

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Talorakennustekniikka

Opinnäytetyö

Riku Raittinen

**PASSIIVI- JA MATALAENERGIARAKENTAMINEN EPS-VALUMUOTEILLA
EPS-VALUMUOTTIRAKENNUKSEN LIITOSDETALJIKIRJASTO**

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2009

Raimo Koreasalo
Insinööritoimisto Simo Kautonen Oy, valvojana Esa Tommola

Rakennustekniikka, talonrakennustekniikka

Raittinen, Riku

Passiivi- ja matalaenergiarakentaminen EPS-valumuotilla

EPS-valumuottirakennuksen liitosdetaljikirjasto

Opinnäytetyö

23 sivua + 2 liitettä (41 liitesivua)

Työn ohjaaja

Raimo Koreasalo

Työn teettäjä

Insinööritoimisto Simo Kautonen Oy, valvojana Esa Tommola

Lokakuu 2009

Hakusanat

EPS, matalaenergia, passiivienergia, valumuotti

TIIVISTELMÄ

Tämän tutkintotyön päätarkoituksena on saada rakennusinsinööritoimisto Simo Kautonen Oy:n rakennedetaljit ajan tasalle tuotekehityksen mentyä eteenpäin ja pääasiallisen tuotteen muutettua muotonsa nykyisin käytettäväksi Passiiviharkoksi.

Rakennedetaljikirjaston tekemisen lisäksi päivitettiin periaateratkaisut sopimaan uuteen tuotteeseen. Tämän rakennedetaljikirjaston avulla saadaan tarkoitukseen sopivat periaateratkaisut haettua ja koottua nopeasti, jolloin päästään tehokkaammin suunnittelemaan rakennusten rakenneratkaisuja, jotka tekevät niistä yksilöllisiä sekä persoonallisia. Detaljikirjaston luomisessa käytettiin apuna kollegoiden koke-
mista ja aikaisempia rakenneratkaisuja samankaltaisista rakenteista.

Kirjallinen osuus palvelee osittain omatoimirakentajaa ja mahdollista rakentajaa, hänen miettiessään passiivi- tai matalaenergialuokituksen omaavan talon hankkimista ja rakentamista.

Construction technology

Building construction

Raittinen, Riku

Passive and low energy building with EPS-casts

Structural detail library of an EPS-cast

Engineering Thesis

23 pages + 2 appendices (41 appendix pages)

Thesis Supervisor

Raimo Koreasalo

Commissioning

Insinööritoimisto Simo Kautonen Oy, valvojana Esa Tommola

October 2009

Keywords

EPS, low energy, passive energy, moldcast

ABSTRACT

The main purpose of this degree was to get the structural details of engineering firm Simo Kautonen Oy up to date. This was necessary because of the fast development of the product in use.

Additionally to creating the structural detail library, fundamental structural solutions were brought up to date to suit in with the new product. This detail library makes it possible to search and gather together the right fundamental solutions, making it more efficient for the engineer to plan the more detailed objects. Experienced colleagues and existing structural details from similar projects were used as help to create this detail library.

The written part of this degree partly serves the independent builder in their project and helping those who are still considering building an energy efficient house.

ALKUSANAT

Koulun päättymisen jälkeen aloitin kiivaan työn etsimisen, joka lopulta päättyi saatuaani paikan aloittelevana rakennesuunnittelijana Tamperelaisesta suunnittelutoimisto Simo Kautonen Oy:stä.

Alkuaikani meni normaaliin toimistotyöskentelyyn tottumisesta, olinhan sitä ennen ollut ulkotöissä, kuitenkin aina rakentamisen parissa.

Suunnittelutyön nopeuttamiseksi päätimme, että yleisimmät rakenneratkaisut tulisi koota, päivittää ja saattaa helposti käytettäväksi. Käytettävän tuotteen ominaisuuksien saaminen ihmisten tietoon ja kasvava kiinnostus omatoimirakentamiseen tuotiin myös mukaan työhön, jolloin siihen päätettiin sisällyttää myös omatoimirakentajaa helpottavia tietoja sekä itse tuotteen ominaisuuksia. Työ nytkähti liikkeelle elokuussa 2008 ja matkasi pienin liikkein eteenpäin.

Haluan kiittää Esa Tommolaa toimeksiannosta, joka on osoittautunut erittäin monipuoliseksi ja opettavaiseksi. Samalla osoitan kiitokseni Juha-Matti Pajulahdelle, jolta sain ohjausta suunnittelijan työhön ja siihen liittyviin osa-alueisiin.

Paljon kiitosta myös puolisololleni Anetelle, sekä lapsilleni Aadalle ja Iivarille, työhön kannustamisesta sekä siihen menneen ajan antamisesta.

Riku Raittinen

Tampereella 2009

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO.....	4
SYMBOLILUETTELO.....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 EPS-VALUMUOTIN TIETOJA.....	7
2.1 EPS-valumuotin kehitys.....	8
2.2 Valumuotin tekniset tiedot.....	8
2.3 Valumuotin ominaisuuksia.....	10
Lämmöneristävyys ominaisuudet:.....	10
Palo-ominaisuudet:.....	11
Kosteustekniset ominaisuudet:.....	11
Lujuusominaisuudet:.....	11
Kemiallisen rasituksen ominaisuudet:.....	12
Pinnoitus ominaisuudet.....	12
3 ENERGIATALOUDELLINEN RAKENTAMINEN PASSIIVIHARKKOILLA.....	12
3.1 Passiiviharkkotalon energialuokitus.....	12
3.2 Tiiveysmittaus matalaenergiatalossa.....	13
3.3 Lämmityskustannukset.....	16
3.4 Kohde Päivärinnan lämmityskustannusten seuranta.....	16
4 PASSIIVIHARKKOTALON RAKENNERATKAISUIDEN EDUT.....	18
4.1 Alapohjaratkaisut.....	18
4.2 Välipohjaratkaisut.....	19
4.3 Yläpohjaratkaisut.....	19
4.4 Erityisdetaljit.....	19
4.5 Talvirakentaminen.....	20
5 OMATOIMIRAKENTAMINEN EPS-VALUMUOTEILLA.....	20
5.1 Omatoimirakentajaa auttavat tiedot.....	20
5.2 Omatoimirakentajan tarkistuslista.....	22
LÄHTEET.....	23

SYMBOLILUETTELO

- λ – lambda, ainekerroksen lämmönjohtavuuden suunnitteluarvo, esim. normaalin lämmönjohtavuus
- RT – rakennusosan kokonaislämmönvastus ympäristöstä ympäristöön

1 JOHDANTO

EU:n kriteerien takia tiukentuvat normit sekä ministeriötason kehoitukset ja rohkaisut suunnata katseet yhä energiapihimpään rakentamiseen on avannut Suomen markkinat passiivi- ja matalaenergiarakentamiselle. Suunnittelutyön nopeuttamiseksi ja yhtenäistämiseksi on perus- ja periaateratkaisut syytä koota muotoon, josta niitä voidaan käyttää tarpeen mukaan.

Edelläkävijänä Suomessa EPS-rakentamisen ja energiaa säästävän rakentamisen alalla on ollut rakennusinsinööri Simo Kautonen Oy toimitusjohtaja Esa Tommolan johdolla. Jatkuvan tuotekehityksen ansiosta on rakennesuunnittelu ollut muutosten edessä useasti. Erinäisten detaljien ja rakenneratkaisujen vakiinnuttavan kirjaston muodostaminen tapahtuu aiemmin hyväksi todettujen ratkaisuiden ja yhteisen pohdinnan tuloksena.

2 EPS-VALUMUOTIN TIETOJA

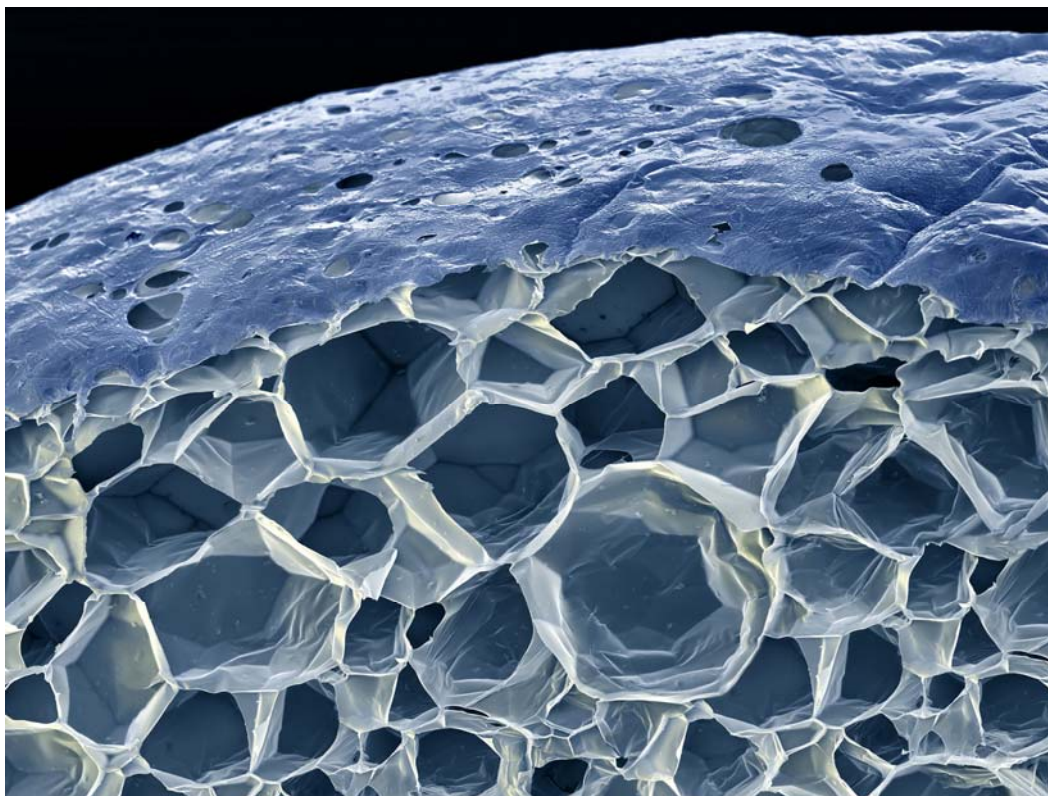
EPS: eli paisutetun polystyreenin (expanded polystyrene) perusraaka-aineena käytetään polymerisoitua styreeniä, joka on kestumuovi.

EPS:n valmistuksessa ei käytetä ns. freoneja, vaan ilmakehän otsonikerroksellekin turvallista ponneainetta, pentaania. EPS eristeissä ei ole mitään muitakaan terveydelle tai ympäristölle haitallisia aineita tai kaasuja. EPS:n kierrättäminen onnistuu 100%:sti, sillä sitä voidaan rouhia ja käyttää uuden EPS:n kanssa uusiin tuotteisiin. Vaikka styreenin on todettu olevan terveydelle haitallista suurina pitoisuuksina, sitä ei vapaudu EPS:n paisutusprosessissa.

EPS tuotteen valmistus tapahtuu imeyttämällä pieniin polystyreenirakeisiin pentaania. Imeytyksen jälkeen raaka-aine syötetään muottiin, jossa niitä lämmitetään ja paisutetaan höyryn avulla, jolloin eristemuotti saa lopullisen muotonsa.

EPS luokitellaan M1-päästöluokkaan, se on myrkytön, hajuton ja pölyämätön materiaali.

EPS valumuotin, kuin muidenkin EPS tuotteiden lämmöneristysominaisuudet perustuvat eristeen sisällä olevaan liikkumattomaan ilmaan. Kuvassa 1. on mikroskooppikuva kyseisestä solurakenteesta.



Kuva 1. Passiiviharkon solurakenne

EPS eristeessä on 2% polystyreeniä, loput 98% on paisutetuissa soluissa olevaa ilmaa. Tämä suljettu solurakenne tarkoittaa sitä, että materiaalilla on alhainen vesiansorptiokyky, mutta korkea puristuslujuus. Nämä ominaisuudet säilyvät muuttumattomina koko materiaalin käyttöajan ajan.

Lähemmin tarkasteltavana oleva ja käytettävä valumuotti on tuotenimeltään Passiiviharkko.

Selkeyden vuoksi käsitellään tässä työssä Passiiviharkon materiaalia Neopor[®]-raetta myös viittauksella EPS. Tarkemmin Neopor[®]-rakeen ominaisuuksista kohdassa 2.2

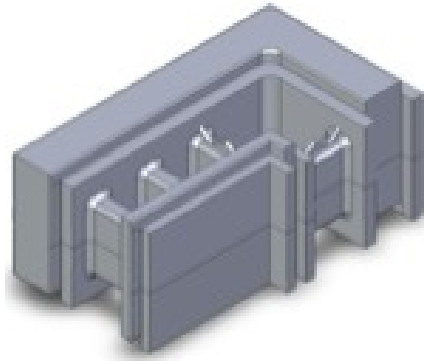
2.1 EPS-valumuotin kehitys

EPS- valumuotin idea on rantautunut Suomeen polystyreenin synnyinpaikasta, eli Saksasta. Suomessa on käytetty EPS eristeitä harkon muodossa jo noin 20 vuoden ajan. Rakennusinsinööritoimisto Simo Kautonen Oy toimitusjohtaja Esa Tommolan johdolla on aloittanut EPS rakentamisen kehittämisen vuonna 2002. Monenlaisen muodonmuutoksen jälkeen on päädytty valumuottiin, joka on teknisiltä mitoiltaan kuvattuna jäljempänä, kappaleessa 2.2.

2.2 Valumuotin tekniset tiedot

Materiaali

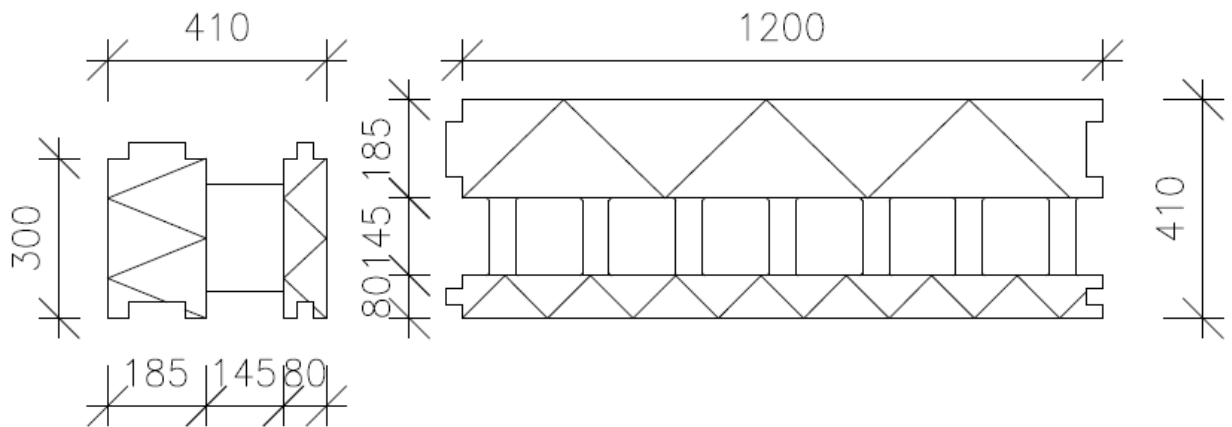
Passiiviharkko- valumuottien valmistusmateriaalina on käytetty Neopor[®]-raetta, jonka eristysominaisuudet ovat paremmat, kuin perinteisen valkoisen solumuoviraheen. Neopor[®]-rakeessa on mukana grafiittia, joka antaa rakeelle harmaan sävyn. Se myös heijastaa ja absorboi paremmin lämpösäteilyä, näin parantaen lämmöneristys ominaisuuksia jopa 20% paremmiksi, kuin valkoinen EPS. Neopor[®]-rakeella on BASF- patentti.



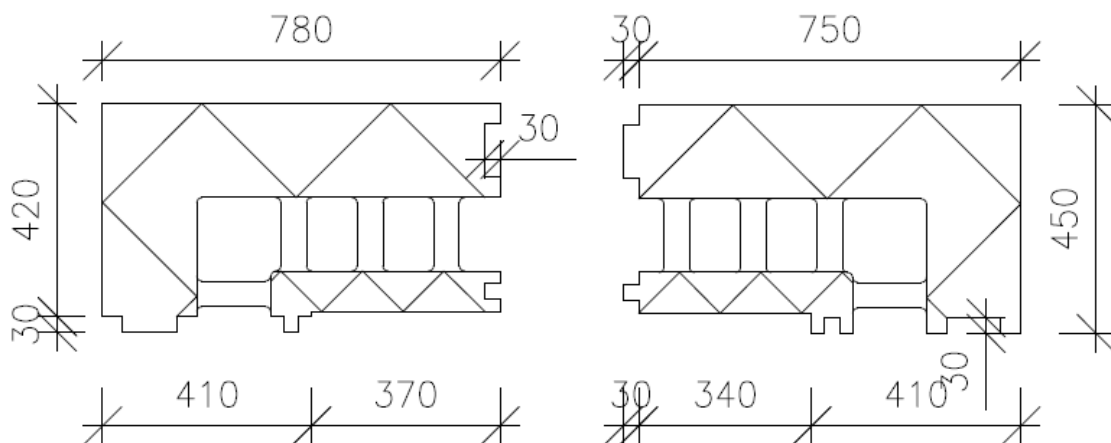
Kuva 2. Passiiviharkko kulmapala

Mitat

Passiiviharkon mittatarkkuus on erittäin tarkka. Juuri muotista tullut harkko kutistuu hieman kuivuessaan, joten muotti on hieman suurempi kuin harkon ulkomitat, jotta harkosta tulee oikean kokoinen.



Kuva 3. Suoran passiiviharkon mitat



Kuva 4. Kulmaharkkojen mitat

2.3 Valumuotin ominaisuuksia

Lämmöneristävyys ominaisuudet:

Passiiviharkkoseinän rakenne ulkoa sisälle on esimerkiksi:

-

Ulkoverhous rappaamalla tai lautaverhouksella

185mm EPS eristettä

145mm betonia, jossa EPS kannakkeiden osuus on 20%

80mm EPS eristettä

Pinnoitus esim: kipsilevy

+

Passiiviharkon lambda- arvo (λ) on 0,030.

U-arvo kertoo, mikä on seinärakenteen lämmöneristysarvo neliömetrin kokoista aluetta kohti. U-arvo ilmoitetaan yksiköllä W/m^2C .

Passiiviharkon U-arvon laskenta tapahtuu seuraavanlaisesti Suomen rakennusmääräyskokoelman, osan C4 mukaisesti:

$$U = 1/RT$$

$$RT = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{se}$$

$$R_1 = d_1 / \lambda_1, R_2 = d_2 / \lambda_2 \dots R_m = d_m / \lambda_m$$

$d_1, d_2 \dots d_m$ = ainekerroksen 1, 2...m paksuus

$\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_m$ = ainekerroksen 1, 2...m lämmönjohtavuuden suunnitteluarvo, esim. normaalin lämmönjohtavuus

$R_{si} + R_{se}$ = sisä- ja ulkopuolisen pintavastuksen summa

$$R_1 = 0,185m / 0,030 W/mK = 6,1667 m^2 K/W$$

$$R_2 = 0,8 * 0,145m / 1,70 W/mK = 0,68235 m^2 K/W$$

$$R_{2\text{kannakkeet}} = 0,2 * 0,145m / 0,030 W/mK = 0,966667 m^2 K/W$$

$$R_3 = 0,08m / 0,030 W/mK = 2,66667 m^2 K/W$$

$$R_4 = 0,013m / 0,21 W/mK = 0,0619 m^2 K/W$$

$$R_{si}+R_{se}=0,17 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$RT=6,1667+0,68235+0,966667+2,66667+0,0619+0,17$$

$$RT=10,7144 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$U=1/10,7144 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$$

$$U=0,09333 \text{ W}/\text{m}^2\text{C}$$

$$U\approx 0,10 \text{ W}/\text{m}^2\text{C}$$

Passiiviharkko seinäratkaisulla päästään U-arvoon $0,10 \text{ W}/\text{m}^2\text{C}$.

Palo-ominaisuudet:

Passiiviharkkoihin on lisätty apuraaka-ainetta, joka on vaikeasti syttyvää, eikä ylläpidä palamista. Palon sattuessa raaka-aine kutistuu liekin alta jäädyttäen samalla liekkiä ja sammuu sytytyslähteen loitonnutta. Näin ollen eristekerros suojaa kantavaa rakennetta lämpötilan nousulta. Palon jälkeen voidaan vahingoittunut eristekerros kaapia pois ja uusia, mutta kallis kantava runko voi säästyä vahingoilta, jolloin onnettomuuden vahingot voivat jäädä pienemmiksi.

Kosteustekniset ominaisuudet:

Valumuottimateriaalin eli Neoporin vesihöyrynläpäisevyys on samaa luokkaa betonin kanssa. Muotin tiiviin solurakenteen ansiosta, vesiabsorptio on miltei olematonta. Samasta syystä se ei lahoa, mätäne tai sido itseensä kosteutta.

Sisään valettu betoni pääsee kuivumaan sisältä ulospäin ilman kutistumisen ja kosteuden tuomia vaurioita.

Lujuusominaisuudet:

Valumuotin lujuusominaisuus eristeen osalta on 300kPa. Betoniosan lujuusominaisuudet ovat valitun betonilaadun mukaiset.

Kemiallisen rasituksen ominaisuudet:

Neopormuotin kemiallinen kestävyys on hyvä, vaikka se ei kestä orgaanisia liuotimia, kuten esim. bensiinejä. Myös auringon UV-säteily muuttaa muotin pinnan väriä, mutta tämä ei vaikuta muotin lujuus- tai lämmöneristysominaisuuksiin. Seinäpinta voidaan maalata tai pinnoittaa. Tähän tarkoitukseen sopivat sekä epoksi- ja uretaanihartsit, että lateksimaalit. Tuotteita käytettäessä on toimittava tuotteen valmistajan ohjeiden mukaan.

Pinnoitus ominaisuudet

Passiivivalumuottitalon pinnoitus onnistuu asiakkaan haluamalla tavalla. Erilaisten pintojen sopivuus ja kiinnitys on rakennesuunnittelun osa-alue.

Kuten edellä kemiallisen rasituksen kappaleessa mainittiin, seinäpinnan voi maalata tai pinnoittaa. Yleisimmät verhoustavat ovat puuverhous ja rappaus, mutta myös tiilivuorausta käytetään.

3 ENERGIATALOUDELLINEN RAKENTAMINEN PASSIIVIHARKOILLA

3.1 Passiiviharkkotalon energialuokitus

Eduskunnan päätöksen mukaisesti säädetään seuraavasti: ”Rakennuksen energiatodistuksessa on ilmoitettava rakennuksen tarkoitustaan vastaavaan käyttöön tarvittava energiamäärä”.

Tämä päätös energiatodistuksesta velvoittaa kaikkia 1.1.2008 jälkeen rakennuslupaa hakeneiden uudisrakentajien teettämään vaadittu energiatodistus.

Energiatodistuksesta selviää rakennuksen tarvitsema lämmitysenergia, laite- tai kiinteistö sähkö, jäähdytysenergia sekä niiden pohjalta laskettu, bruttoalaan suhteutettu energiatehokkuusluku.

Rakennuksen energialuokka määräytyy energiatehokkuusluvun perusteella.

Energiatodistusta ei vaadita, kun:

- rakennuksen pinta-ala on enintään $50 m^2$
- rakennus on vapaa-ajan asunto, jota käytetään korkeintaan neljä kuukautta vuodessa.

- kyseessä on suojeltu rakennus, teollisuus- tai korjaamorakennus, kirkko tai muiden uskonnollisten yhdyskuntien omistama rakennus, jota käytetään vain kokoontumiseen.

Passiiviharkko seinärakenteella toteutetun rakennuksen energialuokitus on A-luokkaa, eli vähän energiaa kuluttava, vaikkakin pääsääntöisesti päästään reilusti A-luokituksen alapuolelle.

3.2 Tiiveysmittaus matalaenergiatalossa

Energiatodistuksessa ilmoitettava rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku) ilmoittaa, kuinka monta kilowattituntia lämmitysenergiaa kuluu rakennuksen bruttoneliometriä kohden vuodessa, eli yksikkö on $kWh/brm^2/vuosi$.

Rakennuksen ilmanvuotoluku on yksi energiatehokkuusluvun laskemiseen vaikuttava tekijä.

Rakennusmääräyskokoelman osassa D3 on ohjeistettu seuraavasti: ”Jos ilmanpitävyyttä ei osoiteta mittaamalla tai muulla menettelyllä, käytetään rakennuksen suunnitteluratkaisun lämpöhäviön laskennassa rakennuksen vuotoilmankertoimena arvoa $n_{vuotoilma}=0,16$ l/h, mikä vastaa ilmanvuotolukua $n_{50}=4,0$ l/h. Tämän pienempää arvoa voidaan käyttää, jos ilmanpitävyys osoitetaan mittaamalla tai muulla menettelyllä.”

Ilmapitävyyden mittaaminen

Rakennuksen ilmapitävyyden mittaaminen on esitetty standardissa SFS-EN 13829/7/. Standardissa esitetään painokokeen suorittaminen sekä alipaine- että ylipainemenetelmällä., jossa ennen koetta ilmanvaihtokanavat ja muut hormit on tukittu (menetelmä B), kts. kuvat 3 ja 4. Ilmanvuotoluvun arvo n_{50} on siten ali- ja ylipainekokeiden tulosten keskiarvo.

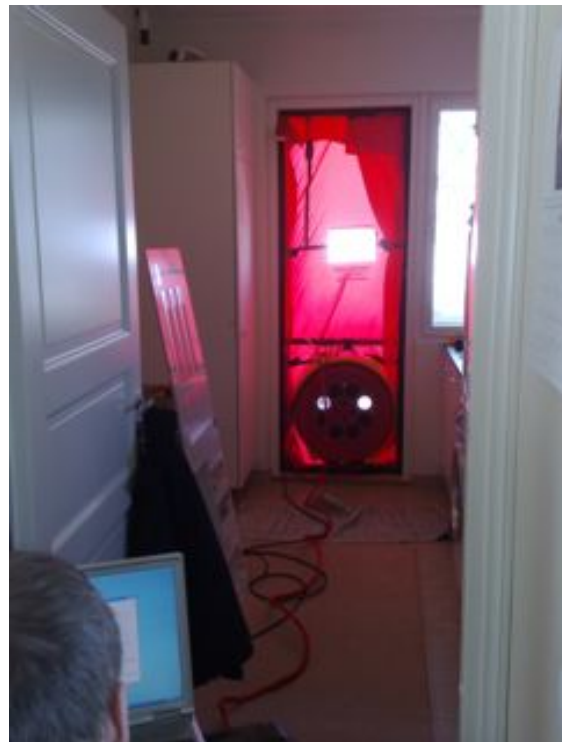
Rakennuksen energiatehokkuusluku kohteessa Loimaa on $121 kWh/brm^2/vuosi$, kun ilmatiiveyslukuna on käytetty lukua $4,0$ l/h. Rakennukseen järjestettiin tiiveysmittaus, jotta tiedettäisiin passiiviharkkotalon todellinen ilmatiiveys ja sen vaikutus energiatehokkuuslukuun.



Kuva 5. Myös takan kautta tapahtuva ilmanvuoto estettiin.



Kuva 6. Liesituuletin teipattuna umpeen.



Kuvat 7. ja 8. Ali- ja ylipaineen kehittävä tuuletin sijoitettiin yhteen kolmesta ulos johtavasta ovesta, tiivistämällä ovenkarmeihin ilmanpitävä kangas, jossa oli tuulettimelle aukko.

Kohde Loimaa sijaitsee laajalla peltoaukealla ja tiiveysmittaus suoritettiin tuulisella säällä, jolloin tuulen nopeus ylitti hetkittäin suositellun 6m/s nopeuden. Lisäksi rakennus osoittautui niin tiiviiksi, että mittauslaitteen herkkyytason kanssa oli tulla vaikeuksia. Olosuhteista ja rakennuksen tiiveydestä johtuen painekokeen tulos otettiin 50- ja 40 Pascalin (Pa) keskiarvona.



Kuva 9. Kohde Loimaa sijaitsee miltei puuttomassa ympäristössä.

Saatu yli- ja alipainekokeiden keskiarvo tulos oli $n_{50}=0,64$ 1/h. Tämä tulos osoittaa, että suunnittelussa ja rakentamisessa on kiinnitetty erityistä huomiota saumojen ja liitosten ilmanpitävyyteen.

Ohessa on esitetty rakennusmääräyskokoelman osan D5 taulukko 4.3. jossa on esitetty tyypillisiä vaipan ilmanvuotolukuja.

Taulukko 1. Taulukko 4.3 Suomen rakennusmääräyskokoelman osasta D5.

Tyypillisiä vaipan ilmanvuotolukuja(n_{50}) erilaisille rakennuksille riippuen rakentamis- ja toteutustavasta.		
Tavoiteilmanpitävyys	Yksityiskohdat	Tyypilliset n_{50} -luvut, 1/h
Hyvä ilmanpitävyys	Saumojen ja liitosten ilmanpitävyyteen on kiinnitetty erityistä huomiota sekä suunnittelussa että rakennustyön toteutuksessa ja valvonnassa (erillistarkastus)	Pientalo 1...3 Asuinkerrostalo ja toimistorakennus
Keskimääräinen ilmanpitävyys	Ilmanpitävyys on huomioitu tavanomaisesti sekä suunnittelussa että rakennustyön toteutuksessa ja valvonnassa	Pientalo 3...5 Asuinkerrostalo ja toimistorakennus
Heikko ilmanpitävyys	Ilmanpitävyyteen ei ole juurikaan kiinnitetty huomiota suunnittelussa eikä rakennustyön toteutuksessa ja valvonnassa	Pientalo 5...10 Asuinkerrostalo ja toimistorakennus

3.3 Lämmityskustannukset

Passiiviharkoista rakennetun talon lämmityskustannukset saadaan pudotettua todella paljon pienemmiksi kuin tavanomaisten talojen, tiiviin ja lämmöneristyskyvyllään hyvän ulkoseinärakenteen sekä samaan tasoon yltävien ylä- ja alapohjaratkaisuiden avulla. Myös ikkuna- ja ovityyppien oikea valinta auttaa kokonaisuutta.

3.4 Kohde Päivärinnan lämmityskustannusten seuranta

Rakennusinsinööri-toimisto Simo Kautonen Oy:n toimittaman yksikerroksisen omakotitalon lämmityskustannuksia on seurattu heti rakennuksen valmistumisesta lähtien. Rakennusta käsitellään tässä työssä kohteena Päivärinta.

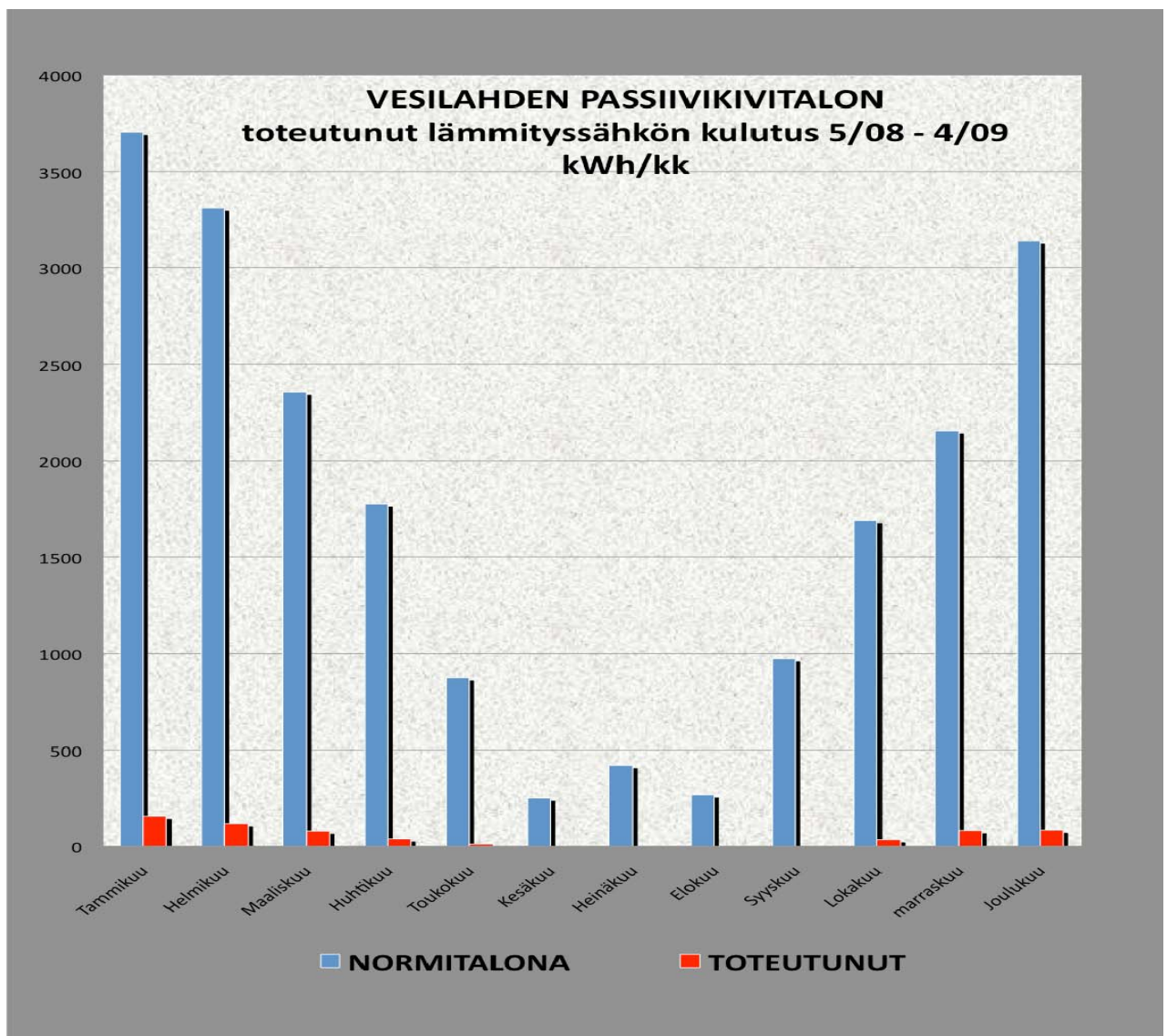
Kohde Päivärinta käsittää 245m^2 suuruisen kerrosinta-alaan, jossa on huoneistoalaa 184m^2 .

Rakennuksen lämmitysmuoto on suora sähkölämmitys, jota avustetaan ilmakiertoisella lattialämmityksellä. Ilmakiertoisessa lattialämmityksessä ilman lämmitys ta-

pahtuu takan ympärillä kiertävissä putkissa, joista ilma johdetaan lämmönjakolaitteille, jotka jakavat lämmitetyn ilman halutusti rakennuksen eri puolille.

Oheisessa taulukossa on seurattu kohteen Päivärinta kuluttamaa lämmitysenergian määrää rakennuksen valmistumisajankohdasta lähtien. Vertailun vuoksi samaan taulukkoon on sisällytetty normaali lämmitysenergian kulutus vastaavan kokoisessa rakennuksessa.

Taulukko 2. *Lämmitysenergian kulutus kohteessa Päivärinta, mukana vertailu normaaliin lämmitysenergian kulutukseen.*



4 PASSIIVIHARKKOTALON RAKENNERATKAISUIDEN EDUT

Passiiviharkon etuihin luetaan sen loistava käsiteltävyys, keveys ja tietysti uritusten helpottama kasausprosessi. Erikoiset aukot ja ulkonäköä parantavat ratkaisut saadaan nopeasti ja varmasti toteutettua.



Kuvat 10. ja 11. *Valumuottien käsittely ja muokkaus onnistuu vaivattomasti.*

4.1 Alapohjaratkaisut

Passiiviharkkotalot saadaan toteutettua ilman erillistä sokkeliratkaisua, jolloin rakenne säilyy saumattomana ilman heikkoja liitoskohtia räystäsrakenteisiin saakka. Näin kyseessä on yksi materiaali ja työtapa anturasta tasakertaan saakka.

Rakentaminen voidaan aloittaa suoraan anturan päältä, johon on rakennesuunnitelun mukaisesti asennettu tartuntateräkset.

Kellari-/maanpaineseinän eristämistä ei erikseen tarvitse tehdä, koska muotin eristepaksuus on riittävä. Lisäksi vedeneristykseksi ulkoseinän ja maa-aineksen väliin riittää pelkkä patolevy pitämään ulkopuoliset kosteuden poissa seinärakenteista.

4.2 Välipohjaratkaisut

Passiiviharkko taloissa yleisin välipohjaratkaisu on ontelolaattavälipohja. Kerroskorkeudet saadaan oikeaan korkoonsa muotin helpon käsiteltävyyden avulla. Passiiviharkkoilla rakentamisessa ei tarvitse noudattaa moduulimittoja korkeusasemien suhteen, mutta tietyn mittamoduulin noudattaminen suunnittelussa helpottaa ja nopeuttaa asennusta ja kasausta työmaalla. Välipohjan kohdalta ulkokuoren eriste pääsee jatkumaan yhtenäisenä ilman kylmäsiltoja.

Terassien ja parvekkeiden kiinnitykset käydään läpi kohdassa erityisdetaljit.

4.3 Yläpohjaratkaisut

Muottien helpon latomisen ja niiden muotoon saattamisen ansiosta vino- ja harjamuotoisten yläpohjien rakentaminen onnistuu ilman ongelmia. Päätyjen rakenneratkaisut riippuvat ulkoverhouksesta.

4.4 Erityisdetaljit

Kaikenlaiset kiinnitykset Passiiviharkkotalossa on varmintä tehdä suoraan jyrkävään teräsbetonirunkoon, jolloin kiinnitys on varmistettu pitkäkestoiseksi. Erilaisten yksityiskohtien toteuttamista varten on tähän työhön koottu rakennedetalj kuvia liitteeksi ratkaisun tarkempaan hahmottamiseen.

Esimerkkinä parvekkeen tai terassin liittäminen ulkoseinään:

Näissä tapauksissa liitos toteutetaan yleisimmin kierretangoilla tai profiiliteräksellä, jotka asennetaan ennen seinävalua. Valuun jäävä osuus kiinnikkeestä ankkuroi kiinnikkeen seinävaluun. Kiinnikkeen kohdalta lovetaan ulkokuoren eriste kaapeammaksi, jotta liitos on tukevampi.

Tarkemmat tiedot ja yksityiskohdat liitteessä.

Toisena tapauksena tikkaiden kiinnitys seinään:

Tässäkin tapauksessa kiinnitys tapahtuu suoraan seinävaluun, joissakin tapauksissa tikaskiinnikkeet voidaan valaa seinän sisään jo valuvaiheessa.

Jos kiinnitysten takia joudutaan poistamaan ulkokuoren eristettä, paikataan tehdyt puutokset ulkokuoren eristeessä esimerkiksi uretaanivaahdolla tai muulla vastaavalla tuotteella.



Kuva 12. Tikkaiden kiinnitys ulkoseinään.

4.5 Talvirakentaminen

Passiiviharkkotalon rakentaminen talvella onnistuu hyvin, koska mm: betonin kuivuminen tapahtuu eristeiden välissä. Näin saadaan aikaan loistavat kuivumisolosuhteet ja betonin lämpötilan ylläpito onnistuu ilman erillisiä toimenpiteitä.

Lumen pääseminen valutilaan, ennen valamista, saadaan estettyä sulkemalla valutila esimerkiksi EPS-levyillä tehdyillä siivuilla.

Rakennusaikaiset kosteudet tai pakkanen eivät vahingoita tuotetta millään tavalla.

5 OMATOIMIRAKENTAMINEN EPS-VALUMUOTEILLA

5.1 Omatoimirakentajaa auttavat tiedot

Rakennesuunnittelusta saatavat suunnitelmat ja työpiirustukset tehdään omatoimirakentajaa palvellen. Tätä tarkoitusta varten on tähän työhön sisällytetty yleisimmät detaljit ja liitosratkaisut, joita passiiviharkko taloissa esiintyy. Lisäksi tarkoituksena on saada pientalorakentajan tietoon erilaisia talonrakennusprojektia helpottavia keinoja.

Passiiviharkkotaloon tehtävät läpiviennit on syytä huomioida ennen rungon valua turhan piikkaamisen välttämiseksi. Tämä on syytä käydä LVIS-urakoitsijan kanssa läpi jo projektin alkuvaiheessa, kun pohjaratkaisu on selvillä.

Sisäpuolisten sähkövetojen asentaminen käy erittäin vaivattomasti lämpölankaurittajalla, jonka käyttämisestä syntyvät päästöt ovat vaarattomia. Urituksesta syntyvä jätemäärä on helppo kerätä.



Kuva 13. Sisäpuolisen pistorasian asennus käy vaivattomasti lämpöurittajalla.

Aloitettaessa muottien latominen tulee tarkistaa, että seinä lähtee suoraan. Hyvänä keinona suoran seinärakenteen saamiseksi, on nostaa seinä 60-90cm korkeuteen, jonka jälkeen seinä kiilataan oikeaan korkoon ja suoruuteen. Valettavien muottikerrosten määrä määräytyy aikaisemman rakentamiskokemuksen mukaan.



Kuva 14. Passiiviharkkoseinän nosto tasaiselta alustalta

5.2 Omatoimirakentajan tarkistuslista

Omatoimirakentaja saa ohjeiden ja henkilökohtaisen alkuneuvomisen lisäksi tarkistuslistan, jonka avulla hän pystyy käymään läpi projektinsa etenemistä rungon ka-
sausvaiheessa sekä tarkistamaan tärkeimpiä muistettavia asioita.

Kaikki tarkistettavat asiat löytyvät toimitetuista rakennekuvista sekä annetuista tie-
doista.

Painetut lähteet

- 1 Suomen rakentamismääräyskokoelma osa D3
- 2 Suomen rakentamismääräyskokoelma osa C4
- 3 SFS-EN 13829/7/ Rakennusten lämpötekniset ominaisuudet. Ilmanpitiävyyden määrittäminen. Painekoe

Painamattomat lähteet

- 8 <http://www.thermisol.fi/?op=body&id=94>
- 9 <http://www.passiivitalo.com/eliitti/Valuharkot.html>
- 10 <http://energiatodistus.motiva.fi/>
- 11 <http://www.betoni.com/fi/Tietoa+betonista/Betoni+ja+kest%c3%a4v%c3%a4+kehitys/Kivirakennuksen+tiivuus/>
- 12 <http://www.epsira.com/f/indexframe.html>
- 13 http://www.plasticsportal.net/wa/plasticsEU~en_GB/portal/show/content/products/foams/neopor_neu/neopor_product_sub1

Kuva lähteet

Kuva numero 2 on peräisin nettisivuilta (<http://www.passiivitalo.com/eliitti/Valuharkot.html>) ja kuvat 1 sekä 3-13 Rakennusins.tsto Simo Kautonen Oy:n kuva-arkistoista.

Taulukko 1 on Suomen rakennusmääräyskokoelman osasta D5.

Taulukko 2 on peräisin Rakennusinsinööri-toimisto Simo Kautonen Oy:n arkistoista.