyyttä. Käytönaikaista hiilijalanjälkeä seurattiin kaksi vuotta. Hiilijalanjälkilaskelmat teki Bionova. Tämän tutkimuksen, samoin kuin asiakastyytyväisyysmittaukset toteutti VTT.

Rakennustyyppi on asuinkerrostalo, ja kumpaankin kohteeseen sisältyy kaksi taloa, A-talo sekä BC-talo, oma piharakennus sekä yhteinen autohalli ja sen päällä oleva pihakansi. Betonirakenteisessa taloyhtiössä on ASO-asuntoja ja puurakenteisessa vuokra-asuntoja, asuntojen määrä oli miltei sama. Rakennusvuodet 2017-2018. Lämmitetty nettopinta-ala seuraavasti: kaksi puukerrostaloa yht. 4451 m2 ja kaksi betonikerrostaloa yht. 4440 m2.

RAKENNUSLIIKE
REPONEN OY

Tutkimusohjelman tuloksien yhteenveto:

Rakennejärjestelmistä johtuvat eroavaisuudet.

Puu- ja betonirunkoista kerrostaloa ei voida toteuttaa täysin identtisinä, johtuen eri järjestelmien asettamista reunaehdoista. Merkittävimmät eroavaisuudet ovat seuraavia:

- kerroskorkeus on puutalossa 3200 mm ja betonitalossa 3000 mm
- huoneistojen välisien seinien paksuus on puutalossa yleensä 326 mm ja betonitalossa 200 mm
- välipohjan paksuus on puutalossa 530 – 670 mm ja betonitalossa 390 mm ilman pintamateriaalia

Hankkeiden vertaaminen

Suunnittelu

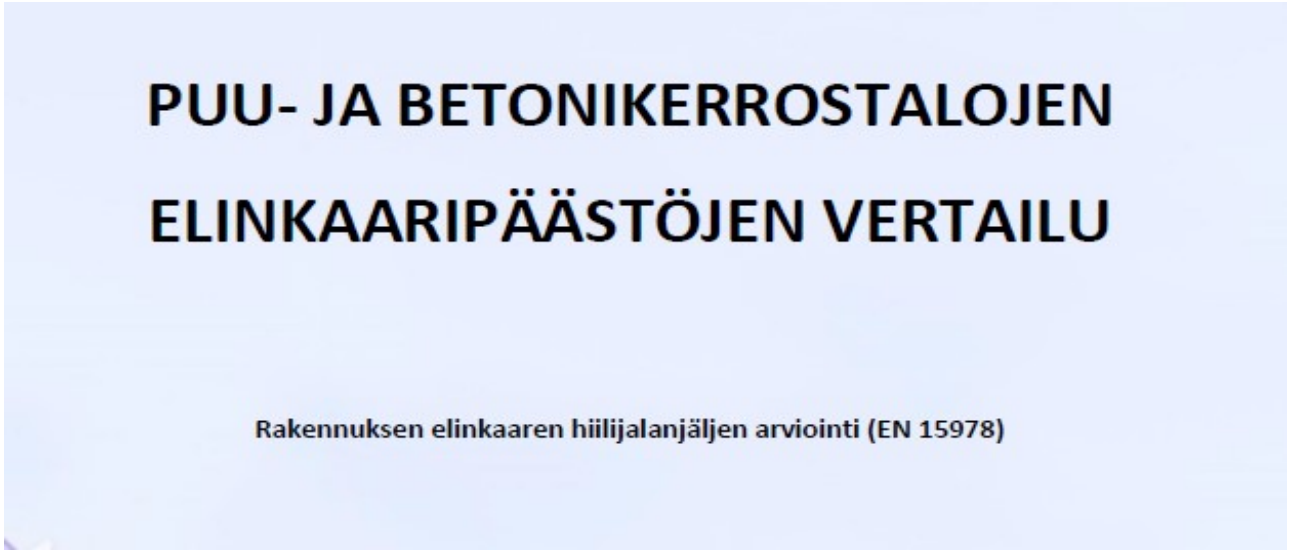
Suunnitteluun käytetyn ajan vertaamisen eri runkomateriaaleista toteutettavien kerrostalojen välillä toteutti Rakennusliike Reponen Oy. Havaitsimme, että suunnitteluaika oli betonissa 30 % nopeampi. Tämä johtuu siitä, että betonielementtien suunnittelua on jo tehty miltei viisikymmentä vuotta, elementtityyppejä on saatavilla useisiin eri tarpeisiin, kun taas puuelementit on mallinnettava, jotta rakenteisiin kohdistuvat kuormitukset saadaan hallitusti perustuksille asti. Myös tuuli- ja vetokuormien mitoitus on tehtävä huomattavasti tarkemmin, joten näistä syntyy ero suunnitteluaikoihin.

RAKENNUSLIIKE
REPONEN OY

Rakentamiseen käytetty aika

Rakentamiseen käytettävän aikatiedon keräämisestä vastasi Rakennusliike Reponen Oy. Rakentamisaika oli puukerrostalossa 33 % nopeampaa kuin betonissa, mutta käytetty tuntimäärä oli prosentin kymmenyksien tarkkuudella sama, sillä vaikka puurakenteisessa talossa ei tarvitse odottaa kuivumista, niin nopeampi tekeminen vaatii enemmän työntekijöitä samaan aikaan työmaalla. Näin ollen kokonaistuntimäärä oli identtinen

Hiilijalanjälki (liite 1 Bionova, koko raportti)

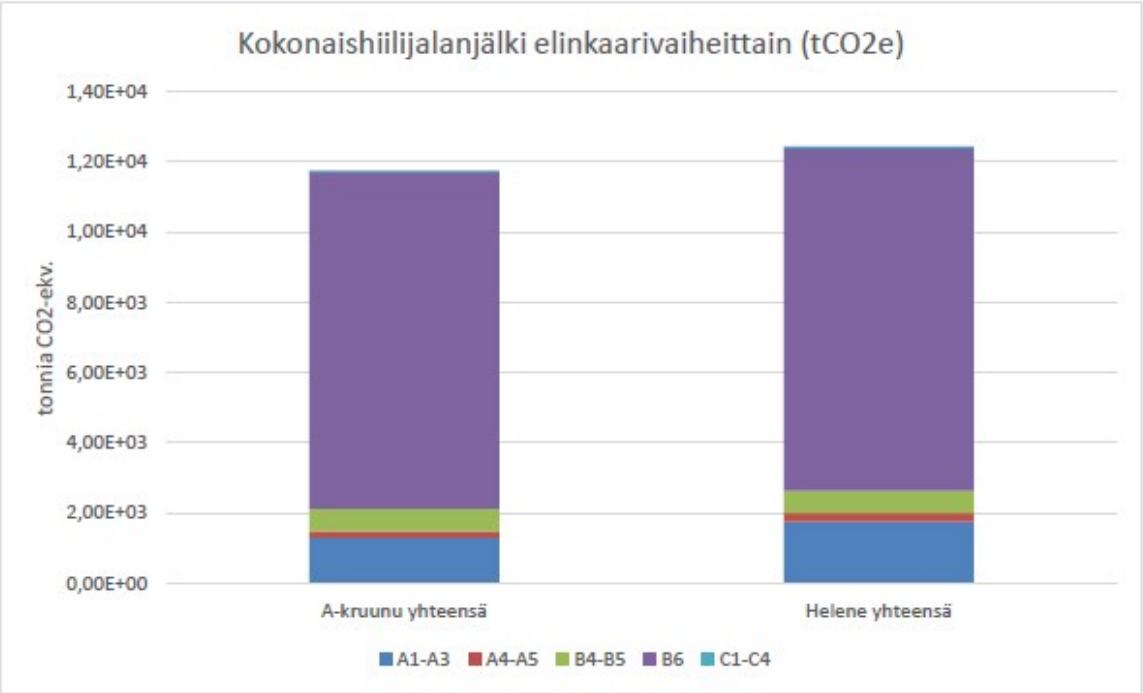


Arvioidut elinkaaren vaiheet ja järjestelmärajat

Rakennuksen arviointiin sisällytettiin EN 15804:2012 mukaisesti seuraavat elinkaaren vaiheet:

Tuotevaihe			Rakentamis-vaihe		Käyttövaihe							Rakennuksen purkuvaihe				Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset		
Raaka-aineiden hankinta	Kuljetus valmistukseen	Valmistus	Kuljetukset työmaalle	Työmaatoiminnot	Käyttö	Kunnossapito	Korjaus	Osien vaihto	Laajamittaiset korjaukset	Energian käyttö	Veden käyttö	Purkaminen	Purkuvaiheen kuljetukset	Purkujätteen käsittely	Purkujätteen loppusijoitus	Uudelleenkäyttö	Hyödyntäminen	Kierrätys
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	D	D
x			x	x				x		x		x						

Sadan vuoden elinkaarella ero puurakenteen ja betonirakenteen välillä oli 6 %. Pieni ero kokonaistuloksessa johtuu siitä, että suurin osa (74-80%) päästöistä syntyi energiasta, joka oli energiatodistuksen mukaisesti lähes sama molemmissa.



Kaikissa vertailuissa puurakenteinen rakennus oli betonirakenteista vähäpäästöisempi. Päästöjen suhteellinen ero puolestaan riippuu siitä, mille aikajänteelle päästöt lasketaan ja huomioidaanko käytönaikainen energia ja materiaalien kuljetus, uusiminen ja loppukäsittely elinkaaripäästöihin, ja osittain myös siitä, onko autokansi mukana päästövertailussa.

Kolme neljäsosaa kaikista rakennushankkeen sadan vuoden elinkaaripäästöistä aiheutuu energian kulutuksesta. Tällä rajauksella puurakenteisen talon elinkaaripäästöt ovat 6 % betonirakenteista alhaisemmat. Kun tarkastelu rajataan rakennusmateriaalien elinkaaripäästöihin, eli kattamaan materiaalien valmistus, kuljetus, uusiminen rakennuksen elinkaaren aikana ja loppukäsittely, ovat puurakenteisen rakennuksen päästöt noin 20 % betonirakenteista alhaisemmat.

Puurakenteen päästöhyödyt saadaan seinistä, julkisivusta, välipohjista ja parvekkeista sekä pienessä määrin myös piharakennuksista, joissa on käytetty samaa materiaalia kuin asuinrakennuksessa (Taulukko 2). Lähde 28.8.2018 Panu Pasanen, toimitusjohtaja, Bionova Oy/www.ara.fi verkkojulkaisu

TAULUKKO 2. Puurakennuksen suhteellinen päästövähemä eri tarkastelurajauksilla

Kaikkien materiaalien ja energian elinkaaripäästöt (100 v.)	-6%
Kaikkien materiaalien elinkaaripäästöt (100 v.)	-19 %
Asuinrakennusten materiaalien elinkaaripäästöt (100 v.)	-21 %

RAKENNUSLIIKE
REPONEN OY

Energiankulutus 4.2019- 3.2019

Kohteet

A-Kruunu	Helene
puukerrostalo	betonikerrostalo
4 451 m2	4 440 m2
energialuokka C	energialuokka C
kaukolämpö	kaukolämpö
määrätiedot tietomallista	määrätiedot piirustuksista

Betonikerrostalo

Huhti	touko	kesä	heinä	elo	syys	loka	marras	joulu	tammi	helmi	maalis			kwh/brm2		E-luku	
															15971 m3		
38,41	17,94	17,86	13,00	14,62	21,72	33,24	39,01	49,77	55,86	42,57	45,02	kaukolämpö	389	75,8	5130,5 brm2	38	kaukolämpö
2561	2571	2605	2579	2763	2866	3288	3745	4420	4003	3899	4061	kiinteistösähkö	39361	7,7	3132,5 asm2	9	Kiinteistösähkö
312	331	322	298	328	313	313	297	311	315	261	292	vesi m3	3693			30	taloussähkö, arvio
														140,42	**l/as/vrk**	**77**	E-luku

Puukerrostalo

Huhti	touko	kesä	heinä	elo	syys	loka	marras	joulu	tammi	helmi	maalis					E-luku	
33,6	21,4	17,4	13,1	14,4	19,5	30,8	36,6	45,9	52,1	40,1	42,4	kaukolämpö	367	71,29	16929 m3	36	kaukolämpö
2519	3169	2919	3073	3207	3334	3828	3840	5028	4733	4468	4915	kiinteistösähkö	45033	8,74	5152,5 brm2	10	Kiinteistösähkö
334	406	392	359	375	373	386	360	373	387	362	386	vesi m3	4494		3114,5 asm2	30	taloussähkö, arvio
														153,89	**l/as/vrk**	**76**	E-luku

Tiedot energian- ja vedenkulutuksen osalta on saatu kohteiden isännöitsijöiltä.

RAKENNUSLIIKE
REPONEN OY

Kosteudenhallinta työmaalla (liite 2 Ex VTT, Eurofins Suomi)



ARA-verrokkitalot - Rakenteiden lämpö- ja kosteustekniset seurantamittaukset
Väliraportti 3

Kirjoittajat: Risto Koivusaari ja Mikko Saari
Tilaaja: Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus (ARA)

8. Yhteenveto

Puurakenteisessa kohteessa kaikki mitatut rakenteen olivat kuivia eikä mittaustulosten perusteella homeenkasvulle ole edellytyksiä. Mittaustulosten perusteella rakenne tulkittiin kuivaksi, jos siinä ei ollut ylimääräistä rakennekosteutta ja homeindeksin maksimiarvon kuukausikeskiarvo oli alle 1. Puumateriaalille laaditun homeindeksin maksimiarvoa (M_{max}) käytettiin indikaattorina sekä puu- että betonirakenteissa ja sen avulla arvioitiin rakenteessa vallitsevia lämpö- ja kosteusolosuhteita, vaikka rakenteessa ei olisikaan merkittävästi ylimääräistä kosteutta.

Betonirakenteissa kohteessa pääosa rakenteista oli kuivia. Kuukausikeskiarvoista lasketut absoluuttisen kosteuden arvot olivat neljässä mittauspisteessä koholla. Ylimääräinen kosteus on kuitenkin vähentynyt vuoden aikana, mutta kuivuminen on ollut hidasta. Kaikki kohonneen kosteuden mittauspisteet sijaitsivat betonirunkoa vastaan.

Kuukausikeskiarvoista lasketut homemallin homeindeksin maksimiarvot (M_{max}) olivat yhdeksässä mittauspisteessä koholla. Vain yhdessä näistä pisteistä sekä absoluuttinen kosteus että homeindeksin maksimiarvo olivat koholla. Tämä mittauspiste sijaitsi yläpohjassa betonirunkoa vastaan. Siinä indeksin arvo on ollut jatkuvasti korkea, mutta laskenut koko seurannan ajan. Viimeisten mittausten mukaan indeksi arvo on reilusti alle 1. Muut kohonneet homeindeksin maksimiarvot esiintyivät mittausten mukaan ulkoseinän julkisivurappauksen alla syksyisin, jolloin myös ulkoilman laskennallinen indeksi oli koholla.

Mikäli homeindeksin maksimiarvot ovat pitkän aikaa koholla ja mikäli kyseisessä kohdassa on puumateriaalia, sen homehtumisriski on suuri mallin mukaisella asteikolla 0 - 6. Jos homehtumisherkkää puumateriaalia kestävämmille materiaaleille lasketaan todellista homeindeksiä, niin se jää paljon pienemmäksi. Toisen seurantavuoden aikana homeindeksin maksimiarvot syyskuukausina olivat näissä pisteissä 1,4 – 5,0. Talvella, keväällä ja kesällä kuukausikeskiarvoista lasketut homeindeksin maksimiarvot olivat näissä pisteissä pääosin 0 ja joissain pisteissä yksittäisinä kuukausina alle 1.

Vaikka mittaustulosten perusteella laskettu homeindeksin maksimiarvo (M_{max}) olisi yli 1, ei sen perusteella voida sanoa, että rakenne homehtuu tai on homeessa.

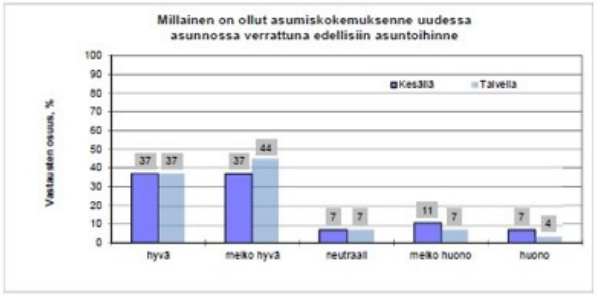
Asukastyytyväisyys (liite 3)

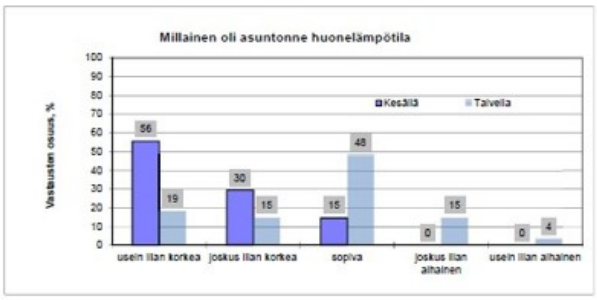
Tutkimuksen toteutti VTT. Talojen välillä ei ollut mitattavaa eroa, vaan asukkaiden kokemukset olivat lähes identtiset. Suurimmat epäkohdat koettiin lämmityksessä ja ilmanvaihdossa molempien talojen osalta, mutta puutalossa ne kärjistyivät enemmän.

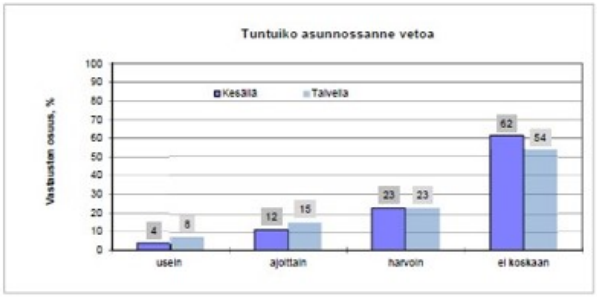
Molemmat talot tarkastettiin ulkopuolisen toimijan toimesta, ja niiden todettiin olevan normien ja suunnitelmien mukaiset. Ilmeisesti alalla pitäisi kehittää myös kerrostaloihin soveltuvia, yksilöllisempiä ratkaisuja, jolloin asukkaat itse pystyisivät säätämään enemmän asunon lämpötiloja ja ilmamääriä. Tämä vaatisi kuitenkin asukkaan (myös vuokralaisen vaihduttua) huolellisen perehdytyksen asiaan, jotta he eivät tule vahingossa sekoittaneeksi koko järjestelmää.

Asukastyytyväisyys

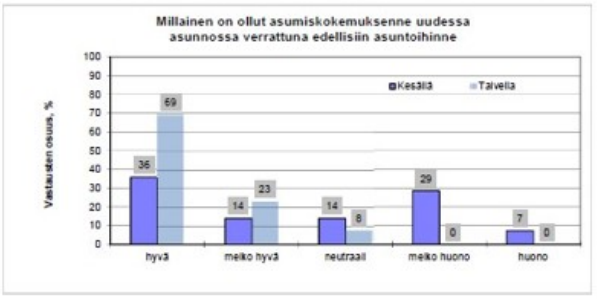
Betonikerrostalo

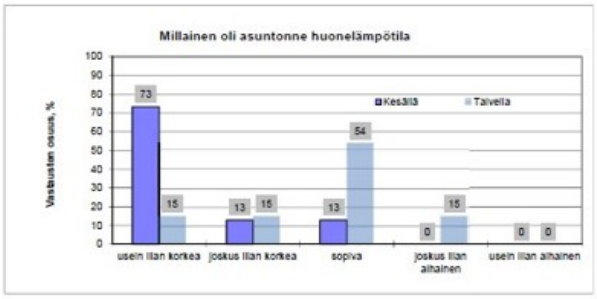


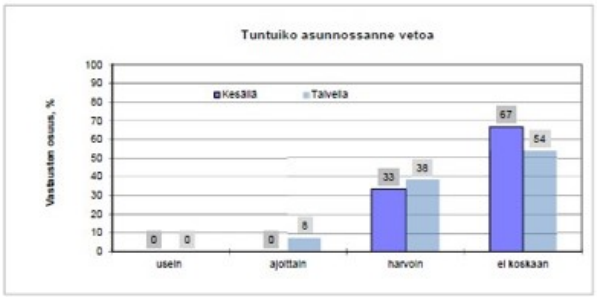




Puukerrostalo







RAKENNUSLIIKE
REPONEN OY

Yhteenveto projektista

Projekti oli Rakennusliike Reposelle ainutlaatuinen, sillä aiemmin tällaista vertailua ei ole tehty. Suurin yllätys oli, kuinka samanlaisia talot lopulta ovat, sekä yllättävää oli myös betonin kuivumisen hitaus 85% alaspäin lopulliseen kosteuteen. Se kesti asukkaiden muuton jälkeen yli kaksi vuotta.

Hiilijalanjälkeä koskevat tulokset olivat tiedossa jo aikaisemmista tutkimuksista, mutta tämä tutkimus vielä vahvisti sitä. Varsinaisia yllätyksiä ei tässä kohteessa tullut, sillä olemme jo aikaisemmin rakentaneet n. 400 puukerrostaloasuntoa.

Saimme tutkittua projektin aikana ja sen päätyttyä kaikki haluamme asiat, ja lopputulokset on esitelty tässä raportissa.

Espoossa 28.04.2020

Rakennusliike Reponen Oy

Mika Airaksela

Toimitusjohtaja