



Jouko Hippi

SEINÄELEMENTTIEN VERTAILU ARVOANALYYSIN AVULLA

SEINÄELEMENTTIEN VERTAILU ARVOANALYYSIN AVULLA

Jouko Hippi
Opinnäytetyö

Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Koulutusohjelma, suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Jouko Hippi

Opinnäytetyön nimi: Arvoanalyysi seinäelementtien vertailussa

Työn ohjaaja: Martti Hekkanen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi:

Sivumäärä: 22 + 5 liitettä

Tämän opinnäytetyön aiheena on kevytrakenteisten seinäelementtien vertailu käyttäen arvoanalyysiä. Elementti vertailussa on mukana neljä elementtityyppiä, kaksi pelti-villa-peltielementtiä ja kaksi pelti-uretaani-peltielementtiä. Tavoitteena on kertoa erilaisista keveistä sandwich-elementeistä ja vertailla niiden yleisiä ominaisuuksia puuttumatta tarkempiin yksityiskohtiin ja arvoihin.

Tehdyn vertailun tuloksena voidaan todeta kaksi seikkaa: Mikäli rakennuksen ei tarvitse olla palonkestävä, voidaan hyvinkin käyttää edullisia ja keveitä uretaanieristeisiä elementtejä. Mikäli elementtien tulee olla paloluokiteltuja, ainoastaan villaeristeiset elementit ovat käyttökelpoisia.

Avainsanat: kevytrakenteiset seinäelementit, arvovertailu

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
"Degree programme", "option"

Author(s): Jouko Hippi

Title of thesis: Value analysis in comprasion of wall structures

Supervisor(s): Martti Hekkanen

Term and year when the thesis was submitted: Pages: 22 + 5 appendices

Subject of this thesis is comparing light weight wall elements using value analysis. There are four element types in this comprasion, two steel - wool -steel elements and two steel - urethane - steel elements. Target of this thesis is to tell about different kind of light weight sandwich elements and compare those general characteristics without looking in to small details and values. Result of this comprasion can be told that if building is no need of fire classification then can be used low cost and weight urethane elements and if need fire classification only wool insulated elements can be used.

Keywords: light-framed wall elements, value analysis

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
1 JOHDANTO	4
2 TARKASTELTAVAT KEVYTELEMENTIT	5
2.1 Ruukki SPA	5
2.2 Paroc AST	7
2.3 Thermisol	8
2.4 Izopanel	9
3 ARVOANALYYSIN TEORIA	10
3.1 U-arvo	11
3.2 Paloluokitus	12
3.3 Paino	12
3.4 Paksuus	12
4 ARVOANALYYSI JULKISIVU ELEMENTTIEN VALINNASSA	14
4.1 Tuoteominaisuuksien painoarvot	14
4.2 Elementtien arvoanalyysi	15
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	19
LÄHTEET	22
LIITTEET	23

1 JOHDANTO

Olen valinnut opinnäytetyöni aiheeksi seinäelementtien vertailemisen eri valmistajien tekeminä. Vertailussa käytän niin sanottua arvoanalyysiä, jonka avulla olen pisteyttänyt erilaisia elementtien ominaisuuksia.

Tässä opinnäytetyössä vertaillaan ja selvitetään eri valmistajien julkisivuelementtien ominaisuuksia suppeasti. Tässä työssä vertaillaan niin sanottuja sandwich-elementtejä, joiden rakenne on pääsääntöisesti pelti-eriste-pelti. Valmistajia tämänkaltaisilla elementeillä on useita, mutta vertailussa on mukana vain sellaisten elementtien valmistajia, joista on edes hieman kokemusta työmailta. Näin ollen mukana olevat julkisivuelementtivalmistajat ovat seuraavat: Paroc, Ruukki, Izopanel sekä Thermisol.

Opinnäytetyössä keskitytään vain ulkoseinäelementteihin, jotka soveltuvat puolilämpimiin sekä lämpimiin tiloihin. Työssä ja hinta-arvostelussa ei myöskään huomioida elementtivalmistajien tarjoamia asennustarvikkeita / -välineitä, kuten ponttinosimia, lähtökiskoja, pilari tiivisteitä ja muita vastaavia. Sillä muiden tarvikkeiden kuin hyväksytyin elementtinosimen hankinta on periaatteessa mahdollista eri toimittajalta kuin kohteen elementtitoimittajalta.

Vertailussa arvioidaan kunkin valmistajan yleisintä elementtityyppiä. Erikoisominaisuuksia kullakin on tarjolla vaihtelevissa määriin, ja niiden vertailu on mielestäni hankalaa, joten keskityn perusvalikoimaan.

2 TARKASTELEVAT KEVYTELEMENTIT

Olen valinnut tähän työhön tarkasteltavaksi kaksi villatäytteistä elementtiä ja kaksi uretaanitäytteistä elementtiä. Ainut rajaava tekijä tässä tarkastelussa on ollut vaadittavat U-arvot, jotka ovat puolilämpimässä rakennuksessa 0,26 W/m²K ja 0,17 W/m²K. Toinen, mikä monesti käytännön rakennuksissa voi tulla eteen rajaavana tekijänä, on paloluokitus, joka yleensä vähentää peruselementtien vaihtoehdot pelkkiin villatäytteisiin elementteihin. Toki uretaanielementtien valmistajilla on yleensä tarjota vakiomallinsa lisäksi niin sanottuja erikoiselementtejä, joilla paloluokitus voidaan saavuttaa.

Mukana olevista elementtivalmistajista Ruukki sekä Paroc valmistavat villaeristeisiä elementtejä ja Thermisol sekä Izopanel uretaanitäyteisiä elementtejä. Lisätietoja kullakin valmistajalla on tarjolla tuotteistaan heidän kotisivuillaan:

<http://www.ruukki.fi/Tuotteet-ja-ratkaisut/Rakentamisen-ratkaisut/Sandwich-paneelit>

<http://www.paroc.fi/ratkaisut-tuotteet/ratkaisut/sandwichelementit>

<http://www.izopanel.fi/>

<http://www.thermisol.fi/sovellukset-ja-ratkaisut/elementti>

2.1 Ruukki SPA

Ruukki Constructionin peruselementit lämpimiin sekä puolilämpimiin tiloihin ovat tyypiltään SPA E. Paksuudet, jotka sopivat puolilämpimän ja lämpimän rakennuksen ulkoseiniin, ovat 150 mm ja 230 mm. Näiden elementtien U-arvot saavuttavat tässä vertailussa vaadittavat minimi U-arvot, eli 150 mm paksu elementti saa U-arvon 0,26W/m²K ja 230 mm paksuelementti U-arvon 0,17W/m²K. Peltien välissä eristeenä on mineraalivilla.

Sisäpuolinen pinta elementeissä on pintaprofiloinniltaan R200, joka tarkoittaa kahdensadan millimetrin välin olevaa varjouraa ja pinnan värilaatu on polyeste-

ripintainen väriltään RR20 eli valkoinen. Ulkopuolen vakio pinta on pintaprofiiloinniltaan sama kuin sisäpuolen, mutta maalipinnoitteen laatu on paremmin ulkoilmaan soveltuva PVDF-pinnoite. Värivaihtoehtoina ulkopuolen pellille ovat RR vakioväreistä 20-valkoinen, 21-harmaa, 40-hopea sekä 41-tummahopea.

Paloluokituksessa molemmat elementit saavuttavat EI 60 -luokituksen maksimi jännevälin ollessa 11,1 m vaakaan asennettuna. Palo ominaisuuksiltaan Ruukin elementit ovat euroluokkaa A2-s1, d0.

Painoa puolilämpimän tilan elementille kertyy yhteensä $25,5 \text{ kg/m}^2$, ja elementin hyötyleveyden ollessa 1200 mm kertyy yhdelle metrille painoa 30,6 kg. Näin ollen kuuden metrin mittainen elementti painaa 183,6 kg. Yhteen nippuun elementtejä saadaan kahdeksan kappaletta, joten yksi nippu kuuden metrin elementtejä painaa kokonaisuudessaan 1101,6 kg ja lisäksi pakkausmateriaalin paino.

Lämpimän tilan elementti painaa $30,4 \text{ kg/m}^2$, mikä tekee kuuden metrin elementin kokonaismassasta 218,8 kg. Yhteen nippuun laitetaan yleensä enintään viisi tämän paksuista elementtiä päällekkäin, jolloin yhden nipun kuuden metrin elementtejä kokonaismassaksi tulee 1094 kg, lisäksi myös pakkausmateriaali.



KUVA 1. Ruukin lämpimän rakennuksen elementtinippu

Ruukin elementit on pakattu puiselle lavalle, johonka on myös kiinnitetty kertakäyttöiset nostoliinat. Elementtien päälle on laitettu suojakulmaa estämään pie-

nimmistä iskuista tulevia vaurioita. Jokaisessa nipussa on lappu, josta voi lukea nipun sisällön tiedot. Elementit lavoineen ja tieto lappuineen on kiedottu sään kestävästi muovikelmuun. (Kuva 1.)

2.2 Paroc AST

Paroc Panel System Oy Ab tarjoaa vakio elementteinä lämpimän rakennuksen ulkoseiniin 240 mm paksua AST T -elementtityyppiä ja puolilämpimään AST S -elementtiä paksuudeltaan 150 mm. 150 mm paksu elementti saa U-arvoksi puolilämpimään tilaan vaadittavan $0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja 240 mm paksu elementti saavuttaa U-arvon $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Sisäpuolen pelti on paksuudeltaan 0,5 mm:n teräsohutlevy ja väri vaihtoehdoitetaan esimerkiksi RR 20 tai 21. Pinnan laatu on PE. Ulkopuolen pellin väri vaihtoehdot ovat PPS Oy:n vakiovärit (ks. liite). Ydinmateriaali on kivivillaa. Vakio varjouritus elementeissä on niin sekä sisä- kuin ulkopuolen pellissä 200 mm:n välein.

Palo-ominaisuuksiltaan Parocin elementit ovat euroluokkaa A2-s1, d0. EI-luokituksiltaan heidän puolilämpimän tilan elementti saavuttaa luokituksen 120 ja lämpimän tilan elementti 240, vaakaan asennettuna maksimi jännevälin ollessa alle neljä metriä.

Painoa puolilämpimän tilan elementille kertyy yhteensä 22 kg/m^2 , ja elementin hyötyleveyden ollessa 1200 mm kertyy yhdelle metrille painoa 26,4 kg. Näin ollen kuuden metrin mittainen elementti painaa 158,4 kg. Yhteen nippuun elementtejä saadaan kahdeksan kappaletta, joten yksi nippu kuuden metrin elementtejä painaa kokonaisuudessaan 950,4 kg ja lisäksi pakkausmateriaalin paino.

Lämpimän tilan elementti painaa 28 kg/m^2 , joka tekee kuuden metrin elementin kokonaismassasta 201,6 kg. Yhteen nippuun laitetaan yleensä enintään viisi tämän paksuista elementtiä päällekkäin, jolloin yhden nipun kuuden metrin elementtejä kokonaismassaksi tulee 1008 kg. Lisäksi myös pakkausmateriaali

Parocin elementit on pakattu puisen lavan päälle, jota ei ole kuitenkaan naulattu kasaan vaan laudat ja lankut ovat irtonaisia. Elementtien päälle on laitettu suojakulmaa estämään pienimmistä iskuista tulevia vaurioita. Jokaisessa nipussa on lappu, josta voi lukea nipun sisällön tiedot. Elementit lavoineen ja tieto lappuineen on kiedottu sään kestävästi muovikelmuun.

2.3 Thermisol

Thermisolin tarjoamat vakiomallin elementit puolilämpimään sekä lämpimään rakennukseen ovat paksuuksiltaan 150 mm ja 200 mm. Puolilämpimän rakennuksen 150 mm paksu elementti saavuttaa U-arvon $0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja lämpimän tilan 200 mm paksu elementti saavuttaa puolestaan U arvon $0,17\text{W/m}^2\text{K}$. Ydinmateriaalina Thermisol käyttää vakio elementeissään EPS-eristettä eli S-laadun solupolystyreeniä.

Sisäpuolen pelti on paksuudeltaan 0,5 mm. Saman vahvuista peltiä on myöskin sisäpuolen pelti. Ulkopuolen pellin pinnoite on Nova-pinnoite väri vaihtoehtoiltaan Thermisolin käyttämä vakioväri. (Ks. liite.)

Palo ominaisuuksiltaan Thermisolin elementit ovat euroluokkaa B-s2, d0. Palonkestävyysarvon elementit saavuttavat arvon EI 15.

Painoa puolilämpimän tilan elementille kertyy yhteensä $10,5 \text{ kg/m}^2$, ja elementin hyötyleveyden ollessa 1200 mm kertyy yhdelle metrille painoa 12,6 kg. Näin ollen kuuden metrin mittainen elementti painaa 75,6 kg. Yhteen nippuun elementtejä saadaan kahdeksan kappaletta, joten yksi nippu kuuden metrin elementtejä painaa kokonaisuudessaan 604,8 kg ja lisäksi pakkausmateriaalin paino.

Lämpimän tilan elementti painaa $11,5 \text{ kg/m}^2$, mikä tekee kuuden metrin elementin kokonaismassasta 82,8 kg. Yhteen nippuun laitetaan yleensä enintään kuusi tämän paksuista elementtiä päällekkäin, jolloin yhden nipun kuuden metrin elementtejä kokonaismassaksi tulee 496,8 kg, lisäksi myös pakkaus materiaali.

2.4 Izopanel

Izopanel tarjoaa vakio elementteinä lämpimän rakennuksen ulkoseiniin 120 mm paksua IzoCold PUR -elementtiä ja puolilämpimään IzoWall PUR -elementtiä paksuudeltaan 100 mm. Izopanelin puolilämpimän rakennuksen U-arvo on 0,22 W/m²K, joka on 0,04 yksikköä vaadittua parempi, mutta ohuemmalla elementillä Se täyttäisi juuri vaaditun U-arvon mutta ei välttämättä riittäisi kuormituskestävyydeltään rakennuksen ulkoseinässä, joten he tarjoavat 100 mm paksua elementtiä parempien kuormituskestävyysarvojen takia. Lämpimän rakennuksen elementin ollessa vain 20 mm paksumpi kuin puolilämpimän rakennuksen saavuttaa elementti silti U-arvon 0,16 W/m²K. Ydinmateriaalina elementeissä on polyuretaani.

Vakio elementtimalleissa sisäpuolen pelti on paksuudeltaan 0,5 mm:n teräsohutlevy, ja väri vaihtoehtoina on tarjolla eri RAL-värisävyjä polyesteripinnoitteena. Sisäpuolen pinnoite on myöskin polyesteria väriltään RAL 9010.

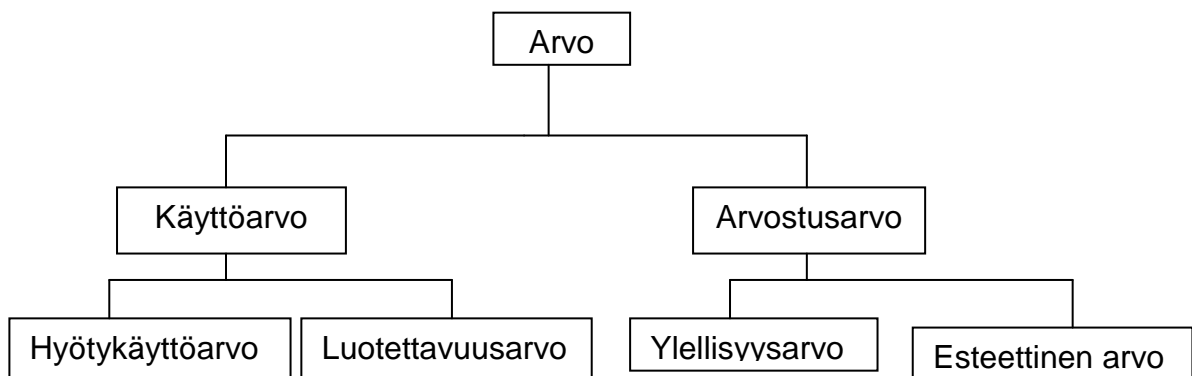
Palo ominaisuuksiltaan Izopanelin elementit ovat euroluokkaa B-s2, d0. EI luokituksiltaan heidän puolilämpimän tilan elementtinsä sekä lämpimän rakennuksen elementtinsä saavuttavat saman arvon, joka on EI 15.

Painoa puolilämpimän tilan elementille kertyy yhteensä 12,2 kg/m², ja elementin hyötyleveyden ollessa 1150 mm kertyy yhdelle metrille painoa 14,03 kg. Näin ollen kuuden metrin mittainen elementti painaa 84,18 kg. Yhteen nippuun elementtejä saadaan kaksitoista kappaletta, joten yksi nippu kuuden metrin elementtejä painaa kokonaisuudessaan 1010,16 kg ja lisäksi pakkausmateriaalin paino.

Lämpimän tilan elementti painaa 13 kg/m², joka tekee kuuden metrin elementin kokonaismassasta 89,70 kg. Yhteen nippuun laitetaan yleensä enintään kymmenen tämän paksuista elementtiä päällekkäin, jolloin yhden nipun kuuden metrin elementtejä kokonaismassaksi tulee 897,0 kg, lisäksi myös pakkausmateriaali.

3 ARVOANALYYSIN TEORIA

Arvoanalyysi on kustannusten alentamismenetelmä, jossa käytetään apuna luovan työn tekniikoita. Arvoanalyysin perusta on toimenpiteiden jako vaiheisiin, sekä systemaattinen työskentely vaihejaon perusteella laaditun työohjelman mukaan. Tämä on menetelmä, jonka päämääränä on saavuttaa vaaditut toiminnot pienimmillä mahdollisilla kustannuksilla. Arvo-käsite voidaan jakaa alakäsitteisiin (kuva 2), joilla on mahdollista painottaa eri tavoin muun muassa tuotteen laatua, luotettavuutta ja arvostusta. Ala-arvoja ovat käyttöarvo sekä arvostusarvo. (1.)



KUVA 2. Arvo-käsitteen jako alakäsitteisiin

Kaikille näille arvon määritelmille on tarkastelukulmasta riippumatta yhteistä se, että niissä pyritään löytämään hyödyn ja uhrausten välinen suhde, tosin ilmaisuna hieman eri tavoin. Hyöty on tällöin aiheutunut siitä, että tietty toimenpide tai tuote on aiheuttanut säästöä verrattuna tilanteeseen, jossa sitä ei ole tehty tai toteutettu, tai tämä toimenpide tai tuote on aiheuttanut tuottoja tai tyydyttänyt kuluttajan tarpeet. Tuotteen tai toimenpiteen toteuttamisella on taas kustannukset, jotka aiheuttavat tietyt uhraukset ja täten toimenpiteelle tai tuotteelle tietyn hinnan. (1.)

Sopiva suhde tuotteen merkityksen ja tuotteen kustannuksen välille on se arvo, jota arvoanalyysillä etsitään. Tavoitteena voi olla toivottujen ominaisuuksien paras mahdollinen kombinaatio annetuilla resursseilla tai toivottujen ominaisuuksien haluttu yhdistelmä minimikustannuksilla. (1.)

Arvoanalyysin ydin on työohjelma, jossa analyysin vaiheet ja suoritettavat toimenpiteet systemaattisuuden ja työn helpottamisen vuoksi yleensä esitetään taulukkomuodossa.

3.1 U-arvo

Lämmönläpäisykerroin on Suomen rakentamismääräyskokoelmassa osassa C3 määritetty U-arvo. Se ilmoittaa lämpövirran tiheyden, joka jatkuvuustilassa läpäisee rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosan eri puolilla olevien ympäristöjen välillä on yksikön suuruinen. Lämmönläpäisykerroin kuvaa, miten paljon tehoa tarvitaan pinta-alaa kohti, jotta saavutettaisiin tietty lämpötilaero eristerakenteen yli. Lämpötilaero on tässä seinämän erottamien väliaineiden välisten lämpötilojen ero. (3.)

Lämmönläpäisykerroin k on lämpötehon P suhde lämpötilaeroon ΔT ja pinta-alaan A :

$$k = P / (\Delta T \cdot A)$$

Rakennustekniikassa lämmönläpäisykerroimen tarkoituksena on kuvata rakennuksen eri rakennusosien lämmöneristyskykyä. Mitä pienempi U-arvo, sitä parempi lämmöneristys. SI-järjestelmän mukaisesti lämmönläpäisykerroimen yksikkö on watti kelviniä ja neliometriä kohti eli $W/(K \cdot m^2)$. (3.)

Puolilämpimän rakennuksen ulkoseinän maksimi U-arvo saa Suomessa nykyisten rakennusmääräysten mukaan olla maksimissaan $0,26 W/m^2K$. Eli kaikki seinärakenteet, joiden U-arvo on maksimissaan $0,26 W/m^2K$, kelpaavat puolilämpimän rakennuksen ulkoseinäksi. Lämpimän rakennuksen ulkoseinärakenteen vaadittava U-arvo on maksimissaan $0,17 W/m^2K$.

3.2 Paloluokitus

Paloluokituksessa annetaan tuotteelle kolme arvoa: miten tuote osallistuu paloon, kuinka se tuottaa savua ja kuinka se aiheuttaa pisarointia. Luokat kuvataan merkinnöillä A1, A2, B, C, D, E sekä F.(2.)

Savun tuotto ja pisarointi ilmaistaan lisämääreillä s ja d. Savun tuoton luokitus on s1, s2, s3 ja pisaroinnin d0,d1 ja d2. Elementeissä esiintyvien arvojen selostukset ovat seuraavat:

A1 = Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on erittäin rajoitettu

B = Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on hyvin rajoitettu

s1 = Savuntuotto on erittäin vähäistä

s2 = Savuntuotto on vähäistä

d0 = Palavia pisaroita tai osia ei esiinny (2)

EI-luku kertoo rakenteiden kantavuuden säilymisestä palossa sortumatta. Jos kantavalta rakennusosalta vaaditaan pidempää palonkestävyysaikaa tiiveyden E ja eristävyys I suhteen kuin kantavuuden R suhteen, käytetään pidempää palonkestävyysaikaa myös kantavuuden osalta. (2.)

3.3 Paino

Paino on lähinnä sellainen ominaisuus seinäelementeissä, jolla on hieman merkitystä vain asennuksessa. Nimittäin asennettaessa elementtien siirtely ja työstäminen on hieman helpompaa, jos paino ei ole suuri.

Toinen asia, johon paino vaikuttaa, on ilmaääneneristävyys. Nimittäin mitä tiiviimpi materiaali on, sitä paremmin se yleensä eristää ilmaääntä.

3.4 Paksuus

Elementin paksuudella on rakennuksen kannalta lähinnä ulkonäöllistä vaikutusta. Tämä vaikuttaa ikkunoiden ja ovien sijaintiin ja paksuuteen siten, että kuinka paljon jää niin sanotusti ikkunapenkeille ja oven pielille paksuutta. Esimerkiksi

jos elementtien paksuudet ovat 230 mm ja toisen 150 mm ja ikkunan karmin paksuus on vaikka 120 mm, jää paksummalla elementillä 110 mm tilaa elementin päälle ja ohuemmassa vain 30 mm. Tälle tyhjälle tilalle joku voi kehittää jostain hyödyllistäkin käyttöä tai pitää sitä vain turhana tilana. Väliin jäävää tilaa voi myös ajatella ulkonäön kannalta: kumpi on paremman näköinen.

4 ARVOANALYYSI JULKISIVU ELEMENTTIEN VALINNASSA

4.1 Tuoteominaisuuksien painoarvot

Tuoteominaisuuksille on annettu painoarvot, jotka on pyritty antamaan tarkasteltaessa elementtejä tilaajan näkökulmasta. Lämmöneristävyydelle on annettu painoarvoksi 25, sillä valittaessa elementtejä rakennukseen U-arvolle asetetaan maksimi arvo riippumatta siitä, onko rakennus lämmin tai puolilämmin. Asetettua U-arvoa ei saa ylittää.

Paloturvallisuuden painoarvo on 45 johtuen lähinnä siitä, että varaudutaan pahimpaan. Mikäli jossakin vaiheessa sattuu onnettomuus ja rakennus palaa, tämä ominaisuus todennäköisesti pienentää lopullista aiheutunutta vahinkoa raajaamalla paloa.

Paksuuden painoarvo on 20. Jos elementti on tarpeeksi paksu kestämään ympäristön tuulikuormitukset, paksuudella on lähinnä ulkonäöllistä merkitystä suunnitteluvaiheessa. Rakennusvaiheen jälkeenhän silmä niin sanotusti tottuu siihen, miltä rakennus lopulta näyttää ja onko siinä paksu vai ohut seinärakenne.

Hinta on jaettu painoarvoltaan kolmeen osaan: hinta tehtaalla, rahti työmaalle sekä kokonaishinta. Rahti ja hinta tehtaalla on eritelty sen vuoksi, että tämä saattaa joissakin tapauksissa muuttaa elementtien kokonaishintaa toisen hyödyksi, sillä hinnassa tehtaalla ei välttämättä ole juuri eroja. Mikäli rakennuksessa tarvitaan erikoiselementtejä vakio mallin lisäksi, rahti on elementin mallista riippumatta samansuuruinen. Rahtimatkan pituus vaikuttaa myös sen tapauskohtaiseen hinnoitteluun. Rahdin voi toki itsekin järjestää, mikäli niin haluaa.

4.2 Elementtien arvoanalyysi

Pyysin elementtitoimittajilta vertailun vuoksi hieman hintoja keksimääni esimerkki kohteeseen. Kohteen sijainti on Rovaniemellä ja asennettava elementtimäärä on 2000 m². Pyysin kohteeseen hinnat sekä lämpimään että puolilämpimään rakennukseen. Ilmoitin kohteen korkeudeksi seitsemän metriä ja yleisimmän moduulimitan olevan kuusi metriä. Kohteessa ei vaadita seinärakenteilta paloluokitusta, sillä se yleensä on rajaava tekijä seinäelementtien kelpoisuuden suhteen. Hintavertailussa on kuitenkin syytä muistaa, että hinnat ovat vain hieman suuntaa antavia, sillä elementtien hinnoittelu riippuu paljon yleisestä markkinatilanteesta, joten elementtien hinnat vaihtelevat kohteittain. Hintaan vaikuttaa myös tilattavien elementtien määrä kohteessa. Rahtihinnoitteluun vaikuttaa huomattavasti myös elementtitehtaan etäisyys kohteeseen.

Taulukossa 1 on esitetty elementtien arvoanalyysi puolilämpimään rakennukseen. Arvoasteikko on 1-3. Yksi on heikoin ja kolme on parhain. Taulukossa 2 on sama analyysi lämpimään rakennukseen.

TAULUKKO 1. Elementtien arvoanalyysi, puolilämmin rakennus

	PA	1	2	3	4
Lämmöneristävyys (U)	25	1	1	3	2
Paksuus (mm)	20	1	1	2	1
Paloturvallisuus (EI)	45	2	3	1	1
Paino (kg/m ²)	10	1	1	2	2
Yhteensä PA pisteitä	100	145	190	180	135
Elementin hinta (alv 0%)		37,50	37,20	22,66	33
*Rahti työmaalle(€/m ²) (alv 0%)		2,10	2,79	4,55	3,5
Kokonaishinta (alv 0%)		39,6	39,99	27,21	36,5
€/PA		0,27	0,21	0,15	0,27

PA = tarkasteltavan ominaisuuden painoarvo

1 = Ruukki Construction Oy SPA 150E

2 = Paroc panel system Oy Ab AST S 150mm

3 = Izopanel Finland Oy IzoWall PUR 100mm

4 = Thermisol

*= Elementin valmistajat ilmoittavat rahdin hinnan kuormittain, jonka kautta on laskettu hinta / neliö

TAULUKKO 2. Elementtien arvoanalyysi, lämmin rakennus

	PA	1	2	3	4
Lämmöneristävyys (U)	25	2	3	3	2
Paksuus (mm)	20	1	1	3	2
Paloturvallisuus (EI)	45	2	3	1	1
Paino (kg/m ²)	10	1	1	3	3
Yhteensä PA pisteitä	100	170	215	210	165
Elementin hinta (€/m ²) (alv =%)		42,44	43,46	24,15	36
*Rahti työmaalle (€/m ²) (alv 0%)		3,25	4,29	5,2	3,5
Kokonaishinta (alv 0%)		45,69	47,75	29,35	39,50
€/PA		0,27	0,22	0,14	0,24

PA = tarkasteltavan ominaisuuden painoarvo

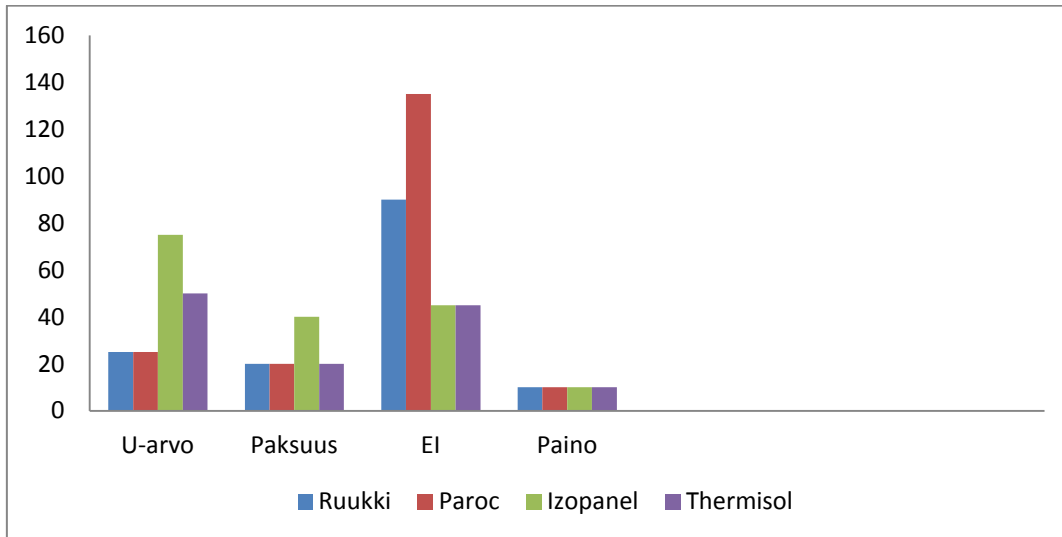
1 = Ruukki Construction Oy SPA SPA230E

2 = Paroc panel system Oy Ab AST T 240mm

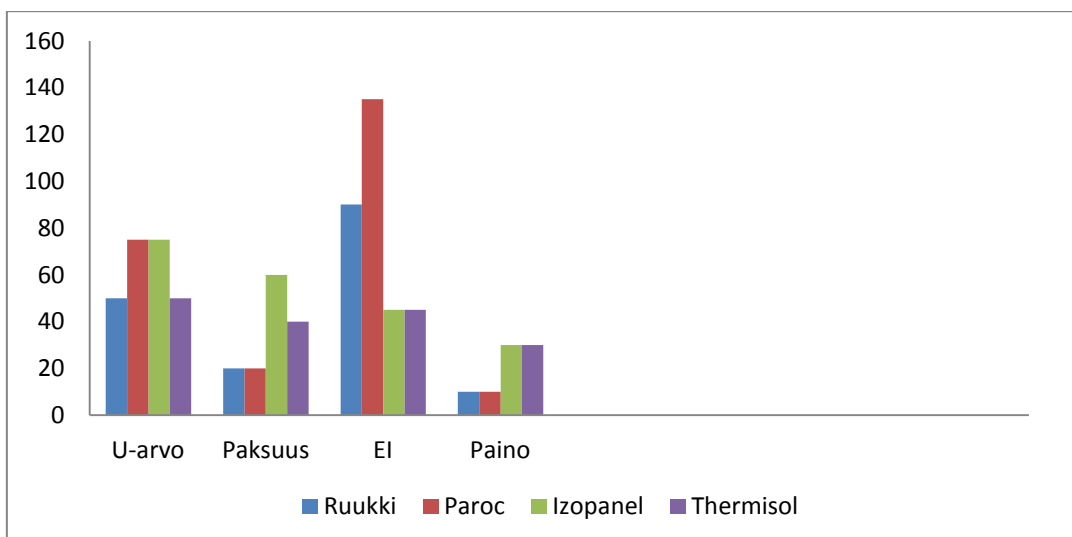
3 = Izopanel Finland Oy IzoWall IzoCold PUR 120mm

4 = Thermisol

Kuvassa 3 on esitetty puolilämpimän rakennuksen elementit painoarvon mukaisella pisteytyksellä. Kuvassa 4 on sama pisteytys lämpimän rakennuksen elementeistä.



KUVA 3. Puolilämpimän rakennuksen elementit painoarvon mukaisella pisteytyksellä



KUVA 4. Lämpimän rakennuksen elementit painoarvon mukaisella pisteytyksellä

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä työssä esitetyn arvoanalyysin perusteella puolilämpimän tilan seinäelementiksi tulisi Izowall PUR 100 mm, joka pienellä piste-erolla voittaa toiseksi sijoittuneen Parocin AST S 150 mm:n elementin. Izowall menee hintapisteiden avulla ensimmäiselle sijalle, mikä on kuitenkin merkittävä tekijä investointivaiheessa. Mikäli hintaa ei otettaisi kokonaisarvotarkastelussa huomioon, kärkisijoille nousisivat villaeristeiset elementit; tässä tapauksessa Paroc AST S 150 mm paloluokituksensa ansiosta.

Myös lämpimän rakennuksen ulkoseinäelementin valinta päättyy tässä suppeassa arvoanalyysivertailussa Izopanelin tuotteeseen IzoCold PUR 120 mm. Mikäli arvoanalyysissä ei otettaisi huomioon hintatekijää, lämpimän rakennuksen seinäksi tulisi Parocin AST T 240 mm.

Investoitaessa uuteen rakennukseen raha on tärkeä tekijä tilaajan kannalta, ja kustannuksia pyritään minimoimaan kaikessa mahdollisessa. Tämänkin työn perusteella voisi kuitenkin pohtia, saako pienimmillä kustannuksilla sittenkään pidemmän päälle parhainta vaihtoehtoa. Sillä yleensä rakennusalalla tulee vastaan se, että pyritään tekemään mahdollisimman halvalla todellisesta laadusta piittaamatta.

LÄHTEET

1. Waissi, Gary 1979. Arvoanalyysi. Helsinki: Teknillinen korkeakoulu.
2. E1. 2002. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet.
3. Lämmönläpäisykerroin. 2014. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/L%C3%A4mm%C3%B6nl%C3%A4p%C3%A4isykerroin>. Hakupäivä 24.11.2014.

LIITTEET

Liite 1 SPA Asennus ja huolto-ohje, Rautaruukki Oyj 2011

Liite 2 Paroc-Panel System esittely, Paroc Group 2013

Liite 3 Colours-Paroc-Panels-INT, Paroc Group 2013

Liite 4 Tekninen katalogi Sandwich elementit, Izopanel,

Liite 5 Thermisol esite

• Tuoteominaisuudet

Taulukko 1. Sandwich panel SPA tuoteominaisuudet

Ensisijainen käyttökohde	Paksuusluokka (mm)	Paneeli-tyyppi	U-arvo (W/(m ² K))	Paino (kg/hm ²)	Ilmaääneneristävyys R _w (dB)	Nimellispaksuus (mm)
Ulkoseinät	80	E	0.50	17.4	29	80
	100	E	0.40	19.0	29	97
	125	E	0.32	21.3	30	125
	150	E	0.26	23.6	30	152
	150	E LIFE	0.25	19.7	30	152
	175	E	0.23	25.5	31	174
	200	E	0.20	27.5	31	198
	200	E LIFE	0.19	22.3	31	198
	230	E	0.17	30.4	31	232
	230	E LIFE	0.16	24.4	31	232
Väliseinät	80	I	0.50	17.4	29	80
	100	I	0.40	19.0	29	97
	125	I	0.32	21.3	30	125
	150	I	0.26	23.6	30	152
	175	I	0.23	25.5	31	174
	200	I	0.20	27.5	31	198
	230	I	0.17	30.4	31	232
Palorakenteet	80	F	0.54	20.5	30	80
	100	F	0.44	22.8	30	97
	125	F	0.35	26.3	31	125
	150	F	0.29	29.7	31	152
	175	F	0.25	32.5	31	174
	200	F	0.22	35.5	31	198
	230	F	0.19	39.7	31	232
Erityislujat rakenteet *)	80	S	0.54	20.5	30	80
	100	S	0.44	22.8	30	97
	125	S	0.35	26.3	31	125
	150	S	0.29	29.7	31	152
	175	S	0.25	32.5	31	174
	200	S	0.22	35.5	31	198
	230	S	0.19	39.7	31	232

*) paneeli erityistä lujuutta vaativaan rakenteeseen, esim. osastoiva yläpohja tai pitkä jänneväli / suuri tuulikuorma ulkoseinässä

Tuoteominaisuudet

PAROC® -elementit

Käyttöalue	Ulkoseinät, väliseinät ja sisäkatot
Elementtityypit	AST® T, AST® S, AST® F ja AST® E
Ulkopinta	Teräslevy, vakiopaksuus 0,6 mm, saatavana myös 0,7 mm Vakiopinnoite PVDF
Sisäpinta	Teräslevy, vakiopaksuus 0,5 mm, saatavana myös 0,6 ja 0,7 mm Vakiopinnoite polyesteri, saatavana myös FoodSafe ja ruostumaton teräs
Ydin	Konstrukttiivinen PAROC-kivivilla
Leveys	Moduulileveys 1200 mm, hyötyleveys 1196 mm
Maksimipituus	12 m
Palo-ominaisuudet	Palamaton, Euroluokka A2-s1,d0 ²⁾
Ääneneristävyyden R_w	28...31 dB

Ulkoseinät ja väliseinät

Elementti- tyyppi	Ominaisuus									
	Nimellispaksuus, mm	50	80	100	120	150	175	200	240	300
	Todellinen paksuus, mm	53	79	99	120	151	173	202	243	305
AST® T	U-arvo, W/m ² K ¹⁾	0,68	0,47	0,38	0,31	0,25	0,22	0,19	0,16	0,13
	Palonkesto, min. ²⁾	-	EI 30	EI 45	EI 60	EI 120	EI 120	EI 180	EI 240	EI 240
	Paino, kg/m ² ³⁾	14	16	17	19	21	23	25	28	33
AST® S	U-arvo, W/m ² K ¹⁾	0,69	0,48	0,38	0,32	0,26	0,22	0,19	0,16	0,13
	Palonkesto, min. ²⁾	EI 20	EI 45	EI 60	EI 90	EI 120	EI 180	EI 240	EI 240	EI 240
	Paino, kg/m ² ³⁾	15	17	19	21	23	24	28	32	37
AST® F	U-arvo, W/m ² K ¹⁾	0,77	0,53	0,43	0,36	0,29	0,25	0,22	0,18	0,14
	Palonkesto, min. ²⁾	EI 45	EI 90	EI 120	EI 120	EI 180	EI 240	EI 240	EI 240	EI 240
	Paino, kg/m ² ³⁾	16	19	21	24	27	30	33	38	45
AST® E	U-arvo, W/m ² K ¹⁾	NPD	NPD	0,43	0,36	0,29	0,25	0,22	0,18	0,14
	Palonkesto, min. ²⁾	EI 45	EI 90	EI 120	EI 120	EI 180	EI 240	EI 240	EI 240	EI 240
	Paino, kg/m ² ³⁾	16	19	22	24	28	30	34	39	46

Sisäkatot

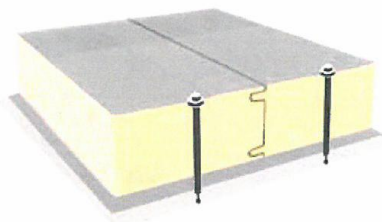
Elementti- tyyppi	Ominaisuus									
	Nimellispaksuus, mm	50	80	100	120	150	175	200	240	300
	Todellinen paksuus, mm	53	79	99	120	151	173	202	243	305
AST® E	U-arvo, W/m ² K ¹⁾	NPD	NPD	0,43	0,36	0,29	0,25	0,22	0,18	0,14
	Palonkesto, min. ²⁾	NPD	NPD	EI 60	EI 60	EI 60	EI 60	EI 60	EI 60	EI 60
	Paino, kg/m ² ³⁾	16	19	22	24	28	30	34	39	46

NPD = ominaisuutta ei määritelty (ei testattu)

¹⁾ U-arvot sisältävät pintavastukset $R_{s1} + R_{s2} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$ ja ponttien vaikutuksen U-arvoon.

²⁾ Rakenteiden suunnittelu ja sallitut jännevälit Suunnitteluohjeen mukaan. PAROC® shadow ja PAROC® acoustic -elementeillä ei ole palonkestoluokitusta, PAROC® print ja PAROC® art -elementit on luokiteltu Euroaluokkaan C-s1,d0.

³⁾ Voimassa vakiopinnoiteille elementeille.



IzoWall IPR / PUR

Sandwich-elementti polyisosaanuraatti- tai polyuretaaniytimellä – näkyvä kiinnitys.

Käytettäväksi ulko- ja väliseinien rakennusmateriaalina teollisuuskohteissa (tuotantorakennukset), varastorakennuksissa, kauppapaviljongeissa, kauppakeskuksissa maatalouskohteissa. Käytetään vaaka- ja pystysuoraan asennettuna.

Ydin IPR – jäykistä polyisosaanuraattilevyistä, lämmönjohtavuuskerroin $\lambda = 0,020$ W/mK, korotetut palonkestoparametrit. Tiheys 40 +/- 4 kg/m³.

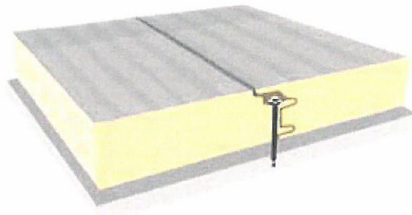
Ydin PUR – jäykistä polyuretaanilevyistä, lämmönjohtavuuskerroin $\lambda = 0,022$ W/mK. Tiheys 40 +/- 4 kg/m³.

Pinnat teräsohutelvyä, ruosteestokäsittely käyttötarkoituksesta riippuen.

Mekaaniset ominaisuudet					
paksuus	40	60	80	100	120
hyötyleveys (mm)	1080 1150 *				
kokonaisleveys (mm)	hyötyleveys +10 mm				
pituus (mm)	2000 - 15000				
paino 0,4/0,5 (kg/m ²)	9,0	9,8	10,6	11,4	12,2
paino 0,5/0,5 (kg/m ²)	9,8	10,6	11,4	12,2	13,0
Eristävyys					
U (IPR) W/m ² K	0,48	0,33	0,25	0,2	0,17
U (PUR) W/m ² K	0,54	0,36	0,27	0,22	0,18
Palonkestävyys					
IPR:n palonkestävyys	ei tutkittu			EI30	EI30
PUR:n palonkestävyys	ei tutkittu			EI15	EI15
IPR:n palotekninen käyttäytyminen	B-s2, d0				
PUR:in palotekninen käyttäytyminen	B-s2, d0				
tulen leviäminen	EIVÄT AIHEUTA TULEN LEVIÄMISTÄ				
Akustiikka					
ääneneristyskerroin:					
R _w [dB]	27	25			
R _{A1} [dB]	24	23			
R _{A2} [dB]	22	20			
absorptiokerroin α	0,15				
Tiiviys					
Ilmanläpäisevyys	Täydellinen tiiveys paine-eron olleessa -50/+50 Pa				
Viistosateen kestävyys	A luokka - täydellinen tiiveys paineessa 1200 Pa				

* Standardista poikkeava hyötyleveys on saatavissa sopimuksen mukaan.

Elementit valmistetaan eurooppalaisen standardin EN 14509:2010 mukaan ja niillä on  merkintä



IzoGold IPR / PUR

Sandwich-seinäelementti
polyisosyanuratti- tai polyuretaaniytimellä,
piilokiinnitys ruuveilla.

Käytettäväksi ulko- ja väliseinien rakennusmateriaalina teollisuuskohteissa (tuotantorakennukset), varastorakennuksissa, kauppapaviljongeissa, kauppakeskuksissa ja maatalouskohteissa. Käytetään pysty- ja vaakasuoraan asennettuna.

Ydin IPR – jäykistä polyisosyanuraattilevyistä, lämmönjohtavuuskerroin $\lambda = 0,020$ W/mK, korotetut palonkestoparametrit. Tiheys 40 +/- 4 kg/m³.

Ydin PUR – jäykistä polyuretaanilevyistä, lämmönjohtavuuskerroin $\lambda = 0,022$ W/mK. Tiheys 40 +/- 4 kg/m³.

Pinnat teräsohutlevyä, ruosteenestökäsittely käyttötarkoituksesta riippuen.

Mekaaniset ominaisuudet				
paksuus	60	80	100	120
hyötyleveys (mm)	1080			
kokonaisleveys (mm)	hyötyleveys +10 mm			
pituus (mm)	2000 - 15000*			
paino 0,4/0,5 (kg/m ²)	10	10,8	11,6	12,4
paino 0,5/0,5 (kg/m ²)	10,9	11,7	12,5	13,3
Eristävyys				
U (IPR) W/m ² K	0,37	0,27	0,21	0,18
U (PUR) W/m ² K	0,37	0,27	0,22	0,18
Palonkestävyys				
IPR:n palonkestävyys	ei tutkittu			
PUR:n palonkestävyys	ei tutkittu		EI15	EI15
IPR:n palotekninen käyttäytyminen	B-s2, d0			
PUR:in palotekninen käyttäytyminen	B-s2, d0			
tulen leviäminen	EIVÄT AIHEUTA TULEN LEVIÄMISTÄ			
Akustiikka				
ääneneristyskerroin:				
R _w [dB]	26		27	
R _{A1} [dB]	25		23	
R _{A2} [dB]	22		21	
absorptiokerroin α	0,15			
Tiiviys				
Ilmanläpäisevyys	Täydellinen tiiveys paine-eron olleessa -50/+50 Pa			
Viistosateen kestävyys	A luokka - täydellinen tiiveys paineessa 1200 Pa			

* Standardista poikkeava hyötyleveys on saatavissa sopimuksen mukaan.

Elementit valmistetaan eurooppalaisen standardin EN 14509:2010 mukaan ja niillä on merkintä

