

Sinikka Roikonen

Jyrsittyjen kipsilevyjen käyttö esivalmisteisessa talotekniikan koteloinnissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

28.5.2014

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Sinikka Roikonen Jyrsittyjen kipsilevyjen käyttö esivalmisteisessa talotekniikan koteloinnissa 56 sivua + 9 liitettä 28.9.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Rakennustuotantotekniikka
Ohjaaja(t)	Laboratorioinsinööri Matti Leppä, Metropolia AMK Avainasiakaspäällikkö Ilkka Nurmi, Knauf Oy Myyntijohtaja Petteri Tarkio, Knauf Oy
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää markkinoiden ja laindäädännön vaatimuksia esivalmisteisen talotekniikan kipsilevykoteloinnin saamiseksi teolliseen tuotantoon. Knauf Oy on kehittämässä esitaivutetun kipsikotelointikonseptia vasteena työmailla havaittuun tarpeeseen.</p> <p>Tutkimustyössä syvennyttiin Suomen rakentamismääräyskokoelman E1 sekä Suomen standardisoimisliiton asettamiin paloluokitus ja –turvallisuusvaatimuksiin sekä teollisen ja modulieräntämisen periaatteisiin. Käytännön toteutukseen logistiikan ja asentamisen kannalta perehdyttiin VVS Group Oy:n linjasaneerauskohteessa Helsingin Pohjois-Haagassa.</p> <p>Tällä opinnäytetyöllä tähdätään yrityksen olemassa olevien tuotteiden kehittämiseksi työmaata palveliviksi järjestelmiksi sekä mahdollisten uusien ratkaisujen innovoimiseksi ja olemassa olevien käytäntöjen tehostamiseksi. Pitkällä aikavälillä tilauskantaa pyritään kasvattamaan riittäväksi tehdasvalmistuksen käynnistämistä varten.</p> <p>Saatujen tietojen pohjalta Knauf Oy tulee kehittämään tuotteistamista eteenpäin sekä Suomessa että koko konsernin tasolla. Opinnäytetyötä tullaan käyttämään jatkossa markkinoinnin tukena konsernin sisällä.</p>	
Avainsanat	Tehdastaivutettu kipsilevy, LVI-kotelointi, moduli, teollinen rakentaminen, korjausrakentaminen

Author(s) Title Number of Pages Date	Sinikka Roikonen Use of milled gypsum board in prefabricated encapsulation of heating, plumbing, ventilation and electrical installations 56 pages + 9 appendices 28 September 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Construction and Site Management
Instructor(s)	Matti Leppä, Laboratory Engineer, Helsinki Metropolia University of Applied Science Ilkka Nurmi, Key Customer Manager, Knauf Oy Petteri Tarkio, Sales Manager, Knauf Oy
<p>The aim of this thesis is to investigate requirements of domestic markets and legislation to initiate industrial production of prefabricated milled gypsum board encapsulation. The concept of industrial prebent gypsum board encapsulation is being developed to meet the demand of construction sites by Knauf Oy.</p> <p>In the research fire safety of buildings according to The National Building Code of Finland and Finnish Standards Association was studied, along with general principles of industrialized building and modular construction. The practical implementation in terms of logistics and installation was studied at a renovation construction site of VVS Group Oy in Pohjois-Haaga, Helsinki.</p> <p>This thesis is intended as a basis for product development of systems that best serve construction sites. Also, the received data enable brand new innovations and enhance existing practices. In the long term, the volume of orders is to be increased so that industrial production is feasible.</p> <p>Based on the received data, Knauf Oy will develop productization further both in Finland and at Group level. In future the thesis will be used for marketing by Knauf corporation.</p>	
Keywords	prebent gypsum board, reconstruction, industrialized building, modular construction

Sisällys

Sanasto

1	Johdanto	1
2	Kipsilevy rakennusmateriaalina	3
2.1	Kipsin ominaisuudet	3
2.2	Kipsilevy	4
2.2.1	Ominaisuudet	4
2.2.2	Levytyypit	5
3	Teollinen tuotanto	9
3.1	Modulirakentaminen teollisessa tuotannossa	8
3.1.1	Teollisten ratkaisujen hyödyt	11
3.1.2	Teollisten ratkaisujen haasteet	12
3.2	Teollinen rakentaminen korjausrakentamisessa	16
3.2.1	Korjausrakentamisen erityispiirteet	17
3.2.2	Toteuttaminen	20
3.2.3	Soveltuvat toteutusmuodot	21
3.3	Kilpailevat ratkaisut	23
3.3.1	Silotek ®	24
3.3.2	Wedi ®	25
4	Rakenteiden palontorjunta	26
4.1	Rakennusten palotekniset luokat	26
4.2	Rakennusmateriaalien palonkesto	28
4.2.1	Rakennusmateriaalien paloluokitukset	28
4.2.2	Euroluokitusjärjestelmä	29
4.2.3	Kipsin ja kipsipohjaisten tuotteiden paloluokitukset	31
4.3	Paloluokituksen testaus ja määrittäminen	32
4.3.1	Paloluokituksen testaus A1-luokan tuotteilla	32
4.3.2	Sovellusalueen määrittäminen	34
4.3.3	Luokitusraportti	36

5	Kiinnitys	37
5.1	Liimaus	37
6	Kohdetyömaa	38
6.1	Osapuolet	38
6.2	Kohdetiedot	39
6.3	Urakka	40
6.3.1	Taustatietoa	40
6.3.2	Rakennusselostus	40
6.4	Toteutus työmaalla	41
7	Johtopäätökset	43
7.1	Kehitystarpeet	44
7.1.1	Toimitus	45
7.1.2	Mitat ja profiilit	46
7.2	Toimenpiteet ja haasteet	48
7.2.1	Tuotteistaminen	48
7.2.2	Suunnittelu	49
7.2.3	Saatavuus	49
7.2.4	Tie- ja jakeluverkosto	50
7.2.5	Show room	51
	Lähteet	52
	Liitteet	
	Liite 1. As. Oy Bunkkeri pohjakuva	
	Liite 2. As. Oy Bunkkeri yleisaikataulu	
	Liite 3. As. Oy Bunkkeri työmaasuunnitelma	
	Liite 4. As. Oy Bunkkeri asuinkerroksen sähkökuva	
	Liite 5. As. Oy Bunkkeri huoneistokortti 1/4	
	Liite 6. As. Oy Bunkkeri huoneistokortti 2/4	
	Liite 7. As. Oy Bunkkeri huoneistokortti 3/4	
	Liite 8. As. Oy Bunkkeri huoneistokortti 4/4	
	Liite 9. Knauf Oy rahtitaulukko 2014	

Sanasto

CWFT	<i>Classified without Further Testing, EU fire protection standards</i> , "luokiteltu ilman lisättestausta" standardi rakennusmateriaaleille. Euroopan komission laatima menettely, jonka perusteella tuote, jonka palokäyttäytyminen tunnetaan ja on vakaata, voidaan katsoa kuuluvan tiettyyn paloluokitukseen ilman testausta.
Edustava asennustapa	Todellisen asennutavan ja olosuhteiden simulointi koestustilanteessa vertailukelpoisen ja käytännön tilanteeseen sovellettavan datan saamiseksi.
EN 13823 (SBI)	Rakennustuotteiden palotestejä koskeva standardi.
Geneerinen valmiste	Yleinen tiettyyn tuoteluokkaan tai sukuun kuuluva tuote, joka on sovellettavissa ominaisuuksiltaan suurempaan tuotejoukkoon. jonka ominaisuuksia ei ole spesifioitu tarkasti.
Kalsinoituminen	Kalkkiven (CaCO_3) hajoaminen n. 1100 °C lämpötilassa kalsiumoksidiksi eli poltetuksi kalkiksi (CaO) ja hiilidioksidiksi (CO_2).
Kaksiputkijärjestelmä	Perinteinen vesikiertoisen patterilämmityksen toteutustapa, jossa järjestelmän meno- ja paluuvesi kulkevat omissa putkistoissaan.
Kevytrunkoaine	Laastissa käytettävä kiviaines, jonka max. raekoko on 1,2 mm.
Kipsikivi	Kipsikide, kalsiumsulfaatin dihydraatti $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, hemihydraattikipsiä $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$.

Lieskahdus	Äkillinen palokaasujen räjähdys, jossa rajatussa tilassa olevien palavien tarvikkeiden kaikki pinnat syttyvät palamaan kokonaan.
Lämpömäärä (Q)	Ilmoittaa prosessissa syntyneen tai kappaleesta toiseen siirtyneen lämpöenergian määrän.
Rakennuksen likaiset tilat	Koneellisessa ilmanvaihdossa tilat, joiden kautta käytetty poistoilma johdetaan ulos. Likaisia tiloja ovat mm. wc, kylpyhuone, vaatehuone, keittiö.
Lämpövuoto q	Ilmaisee liikkuvan lämpövirran suhteen poikkipinta-alaan eli lämpövirran tiheyden (W/m ²).
Massaräätälöinti	Asiakaslähtöinen tuotantokonsepti ja liiketoimintamalli, joka massatuotannon avulla, modulaarisuutta, tuotestandardointia ja komponenttien toistuvuutta hyödyntämällä, toteuttaa asiakkaan tilauskohtaiset tuotteet.
Moduli	Mitoiltaan standardoitu kappale, jolla pystytään luomaan suurempia kokonaisuuksia yhdistämällä ja vaihtelemalla toisiin moduleihin. Rakentamisessa myös liitännäsmitta.
Modulirakentaminen	Esivalmisteisista teollisesti tuotetuista moduleista rakentaminen paikan päällä.
Palokuorma	Vapautuva kokonaislämpömäärä [MJ], kun tilassa oleva aine palaa täydellisesti. Kantavat, runkoa jäykistävät, osastoivat ja muut rakennusosat sekä irtaimisto lasketaan palokuormaan kuuluvaksi.
Palokuorman tiheys	Palossa vapautuva lämpönäärä huoneistoalan neliometriä kohden [MJ/m ²].
Perinteiset urakkamuodot	Urakkamuodot, joissa suunnittelu ja rakentaminen kilpailutetaan erikseen sekä, joiden hankevaiheet toteutetaan peräkkäin

Perliitti	1-5 mm raekeista vulkaanista kiviainesta, joka lisää seostuotteen huokoisuutta ja ilmavuutta.
Rakennusosien paloluokitus	Järjestelmä, jonka avulla ilmaistaan aika (min), jonka ajan rakennusosan tulee säilyttää kantavuutensa ja osastoivuutensa palotilanteessa.
Savunmuodostumisen lisämääre	Kuvaa rakennustuotteen kykyä muodostaa savua palon aikana seuraavan asteikon mukaisesti: s1 erittäin vähäinen, s2 vähäistä, s3 ei täytä s1 ja s2.
Päästöluokitus M1	Rakennustietosäätöön kolmiasteinen luokitus rakennusmateriaaleille, joka kuvaa materiaalien kykyä vapauttaa sisäilmaan orgaanisia yhdisteitä seuraavan asteikon mukaisesti: M1 erittäin vähäinen, M2 vähäistä, M3 materiaalia ei ole tutkittu tai se ei täytä M1- ja M2-luokkien päästörajoja.
Reaction to fire	EN-standardiin perustuva rakennustarvikkeiden paloteknistä käyttäytymistä koskeva luokitusjärjestelmä, joka sisältää viittaukset käytettäviin koemenetelmä- sekä koetulosten laajennettua käyttöä koskeviin standardeihin.
Standardialusta	Ennalta määritelty ja hyväksytty asennusalusta tiettyä käytännönsovellusta varten.
Teollinen rakentaminen	Rakentamisessa tarvittavien komponenttien tehdasvalmisteista ja kustannustehokasta massatuotantoa.
Täsmäkuljetus	Työmaalle ennalta sovittu suoraan kuormasta purettava kuljetus.
Urakkaraja	Eri urakoitsijoiden tarkka vastuualueiden rajaus hankkeessa.
Vauriomekanismi	Rakennustarvikkeen muodonmuutoksista ja/tai ulkoisista tekijöistä johtuva rakenteen hitaasti etenevä vaurioitumisprosessi.

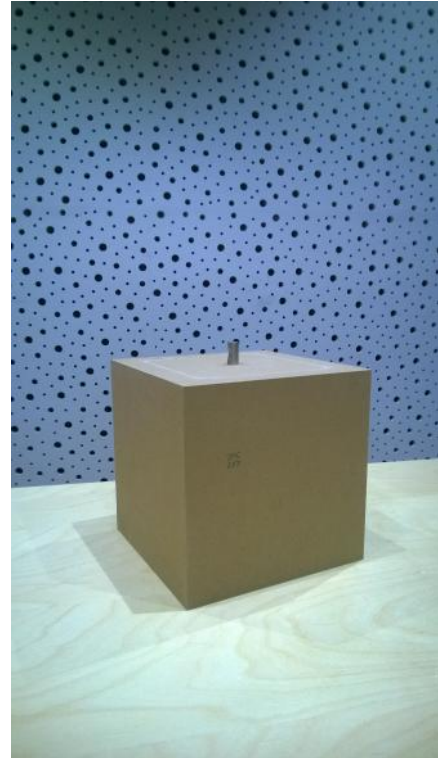
Vermikuliitti	Rakentamisessa lisäaineena eristämässä, palosuojauksessa, kipsiakustiikassa ja äänieristämässä käytettävä mineraali. Sen ominaisuuksiin kuuluvat seoksen huokoistus sekä kosteuden tasaaminen.
Tehollinen lämpöarvo (PGI)	Polttoaineominaisuus, joka ilmoittaa täydellisessä palamisessa vapautuvan lämpöenergian. Yksikkö kiinteillä ja nestemäisillä polttoaineilla MJ/kg. Kaasumaisilla polttoaineilla MJ/m ³ .
Tuoteosakauppa	Toimintamalli, jossa urakoitsija vastaa tilaajan määrittelemän rakennusosan toimittamisesta sisältäen kokonaisuuden suunnittelun, valmistuksen sekä asennuksen osalta.
VOC-päästöt	<i>Volatile Organic Compound</i> -päästöt. Huoneilmaan mm. lakoista, liuottimista ja polttoaineista sekä etenkin uusista rakennusmateriaaleista haihtuvia orgaanisia yhdisteitä.
Ylempi lämpöarvo (PCS)	Kalorimetrinen lämpöarvo vakiopaineessa, joka ilmaisee vapautuvan lämpöenergian määrän poltettavan aineen massayksikköä kohti aineen palaessa täydellisesti ja palamistuotteiden jäähtyessä 25°C:een

1 Johdanto

Knauf Oy kuuluu osana saksalaista Knauf-konsernia. Konserni on Saksassa vuonna 1932 perustettu perheyriitys. Knauf-konsernilla on yli 200 toimipistettä ympäri maailmaa ja onkin yksi maailman suurimmista kipsilevytoimittajista sekä yksi Euroopan johtavista rakennusmateriaalien valmistajista kaikki toiminnot huomioidessa. Konsernin toimialaan kuuluu kipsi- ja kipsipohjaisten tuotteiden sekä järjestelmäratkaisujen kehittäminen, valmistaminen ja markkinointi ympäri maailmaa. Rakennusmateriaalien tuotevalikoimassa Knauf on erikoistunut kipsipohjaisiin tuotteisiin, laasteihin ja eristysmateriaaleihin.

Knauf Oy on toiminut vuodesta 1991 Suomessa. Yritys on keskittynyt kipsilevyjen sekä muiden rakennustuotteiden valmistukseen ja myyntiin. Suomessa yrityksellä on kipsilevytehdas Kankaanpäässä, Pohjois-Satakunnassa.

Harjoittelujaksolla havaittiin linjasaneeraustyömaalla paikan päällä tehtyjen LVIS-koteloiden tekemisen vievän pääsääntöisesti timpureilta suhteettoman paljon aikaa. Sen lisäksi, että työskentely kalliilla työvoimalla on aikaavievää, se on myös suhteellisen altis työvirheille, sillä monesti



Kuva 1. Knauf Oy:n tuplakipsistä toteutettu ääntä eristävä laatikko. [35]



Kuva 2. Ääntä eristävä laatikko. Knauf Oy:n Dandoline akustiikkalevy taustalla. [35]

mahdolliset muutokset putkituksissa ja sähkövedoissa johtivat osittain tai kokonaan koteloinnin purkamiseen ja uudelleenrakentamiseen. Tämä ei vaikuttanut järkevältä ja tehokkaimmalta ratkaisulta urakoitsijan kannalta, sillä tehtävien koteloiden mitat olivat pääosin samoja, mikä mahdollistaisi rakenteen moduloinnin.

Knaufilta on tuotevalikoimassaan tehdasvalmisteinen kotelointi, mutta vähäisen kysynnän takia se ei ole vielä sarjatuotannossa. Opinnäytetyöllä tähdätään yrityksen olemassa olevien tuotteiden kehittämiseksi työmaata palveleviksi järjestelmiksi sekä mahdollisten uusien ratkaisujen innovoimiseksi ja käytännön järjestelyjen tehostamiseksi. Tavoitteena on selvittää tuotteen edut ja heikkoudet työmaan kannalta, joiden perusteella tuotteistamista voidaan lähteä Knaufin osalta kehittämään eteenpäin. Tarkoituksena on löytää ratkaisu esivalmisteiseen linjasaneerausotelointiin, joka olisi toteutettavissa ilman suuria tilaajakohtaisia muutoksia ja olisi käytännöllinen asennuksen kannalta. Tutkimustyöllä pyritään osoittamaan kohteeseen tilatun tehdasvalmisteisen kotelon olevan lopulta rakennusyriykselle kannattavampaa niin taloudellisesti kuin aikataulullisesti.

Työtä tullaan käyttämään jatkossa markkinoinnin tukena konsernin sisällä. Pitkän aikavälin tavoitteena yrityksellä on tuotteen kysynnän lisääminen sekä tehdastuotannon käynnistäminen.

Työ tullaan toteuttamaan vertailemalla kirjallisuudesta löytyviä tietoja ja lainsäädännön asettamia ehtoja tehtyjen haastattelujen ja käytännön simulaation perusteella.

Työssä perehdytään Knauf Oy:n tarjoamien kotelointituotteiden standardeihin, mittoihin, toimitustapaan ja -aikoihin sekä verrataan näitä työmaalla valmistettävien kotelointien tekoon. Opiskelija perehtyy lain



Kuva 3. Mallipalat Knauf Oy:n Lumir Board-levykaton pintakäsittelystä. [35]

ja säädösten asettamiin vaatimuksiin sekä aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen ja muuhun mahdolliseen materiaaliin esim. ulkomaisiin innovaatioihin. Näiden pohjalta hän pyrkii selvittämään mahdolliset sudenkuopat ja rajoitteet tuotteistuksessa ja ennakkoluulottomasti ideoida parannusehdotuksia. Saatuja tietoja tullaan vertailemaan opinnäytetyössä mm. RT-korttien antamaan ohjearvoihin ja eräiltä yrityksiltä haastatteluissa saatuihin tietoihin sekä mahdollisesti oikealta työmaan asennustöistä kerättyyn tietoon.

Yhdessä Knaufin ja Knaufin asiakkaana toimivan urakoitsijan kanssa pyritään kartoittamaan urakoitsijan näkemyksien perusteella, miten olemassa olevaa tuotetta tulisi kehittää ja tuotteistaa, jotta se palvelisi asiakkaan tarpeita. Näitä voivat olla esim. modulimitoitus, liitossaumat, rakenne.

2 Kipsilevy rakennusmateriaalina

2.1 Kipsin ominaisuudet

Kipsiä saadaan luonnosta kipsikivestä eli kalsiumsulfaatista, kierrätetystä jätteestä sekä teollisuuden kemiallisten prosessien sivutuotteena.

Hiilivoimaloiden rikkikaasujen puhdistuksen sivutuotteena saatava voimalaitoskipsi on jopa luonnonkipsiä puhtaampi ja ekologisempi vaihtoehto. Se soveltuu näin ollen hyvin kipsilevyjen valmistuksen raaka-aineeksi tasalaatuisuutensa ja kiderakenteensa ansiosta.



Kuva 4. Kipsijauhetta [34].

Kipsiä saadaan kuumentamalla kipsikiveä. Kalsinoitumisprosessissa kipsiä jalostetaan eteenpäin kuumentamalla se $+160 - +170$ °C:seen, jolloin kipsistä haihtuu kidevettä. Jälkituotteena saadaan hemihydraattikipsiä, ns. stuko-, muovailu- tai rakennuskipsiä.

Hemihydraattikipsin etu rakennusteollisuuden kannalta on sen kyvyssä sitoa vettä itseensä, jolloin kemiallinen reaktio tapahtuu toisen suuntaan, hemihydraatti kovettuu dihydraatiksi muutamassa minuutissa. [1, s. 223] , [6, s. 28-29.]

2.2 Kipsilevy

2.2.1 Ominaisuudet

Kipsikartonkilevy on rakennuslevy, jossa kartonkisten pintakerrosten välinen keskikerros on stukkokipsijauheesta, vedestä ja lisäaineesta valettu massa. Levyjen painosta n. 95% on kalsiumsulfaattia ja 5% kartonkia. Erikoislevyihin on saatettu lisätä muita materiaaleja kuten lasikuitua, savea tai vermikuliittia palonkestävyysominaisuuksien ja rakenteen lujuuden parantamiseksi.

Kipsin hyvät paloneristävyysominaisuudet perustuvat sen kiderakenteeseen sitoutuneeseen suureen määrään kidevettä. Palotilanteessa kipsikiteisiin kemiallisesti sitoutunut kidevesi höyrystyessään kuluttaa lämpöenergiaa, joka näin ollen hidastaa palavan seinärakenteen vastakkaisen puolen lämmön nousua sekä palon etenemistä.

Palotilanteessa vastakkaisen kipsilevy- tai -rappauspintaisen rakenteen lämpötila pysyy 100 °C:ssa niin kauan kunnes kidevesi on höyrystynyt kokonaan levyrakenteesta. Palonkestoa voidaan parantaa levykerrosten määrää lisäämällä, käyttämällä palonsuojauskipsiä tai kasvattamalla kipsirappauskerroksen paksuutta.

Kipsi on ominaisuuksiltaan tasalaatuinen, palamaton, luja sekä puhdas luonnonmateriaali, joka on kiderakenteensa ansiosta lähestulkoon elämätön rakennusmateriaali. Valmiissa rakenteessa saattaa kuitenkin ilmetä hiushalkeamia saumatasonitettujen ja nauhoitettujen levysaumojen kohdalla levyjen muodonmuutoksista johtuen.

Huokoisena kivimateriaalina se tasaa sisäilman kosteus- sekä lämpötilavaihteluja säilyttäen samalla muotonsa sisäilman suhteellisen kosteuden pysyessä alle 85-90%, jota korkeammilla kosteuspitoisuuksilla kipsilevyn käyttämistä rakennusmateriaalina tulisi välttää sen lujuus- ja jäykkyysominaisuuksien heikkenemisen vuoksi.

Muihin kipsin eduksi luettaviin ominaisuuksiin voidaan laskea sen kyky vaimentaa ääntä suuren painonsa ja pienen taivutusjännityksensä ansiosta. Pieni taivutusjännitys eli materiaalin jäykkyys vastustaa ääniaaltojen aiheuttamia paineaaltojen synnyttämiä muutoksia ja materiaalissa syntyvää värinää vastaan. Rankatyypin, levykerrosten määrä, runkotilan syvyys eli ts. levytysten välinen ilmarako sekä eristys vaikuttavat myös osaltaan rakenteen eristyskykyyn.

Sisäilman kannalta kipsi soveltuu rakenteissa hyvin käytettäväksi, sillä se on pH:ltaan 7 eli neutraali eikä se vapauta huoneilmaan hajua tai terveydelle haitallisia VOC-päästöjä kuten monet muut uudet rakennusmateriaalit. Kipsilevy on myös huono kasvualusta normaalioloissa eri mikro-orgasmeille kuten homesienille ja pieneliöille.

Suorista levyistä saadaan halutessa kustutettuna taivutettua erilaisia arkkitehtonisia kaarevia muotoja. Taivutusominaisuuksiltaan levyn pituussuuntainen taivutusjäykkyys on vaakasuuntiseen verrattuna n. 20% suurempi, mutta varsinainen taivutussäde on riippuvainen levytyypistä ja mitoista.

[1, s. 223-228], [6, s. 12, 28-29, 57.]

2.2.2 Levytyypit

Tässä osuudessa tarkastellaan pelkästään muutamaa Knauf Oy:n tarjoamista kipsilevytuotteista, eikä perehdytä koko Knauf-konsernin tai kilpailevien yritysten tuotteisiin.

Levyjen pituus on 2400-3800 mm ja leveys 900 tai 1200 mm. Käytettävien levyjen korkeusmitta määräytyy kohteen alakattokoron mukaan. Yhtenäinen seinäpinta-ala ja huonetilan koko ovat määräävänä tekijöinä levykoon valinnassa. 900 mm leveää levyä on helpompi työstää ahtaassa tilassa ja on työergonomisempi väliseinäasentajan työskennellä.

Levyjä on saatavissa suorareunaisten lisäksi myös reunaohennettuina sekä viistereunaisina, jolloin saumatessa sauma saadaan levypinnan kanssa samaan tasoon ja levysaumasta tulee näin ollen siisti ylitasoitettaessa ja -maalatessa eikä levysaunojen rajoja jää näkyviin.

Normaali sisäverhouskipsilevy KN 13/900/1200 (A)

Seinien, kattojen pilarien ja palkkien verhoukseen. Pitkät sivut kartonkipintaiset ja reunaohennetut tai suorareunaiset. Lyhyet sivut suorareunaiset. Paksuus 14,5 mm, paino 9,1 kg/m².



Kuva 5. Sisäverhouskipsilevy [6, s. 14]

KS Saneerauskipsilevy 6/900/1200 (A)

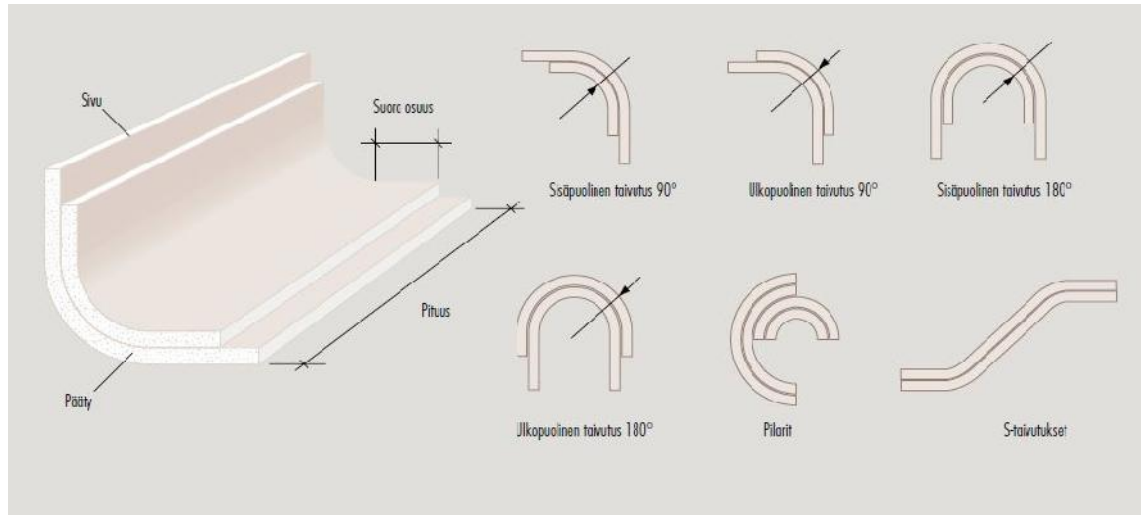
Olemassa olevien sisäseinien ja -kattojen verhoukseen. Voidaan asentaa vanhan pinnan päälle suoraan sekä kaarevissa kohteissa. Pitkät sivut ovat kartonkipintaiset ja raunohennetut, lyhyet sivut suorareunaiset. Paksuus 6,5 mm, paino 5,9 kg/m².



Kuva 6. Saneerauskipsilevy [6, s. 14]

Tehdastaivutettu elementti Curvex

Elementti on yhteenliimattu vähintään kahdesta 6,5 mm paksuisesta kipsilevystä. Tuote on saatavilla tilauksesta 0-180° säteellä tai S-muotoon taivutettuna. Valmiilla ympyräkaarilla ja ellipseillä on mahdollista toteuttaa pehmeää varjostusta tai holvimaista rakennetta. Valmistus asiakkaan tilauksesta. Minimipaksuus 2 x 6,5 mm, minimisäde 22,5 mm, minimipituus 1000 mm, maksimipituus 300 mm.



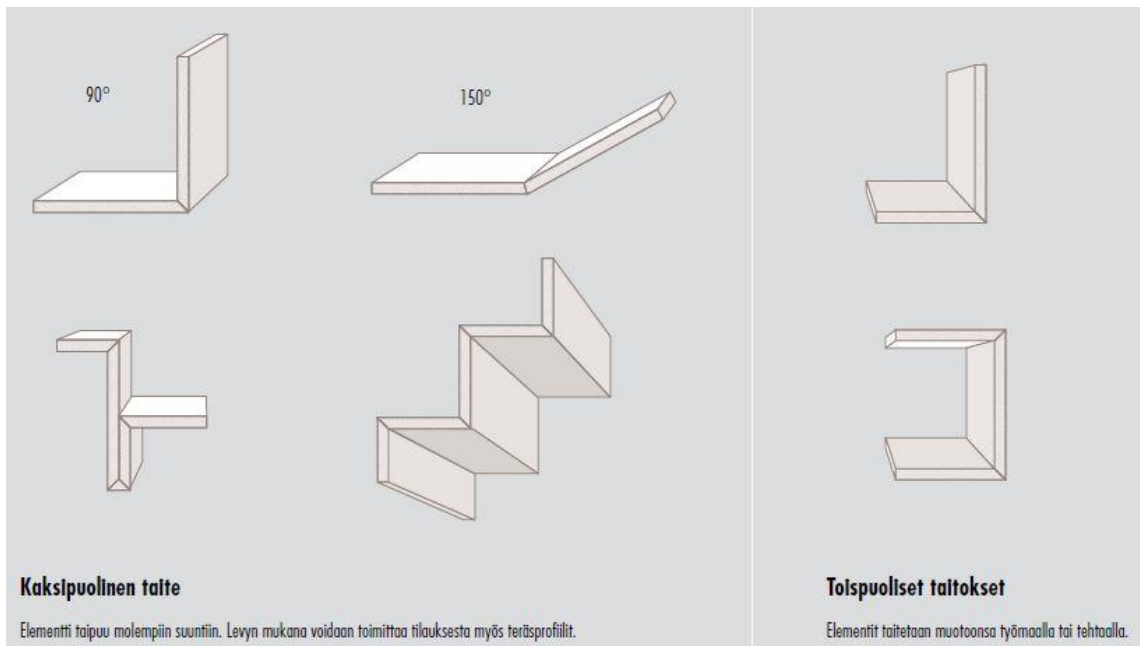
Kuva 7. Curvex [6, s. 146]

Taitetut kipsilevyt Mitex

Tehdasvalmisteinen esitaitettu kilpsilevy, joka voidaan joko taittaa muotoonsa työmaalla tai se toimitetaan työmaalle valmiiksi taiteltuna ja liimattuna rakenteena. Levy mahdollistaa asiakkaan moninaisien ratkaisujen toteuttamisen. Valmistus asiakkaan tilauksesta. Paksuus tavallisimpien kipsilevyjen mukaan: 9,5 mm, 12,5 mm ja max. 25 mm. Maksimileveys 1200 mm, maksimipituus 300 mm.



Kuva 8. Miltex [6, s. 147]



Kuva 9. Miltex taitemahdollisuudet [6, s. 147]

AQUAPANEL Indoor®

Kipsilevyjen lisäksi löytyy myös sementtipohjainen ja lasikuitupinnoitteinen Aquapanel Indoor märkätilalevytykseen. Koska levy on kiviainespohjainen eikä sisällä orgaanista materiaalia, se ei homehdu eikä mätäne lisäten samalla levytetyn rakenteen palonkestävyyttä ja ääneneristävyyttä.

Pituus 1200 mm tai 2400 mm, paksuus 12,5 mm, paino 15 kg/m².



Kuva 10. AQUAPANEL Indoor® [33]

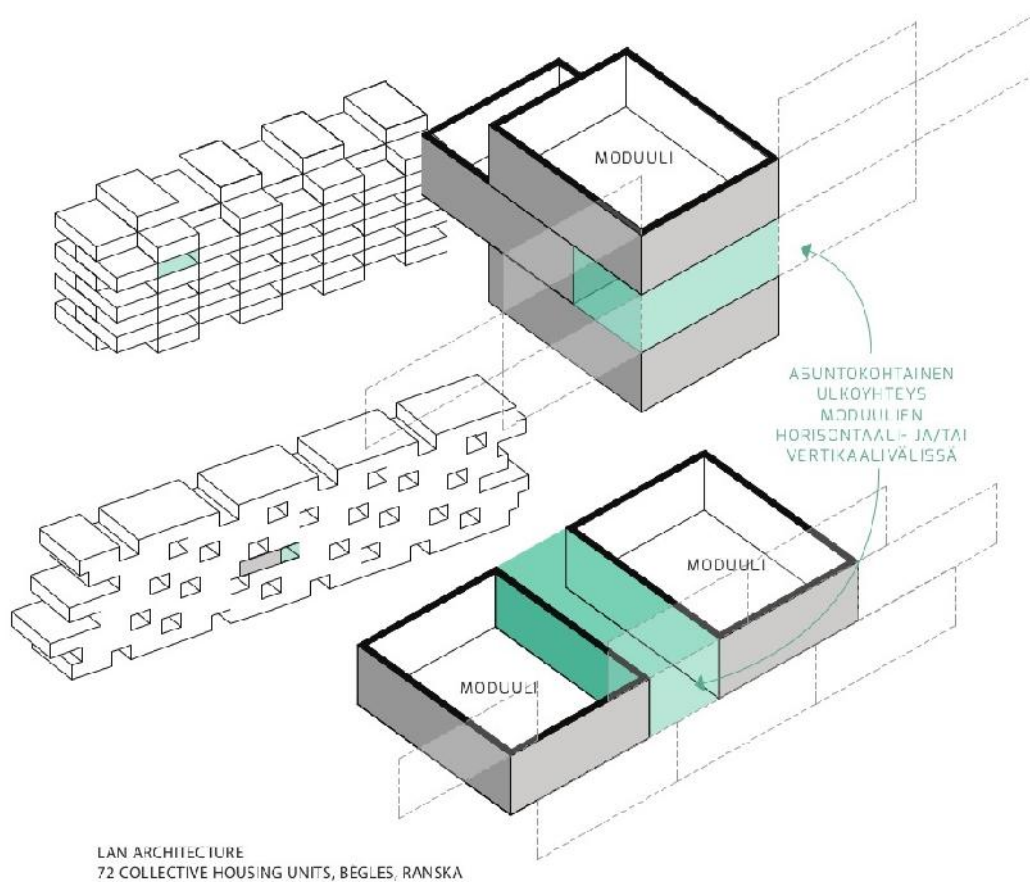
Näiden lisäksi Kanuf Oy:n tuotetarjontaan kuuluu myös muita erilaisia levyjä, kuten mm. tuulen- ja palonsuojalevyjä.

[6, s. 14-18, 140-147], [9, s.12-13.]

3 Teollinen tuotanto

3.1. Modulirakentaminen teollisessa tuotannossa

”Teollisella rakentamisella tarkoitetaan rakentamista, jossa työmaalla tapahtuu vain rakennuksen kokoamista valmiista yksiköistä, moduuleista, jotka tehdään mahdollisimman valmiiksi tehtaissa tai kokoamishalleissa.” Sen pääedellytyksenä on



Kuva 11. Modulirakentaminen [11, s.85]

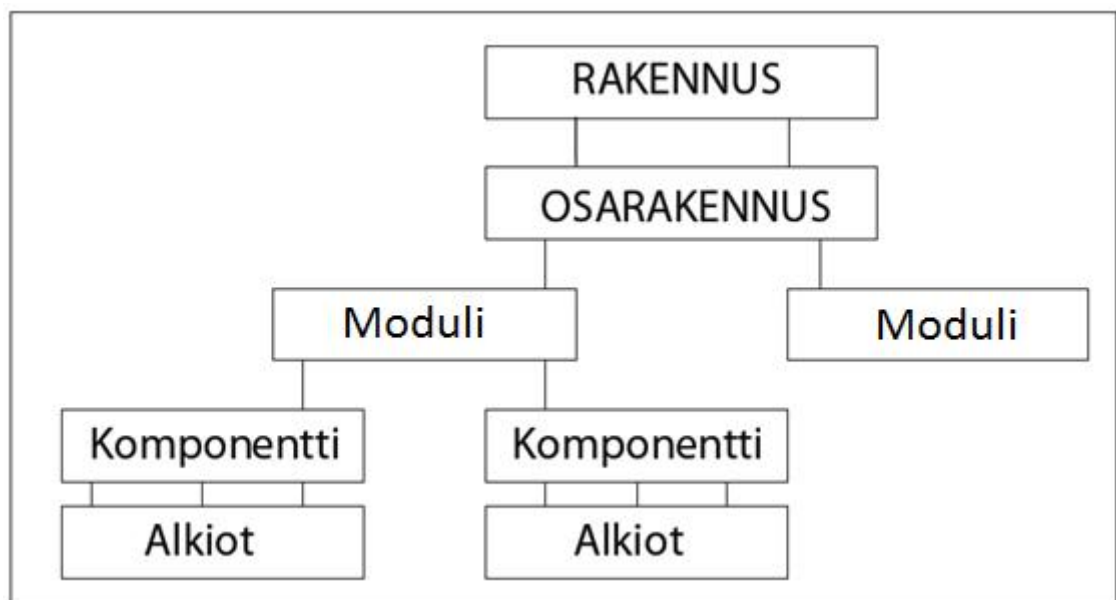
pitkälle viety rakennustarvikkeiden ja -osien stardoiminen, jonka mahdollistaa suurivolyymisen sarjavalmistamisen sekä tehokkaan tuotannon. Esivalmistus, esiasennus ja modulointi ovat valmiusasteeltaan erilaisia teollisen rakentamisen tekniikoita, joilla pyritään saavuttamaan edellä mainitut tehdasvalmisteen tuotannon hyödyt.

Modulaarista rakentamista voidaan pitää tunnusmerkkinä sekä edellytyksenä teolliselle rakentamiselle. Tehokkuutta rakentamiseen saadaan moduuleiden komponenttien muunneltavuudella. Modulaarista tuotetta ei tarvitse uusia kokonaan, sillä jo yhden komponentin vaihtamisella tuotteen ominaisuuksia pystytään muuttamaan olennaisesti. Tämä kuitenkin vaatii kuitenkin eri tavarantoimittajien tuotteiden yhteensopivuutta toimivan tuotteen laskemiseksi markkinoille.

Rakennusosien modularisointi ja tehdasvalmistus nopeuttavat tuotantoa, parantavat laatutasoa ja vähentävät kustannuksia.

[2, s.8], [14, s.170], [12.]

Teollisesti rakennettu rakennus muodostuu osista, jotka on pilkottavissa aina pienempiin rakennuspartikkeleihin. Esimerkiksi asuinkerros voidaan mieltää osana, joka on jaettavissa usein yhteen tai useampaan tilaelementtiin tai lohkon, ns. moduleihin. Moduulit ovat rakennettu esim. seinän tai portaikon kaltaisista rakenneosista eli komponenteista. Alkioiksi kutsutaan materiaaleja ja tarvikkeita, joista komponentit taas on tehty. [2, s.8], [14, s. 170.]



Kuva 12. Rakennuksen jäsentäminen osiin teollisessa rakentamisessa. Muokattu lähteestä [4, s.170]

3.1.1. Teollisten ratkaisujen hyödyt

Teollinen rakentaminen perustuu tuottavuuden kasvuun, jossa tuotekehitys tapahtuu parantamalla nopeasti vanhenevia tuotteita tai lanseeraamalla niitä korvaavia täysin uusia tuotteita. Tuotteita ja palveluja tulee kehittää sekä optimoida jatkuvasti, jotta pystyttäisiin vastaamaan asiakkaan tarpeisiin. Teollisten rakennustuotteiden ja -osien käyttö mahdollistaa entistä alhaisemmilla kustannuksilla joustavamman reagoimisen yksilöllisiin tarpeisiin nopeammin ja laadukkaammin. Asiakkaan näkökulmasta pitkäjänteisesti kehitetty teollinen tuote on kustannuksiltaan sekä laadultaan

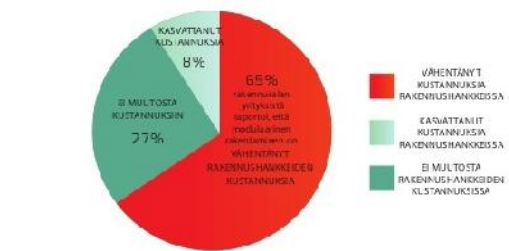
kilpailukykyinen, sillä sen ostaessaan asiakas saa tarkkaan määritellyn tuotteen nopeassa ajassa. Tuotetta ja palvelukonseptia myös kehitetään jatkuvasti tuotannon tehokkuuden kasvattamiseksi ja kustannusten laskemiseksi.

[2, s.8], [15, 30-31], [14. s. 170.]

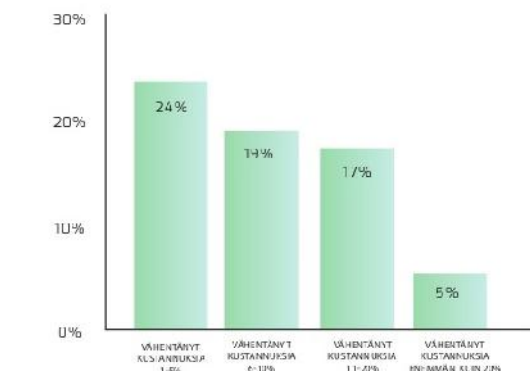
Teollisella rakentamisella lyhennetään olennaisesti työmaavaiheita siirtämällä mahdollisimman moni työvaihe esivalmistukseen sisätiloihin ennen työmaalle kuljettamista ja asentamista. Optimaalisimmassa tilanteessa työmaalle jää näin ollen vain asennus ja pystytys, mikä vähentää työturvallisuusriskiä, kun tuotantoa siirretään tehtaalle helpommin hallittaviin ja seurattaviin olosuhteisiin.

Verrattaessa kuivissa tehdastiloissa tapahtuvaa esiteollista rakentamista perinteiseen työmaalla sään armoilla suoritettavaan, esiteollisella elementtivalmistuksella saavutetaan myös tehokkaampi, mittatarkempi, muunneltavampi sekä laadukkaampi

MODULAARISUUDEN JA ESIVALMISTEISUUDEN VAIKUTUS RAKENNUSSHANKKEIDEN KOKONAISKUSTANNUKSIIN RAKENNUSALAN YRITYKSEN RAPORTOIMANA



McGraw-Hill Construction (2011, 19) mukaan 65% rakennusalan yrityksistä, jotka käyttävät esivalmistusta tai modulaarisuutta raportoi sen vaikutavan vähentävällä rakennushankkeiden kokonaiskustannuksiin. McGraw-Hill Construction 2011, 19.



McGraw-Hill Construction (2011, 19) mukaan 24% niistä tutkimukseen osallistuneista rakennusalan yrityksistä, jotka käyttävät esivalmistusta ja modulaarisuutta vähentävät rakennushankkeiden kokonaiskustannuksia. McGraw-Hill Construction 2011, 19.

Diagrammi 1. Modulaarisuuden vaikutus kokonaiskustannuksiin [11, s. 15]

tuotanto. Työmaatuotantoa monesti vaivaavia varastointi- ja kosteusongelmia pystytään entistä tehokkaammin hallitsemaan, kun valmiit tuotteet pystytään täsmäkuljettamaan suoraan kuivana tehtaalta rakennustyömaalle ja asentamaan suoraan paikalleen. Näin vältetään turhaa, arvokasta tilaa vievää, työmaalle varastointia, jolloin materiaalien suojaamisen tärkeys korostuu materiaaleihin kosteuden kertymisen riskin kasvaessa. Jälkikäteen kosteusongelmat aiheuttavat sisäilma- ja homeongelmien myötä myös urakoitsijan kannalta suuria kustannuseriä vuosikorjauksissa.

[14, s. 170.]

3.1.2 Teollisten ratkaisujen haasteet

Teollisen rakentamismenetelmien käytön kohtaamat haasteet pohjautuvat monesti ko. menetelmien tuntemattomuuteen, niihin liittyviin asenteisiin sekä hitaaseen asenteiden muutokseen uusia rakentamisprosessia nopeuttavia korjausmenetelmiä kohtaan. Riittävän kokemusperän puuttuessa uusilta tuotteilta, ne herättävät päätöksentekijöissä epäluuloja koskien kustannuksia ja toteutukseen liittyviä riskejä kohtaan. [15, s.40.]

Teollinen rakentamisen lähtökohtana on haastaa ja mahdollisesti jopa mullistaa vallitseva vanha tuote, tekniikka tai tapa toteuttaa jokin asia. Teolliset ratkaisut ovat ostotyyppinä ns. muunneltuja ostoja, jossa teknisten yksityiskohtien lisäksi ostopäätöksentekijän subjektiivisella näkemyksellä on merkittävä vaikutus tuotteen markkinoinnin etenemiselle. Uuden



Kuva 13. Vuonna 1967 Montrealiin World Expoon valmistunut Moshe Safdien suunnittelema Habitat 67 on rakennettu huonemodeista [32].

tuotteen tullessa tarjolle ostaja joutuu kartoittamaan käytettävissä olevat potentiaaliset

toteutus- ja hankintavaihtoehdot sekä niiden tuottamat edut uudelleen, jos hän on epävarma, mikä tarjolla olevista tuotteista tyydyttäisi hänen tarpeensa parhaiten. Ns. perinteiset ratkaisut toimivat tässä tapauksessa haastajina teollisille ratkaisuille.

Ostopäätökseen vaikuttavia tekijöitä on monia, mutta yhdeksi merkittävimmistä tekijöistä rakennusalalla on todettu päätöksentekijän käsitys riskeistä sekä lojaalisuus nykyisiä toteuttamistapoja ja tavarantoimittajia kohtaan. Organisaatiot pyrkivät välttämään riskejä valitsemalla jo hyväksi havaittuja ratkaisuja ja niiden toteuttamiseen hyväksytyjä toimittajia. Päätöksentekijän tehtävänä on havaitsemalla riskit etukäteen taata valinnan onnistuminen ja mahdollisen virhearvioinnin sattuessa minimoida virhearvioinnista seuranneet negatiiviset vaikutukset.

Rakennusalan lojaalisuus toimittajia kohtaan perustuu myös riskienhallintaan. Pitäytymällä vanhoissa menettelytavoissa eliminoidaan epäonnistumisen riski. Epäonnistumisella pelätään investointien menettämistä, mutta myös uudistuksien mukanaan tuomia teknisiä haasteita. Tekniset haasteiden tuoma riski tekee vanhojen toimintatapojen säilyttämisestä helpompaa, mikäli ei uskota uudistuksien tuottaman taloudellisen ja teknisen hyödyn kattavan tulevaisuudessa siirtymävaiheen hankaluuksista koituneita kuluja.

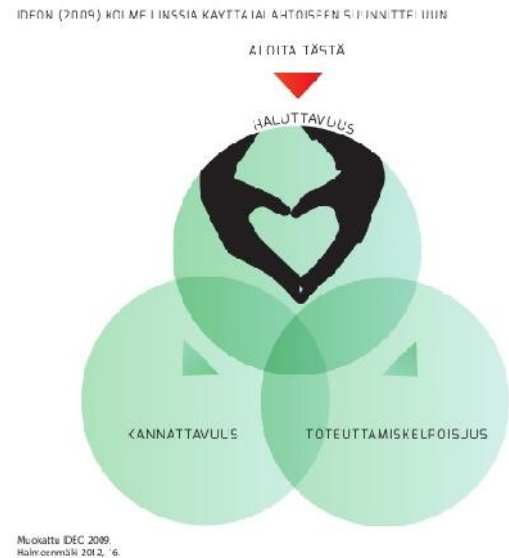
Vallitsevalla mielikuvalla tuotteesta sekä toimittajasta on myös merkittävä vaikutus päätöstä tehdessä. Silloin ratkaisee päätöksentekijän käsitys tuotteen, toimittajan sekä valmistajan positiivisista ja negatiivisista ominaisuuksista. Negatiiviset ominaisuudet eli negatiiviset ovat avainasemassa valintaperusteissa, sillä ne ovat yleensä tiedostamattomia ja vasta valintahetkellä tiedostettavia ominaisuuksia, joita todella arvostetaan. Ne ovat perusedellytyksiä, asiakkaan kohdistamia ehdottomia odotuksia tuotetta sekä toimittajaa kohtaan, joista muodostuu valintakriteeristö.

Positiiviset edut eivät kykene peittomaan negaatioita karsintatilanteessa, jossa negatiivisten ominaisuuksien pohjalta hyväksytyt vaihtoehdot asettuvat järjestykseen pääasiassa taloudellisten intressien perusteella. Taloudellisen vertailun jälkeen päättäjälle muodostuu hyötyjen ja haittojen kokonaisuus, jossa tarkastellaan, kuinka hyvin tuotteen ja toimittajan tarjoamat hyödyt kohtaavat tilaajan tarpeet. Loppuvaiheessa positiiviset hyödyt toimivat kuitenkin ohessa vain ohjaavina valintaperusteina.

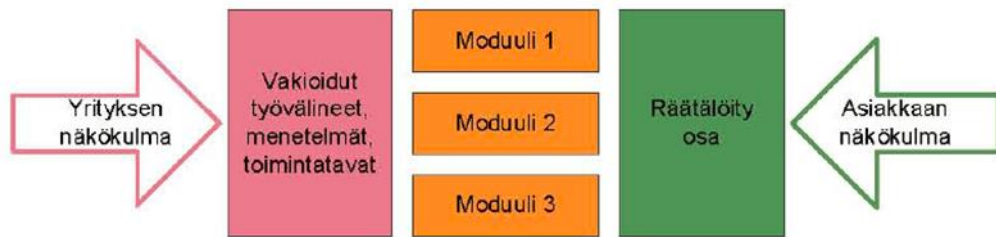
Vaihtoehdot eliminoidaan havaittujen haitta- ja riskitekijöiden näkökulmasta kunnes lopullinen ratkaisu saadaan.

[14, s. 171.]

Suunnittelu lukeutuu myös merkittäviin haasteisiin modulirakentamisesta puhuttaessa. Perinteiseen rakentamiseen nähden suunnittelun riskit kasvavat, mitä esivalmisteisemmasta tuotteesta on kyse. Toimivan lopputuotteen takaamiseksi, jossa komponenttien liitokset yhteensopivat toisiinsa saumattomasti koottaessa, suunnittelijalta tai suunnittelijoilta vaaditaan vahvaa tietämystä rakenteiden toiminnasta, vaadituista tuotantoprosesseista sekä ammattitaitoa ja kykyä yhdistää moduulit annettujen toleranssien, standardien ja ohjeiden sallimissa puitteissa. Lisäksi pelkästään itse tuotteen suunnitteleminen ei riitä, vaan suunnittelijan vastuulla on myös valmiin tuotteen kuljetuksen, tuennan sekä paikalle asentamisen suunnittelu sekä niissä ohjeistaminen. Asennusvaiheessa mahdollisia ongelmia kohdatessaan työmaa pyytääkin yleensä suunnittelijan kantaa ja ratkaisua tilanteeseen, missä suunnittelijan todellinen tekninen osaaminen punnitaan.



Kuva 14. Käyttäjälähtöinen suunnittelu [11, s. 21]



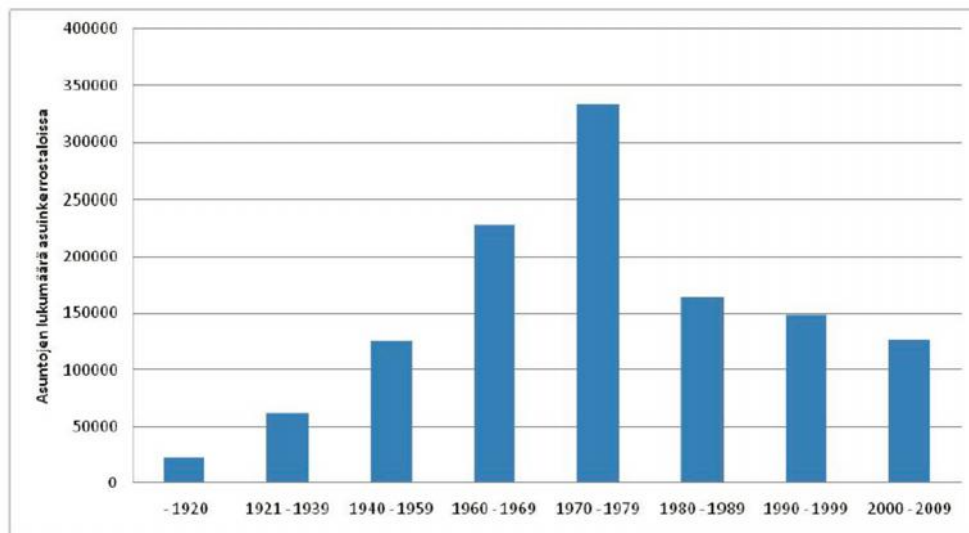
Kuva 15. Modulaarisen tuotteen tai palvelun rakenne [15, s. 31]

Verrattaessa paikallarakentamiseen modulierakentamisessa suunnitelmien tulee myös valmistua huomattavasti aikaisemmassa vaiheessa sekä työmaan että hankinnan käyttöön, sillä teollisesti esivalmisteisten tuotteiden saatavuus ja toimitusajat ovat pelkkien materiaalien toimitusaikoihin nähden pitempiä. Etenkin jos on kyse työmaakohtaisten mittojen mukaisesti valmistetuista tuotteista. Nämä asiat tulee huomioida, jotta kuljetukset saadaan ajoissa työmaalle ilman asennuksen sekä seuraavien työvaiheiden aloittamisen viivästymistä.

[2 s. 8] ,[14 s. 171.]

3.2 Teollinen rakentaminen korjausrakentamisessa

Suomen 1960- ja 1970-luvun maaseudun muuttoaalto kaupunkeihin loivat määrällisesti suuret paineet asuntorakentamiselle. Vaikka asuntokerrostalotuotannossa käytettiin teollista sekä elementtirakentamista jo tuolloin, rakentamisen laatu kärsi standardoimisen ja tehokkuusajattelun kustannuksella. [15, s.8.]



Diagrammi 2. Asuinkerrostoaloissa olevien asuntojen lukumäärän jakautuminen rakennusvuoden mukaan, Tilastokeskus [15, s. 8]

Valtaosa näistä asunnoista tulevat peruskorjausikään 2010- ja 2020-luvuilla taloteknisten järjestelmien, julkisivu- sekä kosteus- ja homekorjausten osalta. Väestön vanheneminen sekä tiukentuvat energiatehokkuuden vaatimukset kasvattavat myös tarvetta vanhan asuntokannan perusparannukselle. Monesti korjaukset ovat laajoja sekä raskaita, sillä rakennusvaiheessa ei olla huomioitu mm. tulevaisuuden rakenne- ja talotekniikan korjausvaatimuksia.

Koska rakennussektorin tutkimus- ja kehityshankkeet ovat pitkälti keskittyneet uudisrakentamiseen, korjausrakentamisen teknologia, tuotantotavat ja tuotevalikoimat ovat kehittyneet hitaasti ja työnsuoritus on tapahtunut pääasiassa käsityönä. Yksi merkittävimmistä haasteista korjauspuolella on kehittää menettelytapoja, jotka ottaisivat huomioon korjausrakentamisen erityispiirteet. [15, s.8-9.]

3.2.1 Korjausrakentamisen erityispiirteet

Korjausrakentaminen on luonteeltaan erilaista uudisrakentamiseen verrattuna asettaessaan omia reunaehtojaan olemassa olevan rakennuksen, korjausprosessin ja käyttäjien mukanaolon kannalta. Tämän takia teolliset ratkaisut soveltuvat parhaiten kohteisiin, joissa rakennuksen massoittelun ja arkkitehtonisen ilmeen muuttamiselle ei ole rajoittavia tekijöitä. Koska suunnittelun lähtökohtana on vanha rakennus, hankkeeseen sisältyy erilaisiin investointeja ja tutkimuksia. Korjausrakentamisessa hankekoko on yleensä pieni ja korjaustarve monesti kohdistuu yksittäiseen rakennusosaan tai järjestelmään koko rakennuksen sijaan, mikä heijastuu korkeana kustannustasona ja matalampana katteena uudisrakentamiseen verrattuna.

Ominaispiirteisiin kuuluu myös, ettei avattavien rakenteiden kunnosta ja toteutuksesta ole varmaa tietoa ennen töiden aloittamista huolellisesti suoritetusta kuntotutkimuksestaan huolimatta. Työt on voitu toteuttaa suunnitelmista poiketen, kuvia ei olla välttämättä päivitetty korjaamisen jälkeen tai suunnitelmat ovat muuten puutteelliset tai niitä ei ole ollenkaan. Tämän lisäksi vaihtelevuus mittatarkkuudessa ja vaurioitumismekanismien synnyttämät ongelmat asettavat haasteita korjauskohteeseen sopivan korjaustavan valinnalle. Vaihtoehtoisia toteutusratkaisuja korjaamiselle tulisi olla useampi, joista sopivin pystyttäisiin vertaillen valitsemaan tilannekohtaisesti organisaation tilaajan tarpeisiin sopiviksi. Teollinen rakentaminen edellyttää kuitenkin tarkkojen esitietojen saamista rakennusosien tehtaassa valmistamista varten, minkä takia mittauksen ja mallinnuksen tärkeys kohteessa korostuvat.

Korjausrakentamisessa suunnitelmien mukainen asentaminen saattaa muuttua, jos purettaessa löytyykin etukäteen odottamattomia rakenteita tai materiaaleja. Tämän takia suunnitelmissa tulisikin olla joustovaraa muuttaa niitä tarvittaessa tilanteen niin sitä vaatiessa. Jossain tapauksissa teolliset ratkaisut eivät sovellu kuitenkaan kohteeseen. Näitä voiva olla tekniset syyt esimerkiksi suojelluissa kohteissa moduleiden käyttö saattaa rajautua pois, mikäli ne muuttavat rakennuksen ulkonäköä olennaisesti, tai jos vanhat olemassa olevat rakenteet eivät kestä uusista moduleista aiheutuvaa kuormaa.

[12, s.40-41], [14, s.171] ,[15, s. 9-10, 30.]

Asukkaat ovat olennainen osa korjaushanketta, mikä asettaa vaatimukset nopealla työnläpiviemiselle sekä avoimelle suunnitelmalliselle tiedottamiselle. Näillä keinoin saadaan talonyhtiön päätöksentekoa nopeutettua ja lisättyä asukastyytyväisyyttä. Asukkaan kannalta olennaista on huoneistokohtaisen työn haitta-ajan lyhentäminen urakan kokonaiskeston tai nopean aloittamisen sijaan. Tähän päästään jakamalla urakka esim. pystylinjojen muodostamiin kokonaisuuksiin, jolloin huoneistoon kohdistuva työ on yhden putkilinjaan kuuluva aika asunnoittain.

Teollisten korjausmenetelmien käytöllä nopeutetaan ja vähennetään häiriöitä rakentamisen aikana. Tarkoituksena on hankekohtaisten ratkaisujen sijaan tuottaa useaan kohteeseen soveltuvia standardoituja moduuleita, mikä edesauttaa teknisten ja toiminnallisten ratkaisujen konseptoimisen ja sen myötä myös massaräätälöimisen. Monistetuissa ratkaisuissa pystytään massaräätälöimisen avulla tietyissä rajoissa ottamaan huomioon rakennuksen yksilölliset erityispiirteet sekä tilaajan tavoitteet ja muuttamaan suunnitelmia niiden mukaisesti.

Korjausrakentamisessa ei olla vielä oppittu hyödyntämään uudispuolen sarjatuotannon kaltaisia menetelmiä, jossa työnaikainen oppiminen ja suunnitelmien kehittyminen nopeuttavat toimintaa toistojen määrän kasvaessa. Tämän hetkisen käytännön sijaan, jossa korjaukset koskevat vain yksittäistä talonyhtiötä tai muutaman rakennuksen kattavien hankkeiden, uudispuolen tekniikoille ja niiden jalostamiselle korjauskohteisiin on käyttöä. Vanhat rakenteet rajoittavat monessa tapauksessa valmisosien käyttöä, kun niitä sovitetaan olemassa olevaan rakenteeseen. Esim. WC:n uusien hormielementtien kohdalla voi muodostua ongelmaksi, ettei uusille elementeille löydy tilaa muutenkin jo pienestä wc:stä tai kylpyhuoneesta. Valmisosien käytön vaikeudet johtavat työvaiheiden vähäiseen kertautumiseen, niiden kerta- ja ainutlaatuisuuden takia, jolloin suuri osa rakentamisesta joudutaan toteuttamaan käsityönä.

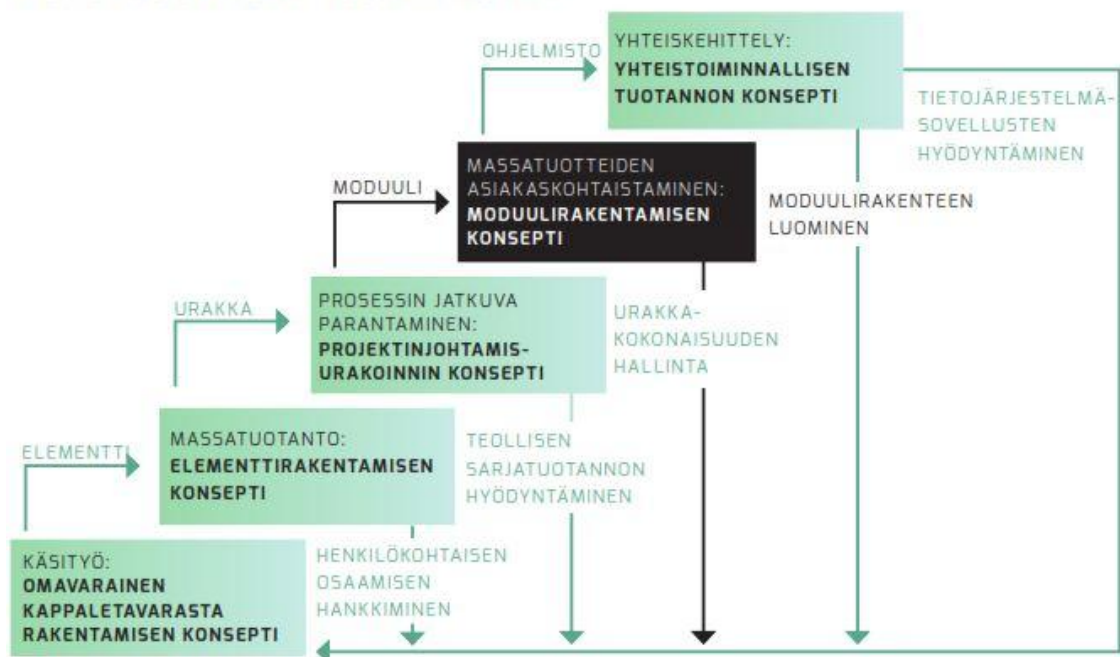
[15, s. 9-10, 12-13.]

Teollinen korjausrakentaminen muuttaa rakentamisen prosesseja suunnittelun, hankintamenettelyjen, urakan toteutuksen sekä tuotannon hallinnan osalta, sillä siinä käytettävät ratkaisut vaativat nykyisin käytettävistä urakkamalleista poikkeavaa lähestymistä. Koska korjausrakentamisen vastuunjaot ja hankintatavat poikkeavat

uudisrakentamisen prosesseista, putkiremontin hankintatapa tulee päättää viimeistään hankesuunnittelun yhteydessä.

Teollisessa korjauksessa on rakennushankkeen vaihejakoa muutettava perinteiseen tapaan nähden. Perinteisesti rakennushankkeessa projekti muodostuu tarveselvityksestä, hankesuunnitteluvaiheesta, rakennussuunnittelu- ja itse rakentamisvaiheesta päättyen käyttöönottoon. Korjaustuotannossa rakennussuunnitteluvaihe jakautuu vielä erikseen yleis- ja toteutussuunnitteluun, mikä merkitsee tarjouspyyntöjen laatimista suunnitelmavaatimuksin eli toisin sanoen toiminnallisin ja esteettisin perustein samalla ohjaten rakentamishankkeen osapuolia tiiviimpään yhteistyöhön etenkin toteutussuunnittelun vaiheessa.

RAKENTAMINEN TUOTANTOMUOTOJEN HISTORIALLISESSA KEHITYKSESSÄ VICTOR & BOYNTONIN TEORIAN MUKAAN



Kuva 6. Rakentamisen tuotantomuotojen kehitys [11, s. 13]

Koska suunnittelun laajuus sekä tuleva työmäärä on vaikeasti arvioitavissa, urakoitsijan tulisi pitää tiivistä yhteyttä suunnittelijaan. Purettavien rakenteiden alta paljastuvien yllätyksien ja suunnitelmien muuttumisen takia työmaalta vaaditaan hankkeen etenemisen yhteydessä tapahtuvaa joustavaa päätöksentekoa rakennuksen tuomien ehtojen mukaisesti.

[12], [15, s. 12-13, 44], [29, s.104.]

3.2.2 Toteuttaminen

Hankkeessa teollisten ratkaisuiden käytölle tulee luoda edellytykset jo yleissuunnitteluvaiheessa määrittelemällä toteutustapa niin, että lopullinen korjausmenetelmä on mahdollista valita vielä hankkeen myöhemmässä vaiheessa. Tuotesakauppana toteuttaminen mahdollistaisi tämän, sillä urakoitsija vastaa siinä myös suunnittelusta ja valmistuksesta asentamisen ohella. Tilaaja hyötyy prosessin aikataulun ja kustannustehokkuuden tehostumisesta, kun urakoitsija pystyy hyödyntämään suunnittelussa tuotantoteknistä ja hankintaosaamistaan, jolloin myös tuotteen toteuttavuus myös paranee.

Samalla hankintamenetelmällä mahdollistetaan myös ns. perinteisten korjausrakentamismenetelmien käyttö, mikä avaa laajemman kilpailun urakoitsijoiden kesken sekä enemmän vaihtoehtoja tilaajalle valita sopiva urakoitsija hankkeeseen. Tärkeänä kilpailuetuna voidaan nähdä se, että asuntojen sisäpuoliset ratkaisut on pyrittävä saamaan mahdollisimman esivalmistetuiksi, mikä lyhentää asuntokohtaista työskentelyaikaa lisäten samalla asukastyytyvääisyyttä.

[15, s. 41], [19, s. 11.]

Korjausrakentamissektorilla on kiinnostusta, etenkin isännöitsijätoimistojen ja yrittäjien osalta, kehittää kokonaisnaiskonseptia, jossa useiden eri alojen yritykset olisivat mukana tarjoamassa palveluita. Näin projektin aikaisten toimijoiden keskinäinen toiminta ja kommunikaatio tehostuisivat heti projektin alusta lähtien.

Tähän asti suunnittelun ja toteuttamisen kehittämistarpeena on nähty mm. tällä hetkellä vallitseva suunnitteluvaiheen ajanpuute, jolloin itse suunnittelulle ja eri ratkaisuvaihtoehtojen hakemiselle ei ole varattu tarpeeksi aikaa. Tilaajalla tulisi alkuvaiheessa olla mahdollisuus suorittaa rauhassa hankkeen tavoitteiden tunnistaminen ja määrittäminen, jonka pohjalta toteutusratkaisuihin perehtyminen ja niiden keskinäin vertailu helpottuisi. Riittävä aika suunnittelussa mahdollistaa hankkeen kannalta optimaalisten päätösten tekemisen, niihin huolellisen valmistautumisen ja näin ollen projektin hallitun läpiviennin onnistuneesti. Vaatimusten asettelun hallitseminen ja niiden käytännön toteuttaminen määrittävät pitkälti sen, vastaako toteuma tilaajan odotuksia. Lisäksi toteutukseen valitun urakoitsijan tekninen suunnittelu vaatii myös

oman aikansa, jottei liian kireiden aikataulujen seurauksena päädyttäisi tilanteeseen, jossa suunnittelu tapahtuu vasta varsinaisen rakentamisen jälkeen.

[15, s.25.]

3.2.3 Soveltuvat toteutusmuodot

Kaikki toteutusmuodot soveltuvat periaatteessa teolliseen korjausrakentamiseen, minkä takia rakennuttajan olisikin hyvä tarkastella erilaisia toteutusmuotoja jo hankesuunnittelun alusta alkaen. Jos vaadittavat korjaustoimenpiteet ovat tavanomaisia ja selkeitä, toteutusmuodoksi on helpoin määrittää rakennuttajan tavoitteita parhaiten vastaava. Keskeistä soveltuvia toteutusmuotoja valittaessa on huomioida niiden joustavuus sekä selvärajaisuus, jotta mahdollisiin rakennusaikana ilmenevien yllätyksien mukanaan tuomiin muutoksiin pystyttäisiin mukautumaan. Tämä edellyttää myös eri osapuolten välillä sujuvaa yhteistyötä ja mahdollisuudet vaikuttaa hankkeen onnistumiseksi.

Parhaiten teolliseen korjaamiseen soveltuvat muodot, joissa tekninen suunnittelu kuuluu osana urakoitsijan suoritusvelvollisuutta, jolloin vastuu ratkaisusta ja rakennustyön suorittamisesta jää toteuttajalle. Rakennuttajan velvollisuudeksi tällöin jää hankkeen hanke- ja yleissuunnittelu.

Perinteisiin pääurakkamuotoihin päätyminen voi osoittautua haasteelliseksi, sillä niissä kilpaillaan vaan yhdestä ratkaisusta, jonka hinta selviää urakkakilpailun loputtua. Oletettu korjaustarve voi kuitenkin myöhemmin poiketa laadultaan tai laajuudeltaan suunnitellusta. Kilpailutukseen ryhdyttyessä suunnitelmien tulee olla myös lähes valmiit, jolloin urakoitsijalle ei jää paljoa mahdollisuuksia ehdottaa vaihtoehtoisia, suunnitelmista poikkeavia korjaustapoja.

Koska useimmista teollisista ratkaisusta puuttuu laajempi kokemusperä, on suunnitelmien saattaminen täysin valmiiksi vaikeaa ennen kilpailua. Jotta urakoitsijan tietotaitoa rakennusmenetelmästä päästäisiin hyödyntämään, tulisi urakoitsija tai tavarantoimittaja ottaa osaksi suunnitteluryhmää hankkeen mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, hyvissä ajoin ennen toteutussuunnitteluvaihetta. Rakentamisen ja suunnittelun limittyessä voidaan ottaa huomioon hankkeen erityispiirteet ja sisällyttää

ne suunnitelmaan, jolloin voidaan varmistua valitun ratkaisun toteutuskelpoisuudesta sekä hyödyntää toteutuksessa urakoitsijan tai toimittajan hankintakanavia ja -väyliä. Tämä myös mahdollistaa hanke- sekä tuoteosakohtaisten suunnitelmien täydentämisen rakentamisen jo alettua tarkentuneen tiedon perusteella.

[15, s. 43-44.]

Jo korjausrakennushankkeen kilpailutusvaiheessa urakoitsija saattaa törmätä omalta kannalta epäedullisiin suunnitelmiin, jotka on laadittu niin pitkälle, että ne rajoittavat potentiaalisten toteuttamistapojen skaalaa. Urakoitsijan voi olla vaikea saada suuria merkittäviä muutoksia aikaan jo lähes valmisiin suunnitelmiin ehdottaessaan omia vaihtoehtoisia ratkaisujaan. Tämä saattaa rajata teollisen rakentamisen vaihtoehtojen ulkopuolelle, jos ratkaisut ovat uusia ja suunnittelijoille täysin vieraita.

Sen sijaan, että erilaiset ratkaisumenetelmät sidottaisiin liian tiiviisti yhteen suunnitelmissa etukäteen, tulisi eri vaihtoehtojen saada kilpailla keskenään. Näin eri ratkaisujen kombinaatioita pystyttäisiin vertailemaan ja haarukoimaan logistiikan, ajan, laadun ja kustannusten kannalta optimaalisiin kokonaisuuksiin.

Myös hankkeen toteutusmuodon valinnalla on vaikutusta, kuinka paljon urakoitsija pääsee vaikuttamaan käytettäviin menetelmiin. Jos urakoitsijalla on mahdollisuus päästä vaikuttamaan suunnitteluratkaisuihin ennen toteuttamista, pystytään ratkaisussa paremmin hyödyntämään urakoitsijan omaa tuotantotekniikkaa, mikä parantaa tuottavuutta ja pienentää kustannuksia. Samalla urakoitsijan asiantuntemusta hyödyntäen pystytään parantamaan suunnitelmien rakennettavuutta, vähentää kalliita lisä- ja muutostöitä, kun vaihtoehtoratkaisuja pystytään tarkastelemaan laajemmin. Suunnitelmien ja toteutuksen eriytyminen ei kannusta keskinäiseen kehitysyhteistyöhön ja perinpohjaiseen vaihtoehtojen kartoitukseen, jos yhdellä taholla on valta johtaa projektin etenemistä.

[12], [14, s.172], [15, s. 23-24.]

3.3 Kilpailevat ratkaisut

Vesijohtojen ja viemäriputkien korjaus on toteutettavissa tehdasvalmisteisten hormielementtien avulla joko asentamalla elementti täysin uuteen paikkaan tai purkamalla vanhat putket elementin tieltä, jolloin uudet putket eivät vie ylimääräistä tilaa. Tätä rakentamistapaa hyödyntäen työmaakustannuksissa saadaan merkittävät säästöt, kun talotekniikka saapuu työmaalle valmiissa elementeissä. Tällöin talokohtaista talotekniikan suunnittelua ei tarvitse tehdä alusta alkaen jokaiselle rakennukselle erikseen. Kun talotekniikka on moduloitu valmiiksi elementteihin, asentamisvaiheessa tapahtuvien virheiden riski pystytään minimoimaan. Putki- ja sähkötöiden virheet ovat suurimpia vahingon aiheuttajia ja kustannuseriä. Ajallisesti suurin hyöty saavutetaan, jos viemärien vaakavedot pystytään asentamaan alapuolisen kerroksen alaslaskettuihin kattoihin.

Linjasaarausta lykättäessä pelkästään vesiputkien uusiminen ja viemäreiden pinnoittaminen tai sukittaminen voi tulla kysymykseen. Nykyään saneerauskohteissa näitä tekniikoita käytetään myös paljon rinnakkain. Esim. pelkästään pohjaviemärit saatetaan sukittaa, kun muut rakennukset putkitukset uusitaan.

Hormielementti on tyypillisesti kerroksittain asennettava kerroksen korkuinen elementti, jossa on valmiiksi paikoilleen asennettuna tarvittavat putket ja kaapelit. Vanhoissa taloissa esiintyvien seinien mittapoikkeamien takia, hormielementit soveltuvat parhaiten 1960-luvun ja sen jälkeen rakennettuihin taloihin. Hormielementtien lisäksi markkinoilla on myös mm. WC-istuimelle tarkoitettuja asennusseinämoduleita, joissa istuimen taakse jäävä hukkatila hyödynnetään asentamalla siihen istuimen vesisäiliö.

Markkinoilla on tarjolla useampia erilaisia valmiita tehdasvalmisteisia elementtejä ja moduleita, joista seuraavassa osiossa tarkastellaan vain paria eri tuotemerkkiä.

[13], [15. s. 31-33.]

3.3.1 Silotek ®

Silotek ® on Silotek Oy:n täysin tehdasoloissa valmistama kuumasinkitty teräsrunkorakenteinen LVI-putkistoelementti uudis- ja saneerauskohteisiin, jonka sisällä LVI-putket on asennettu kohteeseen laadittujen LVI-suunnitelmien mukaisesti. Vesi- ja viemäriputkituksen lisäksi elementtiin voidaan asentaa ilmanvaihto-, kaasu-, sadevesi- ja lämpöputkia. Sähköputkien asennus on myös mahdollista, kunhan palo-osastoinnin vaatimukset on selvitetty etukäteen.

Vesijohtojen läpiviennit viedään 8-13 mm solukumieristeen sisällä, joka on suojattu vielä erikseen 1,5-3 mm paksuisella PVC-muoviputkella kauttaaltaan. Elementissä käytettävän putkikoon määrittelee LVI-suunnittelija. Läpivientien tiivistys toteutetaan muuten palotestatulla synteettisellä kumilla lukuunottamatta viemäreitä, joiden liittyminen viemäriverkostoon tapahtuu yleisten ohjeiden ja LVI-suunnitelmien mukaisesti. Varsinaisen sijoituspaikan putkistoelementille määrittelee LVI-suunnittelija tai elementtivalmistaja. Asennustilanteessa elementti tuetaan päästään joko holvilaudoitukseen tai hormin jälkivalun tukilaudoitukseen. Elementin varsinaisen asennustyön jälkeen työmaalle jää juuren jälkivalun valaminen.

Asennuksessa elementistä saatava hyöty on ajan sekä asuntonelilöiden säästyminen, sillä tehdasvalmisteinen elementti pystytään toteuttamaan pienempään tilaan tuotantolaitoksella kuin työmaalla. Tavarantvalmistaja lupaa VTT:n suorittamiin testauksiin vedoten Silotekilla päästävän mm. ääniteknisesti parempaan lopputulokseen kuin paikan päällä tehdyillä pystyhormeilla.

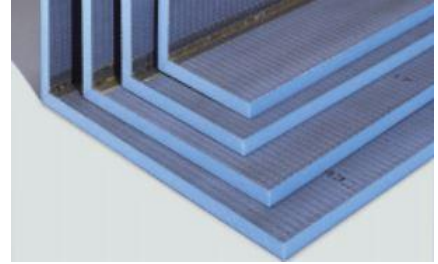
[2. s. 2], [29. s. 5, 7, 14.]



Kuva 17. Silotek-hormielementtiin on asennattavissa kaikki LVIS-pystyvedot. [2, s. 21]

3.3.2 Wedi ®

Wedi-levy on kosteisiin tiloihin suunniteltu veden- ja lämmönkestävä pintalevy. Ytimenä toimiva kova suulakepuristettu ”Styrofoam”-polystyreenivaaho on molemminpuolin vahvistettu lasikuituverkoilla sekä polymeerimodifoidulla sementtilaastilla, jonka ansiosta levy ei murru tai kieroudu rasituksen alla.



Kuva 18. Kulmavahvisteiset Wedi-kotelot [27, s. 7]

Wedi-levy itse toimii rakenteen höyrynsulkuna sekä laatoitusalustana ohutlaastikiinnitysmenetyksessä ilman lisäkiinnitystä suorilla ja kaarevilla seinillä. Putkikoteloiden kiinnitykseen suositellaan käytettäväksi Wedisteck RK-asennustarvikkeita.



Kuva. Wedi-seinäkiinnike [28, s.19]



Putkikotelon ja seinärakenteen välinen rako täytetään mekaanisen kiinnityksen jälkeen esim. polyuretaanivaahdolla. Levyt ovat asennettavissa kaikille alustoille.

Wedi-valmisputkikoteloelementtejä löytyy seuraavissa koissa 150x150, 200x200, 300x300, 200x400 2600 mm pituisina. Kotelo on sahattavissa käsisahalla oikeaan mittaan. [27 s. 2, 7]

Kuva 29. Wedi-kotelon asennus [27 s. 7]

4. Rakenteiden palontorjunta

Rakennusten ja rakennusmateriaalien paloturvallisuudesta on säädetty Suomen rakentamismääräyskokoelman E1-osassa. Rakennusmateriaalien osalta vanhasta kansallisesta lainsäädännöstä siirryttiin yhteiseurooppalaiseen luokitusjärjestelmään vuonna 2002, jolloin E1 astui voimaan. Muutoksen tarkoituksena on edistää kaupankäyntiä Euroopan talousalueella ja harmonisoida jäsenvaltioiden kansallisia standardeja esimerkiksi rakennusosien palonkestävyyden koemenetelmien ja luokitusstandardien osalta. Uudessa järjestelmässä paloluokitus on määritelty EN-stardien mukaisesti. [13, s. 7], [18.]

4.1. Rakennusten palotekniset luokat

Rakennukset jaotellaan paloluokkiin P1, P2 ja P3 kuuluviksi niiden kantavien rakenteiden palonkeston, kerrosluvun, henkilömäärän sekä käyttötarkoituksen perusteella. Paloluokituksessa kantavien rakenteiden palonkeston heiketessä rakennuksen kerros- ja henkilömäärää rajoitetaan.

Taulukko 1. E1 Rakennusten paloturvallisuuden mukainen paloluokitus. [5 , s. 5]

TAULUKKO 3.2.1 Rakennuksen ominaisuus	RAKENNUKSEN KOKOA KOSKEVAT RAJOITUKSET		
	Rakennuksen paloluokka		
	P1	P2	P3
KERROSLUKU			
– yleensä	ei rajoitusta	enintään 2	enintään 2
– asuinrakennus, työpaikkarakennus	ei rajoitusta	enintään 8	enintään 2
– tuotanto- tai varastorakennus, autosuoja	ei rajoitusta	enintään 2	enintään 1
KORKEUS			
– yleensä	ei rajoitusta	enintään 9 m	enintään 9 m
– asuinrakennus, työpaikkarakennus 3–4 krs.	ei rajoitusta	enintään 14 m	<i>ei sallittu</i>
– asuinrakennus, työpaikkarakennus 5–8 krs.	ei rajoitusta	enintään 26 m	<i>ei sallittu</i>
– yksikerroksinen tuotanto- tai varastorakennus	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 14 m
KERROSALA			
Kerrosala yleensä			
– yksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 2400 m ²
– kaksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 1600 m ²
– yli kaksikerroksinen	ei rajoitusta	enintään 12 000 m ²	<i>ei sallittu</i>
Kerrosala tuotanto- ja varastorakennuksissa sekä autosuojissa			
– yksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
– kaksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	<i>ei sallittu</i>
Selostus	Rakennuksen korkeus on julkisivupinnan ja vesikaton leikkausviivan korkeus maan pinnasta (MRA 58 §). Tarvittaessa lasketaan rakennuksen nurkkapisteiden korkeuksien keskiarvo.		

P1-luokan rakennuksien kantavien rakenteiden oletetaan pääsääntöisesti kestävä palossa sortumatta. Kyseiset rakennukset ovat yleensä 3- tai useampikerroksisia kerrostaloja, mutta myös 1- ja 2-kerroksiset rakennukset voidaan rakentaa vastaamaan kyseistä luokitusta, jos niiden henkilömäärien ja käyttötavan asettamien vaatimusten takia niitä ei voida rakentaa vastaamaan P2-luokitusta. P1-luokassa rakennukselle asetetut palotekniset vaateet kasvavat rakennuksen korkeuden sekä riskialttiuden myötä. Kuitenkaan henkilöstömäärälle, kerrosalalle tai -korkeudelle ei olla asetettu rajoituksia.

P2-luokkaan kuuluvat tavallisesti 1-2-kerroksiset asuin-, työ- sekä erilaiset teollisuus-, varasto- ja myymälätilat sekä -rakennukset. P1-luokkaan verrattuna runko on kevytrakenteisempi, joka tuottaa tiukemmat vaatimukset sisäpuolisten materiaaleiden paloteknisille ominaisuuksille sekä palonsammutus- ja -turvallisuutta edistävälle järjestelmille riittävän paloturvallisuuden saavuttamiseksi. Tarvittaessa, käytettyjen rakennusmateriaalien luokituksen ollessa C tai sitä huonompi, joudutaan seinä- ja kattopinnat suojaverhoamaan. Käyttötapaa ja henkilömäärää ollaan rajoitettu, mutta ne ovat P3-luokkaa väljemmät.

P3-luokkaan kuuluvat tyypillisesti pientalot, joiden kokoa, käyttötapaa ja henkilömäärää on rajoitettu eniten. Tämän takia käyttäjien oletetaan kykenevän poistumaan nopeasti rakennuksesta, mikä selittää miksi P3-luokan kantavien rakenteiden palonkestovaatimukset eivät ole yhtä tiukat kuin P1- ja P2-luokan rakennuksilla. Taulukon 1 mukaiset enimmäiskerrosalat voidaan ylittää, jos P3-luokiteltuun rakennukseen asennetaan automaattinen paloilmoin, automaattinen savunpoistojärjestelmä tai automaattinen sammutuslaitteisto.

Yleisesti rakennuksen ja sen rakennusosien tulee vaaraa aiheuttamatta kestää palo sortumatta sille asetetun palonkeston ajan. Henkilöturvallisuuden ja vahinkojen suuruuteen vedoten, voidaan vaatia rakennuksen kestävä palon sekä jäähtymisen ajan sortumatta.

[3, s. 47-49], [5, s. 4-6.]

4.2. Rakennusmateriaalien palonkesto

4.2.1 Rakennusmateriaalien paloluokitukset

Rakennusmateriaalien ja -tarvikkeiden paloteknisiä ominaisuuksista huomioidaan niiden alttius osallistua paloon, lieskahdukseen alkamiseen kulunut aika, kyky vapauttaa lämpöä ja savun sekä pisaroiden muodostuminen. Huonetilan puoleisen suojaverhouksen ja pintamateriaalien on tarkoitus myös suojata sen takana olevaa seinärakennetta syttymiseltä, hiiltymiseltä ja muilta vaurioilta tulipalon ensimmäisen 10 minuutin ajan.

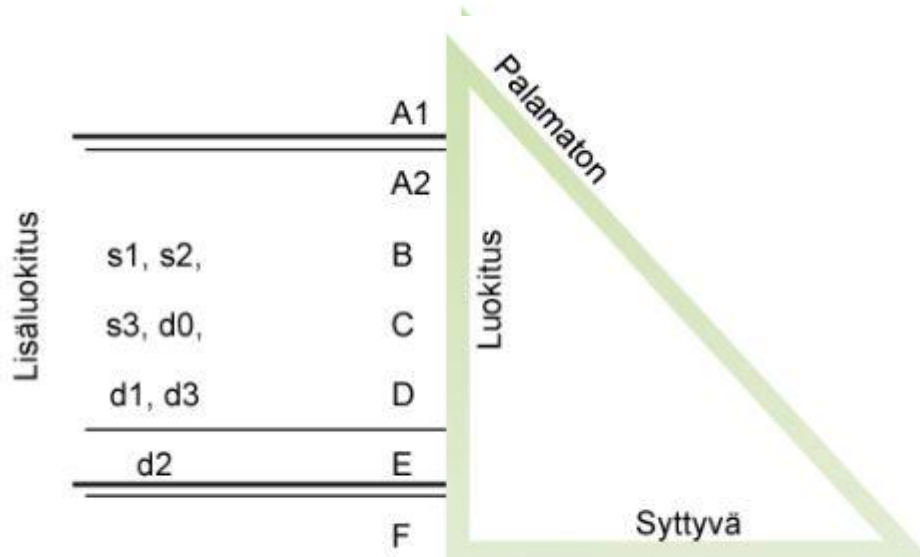
Käytettävien rakennusarvikkeiden ei tulisi myötävaikuttaa palon kulkuun vaaraa aiheuttavalla tavalla eikä niiden tulisi sisältää sellaisia aineita, jotka pystyisi palamaan hapettomassa tilassa tai tuottaisivat palaessaan vaarallisissa määrin savua, myrkyllisiä palokaasuja tai ympäristölle haitallista jätettä. Vaatimuksien tulee täytyä rakenteiden osalta niin, että pintakerrokset ovat päällystettävissä tavanomaisilla tasoite-, silote- ja maali- tai tapettikerroksin. Sisäseinien ja -kattojen sekä lattioiden paloteknisten ominaisuuksista huomioidaan lieskahdukseen kuluva aika sekä pintojen kyky vapauttaa lämpöenergiaa ja muodostaa savua.

Pintakerrosten luokkavaatimukset eivät kata pinta-alaltaan vähäisiä rakennusosia, kuten esimerkiksi palominaisuuksiltaan tavallisia ovia, ikkunoita, levyjen välisiä saumoja, jalkalistoja, kiinnityspintoja tai käsijohteita. Luokkaa alemmat pintakerrosvaatimukset sallitaan, jos palo-osaston käyttötapa huomioiden palon syttymisen tai leviämisen vaara on huomattavasti normaaliolosuhteita vähäisempi tai poistumistiet ovat erittäin hyvät. Tästä poisluetaan kuitenkin rakennuksen sisäiset käytävät, poistumistiet sekä tilat, joissa vaatimuksena on syttymisherkkyysluokka 2. Myös automaattinen sammutuslaitteisto mahdollistaa lievennykset pintakerrosvaatimuksissa.

P2-luokan rakennuksien sisäpuolisille seinä- ja kattopinnat tulee suojaverhoilla, ellei kyseiset rakenteet ole valmistettu lähes tai täysin palamattomista tarvikkeista. Vaatimus ei kata kuitenkaan vähintään R 30-luokiteltuja kantavia palkkeja ja pilareita.

[5, s. 9], [6, s.65], [31, s.44-45.]

4.2.2 Euroluokitusjärjestelmä



Kuva 30. Euroluokka määräytyy pääosiltaan materiaalin syttyvyyden, palamattomuuden, liekin leviämisen, lämpöarvon, savun tuoton ja palavien pisaroiden muodotuksen perusteella. [27]

Yhteiseurooppalaisessa järjestelmässä rakennustarvikkeet, lattiapäällysteet poisluettuna, on jaettu setsemään pääluokkaan A1, A2, B, C, D, E ja F, joista A1-luokan tuote ei myötävaikuta ollenkaan palon etenemistä, A2-luokkaan kuuluvat osallistuvat paloon erittäin rajoitetusti ja F-luokan tuote ei täytä E-luokan vaatimuksia tai kyseisen tuotteen palo-ominaisuuksia ei tunneta lainkaan. Pääluokat voidaan jakaa kaikenkaikkien 40:een eri euroluokkaan luokkamerkintöjen ja lisämääreiden perusteella. Lisämääreereet koskevat tuotteen savunmuodostusta (s1, s2, s3) ja palavien pisaroiden muodostumista (d0, d1, d2). [6, s.64.]

Taulukko 2. Sisäpuolisten pintojen luokkavaatimukset asuin- ja julkisissa tiloissa. Muokattu lähteestä [5 , s.10]

Käyttötapa	Kohde	Rakennuksen paloluokka		
		P1	P2	P3
Asunnot	seinät ja katot lattiat	D-s2, d2 ¹⁾ –	B-s1, d0 ²⁾ –	D-s2, d2 ¹⁾ –
Kokoontumis- ja liiketilat – palokuorma alle 600 MJ/m ² ja – pinta-ala on ≤ 300 m ²	seinät ja katot lattiat	D-s2, d2 –	D-s2, d2 –	D-s2, d2 –
	– pinta-ala on yli 300 m ²	C-s2, d1 –	C-s2, d1 –	D-s2, d2 –
	– palokuorma ≥ 600 MJ/m ²	seinät ja katot lattiat	B-s1, d0 D _R -s1	B-s1, d0 –
Työpaikkatilat	seinät ja katot lattiat	D-s2, d2 ¹⁾ –	B-s1, d0 ²⁾ –	D-s2, d2 ¹⁾ –

Taulukon merkinnät: – = ei vaatimusta

Taulukon huomautukset:

¹⁾ Vähäisiä osia seinäpinoista voidaan verhota luokkiin kuulumattomilla tarvikkeilla.

²⁾ Vähäisiä osia seinäpinoista voidaan verhota D-s2, d2-luokan tarvikkeilla. Koskee myös suojaverhottuja seiniä. Seinä- ja kattopinnat voidaan verhota vähintään D-s2, d2-luokan tarvikkeilla, kun tila on varustettu tarkoitukseen sopivalla automaattisella sammutuslaitteistolla.

Ohje
Automaattinen sammutuslaitteisto toteutetaan vähintään SFS-EN 12845 -standardin OH-luokan vaatimustason mukaan.

³⁾ Vähäisiä osia seinä- ja kattopinoista voidaan verhota B-s1, d0-luokan tarvikkeilla.

Taulukon 2 arvot ovat määritetty tavallisille tasoite-, silote-, maali- ja tapettipintaisille seinille. Samoja arvoja voidaan myös soveltaa putkien, ilmanvaihtokanavien tai niiden eristeiden pintoihin niiden määrien ollessa merkittäviä. Tiukimmat vaatimukset rakennustarvikkeille on asetettu hoitolaitosten, P2-luokiteltujen rakennusten sekä tilojen, joissa palokuorma on 600 MJ/m² osalta. [5 , s.9]

4.2.3 Kipsin ja kipsipohjaisten tuotteiden paloluokitukset

Kipsi ja kipsipohjaiset tuotteet kuuluvat rakennustarvikkeisiin, jotka on jaoteltu EU:n komission 2000/147/EY ja 2003/632/EY-päätöksien perusteella niiden paloteknisen käyttäytymisen pohjalta, Reaction to fire, A1 ja A1_{FL}-luokkiin. Luokitus mahdollistaa siihen kuuluville tarvikkeille automaattisen paloluokituksen ilman erillistä lisätestausta (CWFT). Luokitus perustuu EN-standardiin, jossa perustana on käytetty rakennustarvikkeiden koemenetelmä- ja koetulosten standardia.



- **I** = Eristävyys. Aika, joka kuluu rakennusosan kylmällä puolella lämpötilan nousuun (yleensä 140 °C).
- **E** = Tiiviyys. Aika, jonka rakennusosan tiiviyys liekkiä tai kuumia kaasuja vastaan säilyy palotilanteessa.
- **R** = Kantavuus. Aika, jonka rakenne kestää sortumatta palotilanteessa.
- **M** = Iskunkestävyys palotilanteessa. Rakennusosan kyky kestää mekaanista iskua palotilanteessa.

Kuva 31. Rakenteita ja materiaaleja koskevat vaatimukset määräytyvät käyttötarkoituksen, koon, palokuorman ja toiminnan mukaan. [27]

Edellytyksenä tälle A1 ja A1_{FL}-luokitukselle on, että koko tuote on valmistettu kokonaan yhdestä tai useammasta kyseisiin luokkiin kuuluvista rakennustarvikkeista. Listatut materiaalit ovat pääsääntöisesti epäorgaanisia, palamattomia tuotteita. Ne eivät osallistu palamiseen missään palon vaiheessa, ei edes täyden palon aikana, minkä vuoksi kyseisten tuotteiden oletetaan täyttävän muiden alempien luokkien vaatimukset.

Edellä mainittuihin paloluokituksiin lukeutuvat kipsipohjaisten tuotteiden lisäksi mm. monet kivipohjaiset tuotteet ja niiden seokset kuten luonnonkivi, betoni, erilaiset sementit

ja laastit sekä keraamiset tuotteet. Muita listattuja ovat lasi, mineraalivilla sekä erilaiset metallit ja niiden seokset. Luokituksen piiriin kuuluvat myös edellämainitut A1 ja A1_{FL}-luokitettut epäorgaanisella pinnalla päällystetyt rakennustarvikkeet. Yhteenliimatuissa tuotteissa liiman suurin sallittu määrä on 0,1 paino- tai tilavuusprosenttia vaativuudeltaan määräävän arvon mukaan.

Luokitus sallii kipsin ja kipsipohjaisten tasoitteiden sisältävän seosaineita kuten fillereitä, kuituja, hidastimia; kiviainesta sekä kevytrunkoaineita kuten perliittiä tai vermikkuliittiä. Kipsiharkoissa ja muissa kalsiumsulfaatista valmistetuissa tuotteissa pigmentin käyttö on myös sallittua.

[17, s. 38, 40-41], [20, s. 77.]

4.3. Paloluokituksen testaus ja määrittäminen

4.3.1 Paloluokituksen testaus A1-luokan tuotteilla

Lähtökohtana paloteknisestä käyttäytymistä koskevassa luokituksessa on tutkia tuotteen lopullisen käyttösovelluksen myötävaikutusta palon ja savun kehittymiseen sekä leviämiseen syttymis- tai muussa määritellyssä tilassa. Testaustilanteessa kaikkien rakennustuotteiden osalta lähtökohtana pidetään huonepaloa, jossa palo leviää ja johtaa lopulta lieskahdukseen. Testauksessa suoritetaan 3 todellista palotilannetta vastaavaa palon kehittymisen eri vaihetta.

Ensimmäisessä vaiheessa pieni liekki sytyttää rajallisen osa rakennustuotteesta. Toisessa vaiheessa palo pääsee leviämään johtaen huonetilan lieskahdukseen. Käytännössä tilanne jäljitellään altistamalla seinäpinnat nurkkaan asetetun yksittäisen palavan esineen lämpövoulle. Lattiapäällysteiden osalta palon oletetaan kehittyvän huonetilassa, josta lämpövojo kohdistuu oviaukon kautta viereisen huoneen tai käytävän lattiaan. Lieskahduksesta katsotaan alkavan kolmas vaihe, jossa kaikki palavat rakennustarvikkeet edesauttavat palokuorman määrää.

[20, s. 72.]

Koska A1-luokituksen tuotteet on valmistettu vain yhdestä palamattomasta materiaalista, niiden testausmenettely on sama riippumatta luokasta. Luokittelun alaindeksi kertoo epähomogeenisten tuotteiden osalta testattavien komponenttien määrän sekä oleellisuuden palon osalta, minkä mukaan määräytyy testaustapa.

A1-, A1_{FL}- ja A1_L-luokan homogeeniset tuotteista tulee testata sekä palamattomuus (EN ISO 1182) ja niiden lämpöarvo-ominaisuudet (EN ISO 1716). Palamattomuuskokeella todennetaan rakennustuotteet, jotka eivät myötävaikuta paloon joko ollenkaan tai merkittävässä määrin ja lämpöarvokokeella saadaan kokeellisesti mitattua tuotteen täydellisessä palamisessa vapautuvan enimmäislämpömäärän, ylempi lämpöarvo (PCS) sekä tehollinen lämpöarvo (PGI). Tämän lisäksi lattiapäällysteillä on omat erityisvaatimuksensa yksittäisen palavan esineen, syttyvyyskokeen ja säteilypaneelille altistumisen palokäyttötymistestausmenetelmien suhteen.

Taulukko 3. A1-luokan luokitusperusteet. Muokattu lähteestä [20, s. 66].

Luokka	Koemenetelmä	Luokitusperusteet	Lisäluokitus
A1	EN ISO 1182 ^a ja	$\Delta T \leq 30 \text{ °C}$; ja $\Delta m \leq 50 \%$; ja $t_f = 0$ (eli ei jatkuvaa palamista)	–
	EN ISO 1716	$PCS \leq 2,0 \text{ MJ/kg}$ ^a ja $PCS \leq 2,0 \text{ MJ/kg}$ ^{b c} ja $PCS \leq 1,4 \text{ MJ/m}^2$ ^d ja $PCS \leq 2,0 \text{ MJ/kg}$ ^e	–
^a Kun kyseessä ovat homogeeniset tuotteet ja epähomogeenisten tuotteiden oleelliset komponentit.			
^b Kun kyseessä ovat epähomogeenisten tuotteiden vähämerkityksiset ulkopinnan komponentit.			
^c Vaihtoehtoisesti vähämerkityksinen ulkopinnan komponentti, jonka $PCS \leq 2,0 \text{ MJ/m}^2$, mikäli tuote täyttää seuraavat vaatimukset standardin EN 13823 kokeessa: $FIGRA \leq 20 \text{ W/s}$ ja $LFS < \text{näytteen reuna}$ ja $THR_{600s} \leq 4,0 \text{ MJ}$ ja s1 sekä d0.			
^d Kun kyseessä ovat epähomogeenisten tuotteiden vähämerkityksiset sisäiset komponentit.			
^e Koskee tuotetta kokonaisuutena.			
^f Koemenetelmän kehityksen viimeisessä vaiheessa on savunmittausjärjestelmään tehty muutoksia, joiden vaikutukset edellyttävät lisäselvityksiä. Tästä voi aiheutua muutoksia savuntuoton arviointiin käytettyihin raja-arvoihin ja/tai parametreihin.			

A1 standardien mukaan luokitelluilla tuotteilla ei saa pääsääntöisesti ilmetä pisarointia tai savunmuodostusta palonaikana, minkä takia niitä ei tarvitse testauksessa huomioida. Poikkeuksena tähän ovat epähomogeeniset tuotteet, joiden pintakomponentti saattaa osallistua näiltä osin paloon, mutta ei vaikuta palon syttymiseen tai etenemiseen merkittävästi.

Homogeenisilla tuotteilla palamattomuus ja ylempi lämpöarvo määritellään suoraan kokeiden perusteella, kun taas epähomogeenisilla arvot määritellään epäsuorasti komponenttien testitulosten perusteella.

A1 epähomogeenisilla tuotteilla, joilla pinnoitekerroksen reaktiivisuus palossa ei ole merkittävä, tulee testata EN 13823 mukaisesti. Ulkopinnan katsotaan olevan vaikuttamatta paloon, kun sen lämpöarvot pysyvät seuraavissa rajoissa $PCS > 2,0 \text{ MJ/kg}$ ja $PCS \leq 2,0 \text{ MJ/m}^2$.

Sen sijaan A1_{FL} epähomogeenisilla tuotteilla oleellinen paloon osallistumisen kannalta oleellinen komponentin palamattomuus ja lämpöarvo tulee testata erikseen muusta tuotteesta. A_L-luokassa jokainen paloon osallistuva komponentti tulee testata näiltä ominaisuuksiltaan erikseen.

[20, s. 22, 24, 30.]

4.3.2 Sovellusalueen määrittäminen

Koska palamattomuus ja lämpöarvo ovat tuoteominaisuuksia, niiden testaus on riippumaton todellisista käyttösovelluksesta, joissa tuotetta tullaan käyttämään. Käytettävien koekappaleiden tulee kuitenkin vastata todellista tilannetta. Jotta tuote olisi mahdollisimman edustava, tulee koekappaleen olla valmistettu, ilmastoitu ja asennettu käyttöä ja teknisiä ominaisuuksia vastaavasti. Tarvittaessa myös pintaan tehdään vanhennus- ja pesukäsittely tutkittavan tilanteen mukaisesti.

Lopullinen käyttösovellus huomioidaan testauksessa pääasiassa asunnussuunnan kannalta sekä tuotteen sijoittuminen suhteessa muihin tuotteisiin, jolloin huomioidaan myös asennuksessa käytetty kiinnitys sekä alusta. Mahdollisia tutkittavia tapauksia sijoittumisen osalta ovat vapaasti toisen tuotteen läheisyydessä seisova ja alustaan kiinnitetty esim. liimaliitoksella, mekaanisesti kiinnitettynä tai muulla kosketuksella. Jos tuote muodostaa ontelon kiinnitysalustansa kanssa, tuote tulee testata sellaisenaan. Ontelotilassa pysty- tai vaakasuunnassa sijaitsevat tuotteet testataan ilmaraon kanssa. Tällaisessa tilanteessa epäsymmetriset tuotteet ovat testattavissa ja luokiteltavissa molemmilta puoliltaan erikseen. Testiolosuhteissa tärkeää on huomioida kiinnitystavan tai tuennan autenttisuus tutkittavaan tilanteeseen nähden. Yksittäinen tuote voidaan kategorisoida eri luokkiin lopullisen käyttösovelluksen perusteella, kun alustan ja kiinnityksen mahdollisesti aiheuttamat myötävaikutukset palonkulkuun on otettu huomioon.

Palokäyttämiseen perustuvassa luokituksessa, lattiapäällysteitä lukuunottamatta, kaikki pinnat on koestettava pystysuorassa asennossa. Lattiapäällysteet testaan vaakatasossa altistettu pinta ylöspäin. Asennustapaa kuitenkin voidaan havainnollistaa ja tutkia palokäyttämistä asentamalla tuote sitä vastaavaan tilanteeseen esim. kattoasennossa vaakasuoraan, altistettu pinta alaspäin.

[20, s. 24, 26.]

Jotta rakennustuote olisi tietyn paloluokan mukainen, on sen täytettävä kyseiselle luokitukselle asetetut vaatimukset. Jokaiselle koemenetelmälle on myös määritelty suoritettavien kokeiden vähimmäislukumäärä, joka tulee myös täyttää luokituksen saamiseksi.

Mitattavia jatkuvia parametreja ovat mm. pituuden ja massan muutos, lämpöarvo ja tehollinen lämpöarvo. Jokaisen parametrin kohdalla paloluokka määräytyy ennalta määritetyn koestusmenetelmällä mitatun keskiarvon (m) perusteella, johon testattavan materiaalin tai tuotteen mittausten keskiarvoa verrataan. Määrittelemällä jokaiselle koemenetelmälle standardissa EN 13238 eri sarjoja, standardialustoja ja edustavia asennustapojalla, pyritään vähentämään vaadittujen koestuskertojen määrään sekä takaamaan saatujen tulosten vertailukelpoisuus. Tilaaja voi halutessaan valita ennalta määritetystä poikkeavan standardialustan tai asennustavan, mikä johtaa kuitenkin koetulosten ja sitä myötä luokituksen soveltamisen rajoittamiseen. Käytettäessä muuta kuin standardialustaa rajoittuu koetulos kyseiseen alustaan lopullisessa käyttösovelluksessa.

Pääperiaatteena kokeissa on, että tietyllä standardialustalla esim. kiinnitysmenetelmällä saadut koetulokset ovat käytettävissä ainoastaan kyseisellä menetelmällä pääsääntöisesti, eikä sitä voi soveltaa muihin.

Poikkeuksena toimivat geneeriset eli yleiset liimat, joiden käytöllä tuotteelle saadaan haluttu tai tätä korkeampi palokäyttämisen luokitus. Geneerisellä liimalla saadut koetulokset ovat sovellettaessa vastaaviin liimatyyppeihin käytettäessä kiinnityksessä alkuperäistä tilannetta vastaavaa liimamäärää.

Erikoisliimojen käyttö johtaa sovelluksen koskemaan vain kyseisiä liimatyyppisiä. Palokäyttötymiseen pohjautuva luokitus voi kuitenkin päteä koko tuoteperheen sisällä, jos käytetyn erikoisliiman koetulokset ovat sovellettavissa kyseisiin liimatyyppisiin. Palokäyttötymiseen perustuva luokitus voi kuitenkin päteä samaan tuoteperheen sisällä oleviin tuotteisiin, jos pystytään osoittamaan, että tuotteiden välisten parametrien, kuten paksuuden, tiheyden ja lopullisen käyttösovelluksen, vaihtelevuudesta huolimatta koetulosten arvot pysyvät kyseisen paloluokitukselle asetetuissa rajoissa.

Taulukko 4. Sovellusalueen määrittäminen koetulosten avulla [20, s. 84]

Koemenetelmä ja kokeen numero	Parametri	Kokeiden lukumäärä [A1] ^a <A1]	Koetulokset	
			Jatkuva parametri – keskiarvo (m)	Parametrien vaatimustenmukaisuus
ensimmäinen koemenetelmä	parametri 1	kokeiden lukumäärä	tulos 1	vaatimustenmukainen tai ei vaatimustenmukainen
	parametri 2		tulos 2	vaatimustenmukainen tai ei vaatimustenmukainen
	parametri 3		tulos 3	vaatimustenmukainen tai ei vaatimustenmukainen
toinen koemenetelmä (tarvittaessa)	parametri 1	kokeiden lukumäärä	tulos 1	vaatimustenmukainen tai ei vaatimustenmukainen
	parametri 2		tulos 2	vaatimustenmukainen tai ei vaatimustenmukainen

[A1]^a Ei laajennettuun sovellusalueeseen. <A1]

Testauksessa lasketaan koesarjan keskiarvo (m') käyttäen kokeiden sallittua vähimmäislukumäärää. Mikäli m' on sallituissa rajoissa ja alittaa luokalle asetetun raja-arvon, arvoa m' tullaan käyttämään arvona m tuotteelle myönnetyssä luokituksissa. Jos m' ei saavuta sallittuja raja-arvoja, sallitaan kaksi ylimääräistä koestuskertaa, jotka lisätään aiemmin mittautuihin parametrin vähimmäistestikerroilla saatuihin koetuloksiin. Tämän jälkeen kaikkien saatujen tulosten kesken poistetaan kaksi ääriarvoa, suurin ja pienin. Uusi m' lasketaan näiden jäljelle jääneiden arvojen keskiarvona.

4.3.3 Luokitusraportti

Koestuksen pohjalta testauksen suorittanut organisaatio laatii tilaajalle luokitusraportin, jonka tarkoituksena on esittää yhdenmukaisella tavalla tuotteen ominaisuudet, luokitus sekä mahdollinen tulosten pohjalta tehty laajennettu sovellusalue. Raportti sisältää kauppanimet sekä yksityiskohtaisen kuvauksen tuotteesta, suunnitellusta käyttötarkoituksesta sekä siihen kuuluvista komponenteista ja asennustavasta. Geneeristen liimojen kohdalla yleinen kuvaus riittää, mutta erikoisliimoja käytettäessä vaaditaan viittaukset kaikkiin kaupallisiin tuotteisiin.

Loppuraportti ei kuitenkaan ole vielä lopullinen tyyppihyväksyntä- tai sertifiointiasiakirja, vaan se on laadunvalvonnan lisäksi yksi vaadituista dokumenteista hyväksynnän saamiseksi tuotteelle.

[20, s.28, 62, 64], [22.]

5 Kiinnitys

5.1. Liimaus

Tässä luvussa käsitellään Knauf Oy:n patentoimaa kipsilevyjenliimauskiinnitysjärjestelmää. Kipsiväliseinä- ja koteloasennuksessa käytetään Danogips Montagelim Stål&Trä epoksipohjaista liimaa, joka soveltuu sekä puu- että metallirankoihin kiinnitykseen. Liimankäyttö vähentää asennuksessa tarvittavien ruuvien määrää, mikä vähentää työmäärää ruuvienkantojen tasotus- ja maalausvaiheessa. Liimaaminen vähentää kiinnitystarvetta, jolloin järjestelmässä riittää 9-12 ruuvia per levy. Ruuvaustyön vähentäminen parantaa asentajan työergonomia, nopeuttaa työsuoritusta, vähentää jälkitöitä maalaus- ja tasoitusvaiheessa, kun ruuvien kantoja on vähemmän. Liima myös vahvistaa levyseinärakennetta.

Liimaaminen sopii sekä puu- ja metallirangalle. Rangat ja kiskot liitetään yhteen toisiinsa perinteisesti joko k450 tai k600 jaolla. Suositeltu sopiva lämpötila liimamiseen on +10 °C, mutta liimaaminen on mahdollista edelleen vielä -5°C, kunhan levyt asennetaan heti liiman levityksen jälkeen paikoilleen. [6, s. 158-163.]

6 Kohdetyömaa

6.1 Osapuolet

As. Oy Bunkkeri

Adolf Lindforsin tie 11, Helsinki

Pääurakoitsija

VVS Group

Työnjohtaja Sami Maajärvi

Rakennuttaja

As. Oy Bunkkeri
c/c Isännöitsijä Itkonen Oy
Vesa Itkonen

Arkkitehtisuunnittelu

Arkkitehtitoimisto Antti Voutilainen Oy
Maria Virta ja Antti Voutilainen

LVI-suunnittelu

Insinööritoimisto Sydänmaanlakka Ky
Kari Laitinen



Kuva 32. As. Oy Bunkkeri julkisivu [35]



Kuva 33. Työnjohtaja Sami Maajärvi [36]

Sähkösuunnittelu

Sähköinsinööritoimisto JT-Konsultti Ky
Lasse Adenius ja Jaakko Tanskanen

Rakennesuunnittelu

Lujakoivu Oy
Sami Jaakkola

Lämpöjohtosuunnittelu

Insinööritoimisto Renholm Oy
Mika Renholm

6.2 Kohdetiedot

Kohde on Pohjois-Haagaan vuonna 1957 valmistunut arkkitehtien Sakari Nirosen ja Tauno Salon 3-portainen sekä -kerroksinen punatiilirunkoinen kerrostalo. Se on aikanaan toiminut VTT:n pilottihankkeena, sillä yhtiöön on asennettu ensimmäisten joukossa koneellinen ilmanvaihto.

Kohde sijaitsee asuin-alueella, joka on merkittävä kulttuurihistoriallisesti, rakennustaiteellisesti ja maisemakulttuurin kannalta. Helsingin kaupungin yleiskaavaassa vuonna 2002 alue on merkitty arvokkaaksi säilyttää ennallaan sen yhtenäisenä säilyneen ja aikakautta hyvin edustavan ympäristönsä vuoksi.

[25, s. 7.]

6.3 Urakka

6.3.1 Taustatietoa

Kohteen isännöitsijä ja suunnittelijat ovat laatineet jo aikaisempien saneerauskohteidensa suunnitelmiin toteutuksen tapahtuvan valmiilla kipsikoteloilla. Vasta 26 toteutetun kohteen jälkeen löytyi sopiva urakoitsija, joka aidosti kiinnostui toteutusvaihtoehdosta ja oli valmis neuvotteluihin tuotteesta tavarantoimittajan kanssa.

Vaikka kohde onkin kulttuurihistoriallisesti suojeltu, Helsingin kaupungin laatimat rakennustapaohjeet koskavat vain ulkovaipan, porrashuoneiden sekä piha-alueiden muuttamista. Asuntojen sisäiset muutokset eivät vaadi urakoitsijalta yhteydenpitoa viranomaisiin toimenpiteiden luvanvaraisuudesta.

[25, s. 7, 37.]

6.3.2 Rakennusselostus

Työ käsittää kohteen, Adolf Linforsin tie 7, LVI-tekniset työt sekä niihin liittyvät asbesti-, maakaasu-, rakennus-, sähkö- sekä ilmanvaihtotyöt. Kohteessa on koneellinen poistoilmajärjestelmä, joka tullaan säilyttämään, mutta päätelaitteet uusitaan. Likaisten tilojen poistoilmanvaihtoa parannetaan vesikaton poistoilmapuhaltimilla, kellaritilojen uudella kanavoinnilla sekä korvausilmaventtiilien uusimisella.

Yhtiön käyttövesi- ja viemärijärjestelmä tullaan uusimaan kokonaan ja vanhat putket tullaan poistamaan urakkarajojen mukaisesti. Uudet putkivedot tehdään pääasiassa vanhoja asennusreittejä pitkin ja ne pyritään asentamaan mahdollisimman ylös kattoon. Viemäreiden osalta kerroshajotukset tehdään pääasiassa välipohjiin. Vesijohdoilla hajotukset tulevat kylpyhuoneiden alaslaskettuihin kattoihin, joista varsinaiset kytkentäjohdot viedään uppoasennuskenä muovitetussa kupariputkessa kalusteille. Vastaavaa asennustapa on käytössä myös keittiötiloissa.

Rakennuksen vanha vesikiertoinen lattialämmitysjärjestelmä tullaan poistamaan ja tilalle asennetaan perinteinen kaksiputkijärjestelmällä toimiva radiaattorilämmitys.

Huonekohtaiset jakotukit tullaan poistamaan kodinhoito- ja wc-tiloista huoneistoissa, joissa ne ovat.

[24, s. 4.]

6.4 Toteutus työmaalla

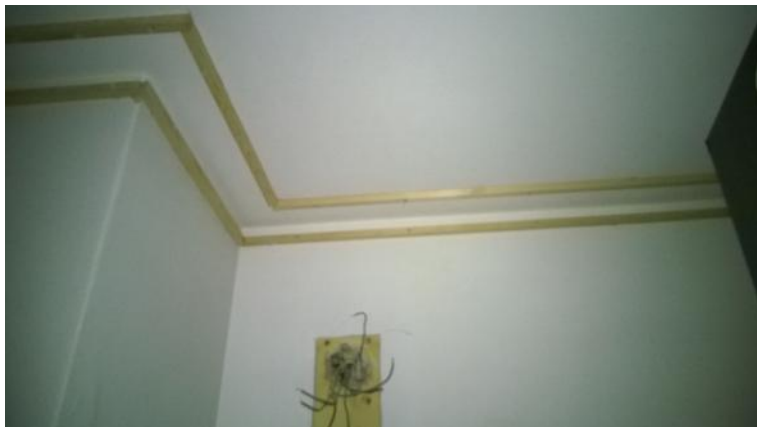
Huoneistoissa sähkötöiden osalta urakkaan kuului huoneistokohtaisen vanhan sähkökeskuksen siirtäminen eteisessä toiselta seinältä ulko-oven yläpuolelle. Uudet sähkövedot kierrätetään eteisen seinien pitkin muihin huoneisiin tuleviin, uusittaviin sähköpisteisiin. Liitteenä 4 olevasta kerroksen sähkökuvasta on nähtävissä tarkemmin sähkövetojen reitit ja muutokset.

Uusille sähköpistokkeille johtavien koteloiden reittejä varten seinään asennetaan työmaalla puurimat, joihin kipsikotenlo paikan päällä kiinnitetään ruuvein. Knauf suosittelee työnsuorituksessa käytettävän sen omaa epoksiliimaa liitoksien vahvistamiseksi, mutta kohdetyömaalla asennus ja kiinnitys toteutettiin tavallisen kipsilevyseinän tapaan. Koteloiden väliset liitokset toteutettiin normaalilla kipsilevyjatkoksella.

Kohteen pienten tilojen ansiosta vain osassa asuntotyyppisiä koteloita jouduttiin jatkamaan kuin yhdellä seinustalla. Tämä nopeutti itse asennustyötä, silti tuottaen siistin lopputuloksen syntyneiden liitosten osalta. Vanhassa rakennuksessa esiintyvien seinien mittapoikkeamista johtuen koteloiden reunoista leikattiin työmaalla tilannekohtaisesti soiroja pois sopivan istuvuuden saamiseksi.

Liitteenä olevat 5-8 dokumentit ovat kopioita isännöitsijän kohteen yhdellä asuntotyypille laatimista huoneistokorteista, joihin merkataan huoneistokatselmuksessa asukkaan urakasta poikkeavat toiveet ennen töiden aloittamista. Katselmukseen osallittuvat asukkaan lisäksi urakoitsijan edustaja, isännöitsijä ja valvoja.

Asennusvaiheen lisäksi menetelmä säästää aikaa sekä materiaalikustannuksia pintakäsittelyvaiheessa. Kotelosaumojia tai kotelon ja rakenteiden välisiä liitoksia ei tarvitse nauhoittaa ollenkaan siistin pinnan saamiseksi. Kohdetyömaalla saumoihin laitettiin akryylit kattokulmiin ja ruuvinkannat hiottiin. Lopuksi ruuvinkannat sekä kaikki saumat kitattiin ennen maalaamista. Työmaa koki, että 1-2 pintamaalikerrosta riitti, maalarin ammattitaidosta riippuen, riittävän peittävyuden saamiseksi. Valmiista kotelosta tuli yhtenäinen, arkkitehtoninen ja siisti pinta, josta saumojia tai muita asennusjälkiä ei ollut nähtävissä



Kuva 34. Huoneiston purettu sähkökeskus [35]



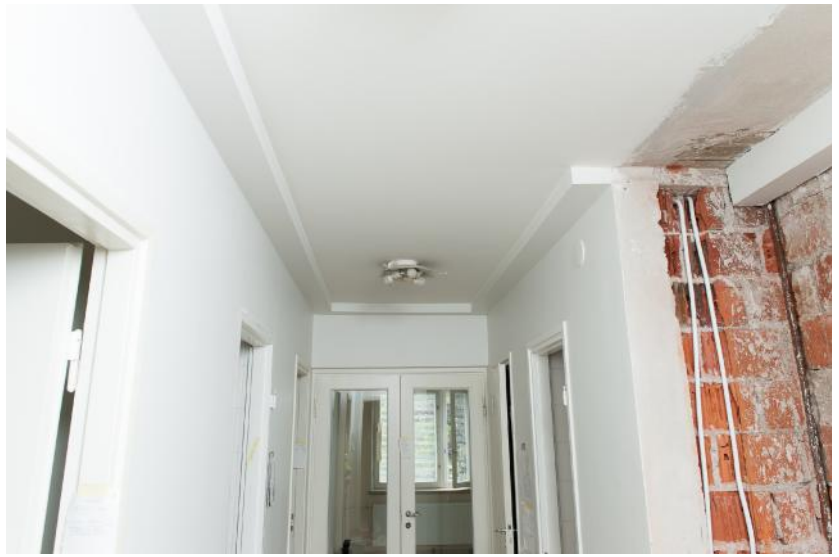
Kuva 35. Saumattu kotelointi [35]



Kuva 36. Uusi sähkökeskus sekä pintakäsittely kotelointi [35]



Kuva 37. Valmis kotelointi [36]



Kuva 38. Eteisen valmis kotelointi [36]

7. Johtopäätökset

7.1 Kehitystarpeet

Työmaa koki valmiin kotelon tehokkaaksi ratkaisuksi ja varteen otettavaksi vaihtoehdoksi seuraavia työmaita ajatellen. Yhteistyö ja kehitysyhteistö Knaufin kanssa tulee jatkumaan.

Knaufin tuotevalikoimasta löytyy jo entuudestaan tehdasvalmisteisia kaarevia tuotteita. Asiakkaan tilaustyönä tehtävien ratkaisujen lisäksi valikoimassa on pari eri tyyppistä työmaalle toimitettavaa valmiiksi taivutettua tai taiteltua kipsilevytyyppiä: tehdastaivutettu elementti Curvex sekä taitettu kipsilevy Miltex. Kuitenkin nämä soveltuvat enemminkin kaarevien seinien, pilareiden ja erilaisten alakattojen tekoon. Ne valmistetaan asiakkaan tilauksesta, eikä niitä löydy suoraan varastosta, mikä pidentää merkittävästi toimitusaikoja.

Lisäksi selvitystyön alla on märkätiloihin soveltuvan Aquapanel Indoor-levyn hyödyntäminen kosteisiin tiloihin tulevissa koteloinnissa valmiina elementteinä. Aqua Panel on lasikuituverkkopintainen, minkä takia levy ei kestä jyrskintää. Tämän takia ko. levyn osalta tarvitaan vielä tuotekehitystä konseptoinin ja työstön osalta.

Knaufin Suomen tuotteperheestä eikä kilpailevilta yrityksiltä löydy vielä varsinaisesti valmista, tuotteistettua LVI-kipsikotelointia työmaan tarpeisiin. Märkätilojen koteloinnissa valmiita Wedi-levykoteloita markkinoilta kuitenkin jo löytyy.

Markkinapotentiaalia tuotteelle näyttäisi kuitenkin silti olevan. Haaste on saada urakoitsijat tietoiseksi ja vakuuttuneeksi uuden tuotekonseptin eduista ja tätä kautta nostaa tuotteeseen kohdistuvaa kysyntää.

7.1.1 Toimitus

Tuoteidea palvelee työmaan tarpeita ja työstön kannalta nopeuttaa huomattavasti ainakin saneerauspuolen urakkaa. Nykyisen 4-5 viikon toimitusajan sijaan työmaa pystyisi odottamaan korkeintaan n. 7-9 päivää tuotteen valmistusta sekä kuljetusta työmaalle, jolloin ylimääräistä viivettä työnsuorituksessa ei ehtisi koitua vielä työmaalle. Tuotteen tulisikin olla joustavasti saatavilla, jotta se olisi käsillä työmaan monesti nopeasti muuttuvaan tarpeeseen.

As. Bunkkerin osalta 1. koteloyerä pystyttiin toimittamaan 5 viikossa ja seuraava erä päivää vajaassa 4 viikossa. 4-5 viikon toimitusaika perustuu siihen, että valmiit kotelot valmistetaan tällä hetkellä Saksassa tilauksesta, jonka jälkeen ne rahdataan laivalla Suomeen. Valmistuksen sekä varastoinnin tulisi



Kuva 39. Kotelot kuljetettiin työmaalle vastakkain ladottuna.

tapahtua Suomessa, jotta päästäisiin alle 4 viikon toimituksiin. Tämä edellyttäisi koteloilta omaa tuotantolinjastoa Suomeen, varastointia Knauf Oy:n omaan tai jälleenmyyjien varastoon nykyisen tilauksesta valmistuksen sijaan. Jotta toimitusajoista saataisiin leikattua, se vaatisi yritykseltä investointia kipsikoteloita valmistavaan koneeseen ja tuotantolinjan perustamista Kankaanpään tehtaalle. Uusi kone vaatisi myös resurssien

lisäämistä tehtaalle: ainakin yhden työmtekijän palkkaamista koneenkäyttäjäksi. Jotta investointi olisi kannattavaa, pitäisi yrityksellä olla varmuus tuotteen menekistä ja markkinoiden imusta.

Myös pitkä toimitusketju altistaa viiveelle ja virheille tilauksessa sekä on melko altis mahdollisille häiriötekijöille kuljetuksen aikana, vaikka toimitus Saksasta onkin luotettava. Tarkkaa toimitusaikaa on tällä hetkellä vaikea arvioida päivän tarkkuudella, mikä on merkittävä häirtatekijä työmaan kannalta kilpailutettaessa tuotetta hanketta varten. 7 päivän liukumavara tuottaa liian suuren epävarmuuden toimitusten osalta, ja heikentää mahdollisuutta ennakointiin sekä työnsuunnitteluun työmaalla.

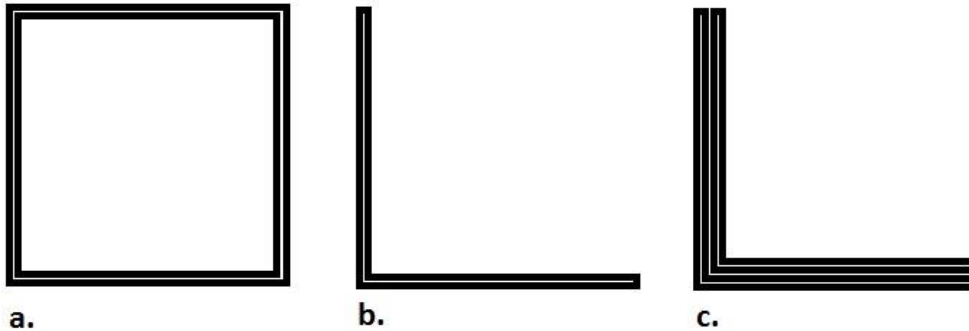
6.1.2 Mitat ja profiilit

Työmaalla on myös toiveita neliön malliselle sekä tuplalevytetyn kipsilevykotelon saamiseksi tehdasvalmisteisena, mikä entisestään helpottaisi asentamista, lyhentäisi asennusaikaa sekä vähentäisi materiaalien käyttöä. Tuplalevytys tulisi pääsääntöisesti kyseeseen nimenomaan rappukäytävän koteloinnissa, jossa vaadittu paloluokka on E60. Huoneistossa palonkestoksi riittää E30. Levyjen kiinnitys toteuttaisiin liimaamalla, mutta muitakin vaihtoehtoja selvitetään. Toteuttaminen liimaamalla vaatisi liimalta vahvaa pitoa, jotta levyt pysyisivät toisissaan tukevasti kiinni. Lisäksi sen tulisi täyttää paloluokan vaatimukset ja muodostamatta kuitenkaan liiaksi myrkyllisiä palokaasuja palotilanteessa. Tuotteelle muodostuva loppuhinta säätelee eniten, minne suuntaan tuotetta lähdetään kehittämään. Itse liimasta koituvien kustannusten lisäksi, vielä suurempi vaikutus on rahtikuluilla.

Tehtaalla liimaaminen kaksinkertaistaisi yhden kotelon vievän tilan ja näin ollen vähentäisi kuljetukseen mahtuvan tavaran määrää, jolloin isompaan kohteeseen vaadittaisiin useampaa kuljetusta. Toimitusaikaan tämä myös saattaisi vaikuttaa, sillä sisäkkäin olevat sisä- ja ulkokotelon tulisi olla erikokoiset, jotta niiden reunat osuisivat kohdakkain. Nämä asiat vaikuttavat ja ne tulee huomioida kipsikoteloiden tehdasvalmistukseen pyrittäessä.

Vaihtoehtona edelliselle toimisi, että työmaalle toimitettaisiin valmiit kotelot, mutta varsinainen liimaaminen tapahtuisi vasta työmaalla. Tällähetkellä korjausiässä olevat 1950- ja 1960-luvun kerrostalot ovat kuitenkin tiloiltaan ahtaita, kuten tässäkin työssä

käytetty kohdetyömaa, niin porrashuoneiltaan kuin asunnoiltaan. Tämä puoltaisi puolestaan tehtaassa valmiiksi kokoamiseen.



a.

b.

c.

Kuva 40. Työmaan toiveiden mukaisten koteloiden poikkiprofiilit. [35]

a. neliö

b. kulma yhdellä levyllä

c. kulma tupla levyllä

Työmaa koki, että toimitetut kotelot olisi hyvä saada ainakin pystyviemäreiden osalta jatkossa sisämitoiltaan koossa 78x150 nykyisen 68x150 sijaan. Kyseisissä koteloiden urakoitsija käyttää putkena 100 mm halkaisijaltaan olevia valurautaputkia. Itse panta ja molemminpuoliset kannakoinnit vievät tilaa n. 25 – 30 mm per puoli, minkä takia 160 on monessa tapauksessa tiukka mitoitus, eikä asennusvaraa jää paljoakaan työmaalla todennäköisiä rakenteiden mittapoikkeamia ajatellen. Mitta 170 mahdollistaisi asennettaessa pienen viilaamiseen paikanpäällä. Työmaalla on myös tarve saada nykyistä pienempää, esim. 50x50-kokoista koteloa käyttöön. Knaufin tällä hetkellä pienin valmistettava kotelo koko on 100x100. Tuotantoteknisistä syistä ei ole kuitenkaan mahdollista toteuttaa tästä paljoa pienempiä koteluita. Toisen lappeen tulisi vähintään olla 100 mm pitkä, jotta rakenteen taivutus kipsistä vielä onnistuisi.



Kuva 41. Työmaalla pystyviemärin ja lattiakaivon haara kiinnityspantoinen.

Käytettävien putkien koot saattavat kohdekohtaisesti vaihdella, mutta yleisimmin käytetyt koot tullaan selvittämään yhteistyössä urakoitsijoiden ja suunnittelijoiden kanssa, jotta saadaan haarukoitua sopivat koot, joita Knauf Oy mahdollisesti alkaa valmistamaan varastoon ja joita olisi aina saatavina ilman usean viikon tilausviivettä.

Vaikka materiaaleissa valmiskotelo on kustannuksiltaan kalliimpi, koettiin työmaalla asennuksessa saadun aikatauluhyödyn kattavan nämä kustannukset. Todellisuudessa timpurityönä valmistetun kotelon hinta kohoaa asennukseen käytettyjen tuntien sekä kalliin miehen tuntipalkan ansiosta tehdasvalmisteisen kotelon asennusta korkeammaksi. Työmaalla havaittiin, että timpurilta kului yhden kotelon tekemiseen päivä. Samassa ajassa tehdasvalmisteisilla koteloilla ehdittiin toteuttaa yhden portaan, kolmen kerroksen eteisten koteloinnit. Toisin sanoen vastaavaan työhön kirvesmieheltä olisi mennyt vähintäänkin 3 päivää.

7.2 Toimenpiteet ja haasteet

7.2.1 Tuotteistaminen

Knauf Oy tarvitsee useampia urakoitsijoita, jotka käyttävät sekä uudis- että saneerauskohteissaan valmistakotelointia, jotta tuotteistaminen eli massatuotantomainen varastoon valmistaminen olisi mahdollista. Tuote tarvitsee referenssikohteita ja -urakoitsijoita, jotta konsepti saisi näkyvyyttä. Näin saataisiin havainnollistettua urakoitsijoille tuotteen käytöstä saatavat edut: asentamisen nopeus ja helppous sekä edullisuus perinteiseen timpurityöhön verrattaessa.

7.2.2 Suunnittelu

Konseptin tuotteistaminen edellyttää myös, että suunnittelijoiden tulisi olla tietoisia käsillä olevasta vaihtoehdosta ja tekisivät siitä ehdotuksen suunnittelemiinsa kohteisiin. Tämä vaati järjestettyjä tuotetilaisuuksia, tuote-esitteiden lähettämistä sekä mahdollisen mallitilan järjestämistä konseptin lanseraamista varten, jotta suunnittelijoille saadaan välitettyä tarvittavat tiedot saatavilla olevista koteloiden mitoista, jotta kohteen putkivedot olisivat toteutettavissa valmiilla koteloilla.

Tuotantoon tulevien valmiiden kipsikoteloiden mitoista selvitetään tarkemmin kuitenkin vielä. Pääperiaatteena mitoituksessa tullaan käyttämään yleisimmin käytettyjen putkikokojen halkaisijaa putkipannat ja kannakkeet huomioiden. Kotelot tullaan mitoittamaan optimaalista koko vähän isommiksi, jotta ne ovat helposti sahattavissa

tarkkaan mittaansa työmaalla, jolloin pystytään huomioimaan etenkin korjauskohteiden rakenteiden mittapoikkeamat. Kotelomittojen määrittämiseen tullaan jatkossa käyttämään urakoitsijoiden näkemyksiä, kunhan tarpeeksi monta työmaata eri urakoitsijoiden johdolla on saatu vietyä loppuun.

7.2.3 Saatavuus

Toistaiseksi Knauf tulee varastoimaan ja kuljettamaan tuotteet itse työmaille, sillä jälleenmyyntisopimusten solmiminen vaatisi laajaa asiakaskuntaa ja markkinoiden vetoa, jotta tuotteesta saataisiin riittävät katteet. Jälleenmyynti tulisi muutenkin kysymykseen vaan Uudellamaalla ja joissan sen ulkopuolisissa kasvukunnissa, jossa rakentamisessa kysyntä olisi taattua uudis- sekä saneerauspuolella.



Kuva 42. Työmaalle varastoidut epoksinpinnaiset valurautaviemäriputket.

4-5 viikon toimitusaika vaatisi urakoitsijaa tekemään tilaukset ja tietämään tarkat menekit hyvissä ajoin. Varsinkin saneerauspuolella tämä kuitenkin harvemmin toteutuu, sillä vanhoja rakenteita purkaessa paljastuu monesti suunnitelmia muuttavia yllätyksiä, jotka saattavat vaatia lisätilauksen tekemistä nopealla aikataululla.

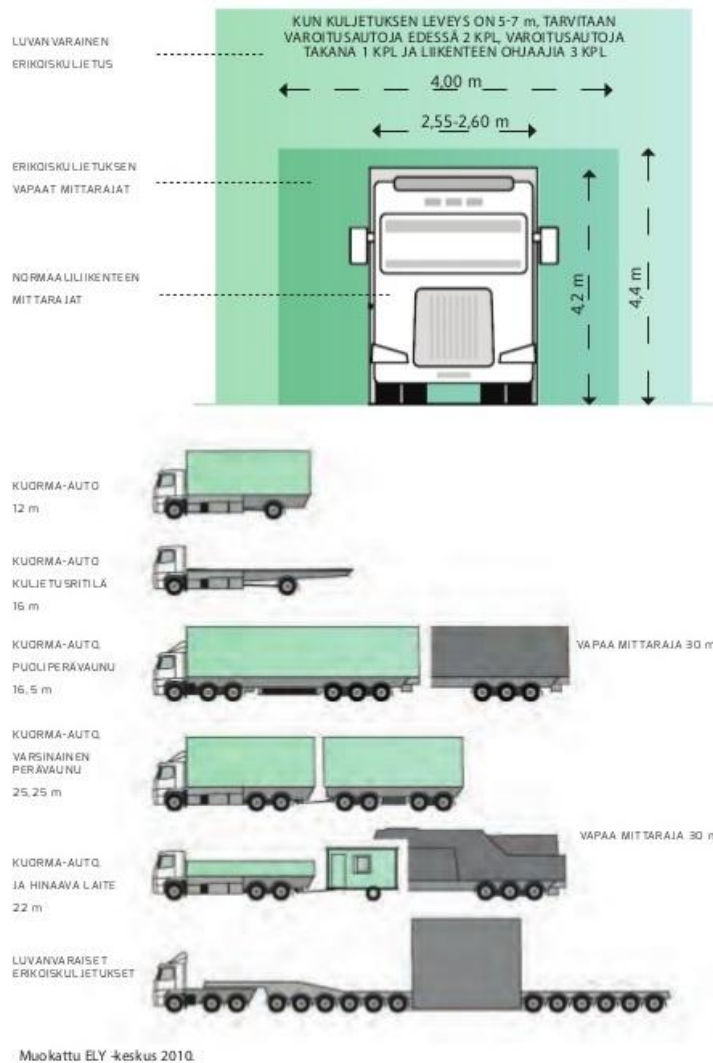
7.2.4 Tie- ja jakeluverkosto

Suomi on maantieteellisesti haastava pitkänä valtiona, mikä johtaa automaattisesti rahtikuljetuksissa eri paikkakuntien eriarvoisuuteen. Myös tieverkoston kunto sekä koko vaihtelevat paljon maan eri osissa, mikä vaikuttaa rajoittavasti kuljetuksissa käytettävän kaluston kokoon ja näin ollen myös rahdin määrään lisäten kuljetuskertojen määrää niillä seuduilla, joissa tiestö on kapeempaa tai kantavuus on heikko.

Liitteenä 4 olevasta Knauf Oy:n rahtitaulukosta näkee, että kuljetukset etenkin Pohjois- ja Etelä-Savoon, Lapin maakuntaan sekä Pohjois-Pohjanmaalle olevan erityisen kalliita rahdiltaan. Näillä seuduille pääosin, suuria hiihtokeskuksia lukuunottamatta, on myös vähemmän rakentamista eikä pieniä eriä kalliin rahdin takia kannata toimittaa.

Luonnollisesti mitä lähempänä Kankaanpään tehdasta kohde sijaitsee, sitä halvempaa rahti on. Vertailun vuoksi taulukosta [Liite 4] näkee kuinka halvimpaan kohdekaupunkiin Uuteenkaupunkiin verrattaessa kalleimman kuljetuskohteen Sodankylän rahtikulut voivat olla lähes 6,5-kertaa suuremmat euroissa tonnia kohden mitattaessa.

SUOMEN MAANTIETLIIKENTEEEN MITTARAJOJA



Kuva 43. Suomen maantieliikenteen mittarajoja [11, s. 19]

7.2.5 Show room

Showroomin perustamista kaavaillaan Uudellemaalle rakennustarvikkemyymälöiden keskittymän läheisyyteen. Kipsikoteloiden lisäksi esillä olisi myös muita Knauf Oy:n tuotteita ja rakenneratkaisuja, joissa niitä on hyödynnetty. Näyttelytilan avulla saataisiin tuotetietoisuutta lisättyä niin urakoitsijoiden kuin suunnittelijoiden joukossa. Tila konkretisoisi tuotteen asiakkaille, jolloin sitä olisi helpompi markkinoida eteenpäin.

Tuotetilaa voitaisiin hyödyntää myös asiakastapahtumien järjestämisessä. Tilassa voitaisiin järjestää tuote-esittelyjen lisäksi myös asennusta havainnoivia pienimuotoisia simulaatioita. Näin saataisiin suunnittelijoihin yhteys ja pystyttäisiin suoraan markkinoimaan tuotetta heille.

Lähteet

1. Siikanen, Unto 2009. Rakennusaineoppi. 7. painos. Helsinki: Rakennustieto Oy.
2. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry 2011. Teolliset ratkaisut korjausrakentamisessa. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
3. Heikkilä-Kauppinen, Marja ja Kauppinen, Timo 2003. Rakennusten paloturvallisuus & Paloturvallisuus korjausrakentamisessa. Helsinki: Ympäristöministeriö Asunto- ja rakennusasto.
4. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 1981. RIL 135 Rakenteellinen palontorjunta. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
5. Rakennustieto Oy 2011. E1 Rakennusten paloturvallisuus, määräykset ja ohjeet 2011. Rakennustieto RTS.
6. Knauf Oy 2007. Knauf Tuotekäsikirja. Espoo: Knauf Oy.
7. Knauf Oy 2012. Knauf Danoline Tuotekäsikirja. Espoo: Knauf Oy.
8. Knauf Oy 2013. Knauf Hinnasto. Espoo: Knauf Oy.
9. Knauf Oy 2013. Knauf Tuoteluettelo. Espoo: Knauf Oy.
10. Knauf Oy 2013. The Complete Drywall Manual. Kent: Knauf.
11. Kotilainen, Sini. 2013. Arkkitehtuurin laitos asuntosuunnittelu. Julkaisu 7. Modulirakentaminen ratkaisumalleja tulevaisuuden asuntorakentamisen haasteisiin. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.
12. Teolliset ratkaisut tuovat helpotusta korjausrakentamiseen. 2013. Verkkodokumentti. Sitra. <<http://news.cision.com/fi/sitra/r/teolliset-ratkaisut-tuovat-helpotusta-korjausrakentamiseen,c9199030>>. Luettu 10.5.2014

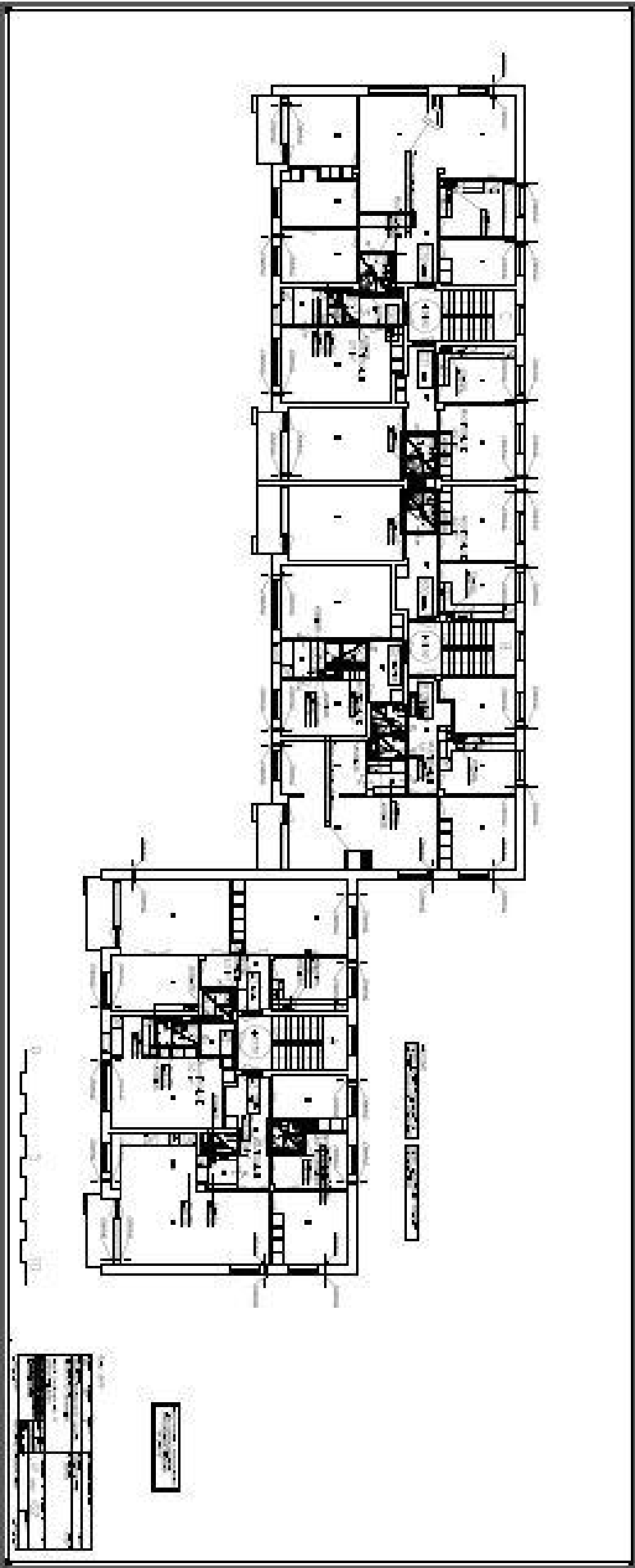
13. Teollisesta puurakentamisesta ratkaisu rakentamisen laatuongelmiin. 2013. Verkkodokumentti. Puuinfo. <<http://www.puuinfo.fi/ajankohtaista/kilpailukykyisen-teollisen-rakentamisen-esimerkkeja-ruotsista>>. Luettu 10.5.2014
14. Junnonen, Juha-Matti 2011. Korjausrakentamisen teolliset ratkaisut. Rakentajan kalenteri 2012. Hämeenlinna: Rakennusmestarit ja insinöörit AMK RKL ry, Rakennustietosäätiö RTS.
15. Lindstedt, Tuomo ym. Teollisten korjausrakentamismenetelmien konseptointi. Aalto-yliopiston julkaisusarja TIEDE + TEKNOLOGIA 20/2011. Helsinki: Rakennustekniikan laitos
16. Lindstedt, Tuomo ja Junnonen, Juha-Matti 2009. Sitran selvityksiä 11. Energiatehokkaat ja teolliset korjausrakentamisen ratkaisut Suomessa ja kansainvälisesti.
17. Ympäristöministeriö 2011. E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma, asetus 3/11 rakennusten paloturvallisuudesta. Helsinki: Ympäristöministeriö.
18. Rakenteiden palotestaus eurooppalaisilla menetelmillä. Verkkodokumentti. Ala-Outinen, Kajastila, Oksanen, VTT. <http://www.pelastusopisto.fi/download/38434_Ala-Outinen_Kajastila_Oksanen_Rakenteiden_palotestus.pdf?7a34bc5c6148d188>. Luettu 14.6.2014
19. Kuusela, Matti. 2012. Tuoteosakaupan hankinta-asiakirjan lisäliite. Insinööriyö. Turun ammattikorkeakoulu.
20. Rakennustuoteteollisuus RTT ry 2010. SFS-EN 13501-1 + A1, Rakennustuotteisen ja niiden rakennusosien paloluokitus. Osa 1: Palokäyttäytymiskokeiden tuloksiin perustuva luokitus. 2. painos. Suomen standardisoimisliitto SF

21. Rakennustuoteteollisuus RTT ry 2010. SFS-EN 13501-2 + A1, Rakennustuotteisen ja niiden rakennusosien paloluokitus. Osa 2: Palokäyttätymiskokeiden tuloksiin perustuva luokitus lukuunottamatta ilmanvaihtoa. 2. painos. Suomen standardisoimisliitto SFS.
22. Usein kysytyt kysymykset CE-merkintä, kohderyhmä: valmistaja. 2013. Verkkodokumentti. Ympäristö Ministeriö. <<http://www.ym.fi/download/noname/%7B25543A76-F71B-4B60-B250-72231BAD5F9B%7D/57706>>. Luettu 7.9.2014
23. Riikonen, Jaakko. 2011. Kipsilevyrakenteiden erikoisdetaljit. Insinööriyö. Metropolia ammattikorkeakoulu.
24. Insinööritoimisto Sydänmaanlakka Ky. 2014. As. Bunkkeri Oy Rakennustyöselostus.
25. Hellman, Päivi ja Orrenmaa, Pia-Liisa. 2012. Pohjois-Haaga aluekartoitus ja korjaustapaohjeet 1950-luvun kaava-alueet II ja III. Helsingin rakennusvalvontavirasto.
26. Paloluokitus. Verkkodokumentti. Paroc. <<http://www.paroc.fi/knowhow/palo/paloluokitus>>. Luettu 17.9.2014
27. Heikki Haru Oy. 2004. Wedi®. Tuote-esite. Heikki Haru Oy.
28. Heikki Haru Oy. Vedeneristyslevy nopeaan märkätilarakentamiseen Wedi®. Tuote-esite. Heikki Haru Oy.
29. Silotek Oy. Silotek® sertifioitu talotekniikkaesite. Tuote-esite. Silotek Oy.
30. Heimonen, Ismo ym. 2009. Putkiremonttien uudet hankinta- ja palvelumallit. Helsinki: VTT.

31. Soininen, Raimo. 2006. Materiaali- ja pintakäsittelytekniikan julkaisuja Np 7, Ralenteiden palonsuojaus. Ammattikorkeakoulu EVTEK, Materiaali ja pintakäsittelytekniikka.
32. Habitat 67: Montreal's Prefab Pixel City. Verkkodokumentti. Inhabitat.com. <<http://inhabitat.com/habitat-67-montreals-prefab-pixel-city/>>. Luettu 22.9.2014
33. AQUAPANEL Indoor 900x2500 mm 25 Stück / Palette. Verkkodokumentti. AIS. <<http://www.ais-online.de/firma/knauf-aquapanel/artikel/aquapanel-indoor-900x2500-mm-25-stueck-palette/7341903/>>. Luettu 27.9.2014
34. Kipsi. Verkkodokumenttu. Wikipedia. <<http://fi.wikipedia.org/wiki/Kipsi>>. Luettu 27.9.2014
35. Sinikka Roikonen. 2014.
36. Robert Öρθén, Rob Orthen Photography. 2014.

As.Oy Bunkkeri pohjakuva

Kohdeyömaan 1.krs:n LVI-pohjakuva



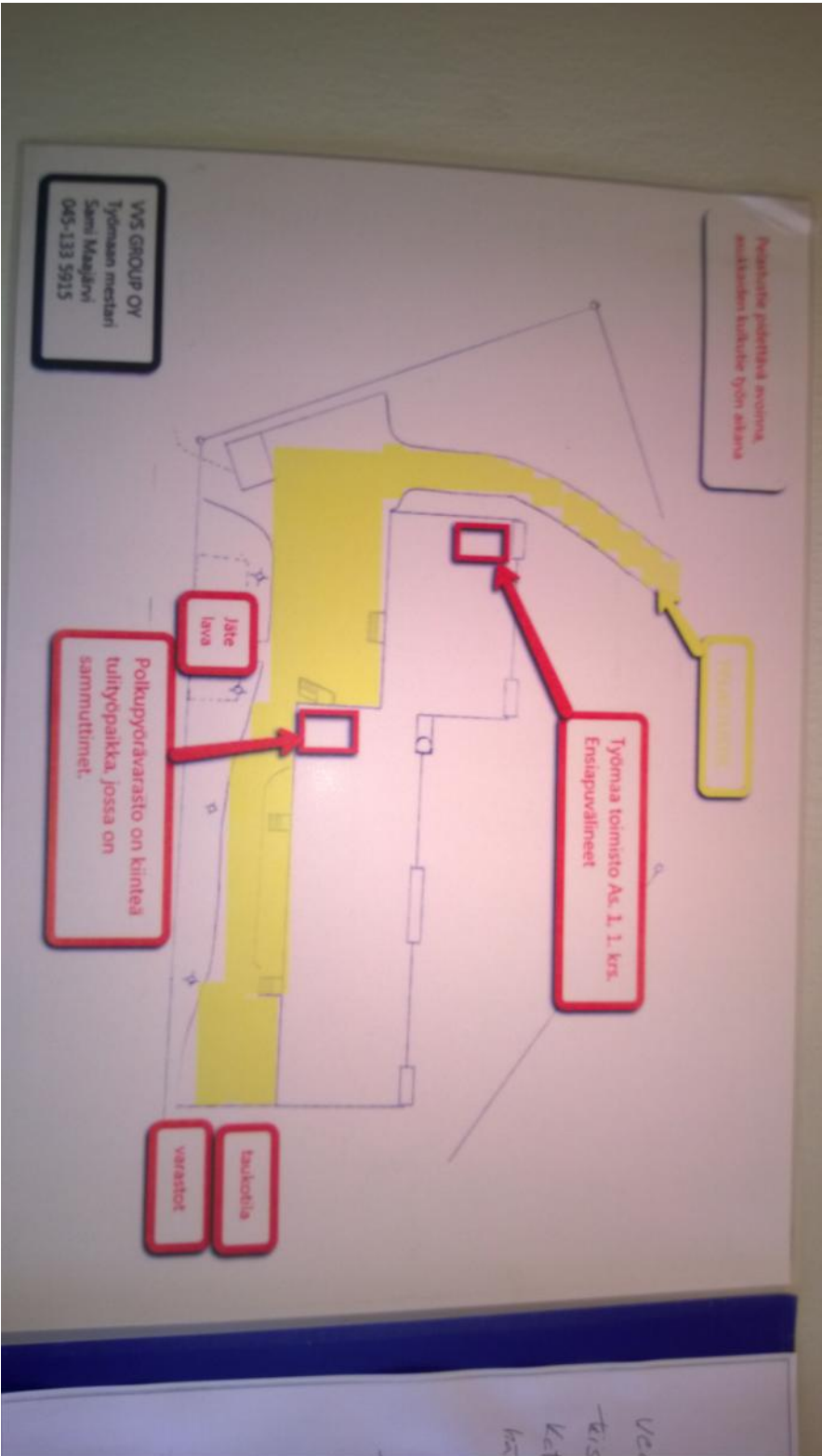
As. Bunkkeri Oy yleisäskataulu

VVS GROUP OY		As Oy Bunkkeri	
Pääliiketoiminta: Tero Vihtikka		Suunnittelija: Tero Vihtikka	
Hieman	Selite	Kesto	Aikaa
1	Auranne A, AA, AT, AS, AB	3 pv	21.7.2014
2	Lattia pilaus väli	4 pv	21.7.2014
3	Vesieritys	5 pv	22.7.2014
4	Läpöeristykset	3 pv	30.7.2014
5	Akusteerit	5 pv	31.7.2014
6	Kalustaminen	5 pv	4.8.2014
7	Loppusovitus ja viivästely	15 pv	14.7.2014
8	Määrätykset	1 pv	11.8.2014
9	Itäeläinhuoneen pa	1 pv	12.8.2014
10	Luovutusvaikko ma	1 pv	13.8.2014
11	Luovutusvaikko II	1 pv	14.8.2014
12	Luovutusvaikko ke	1 pv	15.8.2014
13	Luovutusvaikko to	1 pv	13.8.2014
14	Luvut		
15	Auranne AS, AB, AB	3 pv	21.7.2014
16	Lattia pilaus väli	4 pv	21.7.2014
17	Vesieritys	5 pv	22.7.2014
18	Läpöeristykset	3 pv	30.7.2014
19	Akusteerit	5 pv	31.7.2014
20	Kalustaminen	5 pv	4.8.2014
21	Loppusovitus ja viivästely	16 pv	14.7.2014
22	Määrätykset	1 pv	8.8.2014
23	Itäeläinhuoneen pa	1 pv	11.8.2014
24	Luovutusvaikko ma	1 pv	12.8.2014
25	Luovutusvaikko II	1 pv	13.8.2014
26	Luovutusvaikko ke	1 pv	14.8.2014
27	Luovutusvaikko to	1 pv	15.8.2014
28	Luvut		

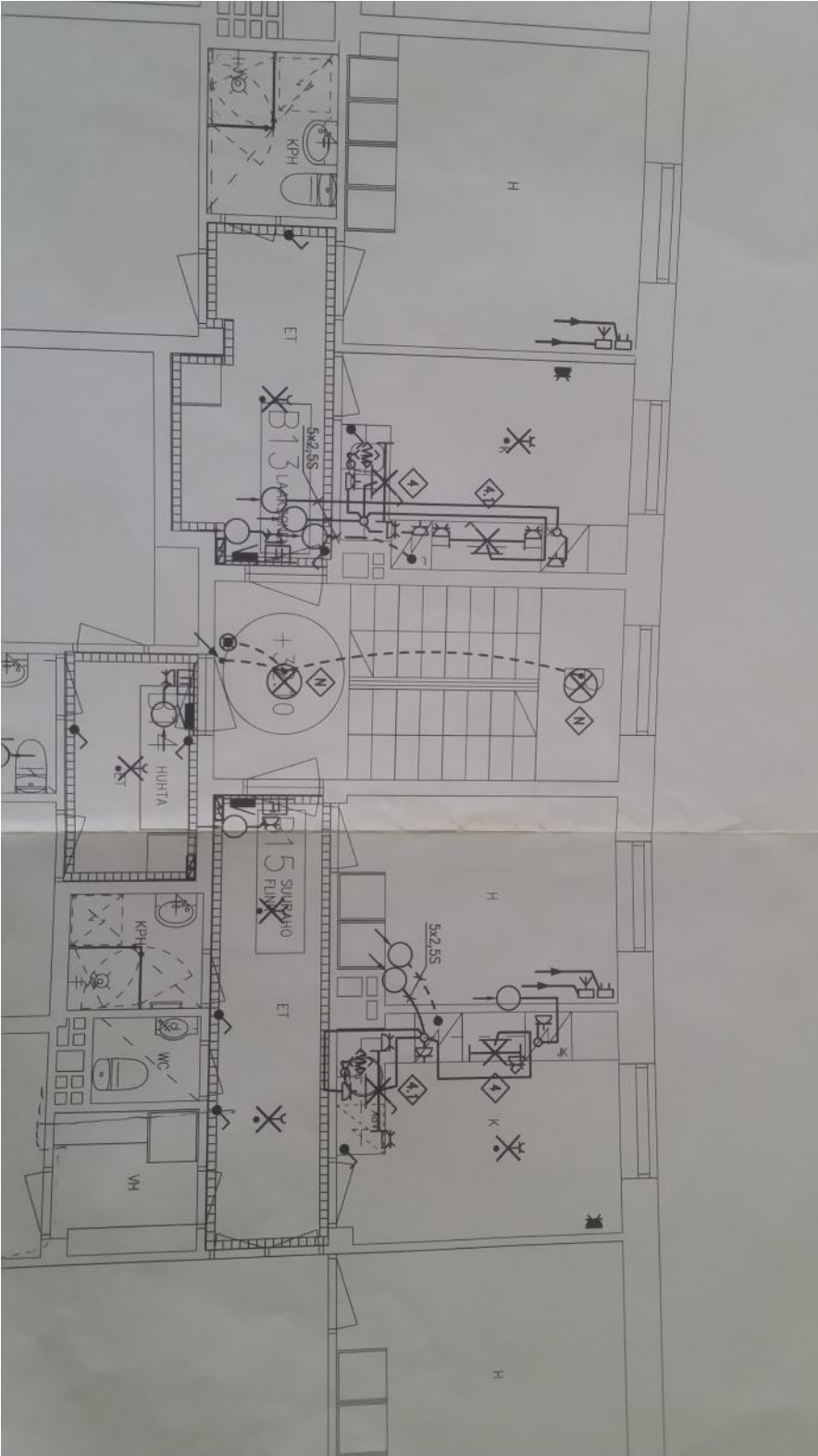
As Oy Bunkkeri
Suunnittelija: Tero Vihtikka

Sivu: 1/1
VVS GROUP OY

As. Bunkkeri Oy työmaasuunnitelma



As. Oy Bunkkeri asuinkerroksen sähkökuva



ASUNTO-OY BUNKKERI

SOPIMUS KORJAUSTOISTA JA
KUSTANNUSTEN JAKAMISESTA 1 (3)

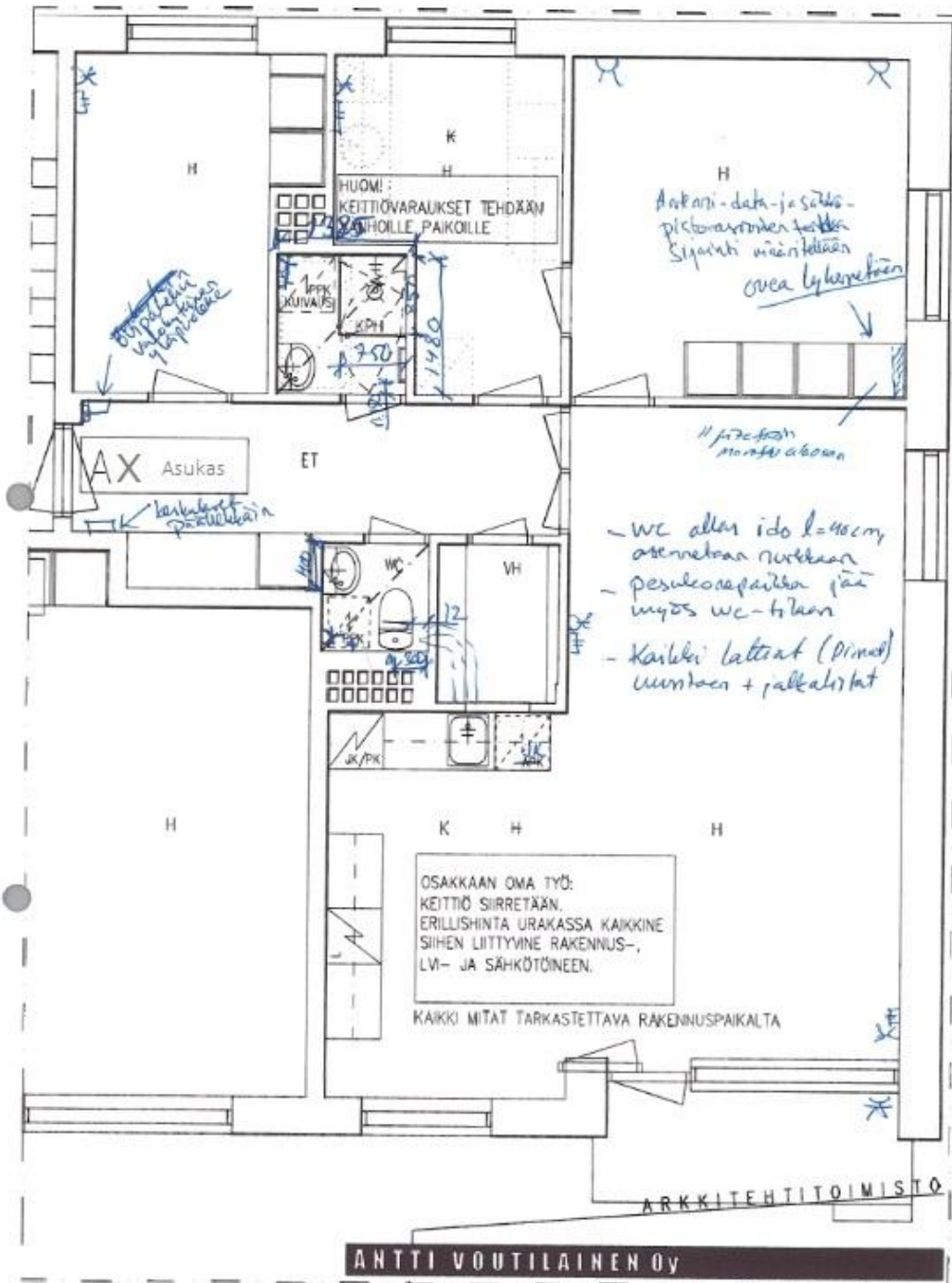
Huoneisto _____

517 2014

omistajan nimi _____ vuokralaisen nimi _____

As. Oy Bunkkeri huoneistokortti 1/4

KORJAUSTYÖ / KOHDE	Määrä	Yks. hinta	Osakkaalta veoitettavat lisätyöt / hinta-arvio
KYLPYHUONE			
Kylpyhuone uusitaan kokonaan, vesieristykset tehdään yhtenäisinä kaikkien seinien ja lattiain. Tiloihin asennetaan sähkölämmitys.			
Katto			
<input type="checkbox"/> Vakioratkaisu levykatto (Lujamaali valkoinen)			
<input checked="" type="checkbox"/> Vakioratkaisu / Framilla-paneelikatto, puulaaji	Wenge	WC ja K.H.	
Laatat			
Vakioalaotus (merkitse tyyppi)			
- seinälaatta:		m ²	laatta + 120x60 1/2m x 20cm
- lattialaatta:	Toda Tulaa 20x20cm + 20x20cm kromi	m ²	laatta
Osakkaan erilliset laatat, osakas maksaa lisähinnan (merkitse tyyppi)			
- seinälaatta:		m ²	
- boord:		m ²	
- lattialaatta:		m ²	
Laatoituksen vinokulmat ulkokulmiin tehdään:			
<input type="checkbox"/> Timantti-sehaamalla			
<input type="checkbox"/> Kulmalistalla vaik. kromi			
HANAT + WC-ISTUIN			
<input checked="" type="checkbox"/> Vakiot			WC-istuin
Vakiohanoista poikkeavat tilaukset/tyypit (vakiona Oras Vega-yksiohannot):			
Suihkuhana:			- osakas toimittaa istuin
Käsienpesuallashana:			
Kaistiohana:			
Vakio/wc-istuin (vaik. IDO Seven D) tilalle oma valinta/tyyppi:			
KÄSIENPESUALLAS (vakiona valkoinen Framilla Corlan-allas)			
Vakio			
Vakioaltaasta poikkeava tilaus (tai nykyinen allas takaisin)			
<input checked="" type="checkbox"/> Osakas toimittaa			
KYLPYHUONEEN KUIVAUSPATTERI			
Vakio/käyttövesipatteri Raj-design BTH 50744 kromi lev. 35 cm/kork. 74 cm			
Omavalintainen malli:			
PEILIKAAPPI, erillishinta			
Vakio/Framilla n. 50 cm, puulaaji: tammi/mahonki/jalava/valkoinen			50cm allaskäynnin Wenge yksiosainen 3cm AH allaskaappi
<input checked="" type="checkbox"/> Omavalintainen malli (tai entinen takaisin):			
ALLASKAAPPI, erillishinta			
Vakio/Framilla, puulaaji: tammi/mahonki/jalava/valkoinen			
<input checked="" type="checkbox"/> Omavalintainen malli (tai entinen takaisin):			
SUIHKUSEINÄT			
<input checked="" type="checkbox"/> Vakio/Lasiseinä nimellä ja pöytälaista	WZ Angel v.kip. allaskaappi	750 x 850 mm	
Omavalintainen malli (tai entinen takaisin):			
KYLPYHUONEEN LAAJENNUS, OSAKKAAN MAKSETTAVA LISÄTYÖ			
Tilaa kylpyhuoneen laajennuksen			
Muut toiveet/tilaukset			
Lisätilaukset (esim. laastekuvioinnit tai poikkeuksellisen suuret tai pienet laatat)			



ANTTI VOUTILAINEN OY

ASUNTO OY BUNKKERI
AX
POHJAPIIRROS 1:50 15.04.2013