



BETONIELEMENTTIPORTAIDEN KOR- VAAMINEN TERÄSPORTAILLA ASUIN- KERROSTALORAKENTAMISESSA

Iiro Mäkelä

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2012
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Rakennustuotanto

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Rakennustuotannon suuntautumisvaihtoehto

MÄKELÄ, IIRO: Betonielementtiportaiden korvaaminen teräsportailta asuinkerrostalorakentamisessa

Opinnäytetyö 63 sivua, josta liitteitä 5 sivua
Huhtikuu 2012

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin betonielementtiportaiden korvaamista teräsportailta asuinkerrostalorakentamisessa. Työssä pyrittiin ennen kaikkea selvittämään, onko teräksestä mahdollista tehdä kustannustehokkaasti asuinkerrostalon sisäpuolista porraskäytävää betonielementtiportaaseen verrattuna. Työ tehtiin yhtä työn toimeksiantajan rakenteilla olevaa asuinkerrostalokohdetta esimerkkinä käyttäen. Tämän vuoksi tarkastelun pääpaino oli esimerkkikohteessa käytetyn porraskäytävän kaltaisissa kierreportaisissa. Työssä tutkittiin kierreportaiden lisäksi myös hiukan suorasyökyisiä porraskäytäviä.

Tutkimus jakaantui suorittamismenetelmältään kolmeen vaiheeseen. Aluksi tutkittiin kirjallisuudesta reunaehdot portaiden rakentamiselle ja suunniteltiin niiden pohjalta nämä ehdot täyttävä esimerkkiporras. Tämän jälkeen otettiin yhteyttä teräsportaita valmistaviin yrityksiin ja kysyttiin, esimerkkiporrasta apuna käyttäen, tarjouksia portaista ja yleisesti mielipiteitä teräsportaiden käytöstä asuinkerrostalorakentamisessa. Myös betoniportaista pyydettiin tarjoukset. Lopuksi vertailtiin saatuja porraskäytäviä keskenään rakennusteknisten ominaisuuksien sekä kustannusten osalta.

Saatujen tarjousten sisältö ja tarjoushinnat vaihtelivat eri yritysten välillä. Tuloksista saatiin kuitenkin selville, että teräskierreportaiden käyttö asuinkerrostalorakentamisessa on edullisimmillaankin betonielementtiportaan käyttöä kalliimpaa. Edullisimmat teräskierreportasmallit ovat työmaalla pienelementeistä kasattavia malleja, joten niiden käyttökuntoon saaminen kestää betonielementtiasennukseen verrattuna huomattavasti kauemmin ja lisää työmaalla tapahtuvan asennustyön määrää.

Teräksestä on mahdollista tehdä sekä suorasyökyisiä- että kierreportaita betonielementtiportaiden korvaajiksi. Haasteena teräsportaan käytölle asuinkerrostalojen sisäpuolisina porraskäytävinä vaikuttaakin olevan niiden korkeiksi kohoavat kokonaiskustannukset sekä paloturvallisuusvaatimusten täyttyminen. Edellä mainittujen seikkojen vuoksi teräskierreportaiden käyttö kerrostalorakentamisessa ei vaikuta kustannustehokkaalta ratkaisulta betonielementtiportaan käyttämiseen verrattuna.

Asiasanat: betonielementtiporras, teräsportas, kustannustehokkuus, palonkesto-aika.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Department of Construction Technology
Option of Building Production

MÄKELÄ, IIRO: The replacement of concrete element stairs with steel stairs in apartment building construction

Bachelor's thesis 63 pages, appendices 5 pages
April 2012

The aim of this thesis was to survey the replacement of concrete element stairs with a stairs made of steel in an apartment building. The purpose of this thesis was before anything to find out is it possible to build apartment buildings inner stairs cost efficiently in comparison to building the stairs from concrete elements. The work has been done using a stair solution in one of the client's apartment buildings under construction as an example. This is why the main weight of the examination is but in to the circular stairs. There is also some examination of straight stairs in the thesis as well.

The survey was done in three different stages. At first was the examination of literature to outline the regulations of building stairs in to an apartment building. After that we designed our own version of circular stairs that fulfill the regulations. Then we were in contact with some steel stair suppliers and asked for stair offers according to our design. We also asked their own opinion for how to make stairs from steel cost efficiently and what are the key factors to notice when building steel stairs to an apartment building. We asked stair offers from concrete element suppliers too, and compared them with steel stair offers.

The contents of the offers varied from each other, but the higher cost of the steel stair offers in general compared to concrete element stairs is still apparent. Beside the higher costs, all of the steel stair models that we got an offer for are assembled from minor steel elements at the construction site. That increases the amount of labor in site compared to the installation of concrete element stairs.

It's possible to make almost any kind of stairs from steel. The biggest challenges of using steel as a stair material seems to be the fire endurance and the high costs of the stairs. Because of these matters it doesn't seem that the usage of steel in a staircase material in cost efficient apartment buildings inner staircase is a good alternative when compared to concrete element stairs.

Key words: concrete element stair, steel stair, cost efficiency, fire endurance.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	PORTAAT ASUINKERROSTALOISSA	8
2.1	Portaista asuinkerrostaloissa	8
2.2	Esimerkkikohteen porraskorjaus.....	9
3	VIRANOMAISMÄÄRÄYKSET JA OHJEET.....	12
3.1	Rakennusten paloturvallisuus	12
3.2	Uloskäytävät	14
3.3	Portaat	16
3.4	Äänitekniset vaatimukset.....	18
4	TERÄSPORTAAT.....	20
4.1	Teoriaa teräsportaista.....	20
4.2	Erilaiset teräsporrasmallit	21
4.3	Tarkemmin tutkittavan teräsportaan valinta	23
4.4	Tarkemmin tutkittavan porrasmallin erityispiirteet	24
4.4.1	Asennus ja kiinnitys ympäröiviin rakenteisiin.....	24
4.4.2	Työmaa-aikainen käyttö ja suojaus.....	25
4.4.3	Portaiden viimeistely.....	26
5	RATKAISUVAIHTOEHTOJEN SELVITTÄMINEN PORRASTOIMITTAJILTA	28
5.1	Yleistä ratkaisuvaihtoehtoista	28
5.2	Oy Finnraasi Ab:n ratkaisuvaihtoehto.....	28
5.3	SafeGo Oy:n ratkaisuvaihtoehto.....	31
5.4	Suomen Teräsritys STR Oy:n ratkaisuvaihtoehto	34
5.5	Tarjouspyynnöt Lemminkäinen Rakennustuotteet Oy, Betoni- ja puurakentaminen.....	35
6	KUSTANNUSTEN MUODOSTUMINEN ERI VAIHTOEHTOJEN TALLENTAMISELLE	39
6.1	Teräskierreportaat	39
6.2	Betonielementtikierreportaat.....	41
6.3	Suorasäilytykset	44
7	TULOSTEN TARKASTELU	45
7.1	Rakennustekninen vertailu.....	45
7.2	Kustannusvertailu	49
8	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	54
9	LÄHDELUETTELO	56
9.1	Painetut lähteet.....	56
9.2	Sähköiset lähteet	56

9.3 Haastattelut	57
10 LIITELUETTELO.....	58
Liite 1. Oy Finnrasti Ab:n tarjous teräskierreportaasta, 2 sivua	
Liite 2. Oy Finnrasti Ab:n tarjous suorasyöksyisestä portaasta, 2 sivua	
Liite 3. Pohjakuva Elemento 6 -portaasta, 1 sivu	

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehdään YIT Rakennus Oy, Talonrakennus Tampereen toimeksiantajasta. **Työn tavoitteena on tutkia asuinkerrostaloissa käytettävien betonielementtiportaiden korvaamista teräsportailta.** Työ tehdään yhtä toimeksiantajan rakenteilla olevan asuinkerrostalon porraskorjausta esimerkkinä käyttäen. Työssä käytetään selkeyden vuoksi jatkossa YIT Rakennus Oy, Talonrakennus Tampereesta yleisesti vain lyhennettä YIT.

YIT:n rakentamissa asuinkerrostalokohteissa käytetään kerrostasojen välisinä portaina yleensä valmiita betonielementtiportaita. Betonielementtituotteiden toimituksissa työmaille on kuitenkin ilmennyt ajoittain ongelmia. Kun tilatut tuotteet eivät saavu ajallaan työmaalle, tämä vaikuttaa työmaan työaikatauluihin ja sitä kautta myös mahdollisesti työmaan taloudellisiin kustannuksiin. Muun muassa edellä mainittujen asioiden takia YIT haluaa tutkia mahdollisuuksia korvata betonielementtituotteita kerrostalorakentamisessa vaihtoehtoisilla materiaaleilla tai ratkaisulla. Tämän lisäksi on YIT:n edun mukaista saada lisätietoa vaihtoehtoisten tuotteiden tuomista mahdollisuuksista sekä rajoitteista.

Tämän työn tarkoituksena on tutkia teräsporrasta vaihtoehtoisena ratkaisuna betonielementtiportaalle asuinkerrostalorakentamisessa. Tällä työllä pyritään saamaan selville, onko teräksellä porrasmateriaalina mahdollisuuksia kilpailla betonielementtiportaankanssa kustannusten, asennettavuuden, rakenneteknisen toimivuuden, saatavuuden sekä käytettävyyden osalta. Työssä on tarkoituksena suunnitella vaihtoehtoinen teräsporrasmalli yhden YIT:n asuinkerrostalokohteeseen tulevan betonielementtiporrasmallin tilalle. Suunniteltua teräsporrasta ja toteutettavaa betonielementtiporrasta keskenään vertailemalla on tarkoitus saada selville teräsportaiden käytön hyviä ja huonoja puolia betonielementtiportaaseen verrattuna. Tavoitteena olisi myös saada selville selkeä kustannusarvio kyseessä olevista teräsportaita kokonaisuudessaan.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään teräksen käytön mahdollisuuksiin sekä rajoitteisiin asuinkerrostalon porrasmateriaalina. Työssä käytetään apuna esimerkkipohdetta, jonka tehdasvalmisteisille betonielementtikierreportaille suunnitellaan vastine teräksestä. Työ rajataan asuinkerrostalon sisäpuolisiin porraskorjauksiin ja tarkemmin vielä sellaisiin,

jotka olisivat mitoiltaan, malliltaan ja käytettävyydeltään lähellä esimerkkikohteeseen tulevaa porraskorjausta. Tarkoituksena on kerätä teräsporrasmalleista tietoja ja verrata niitä esimerkkikohteen betonielementtiporraskorjaukseen. Työn esimerkkikohteena toimii Asunto Oy Tampereen Niemenrannan Katariina, josta myöhemmin työssä käytän vain lyhennettä Niemenrannan Katariina. Kierreportaiden lisäksi työssä tarkastellaan hieman myös suorasyökyisiä teräsportaita.

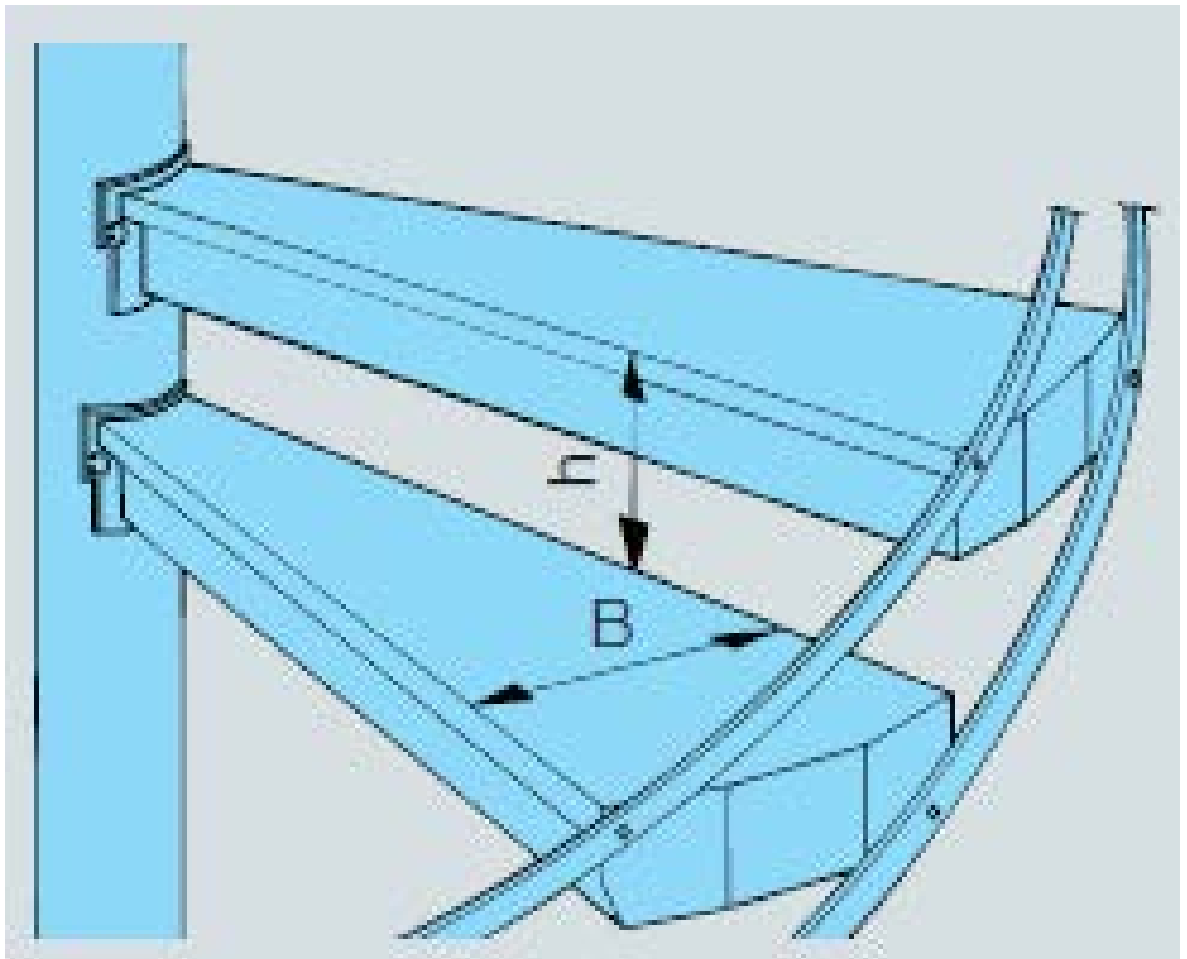
Tutkimus jakaantuu suorittamismenetelmältään kolmeen vaiheeseen

- kirjallisuustutkimus sekä esimerkkiporrasmallin valinta
- tarjouspyynnöt ja tarjoukset
- teräs- ja betoniportaiden vertailu keskenään.

2 PORTAAT ASUINKERROSTALOISSA

2.1 Portaista asuinkerrostaloissa

Portaat ovat kahden tai useamman askelman avulla eri korkeuksilla toisiinsa nähden olevan tason yhdistäviä rakennelmia. Portaita voidaan tehdä monen mallisia, mutta yleisimmät ovat L-, I-, Kierre-, sekä U-portaat. Portaat koostuvat kuvion 1 mukaisesti askelmien muodostamista etenemistä sekä nousuista. Etenemä tarkoittaa sitä vaakasuoraa etäisyyttä jolla kaksi porraskaskelman etureunaa on toisiinsa nähden. Nousulla puolestaan tarkoitetaan kahden porraskaskelman yläpintojen välistä pystysuoraa etäisyyttä. (<http://fi.wikipedia.org/wiki/Portaat>)



KUVIO 1. Porraskaskelman etenemä B ja nousu h (Käsikirja 2005)

Portaita voidaan tehdä useista erilaisista materiaaleista, kuten puusta, mutta yleisimpiä asuinkerrostaloissa käytettyjä materiaaleja ovat betoni, teräs sekä näiden kahden yhdistelmät. Kerrostalojen portaiden tulee täyttää useita erilaisia vaatimuksia käyttöturvallisuuden, käytettävyyden, rakenteen keston, paloturvallisuuden sekä ääniominaisuuksien suhteen. Nämä vaatimukset riippuvat monista erilaisista seikoista, kuten esimerkiksi ovatko portaat talon sisä- vai ulkopuoliset, montako kerrosta talossa on, tai montako erillistä poistumistietä talossa on. Näiden vaatimusten täytyminen asettaa omat rajoituksensa materiaalien käytölle portaissa.

2.2 Esimerkkikohteen porraskäytävä

Niemenrannan Katariina koostuu yhdestä kahdeksankerroksisesta asuinkerrostalosta. Rakennus koostuu pääasiassa asuin-, ja liikehuoneistoista, sekä yleisistä tiloista kuten varastoista. Rakennuksen bruttoala on 3 192 m², josta liikehuoneistojen kerrosala on yhteensä 78,5 kem² ja asuinhuoneistojen kerrosala 2 390,0 kem². Tilavuudeltaan rakennus on 10 203 m³ ja rakennuksen paloluokaksi on määritelty P1. (YIT. Esite 2011.)

Niemenrannan Katariinassa asuinkerrosten välillä käytetty porrasmalli on kantavalla pilarilla varustettu, suorasiivinen umpikierreporras. Kohteen portaat kasataan valmiista betonielementeistä, jotka kukin kattavat yhden kerrosvälin porrasmallin. Näistä elementeistä muodostuu porraskäytävä kun ne asennetaan työmaalla paikoilleen. Porrasmallina käytetään Lemminkäinen Rakennustuotteet Oy, Betoniliiketoiminnan valmistamaa Elemento 6 -porrasta. Elemento 6 -portaita valmistetaan tehtailla sekä 2 800 mm:n kerroskorkeudella, että 3 000 mm:n kerroskorkeudella. Esimerkkikohteessa käytetään 3 000 mm korkeita elementtejä. Kyseisessä porrasmallissa askelmia on yhteensä 18 kappaletta ja yhden askelman nousukorkeus on 166,7 mm. Painoa yhdellä porrasmallilla on 4 400 kg ja paloluokaksi on määritelty R 60. Portaan askelmamateriaalina on mosaiikkibetoni. (Lemminkäinen 2012.)



KUVA 1. ELEMENTO 6 -porras

Rakennuksessa on yhteensä kahdeksan noustavaa kerrosta ja niiden välille tullaan rakentamaan yksi porraskäytävä. Tämä porraskäytävä tulee palvelemaan koko rakennusta kulkuväylänä, sekä toimimaan pääasiallisena uloskäytävänä mahdollisten hätätilanteiden sattuessa. Rakennuksen kerrokset eivät ole vakiokorkuisia, vaan korkeudet vaihtelevat eri kerrosten välillä taulukon 1 mukaisesti.

TAULUKKO 1. Kerroskorkeudet

Kerrosväli	Kerroskorkeus (mm)
1 – 2 krs.	3 200
2 – 3 krs.	3 000
3 – 4 krs.	3 000
4 – 5 krs.	3 000
5 – 6 krs.	3 000
6 – 7 krs.	3 000
7 – 8 krs.	3 600

Elemento 6 -porras sopii mitoituksensa puolesta sellaisenaan kerrosten 2 – 7 välille. Kohteen alimpaan sekä ylimpään portaaseen tehdään poikkeavan kerroskorkeutensa vuoksi työmaalla lisäaskelmia oikean nousukorkeuden saavuttamiseksi. Kerrosten 1 – 2 välillä portaan alapäähän tehdään paikalla kaksi kappaletta 100 mm korkeita ylimääräisiä askelmia. Kerrosten 7 – 8 välillä oikea portaan nousukorkeus saavutetaan tekemällä paikalla neljä kappaletta lisäaskelmia 150 mm nousukorkeudella. Tämän ylimmän portaan askelmien lisäyksen johdosta porras myös kiertyy 270 astetta normaalin 180 asteen kiertymän sijasta.

Porraselementtien hankinnassa tärkeä huomioon otettava asia on tuotteen toimitusaika. Lemminkäisen valmistamien betonielementtiportaiden kohdalta se on minimissään 10 viikkoa ennen ensimmäistä toimitusta. YIT:llä on tapana tehdä tilaus vähintään 2 viikkoa ennen tämän minimiajan täyttymistä, jotta he voivat suorittaa tarvittavat toimenpiteet ja varmistaa vielä siten, että toimitus tapahtuu ajallaan. Elementit sovittiin toimitettaviksi kahden kappaleen erissä, kahden viikon välein. Työmaalta oltiin elementtitoimitajaan yhteydessä aina toimitusta edeltävällä viikolla varmistakseen tarkemman toimitusajankohdan. Porraselementtitoimitukset tulivat työmaalle sovitun aikataulun mukaisesti koko runkovaiheen ajan.

Kierreportaiden lisäksi rakennuksessa on yhdet suorasyöksyiset portaat. Nämä portaat toimivat kulkuväylänä ensimmäisen kerroksen ja maan alle rakennettavan autohallin välillä. Portaan nousukorkeus on kokonaisuudessaan 2 300 mm ja askelmia siinä on 14 kappaletta. Yhden askelman nousukorkeus on 165 mm ja portaan leveys 1 480 mm. Porraselementtinä käytetään Lemminkäisen Rakennustuotteet Oy:n valmistamaa Elemento 1 -porrasta. Portaan paloluokka on R 30. (Lemminkäinen 2012.)

3 VIRANOMAISMÄÄRÄYKSET JA OHJEET

3.1 Rakennusten paloturvallisuus

Huhtikuun 15. päivänä vuonna 2011 voimaan tulleessa Suomen Rakentamismääräyskokoelman osassa E1 asetetaan vaatimuksia rakennusten paloturvallisuudelle. Osa näistä määräyksistä vaikuttaa oleellisesti myös portaiden suunnitteluun. E1:ssä määrätään, että rakennuksissa olevien kantavien rakenteiden on kestävä niille asetettu minimiaika tulipalon sattuessa. Lisäksi rakennuksessa olevien henkilöiden on päästävä poistumaan rakennuksesta palon sattuessa itse tai heidät on kyettävä poistamaan rakennuksesta muilla keinoilla. Pelastushenkilöstön turvallisuus tulee myös ottaa huomioon portaita ja muita rakenteita suunniteltaessa. (E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, 8.)

Rakennukset jaetaan palo-osastoihin, jolle kullekin määritellään omat palokuormansa. Palokuormat voidaan määritellä laskemalla tai luetettavan arvion perusteella. Yleisintä on tehdä jako palo-osastoihin tilojen käyttötarkoituksen perusteella. Käyttötarkoitukset luokitellaan kolmeen eri palokuormaryhmään, jotka ovat yli 1 200 MJ/m², 600 – 1 200 MJ/m² ja alle 600 MJ/m². Palo-osastoinnilla pyritään rajoittamaan palon ja savun leviämistä, turvata poistumista, helpottaa pelastus- ja sammutushenkilöstön työskentelyä sekä rajoittaa omaisuusvahinkoja. Porraskäytävä rajataan usein omaksi palo-osastokseen. (E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, 9–10.)

Kaikille rakennuksille määritellään paloluokka. Paloluokka määräytyy rakennuksen kerrosmäärän, käyttötarkoituksen, suunnitellun henkilömäärän sekä kerrosalan mukaan. Paloluokat ovat P1, P2, ja P3. Tietyntilaisissa erityistapauksissa sallitaan poikkeaminen näistä edellä mainituista paloluokista. Myös rakennuksen sisällä voi olla eri paloluokkiin kuuluvia osia, mutta se edellyttää, että osien välillä on palomuri. (E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, 10–12.)

Paloluokka P1 on kaikkein vaativin ja siihen luokiteltavien kantavien rakenteiden olettaankin kestävä palotilanne sortumatta. P1 paloluokitellut rakenteet eivät täten myöskään rajaa rakennuksen henkilömäärää ja kokoa, kuten taulukosta 2 käy ilmi. Paloluokan P2 rakenteet voivat olla tasoltaan paloteknisissä vaatimuksissa P1 luokan rakenteiden matalampia. Tämän paloluokan rakenteissa kerroslukua ja henkilömäärää on rajoi-

tettu pitkälti rakennuksen käyttötarkoituksen perusteella. P3 paloluokkaan kuuluvissa rakenteissa ei ole määritelty erityisiä vaatimuksia palonkeston suhteen kantavien rakenteiden osalta. Tämän paloluokan rakenteissa paloturvallisuutta säädellään rakennuksen kokoa ja henkilömääriä säätelämällä käyttötarkoituksen mukaan. (E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, 10–12.)

TAULUKKO 2. Rakennuksen kokoa koskevat rajoitukset (RakMk E1 2011, 11)

Rakennuksen ominaisuus	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>
<i>Selostus</i>	<i>Rakennuksen korkeus on julkisivupinnan ja vesikaton leikkausviivan korkeus maan pinnasta (MRA 58 §). Tarvittaessa lasketaan rakennuksen nurkkapisteiden korkeuksien keskiarvo.</i>		

Rakennusten lisäksi paloluokkiin jaetaan myös kantavat ja osastoivat rakennusosat. Nämä rakennusosien luokitukset määräytyvät rakennusosan palonkeston mukaan. Rakennusosan paloluokituksen merkintä on kaksiosainen. Ensimmäisenä osana on kirjaintunnus tai -tunnukset. R-kirjain kertoo rakenteen kantavuudesta ja E-kirjain tiiveydestä. Jos kirjainyhdistelmänä on EI tarkoittaa tämä tiiveyttä sekä eristävyyttä. Jälkimmäisenä osana tässä luokituksessa on numeroin merkitty minuuttimäärä, jonka rakennusosan tulee kestää paloa. Esimerkiksi portailta usein kerrostalorakentamisessa vaadittu merkintä R 60 tarkoittaa, että kyseisen rakenteen tulee säilyttää rakenteellinen kestävyytensä 60 minuutin ajan palotilanteessa. (E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, 5.)

3.2 Uloskäytävät

Rakennuksessa on oltava hätätilanteiden varalle tarpeeksi väljiä uloskäytäviä turvallista poistumista varten. Uloskäytävien tulee olla tarpeeksi leveitä ja esteettämiä niin, että liikuntakyvyttömänkin pystyy kuljettamaan ulos rakennuksesta uloskäytävän kautta paareilla kantaen. Hissiä tai muuta vastaavaa laitetta ei saa käyttää uloskäytävänä, joten useimmiten portaat ovat osa uloskäytävää. Portaat saa asentaa eri tasojen välille vain siinä tapauksessa, että tasot kuuluvat samaan poistumisalueeseen. Rakennuksissa joissa oleskelee ihmisiä, on jokaiselta rakennuksen poistumisalueelta yleisesti ottaen oltava kaksi erillistä uloskäytävää. Tähän kuitenkin poikkeuksen tekee alle kahdeksankerroksinen asuinkerrostalo, alle 300 m² työpaikkatila tai alle 300 h-m² tuotanto- tai varastotila. Tällaisissa tiloissa on mahdollista käyttää erillisiä varateitä, kuten ikkunoita tai parvekkeita, vaihtoehtoisena ratkaisuna toisen uloskäytävän sijasta. Tällaiset erilliset varateit on oltava jokaiselta poistumisalueelta erikseen omansa. Asuinkerrostaloissa on yleensä huoneistoissa parvekkeet tai tarpeeksi suuret ikkuna-aukot jotka voidaan laskea varateiksi tietyin ehdoin. (E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, 27–29.)

Uloskäytävien vähimmäisleveyden määrittäminen tapahtuu ensisijaisesti kunkin poistumisalueen kautta kulkevan suurimman laskennallisen henkilömäärän mukaan. Tapauksissa joissa samaan uloskäytävään liittyy useampi eri poistumisalue, mitoitetaan uloskäytävän vähimmäisleveys suurimman henkilömäärän omaavan poistumisalueen mukaan. Jos poistumisalueiden henkilömäärät eivät ole tiedossa, tulee uloskäytävän vähimmäisleveys määrittää alueen pinta-alan perusteella, sen käyttötarkoitus huomioiden. Tapauksissa, joissa palo-osasto muodostuu useista toisiinsa avoyhteyden kautta liittyvästä kerroksesta joista henkilöt joutuvat poistumaan samojen uloskäytävien kautta, arvioidaan uloskäytävien riittävyys myös poistumisaikalaskelmien avulla. Nämä poistumisaikalaskelmat arvioidaan jokaiselle uloskäytävää käyttävälle henkilölle erikseen. (E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, 30.)

Yleisesti ottaen uloskäytävien leveyden tulisi olla yhteensä vähintään 1 200 mm. Poistumisalueella, jonka laskennallinen henkilömäärä on enintään 60, saa toinen uloskäytävästä olla leveydeltään 900 mm. Jos rakennus on enintään kaksikerroksinen, sallitaan myös yksi 900 mm uloskäytävä. Kun henkilömäärä ylittää 120, ei 1 200 mm leveä uloskäytävä enää riitä. Tämän jälkeen uloskäytävien yhteenlaskettuun leveyteen tulee aina

lisätä 400 mm kutakin seuraavaa 60 henkilöä kohden. (E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, 30–31.)

Uloskäytävän suositeltu kulkukorkeus on 2 200 mm, mutta korkeuden tulisi kuitenkin olla vähintään 2 100 mm. Tämä vähimmäiskorkeus tarkoittaa käytävän vapaata korkeutta, sen alapuolella ei saisi olla mitään esteitä, kuten palkkeja tai putkilinjoja. Ainoat seikat jotka näitä edellä mainittuja mittoja saavat hiukan muuttaa, ovat välttämättömät katto- ja lattialistat tai muut niihin verrattavat pienet rakennusosat kuten käsijohteet. (E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, 30–31.)

Uloskäytävien palokuorma lasketaan siihen johtavien tilojen palokuorman perusteella. Uloskäytäviin ei saa sijoittaa sellaista materiaalia joka voi edesauttaa savun muodostumista tai lisätä palokuormaa. P1 -paloluokan rakennuksissa tulee uloskäytävien porrassyöksyt ja -tasanteet tehdä vähintään A2-s1, d0 -luokan rakennusmateriaaleista, kun kyseessä on yli kaksikerroksinen rakennus. Kyseisten rakenteiden tulee myös täyttää R 30 -luokan palonkestovaatimukset kun palokuorma on alle 600 MJ/m². Tapauksissa joissa palokuorma on suurempi kuin 600 MJ/m² tulee porrassyöksyjen ja -tasanteiden täyttää R 60 -luokan vaatimukset. R 60 vaaditaan myös P2 -paloluokkaan kuuluvien rakennusten porrassyöksyiltä ja -tasanteilta jos kerroksia on kolme tai neljä. (E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, 31–32.)

”Sammutusreitit on järjestettävä niin, että kellarikerrokseen päästään maanpinnan tasolta kulkematta kerroksien uloskäytävien kautta. Sammutusreitien vähimmäisleveys on 900 mm.”(E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, 34) Hissittömissä kerrostaloissa tulee kerrostasojen välisessä portaassa olla vähintään yksi välitasanne kerrostasanteiden välillä. Portaot ja tasanteet on suunniteltava siten, että henkilöiden kuljetus niiden kautta onnistuu ilman kohtuutonta vaivaa. Henkilöiden kuljetuksen portaita pitkin on onnistuttava myös hätätilanteissa ja silloin kun mahdollinen hissi ei ole toiminnassa. Varsinkin hissittömissä rakennuksissa on porraskäytävän mitoituksessa otettava huomioon myös tavarankuljetus. Tavarankuljetuksessa voidaan yleisesti käyttää myös hissiä siinä tapauksessa, että se on riittävän tilava. Kun rakennus on yli 16 kerroksinen, tulee rakennuksen hissi varustaa sellaisin laittein, että sitä voidaan käyttää hyödyksi pelastus- ja sammutustöissä. (E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011, 34.)

3.3 Portaat

Kerrostaloissa, joissa ei ole kerrostasoja palvelevaa hissiä, on tasojen välillä kulkeviin portaisiin tehtävä välitasanne. Porras tulee muutenkin suunnitella käyttöönsä soveltuvaksi ja turvalliseksi käyttää. Esimerkiksi valaistuksen ja värierojen avulla tulee selkeästi osoittaa mahdolliset tasoerot. Käytettäessä avoaskelmaista porrasta tulee varmistaa, ettei portaan askelmien välistä mahdu läpi särmältään yli 110 mm:n kuutio. Porrassyöksen tai välitasanteen ja seinän välistä ei myöskään saa mahtua läpi särmältään yli 50 mm:n kuutio. Portaiden pintamateriaalin ollessa liukas, on porraskelmat varustettava liukuestein. (F2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2001, 4.)

Portaisiin tulee asentaa käsijohde koko portaan pituudelle. Käsijohteen korkeudeksi suositellaan noin 900 mm ja käsijohteen tulee olla siten muotoiltu ja kiinnitetty, että käsi voi liukua sitä pitkin esteettä. Mitoitukseltaan käsijohteen tulee olla sellainen, että siitä saa tukevan otteen, sekä sen päädyt täytyy muotoilla turvallisiksi. Lämpimitoiltaan tukeva pyöreä käsijohde on 25–40 mm:n välillä. Jos asuintalon portaissa on erillinen kaide, voi sen muotoilla käsijohteeksi, jolloin erillistä johdetta ei tarvita. (F2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2001, 8–9.)

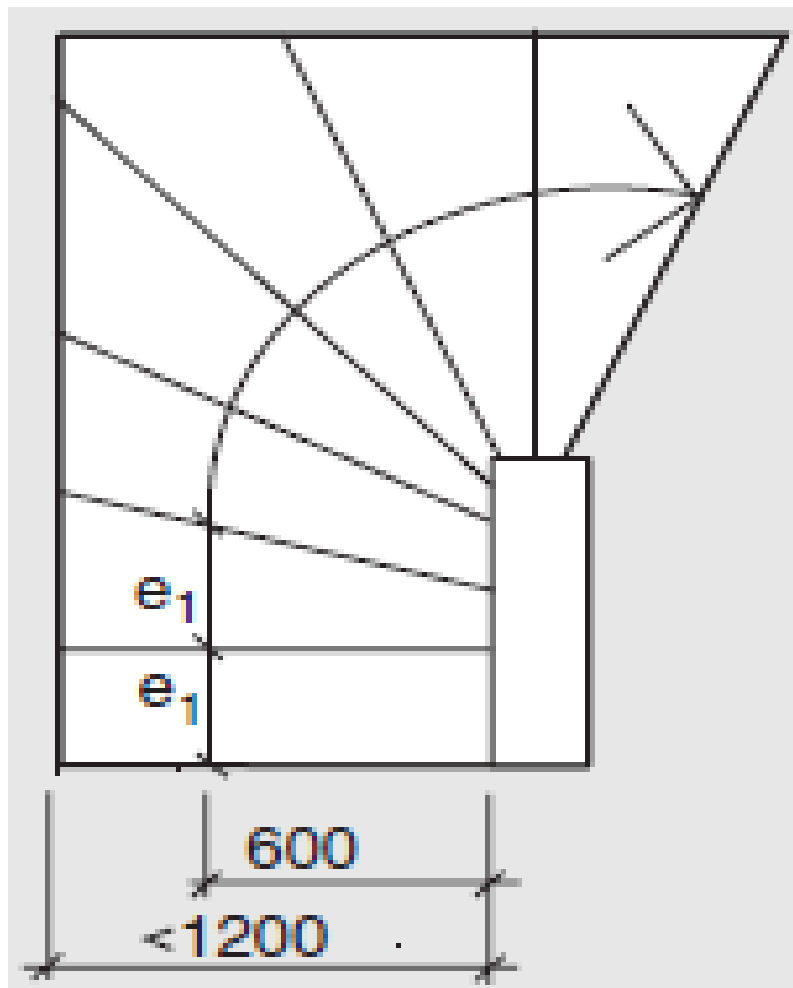
Kaikkien portaan askelnousujen tulisi olla samankorkuisia. Valmisportaissa sallitaan 7 mm:n asennuspoikkeama kerrosvälillä, joka tulisi sijoittaa alimpaan nousuun. Portaankaskelmien nousun ja etenemän suhde tulisi valita käyttötarkoitukseensa sopivaksi. Jos porrask toimii osana uloskäytävää, saa askelman nousu olla enintään 180 mm. Tässä tapauksessa etenemän tulee olla vähintään 270 mm. Kun uloskäytävänä olevaa porrasta ei käytetä rakennuksessa tapahtuvaan tavanomaiseen sisäiseen liikkumiseen, saa portaank nousu olla enintään 200mm. (F2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2001 5–6.)

”Kun portaassa on pyöreä keskipilari, etenemä mitataan askelman halkaisevaa sädettä vastaan kohtisuoraan.” (F2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2001, 5.) Normaalissa tapauksessa portaiden etenemän sopiva mitoitus saa yhtälöstä 1.

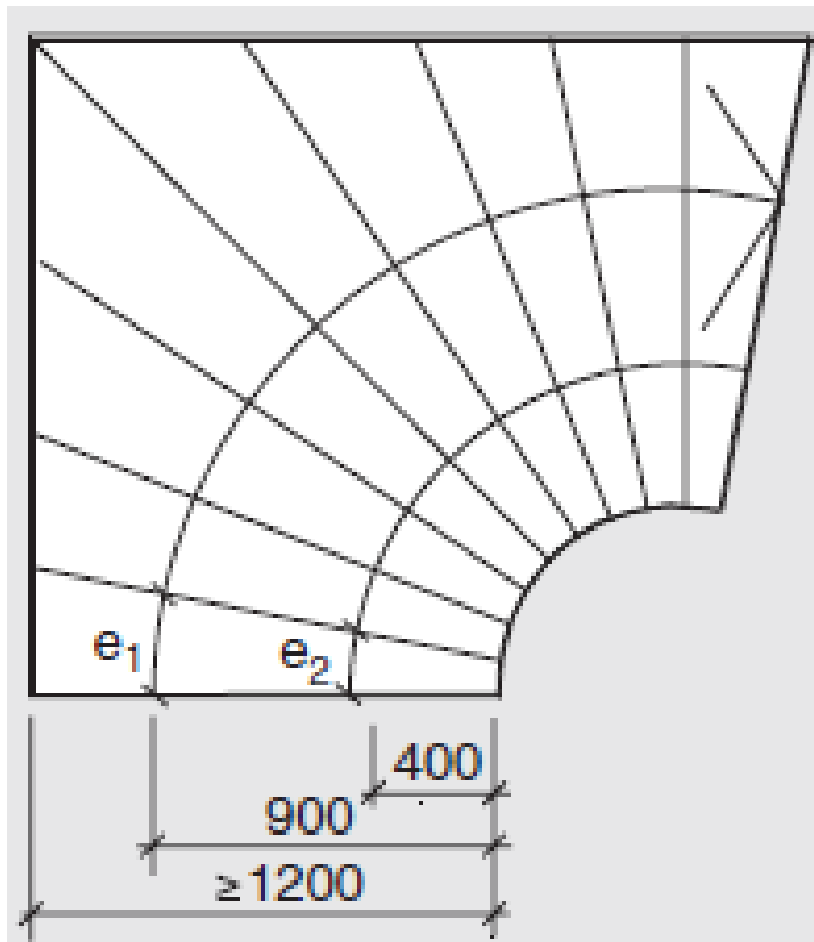
$$2n + e \approx 630 \text{ mm} \quad (1)$$

Yhtälössä n = nousu ja e = etenemä. Suositeltu maksimipoikkeama on +10 mm, -30 mm.

Porrasaskelmien etureunojen ollessa yhdensuuntaiset, mitataan etenemä vaakasuoraan askelman sivun suunnassa. Askelmien etureunojen ollessa keskenään erisuuruisia, mitaus tapahtuu tietyllä etäisyydellä etureunasta. Portaan leveyden ollessa alle 1 200 mm, mitataan etenemä 600 mm:n etäisyydeltä askelman kapeasta päästä kuvion 1 mukaisesti. Jos portas on 1 200 mm leveä tai leveämpi, etenemän mittaaminen tapahtuu 900 mm:n etäisyydeltä askelmien kapeammasta päästä. Tässä tilanteessa tulee kuitenkin huomioda, että portaan etenemä ei saa alittaa 150 mm:ä 400 mm etäisyydellä portaan kapeasta päästä. Tämä käy ilmi kuvioista 2. (F2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2001, 5.)



KUVIO 2. Alle 1200 mm leveän portaan askelman mitoitus (RakMk F2 2001, 5.)



KUVIO 3. Yli 1 200 mm leveän portaan askelman mitoitus (RakMk F2 2001, 5.)

Materiaaliluokaltaan portaiden tulee asuinkerrostaloissa täyttää A2-s1, d0 asettamat vaatimukset. A2 tarkoittaa tarvikkeita joiden osallistuminen paloon on erittäin rajoitettua. S1 luokassa savuntuoton tulee olla erittäin vähäistä. D1 puolestaan tarkoittaa, ettei materiaaleissa esiinny palavia pisaroita tai -osia. Materiaalien tulee olla palamattomia. (E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011.)

3.4 Äänitekniset vaatimukset

Rakennukset tulee suunnitella ja rakentaa siten, että niiden ääniolosuhteet ja suojaus melulta ovat hyvää tasoa. Melu, jolle rakennuksen vaikutuspiirissä olevat altistuvat, on pidettävä enintään sillä tasolla joka ei vaaranna terveyttä. Melutason tulee myös mahdollistaa lepääminen, nukkuminen ja työskentely riittävän hyvissä olosuhteissa. Vaatimukset riippuvat paljon rakennuksen käyttötarkoituksesta. (C1 Suomen rakentamismääräyskokoelma 1998.)

Asuinkerrostalossa portaat ovat yksi melua aiheuttava kokonaisuus. Portaista kuljettaessa ympäristöön kantautuu ilma-, runko- sekä askelääniä. Ilmaäännet leviävät äänilähteen ympärille ilman välityksellä. Runkoäännet puolestaan kulkevat mekaanisen värähtelyn avulla kiinteässä aineessa. Runkoäännet myös aiheuttavat ilmaääniä. Askelääneksi kutsutaan runkoääntä, joka aiheutuvat latioilla tai portaissa tapahtuvan askelluksen tai esineiden siirtelyn johdosta. (C1 Suomen rakentamismääräyskokoelma 1998, 2.)

Asuinrakennuksessa suurin sallittu askeläänitasoluku $L_{n,w}$ uloskäytävästä asuinhuoneeseen on 63 dB. Askeläänitasoluvulla tarkoitetaan sitä taajuuskaistoittain mitattua äänenpainetasoa, jonka askelääni eristyy tilojen välillä. Tätä äänenpainetasoa vertaamalla standardisoituun vertailukäyrään, saadaan selville uloskäytävän askeläänitasoluku. Askeläänitason mittaaminen voidaan suorittaa sekä laboratoriossa, että itse kohderakennuksessa. $L_{n,w}$ tarkoittaa kohteessa suoritettua mittausta, kun taas $L_{n,w}$ vastaavasti laboratoriomittausta. (C1 Suomen rakentamismääräyskokoelma 1998, 2, 5.)

Suurin sallittu jälkikaiunta-aika uloskäytävissä, joista on käynti vähintään kahteen eri huoneistoon, on 1,3 s. Jälkikaiunta-ajalla tarkoitetaan sitä aikaa, joka äänenpainetasolla kestää laskea 60 dB verran siitä kun äänen lähde vaikenee. Jälkikaiunta-ajan mittaaminen tapahtuu ISO 3382 standardin mukaisesti. (C1 Suomen rakentamismääräyskokoelma 1998, 2, 5, 8.)

4 TERÄSPORTAAT

4.1 Teoriaa teräsportaista

Työstettävyytensä ansiosta teräs sopii erittäin hyvin porrasmateriaaliksi. Teräksestä on helppo tehdä profiililtaan, kestävyydeltään, kiinnitykseltään, muodoltaan sekä rakenteeltaan hyvin erilaisia rakenneratkaisuja. Teräksen lujuusominaisuudet ovat normaaleissa olosuhteissa myös erittäin hyvät. Materiaalina teräs on käytännössä palamaton, eikä tämän vuoksi myöskään edistä palotapahtumaa. Suurimman haasteen teräksen käytölle aiheuttaa sen käyttäytyminen tulipalon sattuessa.

Teräksen huonona puolena palotilanteessa on sen lujuus- ja muodonmuutosominaisuuksien heikkeneminen. Kun teräksen lämpötila kohoaa niin korkeaksi, että se saavuttaa kriittisen arvonsa, myös sen kantokyky heikkenee. Tähän kriittiseen lämpötilaan vaikuttavat esimerkiksi kappaleen kuormitus sekä sen poikkileikkauksen lämpötilajakautuma. Tilanteessa jossa lämpötila nousee niin korkeaksi, että se aiheuttaa lieskahduksen, teräksen lujuus saattaa pudota jopa kolmannekseen sen alkuperäisestä lujuudesta. Tämä aiheuttaa ongelman, sillä teräsrakenne saattaa sortua lujuuden alenemisen johdosta. (Pyromaster Oy 2007.)

Teräksen palonkestävyysaika mitataan ISO 834 Standardin mukaisesti polttokokeen avulla. Tulosten avulla pystytään rakenteelle laskemaan kriittinen palonkestävyysaika, polttokokeeseen liittyvän laskentamenetelmän avulla. Tämä palonkestävyysaika ilmoittaa minuuteissa sen aikamäärän, jonka rakenteen voidaan olettaa kestävän tulipaloa ilman rakenteen lujuuden heikkenemistä. Palonkesto aikaan vaikuttavat osaltaan rakenteen poikkileikkauksen koko, teräsosien paksuus, sekä niiden lämpöeristys. (Ympäristö-opas 39. Rakennusten paloturvallisuus & Paloturvallisuus korjausrakentamisessa 2003, 69; Pyromaster Oy 2007.)

Teräsrakenteiden palonkestoa voidaan parantaa suojaamalla ne palolta. Teräs tulisi suojata siten, että suojauksen jälkeen se kestää osana rakennusta vähintään sille asetetun palonkestävyysaikansa. Teräksen palonsuojaukseen voidaan käyttää useita keinoja. Yksi keinoista on käsitellä teräspinnat palosuojamaalilla. Tällainen maalikerros toimii kuumuutta eristävänä kerroksena teräksen pinnalla ja sitä kautta ainakin hidastaa kuumuu-

den pääsyä rakenteeseen. Useimmat palonsuojamaalit kehittävät paisumisen tuloksena eristävän vaahtokerroksen kuumuuden noustessa tarpeeksi korkeaksi. Palonsuojamaalien avulla saavutetaan yleensä noin 30 – 60 minuutin palonkesto-aika. (Tikkurila Oyj 2009.)

Toinen keino parantaa rakenteen palonkesto-aikaa on vaikuttaa sen kykyyn vastaanottaa lämpöä. Betoni on teräksen tapaan palamaton materiaali, mutta se kestää paloa terästä paremmin ilman muodon- ja lujuudenmuutoksia. Valamalla esimerkiksi porrassyöksen runkoputki täyteen betonia, rakenteen kyky varastoida lämpöä lisääntyy. Suuri osa lämmöstä siirtyy näin rakenteen sisäosiin, jolloin teräkseen kohdistuva lämpövaikutus pienenee. Betonin käyttö runkomateriaalina lisää myös rakenteen kokonaiskantavuutta. Betonia voidaan käyttää samaan lämmönvarastointi tarkoitukseen myös porraskaskelmisissä. (Pyromaster Oy 2007.)

Jos betonia käytetään teräksen kanssa yhdessä, tulee varmistaa, että palotilanteessa betoniin syntyvä vesihöyrynpaine pääsee purkautumaan hallitusti esimerkiksi teräkseen porattavien reikien tai muiden aukkojen kautta. Normaalia betonia käyttämällä voidaan saavuttaa kohtalaisia palonkesto-aikoja. Palonkesto-aikaa voidaan parantaa entisestään käyttämällä erikoisbetonia. (Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & Paloturvallisuus korjausrakentamisessa 2003, 71; Pyromaster Oy 2007.)

Muita keinoja suojata teräsrakennetta tulipalon aiheuttamilta lämpövaikutuksilta on rakenteen kotelointi, esimerkiksi tietyillä mineraalivillalaaduilla tai kipsilevyillä. Lisäksi on mahdollista tehdä palonkesto-aikaa lisäävä palosuojarappaus teräsrakenteen pintaan. Myös tietyt kuitulevyt, puu, ja vesi voivat joissain tilanteissa toimia palonkesto-aikaa parantavina kerroksina. (Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & Paloturvallisuus korjausrakentamisessa 2003, 70–71.)

4.2 Erilaiset teräsporrasmallit

Niemenrannan Katariinaan sopivaa korvaavaa teräsporrasmallia lähdettiin aluksi etsimään teräsporrastoimittajien valmiista tuotteista. Suomesta löytyy useita metallialan yrityksiä, jotka valmistavat teräsportaita. Heillä on tuotevalikoimissaan hyvin monenlaisia portaita, mutta suurin osa näistä yrityksistä kuitenkin valmistaa portaita omilla vakiomitoituksillaan ja -malleillaan. Useimmat malleista eivät myöskään täytä enempää

kuin 15 minuutin palokestoajan. Vain muutamalla yrityksellä vaikutti olevan mallistossaan R 30 -paloluokan sertifioidut portaat. Yksikään yritys ei luvannut tuotteilleen R 60 -paloluokan täyttymistä. Yritykset tuntuvat lähinnä keskittyvän teollisuuden, liiketilojen ja pientalojen porraskorjauksiin, joissa palonkestovaatimukset ovat kerrostalokohteita matalampia. Kerrostalorakentamisessa suosituin teräsportasratkaisu tuntui olevan talon ulkopuoliset portaat.

Etsinnän perusteella ei löytynyt yhtään Elemento 6 -portaan kaltaista teräsportasta, joten sellainen päädyttiin suunnittelemaan itse. Rakennusteknisiä asioita pohdittaessa kysyttiin YIT:n oman henkilökunnan lisäksi mielipidettä myös A-Insinöörit Suunnittelu Oy:n rakennesuunnittelijoilta. Haastateltavina olivat Tampereen toimipisteen projektipäällikkö Jari Kivelä sekä teräsrakenteita pääasiassa suunnitteleva rakennesuunnittelija Riku Niemelä.

A-Insinöörit Suunnittelu Oy ei ole aiemmin suunnitellut asuinkerrostaloon kyseisenkaltaista porraskorjausta. Haasteena teräsportaiden käytössä on niiden palonkesto sekä äänitekniset ominaisuudet. Porraskorjauksesta olisi hyvä tehdä teräsrunkoinen elementti, jonka palonkestoja sekä äänitekniisiä ominaisuuksia paranneltaisiin betonin avulla. Lisäksi elementti tulisi tarvittaessa suojata palolta esimerkiksi palosuojamaalin tai palolta suojaavan koteloinnin avulla. (Kivelä 2012.)

Kierreportaan malliksi kannattaisi valita teräselementti, jonka kantavaan keskipilariin askelmat on valmiiksi konehitsattu. Portaan ulkoreunaa ei kannata kiinnittää rakennuksen runkorakenteisiin kovin monesta kohdasta, sillä se vähentää osaltaan portaiden aiheuttamia runkoääniä. Paras ratkaisu olisi se, että porraskorjauksen elementti olisi kiinni vain kerrostasoissa, eikä lainkaan seinärakenteissa. Keskipilarin muodolla ei ajateltu olevan kovinkaan paljon merkitystä valmistuksen tai kustannusten kannalta. Keskipilarista tulisi tehdä keskeltä ontto, jotta se saisi betonivalun avulla vaaditun R 60 -palonkestoajan. Askelmiksi tulisi tehdä eräänlaiset betonilla valettavat teräskaukalot. Nämä kaukalot valettaisiin asennuksen jälkeen täyteen betonilla ja toimisivat työmaa-ajan käytössä betonipinnalla. Ennen työmaan valmistumista portaat voisi pinnoittaa halutulla materiaalilla. Myös portaissa tarvittava teräskaide olisi hyvä olla valmiiksi elementtiin asennettuna. (Kivelä 2012.)

Toisena vaihtoehtona esiin tuli ratkaisu, jossa portaat kasattaisiin yhden askelman kattavista palasista. Nämä palat liitettäisiin toisiinsa kasaamalla ne päällekkäin sisäreunaan olevien onttojen teräsrunkoprofiilien varaan. Palaset muodostaisivat näin kasattuna betonilla valettavan kantavan keskipilarin. Muuten portaan malli ja rakenne olisivat hyvin samanlaiset ensimmäisen ehdotuksen kanssa. Teräsportaita valmistavilta yrityksiltä kannattaisi kysyä suoraan, kumpi ratkaisu olisi järkevämpi ja edullisempi toteuttaa. (Kivelä 2012.)

R 60 -paloluokan teräsportas on hyvinkin mahdollinen suunnitella ja toteuttaa. Portaan haasteena on lähinnä sen rakennetekninen palonkesto-aika. Tämän ratkaiseminen ei tule olemaan todennäköisesti kuitenkaan se suurin ongelma teräsportaan käytölle asuinkerrostaloissa. Ongelmaksi tulee mitä todennäköisimmin muodostumaan portaan korkeiksi kohoavat valmistuskustannukset. Jos portas toteutetaan edellä ehdotetulla tavalla elementtinä, pelkkä teräksestä tehty portasrunko saattaa jo itsessään olla betonielementtiportaan kokonaiskustannuksia kalliimpi. Tämän lisäksi teräksestä ja betonista tehdyn yhdistelmäportaan viimeistely lopulliseen luovutuskuntoon tuo mukanaan paljon enemmän työvaiheita kuin betonielementtiportaan viimeistely luovutuskuntoon, mikä osaltaan lisää kustannuksia. (Niemelä 2012.)

Esitellyn elementtinä tehdyn portasratkaisun ongelmakohtaksi saattaa kustannusten lisäksi muodostua askelmien kiinnitys pilarirunkoon hitsaamalla. Hitsattujen teräs-kaukaloiden kiinnityskohdan pinta-ala ei ole kovin suuri. Tämä voi johtaa siihen, että palotilanteessa sauma ei kestä kuumuutta, vaan hajoaa hitsiliitoksesta. Tämä liitos tulisi toteuttaa jollain muulla ratkaisulla rakenteen keston takaamiseksi. (Niemelä 2012.)

4.3 Tarkemmin tutkittavan teräsportaan valinta

Tarkemman selvittelyn kohteeksi valittavan portaan tarkoituksena on toimia suuntaa antavana esimerkkinä tehtäessä hinta- ja valmistustiedusteluja teräsportaita valmistavilta yrityksiltä. Sen avulla on helpompi tarkentaa niitä vaatimuksia joita portaan oletettaisiin täyttävän. Valinta tehtiin YIT:n henkilökunnan sekä A-Insinöörit Suunnittelu Oy:n ehdotuksia mukailten. Näissä ehdotuksissa oli otettu huomioon portaalta vaadittu R 60 -paloluokka, sekä kohteen erityispiirteet, kuten porrashuoneen muoto ja kerrosten lukumäärä.

Tässä työssä selvittelykohteeksi valittiin kantavalla keskipilarilla varustettu teräskierreporras. Pilarin muoto sekä mitoitus noudattavat pitkälti esimerkkikohteessa käytettävän Elemento 6 -porraselementin mittoja liitteen 3 mukaisesti. Keskipilari on sisältä onttu, mahdollistaen sen täyttämisen betonivalulla. Betonivalun ansiosta rakenne saa paremman palonkestoajan, koska betoni varastoi ulkopuolista lämpöä itseensä terästä paremmin. Tämän betonivalun sekä terästen avulla porraselementit myös liitetään toisiinsa, sekä tarvittaviin ympäröiviin rakenteisiin, kuten kerrostasoihin.

Askelmien tyypiksi valittiin betonilla täytettävä teräskaukalo. Askelmat levenevät portaan etenemän mukaisen kierteen vaatimalla tavalla pilarista poispäin mentäessä. Askelmien betonitäytön avulla askelmiin on tarkoituksena saada paremmat palonkestoajat sekä ääniominaisuudet, kuin pelkkää terästä käyttämällä. Askelmat on kiinnitetty kaapeammasta päästään pilarissa kiinni olevien tukien varaan pulttiliitoksilla.

Porraselementin rakenneratkaisuiden osalta ei ole tarkasteluissa menty kovinkaan yksityiskohtaiselle tasolle. Työn tarkoituksena on kuitenkin suunnitella vain yksi vaihtoehtoinen esimerkkimalli portaasta tarjouspyyntöjä varten. Tämän johdosta esimerkiksi rakenteen fyysistä kestävyyttä tai kuormituksia ei ole työssä erikseen laskettu. Esimerkkiportaan rakenne tulee kuitenkin suunnitella riittävän tarkasti, että sen perusteella voi saada teräsportaita valmistavilta yrityksiltä tarpeeksi luotettavia tietoja kustannuksista sekä muista työn tavoitteiden kannalta tärkeistä asioista. Suunnitelmia tulee myöhemmin tarkentaa, jos kyseisen kaltaista tuotetta harkitaan tuotantoon.

4.4 Tarkemmin tutkittavan porrasmallin erityispiirteet

4.4.1 Asennus ja kiinnitys ympäröiviin rakenteisiin

Porraselementit toimitetaan tehtaalta suoraan työmaalle yhtenä teräselementtinä. Portaat tilataan ja asennetaan kerros kerrallaan. Asennuksesta on tehtävä erillinen asennussuunnitelma, josta käyvät ilmi tarvittavat tiedot turvallisen ja oikeaoppisen asennuksen takaamiseksi. Elementti nostetaan tarkoitukseen soveltuvalla nosturilla pystysuorassa asennossa asennuspalojen päälle paikoilleen. Tässä nostossa käytetään apuna portaisiin

suunniteltavia nostolenkkejä, sekä nostoketjuja. Tämän jälkeen elementti tuetaan hyvin. Elementti kiinnitetään kerrostasoihin joko tartuntaterästen tai lattarautojen avulla. Sitten elementin ontelo valetaan betonilla täyteen, joka kiinnittää myös portaan ala- ja yläpää rakenteisiin. Betonin saavuttaessa tarpeellisen lujuuden, voidaan seuraava porraselementti asentaa edellisen päälle. Lisäksi elementtien jälkituenta on muistettava tehdä asianmukaisesti.

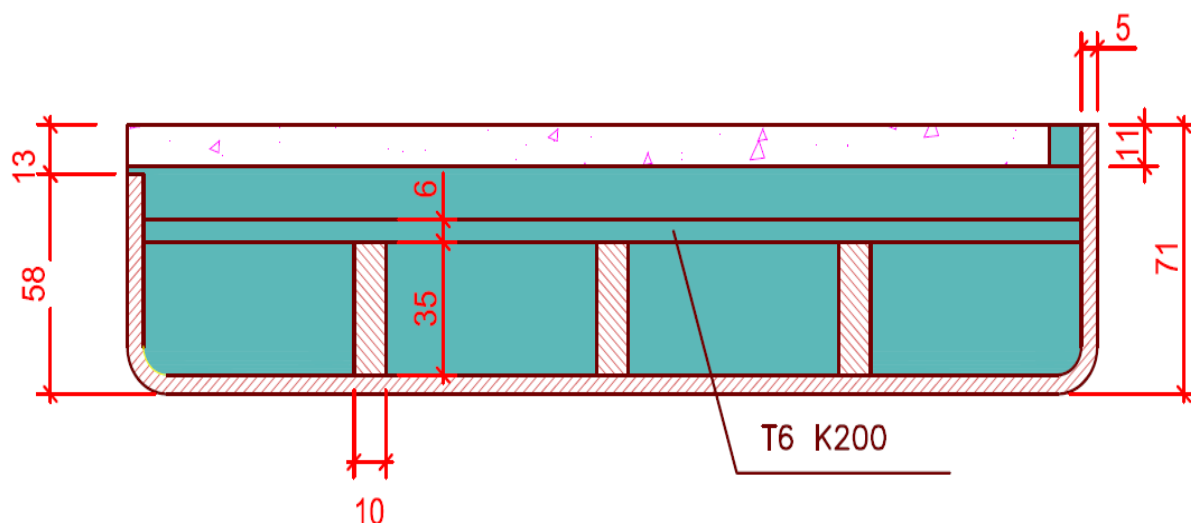
Elementit kiinnitetään kerrostasoihin teräksen ja betonoinnin avulla. Jos kohteessa asennetaan porraselementti vasta yläpuolisen lattia-asennuksen jälkeen jälkiasennuksena, voidaan pilari hitsata kiinni kerrostasoon lattateräksen avulla (Kivelä 2012). Lattateräkselle tulee tässä tapauksessa suunnitella hitsauspinta sekä kerrostasoon, että pilariin. Toisena vaihtoehtona jälkiasennuksessa on käyttää kerrostasossa tartuntateräksiä, jotka porrasedimentin asennuksen ajaksi taivutetaan ylöspäin pois tieltä. Tartuntateräksille täytyy suunnitella vastakappaleet, jonka ympärille teräs asennuksen jälkeen taivutetaan ennen portaan betonivalua. Tartunnat yhdessä betonoinnin kanssa sitovat portaan jäykästi osaksi rakennuksen runkoa. Jos portaiden asennus suoritetaan ennen seuraavan kerroksen lattiapinnan asennusta, voidaan kiinnitykseen myös käyttää tartuntateräksiä. Tässä tapauksessa tulee olla erityisen huolellinen asennusaikaisen tuennan kanssa. Kun portaat ovat sidottu osaksi runkoa, voidaan myös askelmiin tehdä betonivalu.

Pilarin yläpäähän, teräskuoren sisäreunaan hitsataan tehtaalla valmiiksi lattaraudat. Niiden avulla helpotetaan seuraavan portaan asennusta paikalleen, sekä estetään mahdollisia elementtien asennusaikaisia liikkeitä (Kivelä 2012). Kerrosten teräspilarit tulee raudoittaa sisältä tarvittaessa pilariteräksin, laskennallisten rakennelujuuksien saavuttamiseksi. Raudoitukset tulee muistaa asentaa ennen portaan betonointia. Raudoitukset tulee nostaa tarpeeksi korkealle pilarin yläpuolelle, että ne sitovat myös seuraavan elementin alapuoliseen elementtiin kiinni.

4.4.2 Työmaa-aikainen käyttö ja suojaus

Portaan asennuksen jälkeen kaukalonmalliset teräsaskelmat tulisi mahdollisimman nopeasti valaa betonilla täyteen. Teräskaukaloiden pohjassa on teräksiset juoksut pitkitäissuunnassa, sekä niiden päällä hitsattuina T6 k200 jaolla olevat etenemän suuntaiset pyöröteräkset kuvion 4 mukaisesti. Kaukalo täytetään ja tasataan betonilla askelman

etureunana toimivan teräspinnan korkeuteen asti. Askelman betonipinnan kuivuttua tarpeeksi, se hierretään tasaiseksi. Kun betonipinta saavuttaa vaaditun puristuslujuuden, sitä voidaan käyttää työmaa-aikaisena kulkutienä sellaisenaan ilman erillistä suojausta.



KUVIO 4. Havainne kuvio kaukalomallisten teräsaskelmien poikkileikkauksesta

Tilanteessa jossa porraselementtien pintoja ei ole ennen asennusta käsitelty maalaamalla, on portaiden työmaa-aikainen käyttö melko huoletonta. Teräsosat kestävät käyttöä ja kolhuja tarpeeksi hyvin, kunhan kyseessä on normaali työmaa-ajan käyttö, eikä teräsosia tarvitse tällöin erikseen suojata. Jos pintojen maalaus on tehty ennen asennusta, tulee teräspinnat sijaintinsa perusteella tarvittaessa suojata. Keskipilari ja askelmien etureunat on ainakin suojattava, koska nämä joutuvat helposti osumille alttiiksi. Suojaus voidaan tehdä esimerkiksi maalipintaan asennettavalla, tarpeeksi paksulla, muovikalvolla. Toinen keino suojata maalipinnat voisi olla niiden suojaaminen pahvi- tai kartonkituotteella, kuten aaltopahvilla.

4.4.3 Portaiden viimeistely

Portaiden viimeistely luovutuskuntoon aloitetaan poistamalla mahdolliset työmaa-aikaiset suojaukset portaiden ympäriltä. Jos porraselementit eivät pelkän betonoinnin avulla täytä palokestovaatimuksia, tulee ne erikseen palosuojata. Tämä palolta suojaaminen on helpointa tehdä maalaamalla teräsrakenteet palosuojamaalilla, maalin valmistajan ohjeiden mukaisesti. Yhdessä betonin kanssa palosuojamaalaus antaa rakenteille varmasti siltä vaaditun palonkestoajan. Palosuojamaalaus ei ole ainoa keino saavuttaa

vaadittua paloluokitusta. Toinen keino on suojata portaan alapuoliset osat palosuojana toimivilla levyillä, kuten kipsilevypohjaisilla palosuojalevyillä. Kierreportaan muodon vuoksi on kuitenkin helpointa tehdä mahdollisesti tarvittava palosuojaus nimenomaan palosuojamaalilla.

Portaan askelmien perustana ovat betonilla täytetyt teräskaukalot. Askelmat pitää viimeistellä pinnoittamalla ne ennen rakennuksen luovutusta. Betonipinta on jo valuhetkellä tasattu ja hierretty joten se on valmiiksi suhteellisen tasainen. Askelmaan suunniteltavasta pinnoitteesta ja sen mittatarkkuusvaatimuksista riippuen voi askelman betonipintaa vielä suoristaa tarvittaessa. Tällaisen pinnan suoristuksen voi tehdä esimerkiksi käsin levitettävillä lattiatasoiteilla. Suoristuksen tekeminen tulee kuitenkin muistaa ottaa ennalta huomioon jotta askelmien nousukorkeudet pysyisivät vakioina. Valmiin porrasaskelman pintamateriaalina voidaan arkkitehdin suunnitelmista riippuen käyttää useita erilaisia vaihtoehtoja. Tällaisia voisivat olla esimerkiksi keraamiset laatat, muovimatto, luonnonkivi, maalaus, pesubetoni tai vaikka mosaiikkibetoni.

5 RATKAISUVAIHTOEHTOJEN SELVITTÄMINEN PORRAS- TOIMITTAJILTA

5.1 Yleistä ratkaisuvaihtoehdoista

Teräsporrastoimittajilta lähdettiin pyytämään kierreporrastarjouksia työssä aiemmin määritetyillä reunaehdoilla, sekä suunniteltua porrasmallia apuna käyttäen. Yrityksiltä tiedusteltiin myös yleisesti heidän näkemystään teräsportaiden käytöstä asuinkerrosta-loissa, sekä heidän mielipidettään R 60 -paloluokan teräsportaan valmistamisesta, käytöstä ja edullisimmasta toteutustavasta.

Yhteydenottojen kohteena olleiden yritysten edustajien mielipiteeksi muodostui yksimielisesti se, että suunnitellun kaltaista kierreporrasmallia ei kannata toteuttaa, kun tavoitteena on löytää kustannustehokas porraskorjaus. Heidän näkemyksensä mukaan teräsporras ei muutenkaan pysty kilpailemaan betoniportaan kustannusten kanssa R 60 -paloluokassa. He mainitsivat, että tietynkaltaiset teräsporrasmallit voisivat kuitenkin olla vartenotettavia kilpailijoita betoniportaille R 30 -paloluokassa. Tämän johdosta yrityksiltä pyydettiin tarjousta heidän mielestään vartenotettavista R 30 -paloluokan porraskorjauksista.

Kierreportaansa lisäksi yrityksiltä pyydettiin tarjouksia suorasyöksyisistä portaista. Suorasyöksyisen portaansa tarjoukset pyydettiin kuvitteellisen kohteen mittojen mukaisesti. Tarkoituksena oli saada viitteitä siitä, kuinka portaansa muoto vaikuttaa teräksestä ja betonista valmistettujen portaiden kustannuseroihin. Suorasyöksyisen portaansa lähtötiedoiksi otettiin 3000 mm:n kerroskorkeus, 1200 mm:n porraskorkeus, 35 asteen kaltevuus, sekä R 30 -paloluokka. Teräsportaiden hintatarjouksiin pyydettiin tarjouspyynnöissä liittämään myös kaiteet, sekä käsijohteet. Lemminkäinen Rakennustuotteet Oy, Betoniliiketoiminnalta pyydettiin myös tarjoukset sekä suorasyöksyisestä että kierreportaasta.

5.2 Oy Finnraasi Ab:n ratkaisuvaihtoehto

Paloluokka R 60 on haastava saavuttaa teräsportaille, eikä sellaista tuotetta ole yrityksen mallistoissa valmiina. Portaansa palokesto tulisi saavuttaa rakenneteknisillä ratkaisulla,

sillä jos portaisiin täytyy tehdä palosuojamaalaus, ne eivät kilpaile betoniportaana kanssa hintansa puolesta. Yritykseltä löytyy mallistostaan R 30 -paloluokan teräsportaat. Portaat eivät kuitenkaan ole testattu Suomessa, vaan Ruotsissa ruotsalaisten normien mukaisesti. (Säviaho 2012.)

Oy Finnraști Ab oli valmis suunnittelemaan teräsportaan, joka täyttäisi R 60 -paloluokan vaatimukset. Yritys ryhtyi suunnittelemaan valitun esimerkin mukaista kierreporrasta. Yrityksestä kuitenkin ilmoitettiin hyvin nopeasti kyseisen kaltaisten portaiden kustannusten nousevan liian korkeaksi tuotantoa ajatellen. Yritys oli kuitenkin valmis suunnittelemaan vaihtoehtoisen R 60 -paloluokan täyttävän porrasmallin, jossa käytettäisiin perustana heidän omaa kierreporrastajärjestelmäänsä.

Pyydettiin tarjous Oy Finnraști Ab:lta R 60 -paloluokan teräskierreportaasta. Portaan suunnitteluun rajoituksiksi asetettiin 3 000 mm:n kerroskorkeus, poistumistiemääräysten täytyminen, sekä porraskaide käsijohteineen. Portaan piti myös sopia rakenteelliselta kestävyydeltään useamman kerroksen korkuiseen kerrostaloon. Porras suunniteltiin yrityksen omaan porrastajärjestelmään perustuen. Kierreportaan lisäksi yritykseltä pyydettiin tarjous suorasyöksyisestä portaasta tämän opinnäytetyön kohdan 5.1 mukaisilla reunaehdoilla.

Oy Finnraști Ab antoi liitteen 1. mukaisen tarjouksen kuumasinkitystä teräksestä valmistetusta kierreportaasta. Porrastasketmat olivat matolla myöhemmin pinnoitettavat levyasketmat. Portaan säteeksi tuli 1 500 mm ja kerroskorkeudeksi 3 000 mm. Asuin-kerrosten kohdalla portaassa on kerrokseen poistumista varten 90 asteen sektori. Askelmia on poistumistason lisäksi 17 kpl. Askelmien nousukorkeus on 166,7 mm ja etenemä 400 mm:n etäisyydellä keskiputkesta 132 mm ja 900 mm:n etäisyydellä 275 mm. Portaissa sekä porrastasoissa on pyörötankokaiteet, sekä 42 mm:n halkaisijalla olevat käsijohteet. Kaide ja käsijohdevaihtoehtoja yrityksellä on useita erilaisia. Tarkempia tietoja portaasta löytyy liitteestä 1.

Portaat tulevat työmaalle enintään 1,5 metrin pituisina osina. Portaan kasaaminen aloitetaan pohjalevystä, joka kiinnitetään betonilattiaan. Runko kasataan asentamalla useampi halkaisijaltaan 127 mm:n teräslieriö toistensa päälle numerojärjestyksessä. Rungon pystyvuoruuksien tulee tarkastaa ennen asennuksen jatkamista. Poistumistaso asennetaan seuraavaksi paikoilleen ruuvien ja terästukien avulla. Askelmätuet ja askemat kiinnitetään

runkoon siinä valmiina oleville paikoilleen. Askelmien vaakasuoruus tulee tarkastaa vesivaa'alla. Ylin askelma ja poistumistaso kiinnitetään toisiinsa erillisen tuen avulla. Myös portaan alimman askelman alle asennetaan tuki lattiaa vasten. Tukien asentamisen jälkeen portaaseen asennetaan kaide. Kaiteet kiinnitetään askelmien päätyihin ruuvien avulla. Kaiteen ollessa paikoillaan, asennetaan käsijohde kaiteeseen. Käsijohteeseen tulevat jatkoliitokset tehdään kaiteen sisäpuolelle asennettavan jatkospalan avulla. (Asennusohje kierreporras 2011.)



KUVA 2. Luonnos Oy Finnraști Ab:n tarjoamasta teräskierreportaasta.

Kierreportaan lisäksi Oy Finnraști Ab teki liitteenä 2 olevan tarjouksen suorasyökyisestä portaasta. Porras noudattaa mitoitukseltaan tarjouspyyntöön asetettuja reunaehtoja. Portaan runko on tehtaalla valmiiksi maalattu ja askelmat ovat materiaaliltaan harmaabetonia. Askelmia portaassa on yhteensä 16 kappaletta. Portaassa on kaiteet kummallakin sivulla ja kaiteissa 42 mm:n halkaisijalla olevat käsijohteet. Myös kaiteet on tehtaalla valmiiksi maalatut. Tarkemmat yksityiskohdat tarjouksen sisällöstä löytyy liitteestä 2.

Oy Finnraști Ab:n omistajana on ruotsalainen Weland Ab. Myös yrityksen porrastehdas sijaitsee Ruotsissa. Porraselementit kuljetetaan valmistuksen jälkeen Oy Finnraști Ab:n Porin toimipisteelle. Yrityksen mukaan portaiden toimitusaika on minimissään kahdeksan viikkoa tilauksesta ja porrastoimitukset saapuvat paikalle autorahdina laatikkoihin pakattuina.

5.3 SafeGo Oy:n ratkaisuvaihtoehto

Oikeastaan ainoa järjevä vaihtoehto saavuttaa teräksellä portaissa R 60 -paloluokka on palosuojamaalata porras. Palosuojamaalaus on kuitenkin hinnaltaan niin kallis toimenpide, ettei se ratkaisuna kannata kun kyse on porraskratkaisun kustannustehokkuudesta. R 60 -paloluokassa betoni on niin kustannustehokas ratkaisu, ettei teräksestä ole kilpailemaan sen kanssa hinnassa. Jos halutaan tehdä näyttäviä tai poikkeavia porraskratkaisuja, eikä painoarvo ole kustannuksissa, nousee teräs materiaalina kilpailemaan betonin kanssa. (Mäkinen 2012.)

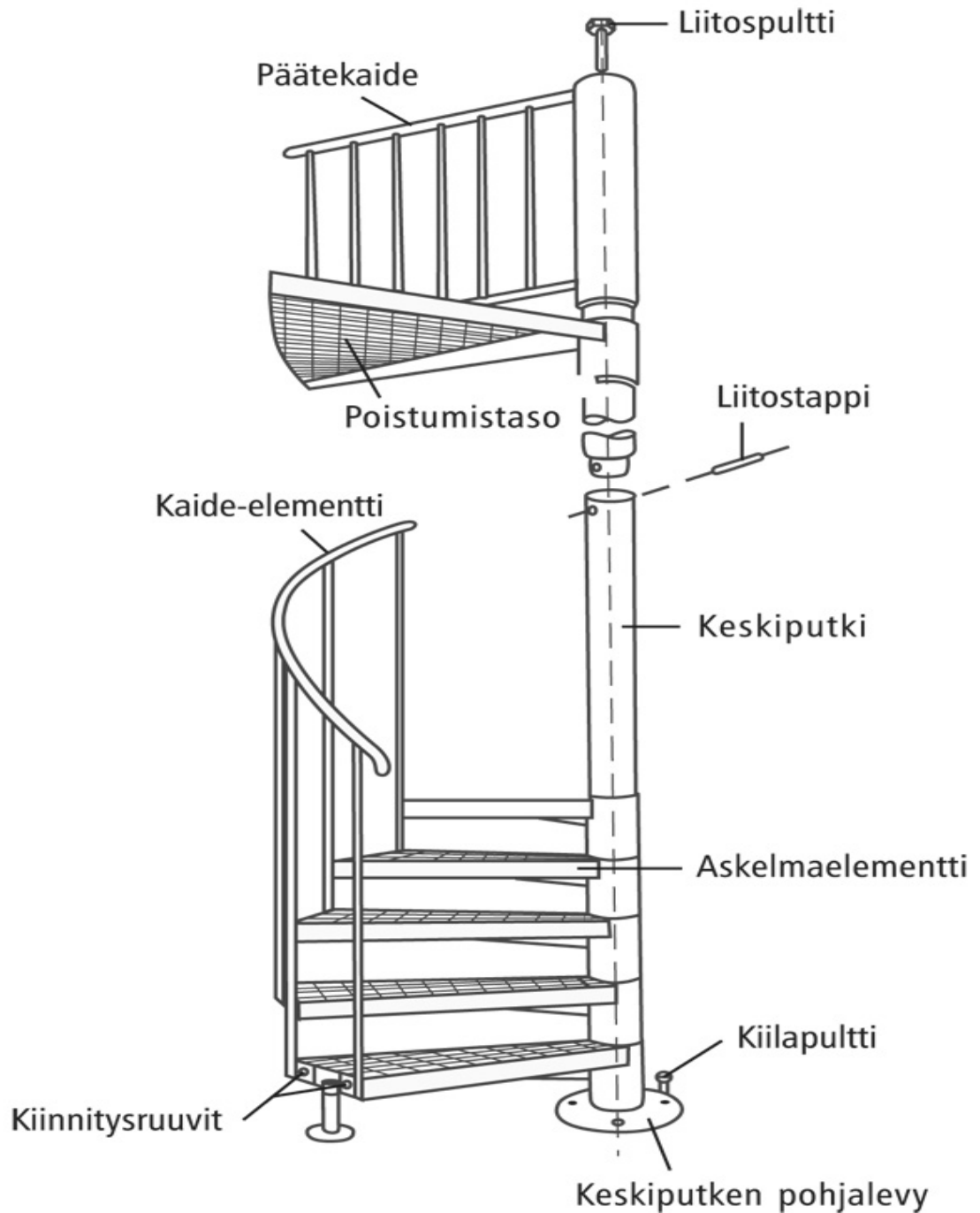
Yrityksen kannalta ei ole taloudellisesti kannattavaa lähteä kehittämään R 60 -paloluokan portaita. Niiden kysyntä markkinoilla on hyvin pieni, eivätkä ne pärjää asuinkerrostalotuotannossa kustannuksiltaan betoniportaille. SafeGo Oy kuitenkin valmistaa Suomessa VTT:n sertifioimia R 30 -paloluokan portaita, jollaisista olisi valmis tekemään omiin tuotantojärjestelmiinsä soveltuvasta mallista tarjouksen. (Mäkinen 2012.)

Yritykseltä pyydettiin tarjousta kierreportaasta samankaltaisilla reunaehdoilla kuin aiemmassakin tarjouspyynnössä. Yritys saisi käyttää portaan perustana omaa kierreportasjärjestelmäänsä, jotta saataisiin mahdollisimman kustannustehokas tarjous. Lisäksi

yrittäjältä pyydettiin tarjous syorasyöksyisistä portaista tämän opinnäytetyön kohdan 5.1 mukaisilla reunaehdoilla.

Yritys vastasi tarjouspyyntöön, ettei heillä ole mahdollisuutta tällä hetkellä toteuttaa yli 1 300 mm:n säteellä olevaa kierreporrasta. He pystyisivät kyllä valmistamaan pyydetyn kaltaisen kierreportaan, mutta se ei täyttäisi R 30 -paloluokan vaatimuksia, koska askelmakonstruktiota ei ole heillä kehitetty näin suuren säteen omaaviin askelmiin. SafeGo Oy:n tuoteryhmäpäällikkö Petri Paimander ilmoitti, ettei yritys tällä hetkellä valmistaisi kyseistä tuotetta. Hän kuitenkin antoi karkean kustannusarvionsa kyseisen kaltaiselle tuotteelle.

Portaan asentamisen ohjeet on otettu pienemmän säteen omaavien portaiden asennusohjeista. Porras tulee osissa työmaalle ja kasataan paikanpäällä. Aluksi lähtötasoon asennetaan pohjalevy. Pohjalevyn voi joko valaa kiinni lattiavaluun, tai vaihtoehtoisesti kiinnittää pinta-asennuksena kovaan betonipintaan kiilapulttien avulla. Pohjalevyn päälle asennetaan 2 metrin pituisina elementteinä olevat keskiputket. Keskiputki liitetään pohjalevyyn ja sen jälkeen keskiputket liitetään toisiinsa tappiliitoksilla, kuten kuvioista 5 näkyy. Keskiputken pystysuoruus on tarkistettava. Porrasaskelmat toimitetaan työmaalle yhden askelman kattavina pienenä elementteinä. Nämä askelmaelementit liitetään keskiputkeen pujottamalla ne kapeammassa päässä sijaitsevien lieriöiden avulla keskiputken ympärille. Myös poistumistason asennetaan samalla tavalla kuin yksittäiset askelmat. Alimman askelman alle asennetaan lattiaa vasten tuki. Kaiteet käsijohteineen asennetaan askelmien päätyihin kiinni ruuviliitoksilla. Porras on tuettava aina 3000 mm:n välein runkoon esimerkiksi poistumistason avulla. Ylimpään porraselementtiin tuleva päätekaide kuuluu toimituksen sisältöön. (SafeGo Oy 2010.)



KUVIO 5. Havainne kuvio SafeGo Oy:n valmistamasta teräskierreportaasta (SafeGo Oy 2010.)

SafeGo Oy teki myös tarjouksen suorasyöksyisestä portaasta. Tarjouksesta käy ilmi, että portaassa on reisirankkuina UPE 180 teräsprofiilit. Askelmina toimivat 17 kappaletta, mitoiltaan 1 200 x 300 mm olevat mattoupotusasketmat. Portaiden askelnousuksi

muodostuvat 176,5 mm. Tarjoukseen on laskettu mukaan molemmiin puoleiset kaiteet sekä käsijohteet. Tarjouksen porraskorkeus on pinnoiltaan kuumasinkittyä terästä.

5.4 Suomen Teräsritilä STR Oy:n ratkaisuvaihtoehto

Teräksestä valmistettava R 60 -paloluokan porraskorkeus on hyvinkin mahdollinen, mutta ei lähtökohtaisesti kovin järkevä vaihtoehto. Kyseisen kaltaisen tuotteen kehittäminen ja palotestauttaminen tuo niin paljon kustannuksia, ettei se ole yrityksen kannalta taloudellisesti kannattavaa. Tämän lisäksi portaankorkeus muodostuisi muutenkin suurella todennäköisyydellä betonielementtiportaankorkeutta kalliimmaksi. (Tarvainen 2012.)

Kelvataksena asuinrakennustuotantoon täytyisi tuote testauttaa VTT:llä ennen varsinaista tuotantoa. Polttokokeita tulisi suoritettavaksi useita ja jo pelkkien koepolttojen kustannusten voi olettaa kohoavan yli 100 000 euron. Ilman tuotteen palotestauttamista ei tuotteelle kuitenkaan olisi kysyntää, eikä se suurella todennäköisyydellä läpäisisi paloviranomaisten määräyksiä. Polttokokeiden kustannusten lisäksi yritykselle koituisi suunnittelukustannuksia, sekä useita muita kuluja projektiin liittyen. Yrityksen tulisivat myydä huomattava määrä kyseistä porrasmallia jo pelkkien kulujen kattamiseksi. Tähän mennessä ei kyseisen kaltaisille tuotteille ole yrityksellä ollut lainkaan kysyntää. (Tarvainen 2012.)

Suomen Teräsritilä STR Oy:n valmistamilla kierreportailla on Suomessa VTT:n virallinen R 30 -paloluokan hyväksyntä. Näitä R 30 -paloluokan teräsportaita on käytetty pääkaupunkiseudulla asuinkerrostalon sisäpuolisina porraskorkeuksina joissain kohteissa. R 60 -paloluokan portaankorkeus suunnitteluun ja valmistamiseen yritys ei ole halukas lähettämään mukaan, koska ei usko sille löytyvän tarpeeksi suurta markkinarakoa. (Tarvainen 2012.)

Pyydettiin tarjous Suomen Teräsritilä STR Oy:ltä teräskierreportaasta. Reunaehtoina portaalle olivat 3 000 mm kerroskorkeus, R 30 -paloluokka sekä poistumistiemääräysten täyttyminen. Tämän lisäksi portaassa tulisi olla kaiteet. Porrashuoneen mitoissa emme pysyneet esimerkkikohteen mitoituksessa, sillä yrityksen tuotantojärjestelmään kyseisen kaltaisen portaankorkeus ei kustannustehokkaasti sovellu. Yritys teki tarjouksen oman

järjestelmänsä antamien mahdollisuuksien perusteella, saavuttaakseen mahdollisimman kilpailukykyisen hinnan.

Suomen Teräsritilä STR Oy antoi tarjouksen kuumasinkitystä teräksestä valmistetusta kierreportaasta. Portaan säteeksi tuli 1 500 mm ja kerroskorkeudeksi 3 000 mm. Asuin-kerrosten kohdalla portaassa on mitoiltaan 1 500 x 1 500 mm:n tasot. Portaissa sekä porrastasoissa on tarvittavat kaiteet, sekä käsijohteet. Kaide ja käsijohdevaihtoehtoja yrityksellä on useita erilaisia. Porraskaskelmien pinnoitusmateriaaliksi oli tarjoukseen otettu teräsritilä. Yrityksellä on kuitenkin valikoimissa useita muitakin vaihtoehtoja, kuten alumiiniritilä, kyynellevy sekä erilaiset puupinnat (Suomen Teräsritilä STR Oy 2012).

Suomen Teräsritilä Oy:n tuotantojärjestelmän mukaiset R 30 -paloluokan kierreportaat tehdään toistensa päälle kasattavista pienelementeistä. Portaan lähtökerroksen pohjalle asennetaan pohjalaatta asennussuunnitelmien mukaisesti. Pohjalaatta joko upotetaan lattiavaluun tai kiinnitetään suoraan betonilattiapintaan. Tämän jälkeen keskiputki asennetaan kiila-ankkurein pohjalaattaan. Keskiputken pystysuoruus tulee tarkistaa esimerkiksi vesivaa'an avulla. Tämän jälkeen porraskaskelmat kiinnitetään keskiputkeen siinä olevien kannakkeiden varaan. Porraskaskelmien asennuksen jälkeen asennetaan paikoilleen poistumistaso. Poistumistason avulla porraskaskelma tulee kiinnittää tukevasti kerrostason rakenteisiin. Kun porraskaskelma on tukevasti pystyssä, asennetaan portaaseen kaiteet ulkoreunalle. Kaiteet asennetaan alhaalta alkaen liittämällä ne askelmien päätyyn ruuveilla. Kaide-elementit liitetään toisiinsa hitsaamalla niiden käsijohteet kiinni toisiinsa. Seuraavan porraskaskelmannen asennus alkaa asentamalla keskiputken jatko-osa paikoilleen. Portaassa tulee käyttää lisätukia jos portaan tasojen väli nousee suuremmaksi kuin 3 500 millimetriä. (STR-tuotekansio 2010.)

5.5 Tarjouspyynnöt Lemminkäinen Rakennustuotteet Oy, Betoniliiketoiminnalta

Betonielementtiportaista pyydettiin tarjoukset ainoastaan Lemminkäinen Rakennustuotteet Oy:ltä. Tarjouspyynnössä kysyttiin hintaa Niemenrannan Katariinan kohdetietojen mukaiselle Elemento 6 -portaalle. Elemento 6 -portaasta on tarkempi kuvaus tämän opinnäytetyön kappaleessa 2.2. Lisäksi kysyttiin tarjousta yrityksen valmistamalle suorasyöksyiselle kantavalla sivupalkilla varustetulle Elemento 1 -portaalle. Lähtötiedot

suorasyöksyiselle portaalle olivat paloluokka R 30, 35 asteen porraskaltevuus, 3 000 mm:n kerroskorkeus sekä 1 200 mm:n porrasteveys.

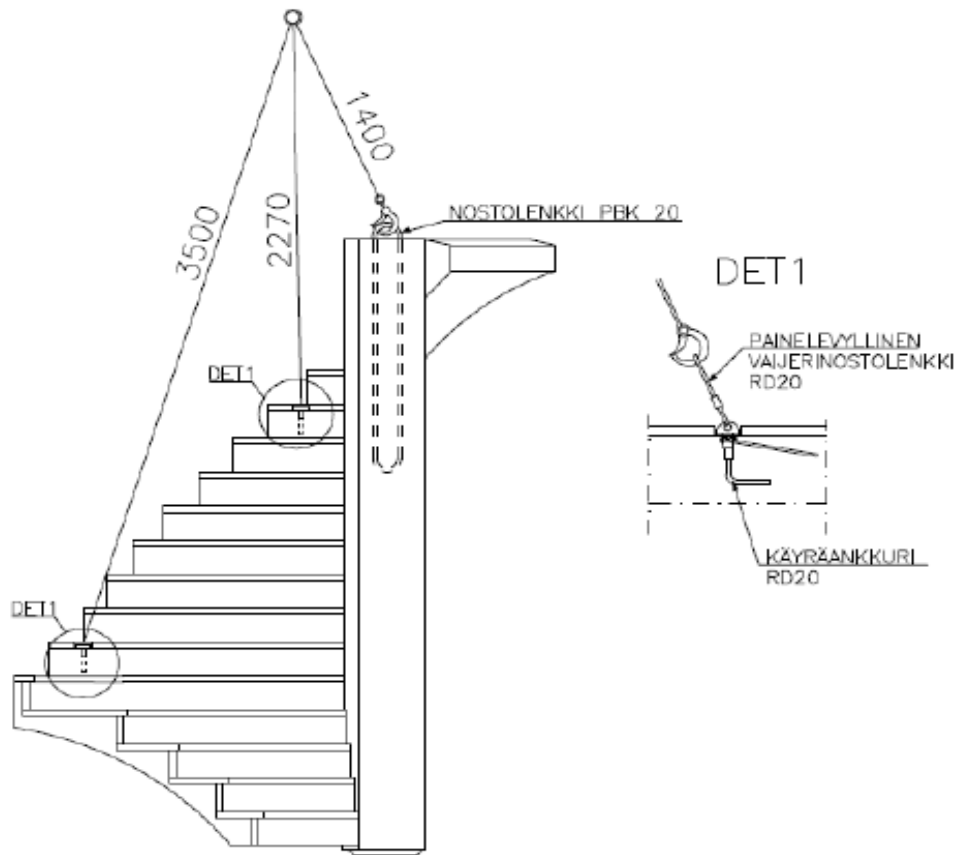


KUVA 3. Elemento 1 -sivupalkillinen umpikierreporras. (Lemminkäinen 2012.)

Lemminkäinen Rakennustuotteet Oy, Betoniliiketoiminta antoi tarjouksen molemmista pyydetyistä porrasmalleista. Portaat toimitetaan kerroksen korkuisina elementteinä työmaalle. Portaat voi asentaa suoraan kuljetuskaluston kyydistä paikoilleen, tai vaihtoehtoisesti varastoida ne työmaalle suojattuina asennusta odottamaan. Portaisiin ei kuulu kaiteita tai käsijohteita vaan ne tulee erikseen tilata niitä valmistavalta yritykseltä.

Kierreportaan asennus aloitetaan kiinnittämällä nostoketju paikoilleen elementin pilarissa sekä etenemissä oleviin nostokiinnikkeisiin. Portaat nostetaan aluksi pystyasentoon torninosturilla pilarissa olevan kiinnikkeen avulla muiden nostoketjun haarojen ollessa

löysällä. Elementin paikoilleen nostoa varten nostoketjut säädetään kuvion 6 mukaan oikean pituisiksi niin, että porraselementti pystytään asentamaan oikeassa asennossa paikoilleen. Myös pilarin alapäässä oleva nostolenkki tulee katkaista ennen asennusta. (Elemento 6 asennusohje 2010.)



KUVIO 6. Elemento 6 -betonikierreportaan nostoketjun kiinnitys (Elemento 6 asennusohje 2010.)

Elementti asennetaan kohteessa asennuspalojen päälle oikeaan korkoonsa, kuten kuvasta 4 voi havaita. Elementti tuetaan pystytuilla ja elementin yläpäässä oleva nostolenkki katkaistaan. Kerrostasossa on tartuntateräkset portaan yläpuolista kiinnitystä varten. Tartuntateräkset taivutetaan pilarin päälle ja kiinnitetään porraselementti lisäterästen, sekä betonivalun avulla kerrostasoon. Myös elementin pystyontelot juotetaan betonimassalla täyteen. Ennen seuraavan elementin asennusta, on edellisen elementin juotosvalujen saavutettava lujuutensa. (Elemento 6 asennusohje 2010.)



KUVA 4. Asennuspalojen avulla Elemento 6 -porraslementti asennetaan oikeaan korkeusasemaansa.

6 KUSTANNUSTEN MUODOSTUMINEN ERI VAIHTOEHDOLLE

6.1 Teräskierreportaat

Laskettaessa teräsportaiden kustannuksia, tulee ottaa useita eri asioita huomioon. Kustannukset koostuvat portaan teräsosien hinnan lisäksi, askelmien pinnoituksesta, mahdollisista työmaa-aikaisista suojauksista, portaan viimeistelystä sekä eri työvaiheisiin tarvittavien henkilöiden palkkakuluista. Yritysten antamien tarjousten mukaisille portaille ei löydy valmiiksi laskettuja tarkkoja hintoja näille työvaiheille, joten työssä ne on yritetty arvioida saatavilla olevien tietojen perusteella mahdollisimman tarkasti.

Tarjousten sisältö vaihteli hiukan eri yritysten välillä. Kaikkiin tarjouksiin oli kuitenkin määritelty hinta yhden kerrosvälin kattavalle kierreportaalle kaiteineen sekä käsijohteineen. Kaikissa muissa, paitsi Suomen Teräsritilä STR Oy:n, tarjouksissa oli otettu huomioon se, että portaat oli ajateltu useamman kerroksen korkuiseen rakennukseen. Porrasmäärästä mahdollisesti tuleva määräalennus oli siis myös otettu huomioon laskettaessa hintaa yhtä porrasta kohden. Tarjousten hinnoissa alv. oli 0 %.

Kaikki teräskierreportaat joista tarjous saatiin, ovat työmaalla pystytettäviä malleja. Portaat tulevat osissa työmaalle ja toimituksiin kuuluu kaikki portaan asennukseen tarvittavat osat. Portaat voidaan asentaa käyttökuntoon esimerkiksi työmaan omien työntekijöiden toimesta. Portaiden asentamiseen erikoistuneita työryhmiä on myös saatavilla (Säviaho 2012). Yhden portaan asentamiseen yritysten edustajat arvioivat kuluvan noin 0,5 työpäivää kokoneelta kahden hengen asennusryhmältä. Kaikki porrasmallit joista tarjous saatiin, olivat rakenteellisesti hyvin samankaltaisia. Tuotteiden samankaltaisuuden vuoksi kustannusvertailussa oletettiin kaikkien porrasmallien asentamiseen kuluvan sama aika ja näin ollen yhtä suuri asennuskustannus.

YIT:lle tulee todennäköisesti edullisemmaksi toteuttaa portaiden kokoaminen omien työntekijöidensä toimesta, joten asennustyön hinta laskettiin kustannusvertailuun omien työmiesten tekemänä. Asennuskustannukset laskettiin kahden rakennusammattihenkilön puolen työpäivän työpanoksen mukaan. Tuntipalkkana käytettiin aikapalkkaa rakennus-

alan työehtosopimuksen palkkaryhmä IV:n mukaisesti. Työehtosopimuksen mukainen rakennusalan ammattilaisen tuntipalkka on 12,95 €/h (Rakennusalan TES 2011).

Työtunteja kahdelta työntekijältä kuluu puolen työpäivän työpanokseen yhteensä kahdeksan. Tämän perusteella asennuksen työntekijäkustannuksiksi voidaan laskea, kertomalla tuntipalkka työtuntien määrällä, pelkkien palkkakulujen osalta yhteensä 103,6 €/porras. Työnantajan asennuksesta koituviin kustannuksiin tulee lisätä palkan lisäksi vielä työntekijöistä maksettavat sosiaalikulut. Sosiaalikulujen prosentuaalisena määränä käytetään työssä 70 %. Kun sosiaalikustannukset lisätään työntekijöiden palkkakuluihin, maksaa asennus yritykselle yhteensä 176,10 €/porras.

Kierreportaat toimitussisältöön eivät kuulu askelmien pinnoitteet. Työmaa-aikaisessa käytössä teräsportaat toimivat ilman askelmien pinnoitusta. Pinnoituksen kustannukset tulee kuitenkin ottaa huomioon kokonaiskustannuksia laskettaessa. Kaikkien teräskierreportaiden säde oli 1 500 mm. Kun kierreportaita katsoo yläprofiilista, muodostavat askelmat sekä poistumistaso suurin piirtein ympyrän muotoisen profiilin. Askelmien sekä poistumistason pinnoitettavan alan saa siten tarpeeksi tarkasti laskettua ympyrän pinta-alana, kaavalla 2. Portaiden pinnoitettavaksi alaksi saatiin noin 7,1 m² / porras.

$$A = \pi r^2 \quad (2)$$

Yhtälössä A = pinta-ala ja r = ympyrän säde.

Tässä työssä askelmien materiaaliksi oletetaan yleisesti kerrostalojen käytävien pinnoitukseen käytetty linoleumimatto. Askelmien ja poistumistason pinnoitukseen kuluu materiaalin hinnan lisäksi mattoasentajalta myös työaikaa. Mattotyön viitteellisen keston saa laskettua Ratu -kortistosta. Kuitenkaan tässä tapauksessa ei työn todellinen kesto käy suoraan ilmi kortistosta, sillä portaisiin tehtävä mattoasennus on pienistä palasista koostuvaa asennustyötä. Ratu -kortiston mukaan laskettaessa työ oletetaan tehtävän suuremmille lattiapinnoille.

Mattoasennukset suoritetaan kerrostalokohteissa yleensä aliurakoitsijan toimesta neliöhintaan perustuvalla tarjouksella. Tässä opinnäytetyössä mattotyön asennuksen ja materiaalin kustannukset lasketaan YIT:n aiemmin toteutettujen kerrostalokohteiden hintatietojen mukaan. Näistä hinnoista asennuksen ja materiaalin yhteishinnaksi on saatu keskimäärin 25,40 €/m². Portaiden pinnoituksen kustannukset saadaan kertomalla ma-

terialimäärä 7,1 m², edellä mainitulla asennushinnalla. Mattoasennuksen kokonaishinnaksi muodostuu yhteensä 180,30 €/ porras.

Oy Finnrasti Ab:n tarjous oli annettu ilman että siihen kuului elementtien toimitusta työmaalle. Rahdin hinta arvioitiin yrityksen kotipaikkakunnalta Porista Tampereelle toimitettuna. Rahdin hinnaksi laskettiin aiempien YIT:n aiempien tilausten perusteella 130,00 €/ porras. Muiden tarjousten toimituksiin oli laskettu rahti mukaan.

Taulukkoon 3 on merkitty yritysten teräskierreportaista tekemien tarjousten hintatiedot. Taulukossa on sekä yrityksen edustajilta saatu alkuperäinen tarjoushinta, että todellisiin kustannuksiin suhteutettu kokonaishinta. Kokonaiskustannuksiin suhteutettu hinta on laskettu sen vuoksi, että tarjoukset olisivat paremmin vertailukelpoisia keskenään. Kaikkien porrasmallien hinnat on laskettu siihen saakka, että ne ovat toimitettuina työmaalle sekä kasattuina lopulliseen käyttökuntoonsa.

TAULUKKO 3. Teräskierreportaiden hintatiedot.

Yritys	Tarjoushinta (€)	Kokonaishinta (€)	Paloluokka
Oy Finnrasti Ab	4 660	5 146	R 30 (R 60)
Suomen Teräsritilä STR Oy	5 400	5 756	R 30
SafeGo Oy (arvio tarjouksesta)	4 550	4 906	(R 30)

6.2 Betonielementtikierreportaat

Betonielementtiportaatta tilattiin suoraan Lemminkäinen Rakennustuotteet Oy, Betoniliiketoiminnalta. Työssä ei käytetä Niemenrannan Katariinan alkuperäisiä tarjoushintoja vaan on erikseen pyydetty samanlaisesta kohteesta tarjouspyyntö. Yrityksen tarjouksessa Elemento 6 -betonielementtiportaattaan yksikköhinnaksi ilmoitettiin 3 800 – 4 000 € riippuen kohteen lopullisista yksityiskohdista. Tarkastelussa käytetään tästä eteenpäin näiden hintojen keskiarvoa. Keskiarvon avulla yhden elementin yksikköhinnaksi on laskettu 3 900 € Itse elementtien hinnan lisäksi portaiden kokonaiskustannuksiin on laskettava mukaan myös muita kustannuksiin vaikuttavia seikkoja. Tällaisia seikkoja ovat esimerkiksi juotosvalut, tartuntateräkset, käsijohteet sekä työmiesten työtunnit.

Juotosvalu tehdään porraselementtien ala- ja yläpäähän. Tämän lisäksi porraselementin pilarin sisällä kulkee kaksi pystyonteloa, jotka myös valetaan betonilla täyteen. Elementin lieriön muotoiset pystyontelot ovat säteeltään 50 mm ja korkeudeltaan 3 000 mm. Yhden pystyontelon tilavuudeksi saadaan kaavan 3 mukaan näin ollen noin 0.024 m^3 . Onteloiden lukumäärän ollessa kaksi jokaista elementtiä kohden, saadaan yhteenlaskulla yhden pilarin onteloiden tilavuudeksi noin $0,05 \text{ m}^3$. Tämän lisäksi kokemusperäisen tiedon mukaan sekä ylä- että alapään juotosvaluihin menee yhteensä noin $0,02 \text{ m}^3$ betonia. Nämä tilavuudet kun lasketaan yhteen ja otetaan määrään mukaan hieman hukkavaaraa, saadaan yhteensä noin $0,1 \text{ m}^3$ juotosbetonia porrasta kohden.

$$V = \pi r^2 * h \quad (3)$$

Yhtälössä V = tilavuus, r = ympyrän säde ja h = lieriön korkeus.

Onteloiden valu tehdään usein seuraavan holvivalun yhteydessä. Tässä työssä lasketaan porraselementin valun hinta betonipumppuautolla työmaalle toimitettuna. Hintana käytetään Rudus Oy:n Etelä-Suomen hintoja Rakentajan kalenteri 2012 mukaisesti. Betoniluokkana käytetään normaalisti kovettuvaa K35 betonia 8 mm:n raekoolla. Notkeusluoktaan betoni on S2 notkea. Hintaa kuutiota kohden tulee taulukon mukaan $126,41 \text{ €}$ (Rakentajan kalenteri 2012). Kun betoni tarve porraselementtiä kohden on $0,1 \text{ m}^3$ saadaan betonin hinta kertomalla taulukkohinta tällä luvulla. Yhden betonielementtiportaana juotosvalujen hinnaksi tulee näin ollen noin $12,64 \text{ €}$

Elementin molempiin pystyonteloihin asennetaan myös elementtivalmistajan kuvien mukaiset 3,6 metrin pituiset 16 mm halkaisijaltaan olevat A500HW harjateräkset. Yhteen porraselementtiin kuluu siis yhteensä 7,2 metriä harjaterästä. Harjateräksen hinta riippuu tilausmäärästä, mutta yksittäisenä tankonakin tilattuna sen hinta jää hieman alle 2 €/metri . Kun lasketaan terästen hinta kahden euron metrihinnan mukaan, saadaan teräksille hinnaksi $14,4 \text{ €/porraselementti}$.

Juotoksiin käytettävä betonin ja lisäterästen määrä jää vähäiseksi yhtä porraselementtiä kohden. Niiden yhteiskustannuksiksi tulee pyöristettynä yhteensä noin 27 €/porras . Tähän hintaan on otettu mukaan vain materiaalikustannukset. Näihin työvaiheisiin kuuluu työaikaa ei sen sijaan ole otettu huomioon, vaan se otetaan huomioon tarkasteltaessa työntekijäkustannuksia.

Työntekijäkustannukset ovat elementtien hinnan jälkeen toiseksi suurin yksittäinen kustannus joka betonielementtiportaiden kokonaishintaan vaikuttaa. Työntekijäkustannukset koostuvat itse asennustyöstä, sekä portaiden käyttöönottoon saamiseen liittyvistä myöhemmistä työvaiheista. Porraselementtiä asentamaan tarvitaan yhteensä 2 rakennusammattihenkilöä, sekä torninosturin kuljettaja. Yhden porraselementin asennusaika on keskimäärin 0,5 - 1 tuntia. Työntekijäkustannuksia laskettaessa käytetään asennusaikana yhtä tuntia porrasta kohden. Työntekijöiden tuntipalkkana käytettiin samaa rakennusalan työehtosopimuksen mukaista aikapalkkaa kuin teräsportaiden asentamisessa. Työehtosopimuksen mukainen rakennusalan ammattilaisen tuntipalkka on 12,95 €/ h. (Rakennusalan TES 2011). Yhden betoniporraselementin asennuskustannuksiksi saatiin 38,85 € ja yritykselle kustannukset ovat 70 %:in sosiaalikulut mukaan lukien yhteensä 66,00 €/ porras.

Elemento 6 -portaan toimitussisältöön ei kuulu seinille asennettavat käsijohteet vaan ne tulee tilata erikseen. Käsijohteiden hinta vaikuttaa olennaisesti betonielementtiportaiden kokonaiskustannuksiin. Hintatiedot arvioitiin YIT:n aiemmin rakentamien kohteiden perusteella. Käsijohteiden hinnaksi asennuksineen arvioitiin 340 €/ porras. Tässä porrastyypissä ei erillisiä kaiteita tarvita, sillä porrasta ympäröivät seinät.

Edellä lasketut betoniportaan asentamisesta ja käyttökuntoon saattamisesta aiheutuvat kustannukset tulee laskea mukaan betonielementtiportaan kokonaiskustannuksiin. Kokonaiskustannukset yhtä porraselementtiä kohden muodostuvat näin ollen seuraavista tiedoista.

- Betonielementtiportaan hinta 3 900 €
- käsijohteet 340 €
- työntekijäkustannukset 66 €
- juotosvalu ja tartuntateräksiset 27 €

Nämä luvut yhteen laskemalla saadaan arvio betoniportaan kokonaiskustannuksista yhtä porraselementtiä kohden. Kokonaishinnaksi muodostuu täten noin 4 333 €/ porras. Tulee kuitenkin muistaa, että saatu hinta on vain kustannusvertailua varten tehty suuntaa antava arvio todellisista kokonaiskustannuksista. Lisäksi tulee huomata, ettei kokonaiskustannuksissa ole otettu huomioon maalaamista, paikkausta, saumausta tai muita portaan lopulliseen käyttökuntoon saattamiseen mahdollisesti tarvittavia työvaiheita.

6.3 Suorasyökyiset portaat

Tämän opinnäytteen pääpaino on kierreportaiden vertailussa. Tämän johdosta suorasyökyisistä portaista on hankittu tarkoituksella hieman toisistaan poikkeavia tarjouksia. Erisisältöisten tarjousten avulla pyritään selvittämään erilaisten toimitusvaihtoehtojen kustannuseroja. Tarjouspyynnöissä on kuitenkin käytetty sellaisia kaikille tarjouksille yhteisiä perustietoja joiden vuoksi portaita voisi käyttää samanlaisessa tilassa porraskorjauksena.

Taulukkoon 4 on koottu yhteen kaikki suorasyökyisistä portaista saadut tarjoushinnat sekä betoni- että teräsportaiden osalta. Hintavertailussa on käytetty pelkkää tarjoushintaa ilman, että siihen on lisätty portaan asentamisesta ja muista työvaiheista koituvia lisäkustannuksia. Tarjousten hinnoissa alv. on 0 %.

TAULUKKO 4. Suorasyökyisten portaiden tarjoushinnat.

Yritys	Tarjoushinta (€)	Paloluokka
Lemminkäinen Rakennustuotteet Oy, Betoniliiketoiminta	2 850	R 30
Oy Finnrasti Ab	9 200	R 30
SafeGo Oy	2 800	R 30

7 TULOSEN TARKASTELU

7.1 Rakennustekninen vertailu

Kun tässä opinnäytetyössä tarkasteltavina olevia portaita lähdetään vertailemaan keskenään, on tärkeää muistaa, että portaat eivät olleet keskenään samanlaisia. Teräsportailla ja betoniportailla oli yhteistä lähinnä käyttötarkoitus sekä se, että ne täyttävät tietyt ennalta sovitut reunaehdot. Myös portaiden toisistaan poikkeava paloluokitus tulee ottaa huomioon.

Yksikään yhteydenoton kohteena ollut teräsportaita valmistava yritys ei tehnyt tarjousta Elemento 6 -portaalle mallisesta teräsportaasta. Yritysten edustajat olivat kuitenkin yhtä mieltä siitä, että esimerkkiportaaksi suunnitellun kaltainen kierreporras voisi hyvinkin toimia korvaavana ratkaisuna Elemento 6 -portaalle. Suunniteltua porrasmallia eteenpäin kehittämällä pystyttäisiin myös todennäköisesti saavuttamaan R 60 -paloluokka. He olivat myös yhtä mieltä siitä, ettei kyseisen kaltainen porraskorras olisi järkevä tuote toteutettavaksi sen korkeiksi nousevien kustannusten vuoksi. Pelkän Elemento 6 -portaalle kaltaisen muodon ja vaadittavan paloluokan toteuttaminen, nostaisi kustannukset liian korkeiksi kilpailukykyistä tuotantoa ajatellen.

Elemento 6 -portaalla on paloluokka R 60 vakiona. Teräsportailta 60:n minuutin palonkestoajan saavuttaminen onnistuu, lähes kaikkien yhteydenoton kohteena olleiden yritysten edustajien mukaan, järkevästi vain palosuojamaalauksen avulla. R 30 -paloluokassa teräksestä pystytään itsessään tekemään tarpeeksi palonkestävä rakenne ilman palosuojamaalauksia. Yritysten edustajien mukaan teräksestä onkin rakenteellisesti järkevintä tehdä porraskorrasratkaisuja vain enintään R 30 -luokan vaativiin ratkaisuihin, kuten esimerkiksi talon ulkopuolisiin porrastorneihin, esimerkkikohdetta matalampiin rakennuksiin tai erillisiin suljettuihin porrashuoneisiin.

Useat yritykset, jotka valmistavat teräksestä portaita, eivät tehneet lainkaan tarjousta porrastoimituksesta. Tämä johtui siitä, että tässä opinnäytetyössä ei ollut kyse erikoiskohteeseen tulevasta porraskorrasratkaisusta, vaan normaalin asuinkerrostalon kustannustehokkaasta porraskorrasratkaisusta. Yritysten edustajien mukaan heidän tuotteensa eivät kilpaille betonielementtiportaiden kustannusten kanssa muuten kuin erikoiskohteissa. Tarjouk-

set tehneillä yrityksillä oli valmiiksi mallistoissaan tarjottujen porrastyypin kaltaisia tuotteita, jotka sopivat kustannusten ja rakenteensa puolesta massatuotantoon.

Teräsporrasvalmistajille annettiin tietyin reunaehdoin mahdollisuus ratkaista kulku kerrosten välillä omalla, kustannuksiltaan edullisimmaksi kokemallaan, sekä rakenteeltaan R 30 -paloluokan vaatimukset täyttävällä porrastyypillä. Loppujen lopuksi kaikkien teräskierreportaista tarjouksen tehneiden yritysten porrasmallit olivat hyvin samankaltaisia keskenään. Kaikki porrasmallit olivat pyöreän keskipilarin ympärille kiertyviä, työmaalla kasattavia portaita. Tästä pystytään päättelemään, että tämänkaltaiset ratkaisut ovat todennäköisesti edullisin tapa toteuttaa asuinkerrostalon sisäpuolinen kierreportas teräksestä.

Rakenneratkaisuiltaan teräskierreportaat on huomattavasti hitaammat saada käyttövalmiiksi, kuin suoraan kuljetuskaluston lavalta asennettavat betonielementtikierreportaat. Teräsportaan asennuksen ajaksi on tehtävä työmaalle kerrosten välille väliaikainen kulku, sillä asennustyössä saattaa kestää jopa koko työpäivä jos työryhmällä ei ole kokemusta asennuksesta. Työmaa-aikaisessa käytössä teräsporras on kuitenkin betoniporrasta toimivampi. Betoniportaan askelmat tulee suojata erillisillä hankalakäyttöisillä askelsojilla, kun taas teräsportaan askelmien viimeistely tehdään vasta työmaan loppuvaiheilla.

Teräsportaiden toiminnan ja turvallisen käytön vuoksi tulee portaisiin asentaa kaiteet käsijohteineen heti portaan asennusvaiheessa. Tämä osaltaan helpottaa kulkua portaissa työmaa-aikaisesti. Kaiteiden paikallaan olo kuitenkin tekee portaista ahtaammat kulkea etenkin kantamusten kanssa. Myös kaiteiden ja käsijohteiden työmaa-aikaisen vahingoittumisen riski kasvaa. Betoniportaissa käsijohteet asennetaan vasta työmaan loppuvaiheessa, joten ne eivät ole työmaa-aikana tiellä eivätkä vahingoitu niin helposti.

Yksi suuri ero tarkastelussa olevien betoni- ja teräsportaiden välillä on niiden tarvitsema tila. Tarjousten mukaiset teräskierreportaat tarvitsevat lattiapinnaltaan noin 3 050 x 3 050 mm, eli yhteensä noin 9,3 m² suuruisen tilan, kun taas betonielementtiportaat vaativat kooltaan 1 690 x 3 670 mm, eli noin 6,2 m² olevan tilan. Betoniportaan pienempi tilantarve jättää tästä syystä myös porrasta ympäröiville tiloille noin 3 m² enemmän tilaa kerroksittain.

Teräsporrastarjouksissa tulee ottaa huomioon myös se, että tarjousten portaita ei ole pintakäsitelty vaan ne ovat toteutettu kuumasinkityllä teräspinnalla. Jos porras täytyy viimeistellä maalaamalla, kannattaa se tehdä etukäteen tehtaalla pulverimaalauksella. Tehtaalla tehtynä maalaus tulee huomattavasti helpommaksi sekä todennäköisesti edullisemmaksi kuin jälkikäteen työmaalla tehtynä. Maalauksen toteutuessa, teräsportaiden valmistuskustannukset nousevat huomattavasti. Lisäksi tällöin kustannuksia nostaa portaan maalipinnan työmaa-aikainen suojaaminen. Betoniporras tarvitsee joka tapauksessa viimeistelykseen maalauksen. Tämä viimeistely on betonipinnan hyvien maalattavuusominaisuuksien vuoksi helppoa ja suhteellisen edullista toteuttaa seinäpintojen maalaamisen yhteydessä.

Lemminkäisen valmistamaa betonielementtiporrasta saa vakiona vain 2 800 mm:n ja 3 000 mm:n korkuisina elementteinä. Elemento 6 -portaan kohdalla suurin yksittäinen asennusta hankaloittava tekijä onkin kerroskorkeuksien vaihtelu. Esimerkkikohteessa on kolme eri kerroskorkeutta. Viiden kerrosvälin välille sopii 3 000 mm:n Elemento 6 -porras sellaisenaan. Kahteen siitä poikkeavaan kerrosväliin on tilattu erikseen Lemminkäinen Rakennustuote Oy, Betoniliiketoiminnalta jatkopalat pilariin. Näissä jatkopaloissa ei ole askelmia valmiina, vaan ne täytyy työmaalla erikseen paikallaan muotittaa ja valaa.

Teräsportaita saa tilattua millä tahansa kerroskorkeudella suoraan tehtaalta. 3 000 mm suuremmilla kerroskorkeuksilla saattaa porras tarvita lisätuentaa, mutta muuten asennus tapahtuu samalla tavalla kaikilla kerroskorkeuksilla. Tämä on teräsportaan yksi suurimmista eduista betonielementtiportaaseen nähden.

Suorasyöksyisten portaiden osalta ei työssä ole suuremmin perehdytty portaiden rakenteeseen toteutukseen. Yhtenä suurena erona teräsportaiden ja betoniportaiden välillä kuitenkin on portaan asentaminen. Betoniporras toimitetaan yhtenä kokonaisuena elementtinä, kun taas teräsportaat kasataan työmaalla pienelementeistä. Pienelementeistä tapahtuva kokoaminen on huomattavasti työläämpää ja hitaampaa kuin kokonaisen porraselementin asentaminen kerralla.

Kaikki tarjousten suorasyöksyiset portaat saavuttavat, ainakin tarjousten mukaan, vaaditun R 30 -palonkestoajan. Portaiden tilantarve on myös kaikilla malleilla samanlainen, sillä kukin yritys teki tarjouksen annettujen reunaehtojen puitteissa. Suorasyöksyisistä

portaista kuitenkin pyydettiin huomattavasti toisistaan poikkeavat tarjoukset, joten rakenteellisia ratkaisuja on hankala verrata keskenään.

Tarjouksista ei myöskään käy ilmi toteutuvatko teräsportailta muut asuinkerrostalojen portaille laissa asetetut vaatimukset, kuten maksimissaan 100 mm:n aukko askelmien välillä. Elemento 1 -portaalla nämä vaatimukset täyttyvät. Lisäksi tarjousten teräsportaissa on myös eroa pinnoitteiden osalta. Oy Finnrasti Ab:n porras on maalattu valmiiksi tehtaalla kun taas SafeGo Oy:n porras on tarjouksessa kuumasinkittyä terästä. Askelmateriaalit poikkeavat myös täysin toisistaan.

7.2 Kustannusvertailu

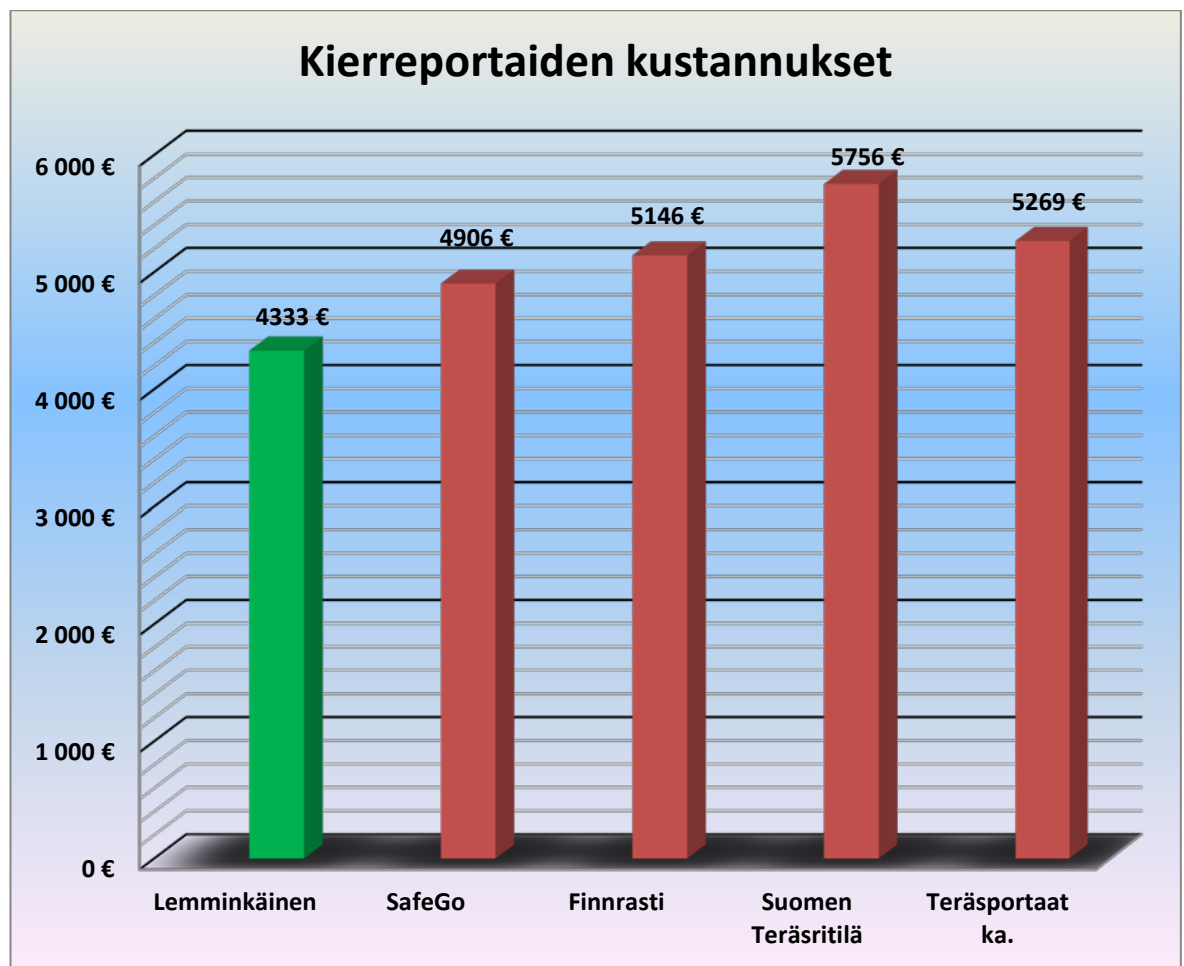
Kierreportaiden kustannuksia vertailtaessa tulee ottaa huomioon se, että tarjotut portaat ovat toisiinsa verrattuna monelta osin hyvin erilaisia. Yksikään yhteydenoton kohteena ollut teräsportaita valmistava yritys ei tehnyt tarjousta suunnitellun esimerkkiportaan kaltaisesta portaasta. Suunnitellun kaltaisen portaan kustannukset olisivat olleet paremmin vertailtavissa vastaavankaltaisen betoniportaan kustannusten kanssa. Teräsporrastoimittajien mielestä esimerkkiportaan kaltaisen teräsportaan valmistuskustannukset nousisivat joka tapauksessa liian korkeiksi tuotantoa ajatellen. Teräsporrastoimittajien mielestä myös paloluokan R 60 vaatimusten täyttäminen tuottaa teräkselle haasteita, eikä ole järkevä toteuttaa haettaessa kustannustehokkuutta.

Kaksi yritystä teki tarjouksen asuinkerrostalon sisäpuolisesta teräskierreportaasta. Lisäksi yhdeltä yritykseltä saatiin hinta-arvio vastaavankaltaisesta teräskierreportaasta, jota he eivät kuitenkaan olleet valmiita vielä tällä hetkellä valmistamaan R 30 -paloluokan vaatimusten sekä portaan suuren säteen takia. Tarjousten sisältämät porrasmallit olivat kuitenkin keskenään melko samankaltaisia, joten niiden hinnat ovat vertailukelpoisia toistensa kanssa. Teräsportaiden tarjoushintojen sekä niiden hintakeskiarvon perusteella pystyttiin saamaan myös viitteitä betoniportaiden ja teräsportaiden keskinäisistä hintaeroista.

Taulukosta 5 käy ilmi kaikkien kierreportaista tarjouksen tehneiden yritysten tarjoushinnat, mukaan lukien Lemminkäinen Rakennustuotteet Oy, Betoniliiketoiminnan tarjous Elemento 6 -portaasta. Näiden lisäksi taulukkoon on lisätty sarake, jonka kokonaiskustannuksiin mukautetussa hinta-arviossa on otettu huomioon tarjoushinnan lisäksi myös muut kustannukset joita portaiden käyttökuntoon saattaminen vaatii. Kuviossa 8 on esitetty graafinen diagrammi kokonaiskustannuksiin mukautetuista hinnoista.

TAULUKKO 5. Kierreportaiden hintatiedot

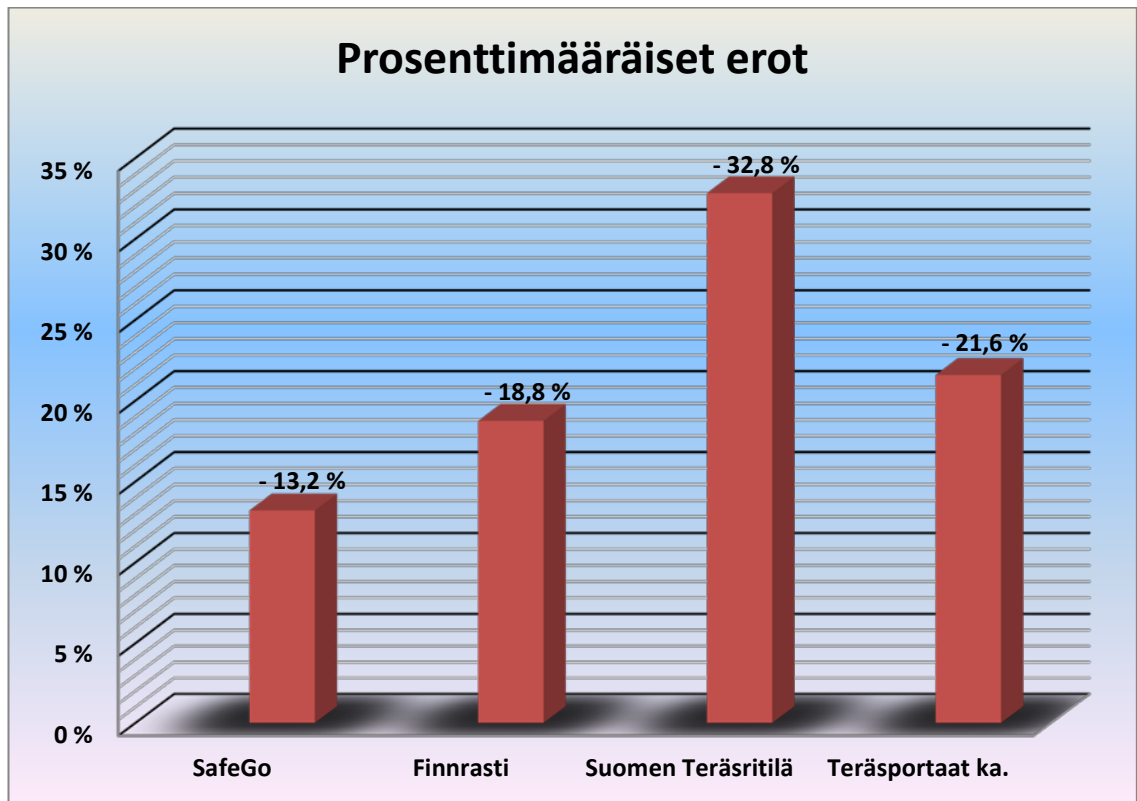
Yritys	Tarjoushinta (€)	Kokonaishinta (€)	Paloluokka
Lemminkäinen Rakennustuotteet Oy, Betoniliiketoiminta	3 900	4 333	R 60
Oy Finnrasti Ab	4 660	5 146	R 30 (R 60)
Suomen Teräsritilä STR Oy	5 400	5 756	R 30
SafeGo Oy (arvio)	4 550	4 906	(R 30)



KUVIO 8. Kierreportaiden kokonaiskustannukset pylväsdiagrammina

Teräskierreportaiden kustannuksista löytyy selkeitä eroja keskenään, mutta niiden hinta verrattuna betoniportaiden hintaan tulee kaikissa tarjouksissa selvästi esille. Kuviosta 9

löytyvä prosenttimääräinen tarkastelu selkeyttää kustannuserojen havaitsemista. Tämän tarkastelun perusteella voidaan todeta teräskierreportaiden kustannusten nousevan jokaisessa tapauksessa selvästi korkeammiksi kuin Elemento 6 -portaan vastaavat kustannukset. Kuviossa 9 näkyy myös teräsporrastarjousten hintakeskiarvojen mukaan laskettu prosenttimääräinen ero betoniportaaseen verrattuna.



KUVIO 9. Teräskierreportaiden kokonaiskustannusten ero prosentteina, Elemento 6 -portaaseen nähden

Niemenrannan Katariinan porrastoimitukseen kuuluu yhteensä 7 kierreporraselementtiä. Elemento 6 -porraselementeistä valmistettuna esimerkkikohteen portaiden kokonaishinnaksi tulee tarjouksen mukaan laskettuna 30 331 € Teräsportaiden tarjoushintojen mukaisen keskiarvon perusteella laskettaessa Niemenrannan Katariinan teräsportaiden kokonaishinnaksi saadaan 36 883 € Näiden summien erotus on 6 552 € eli yhteensä 21,6 % betonielementtiportaiden hyväksi.

Tässä keskiarvovertailussa tulee huomioida se seikka, ettei SafeGo Oy:n antama hinta ole varsinainen tarjous, vaan pelkästään heidän arvionsa tarjoushinnasta. SafeGo Oy:n tarjouksen ollessa teräskierreporrastarjouksista edullisin, vaikuttaa se mahdollisesti hin-

takeskiarvoa alentavana. Kun hintakeskiarvo lasketaan pelkkien virallisten tarjoushintojen perusteella, saadaan prosenttimääräiseksi eroksi 25,8 % betonielementtiportaan hyväksi.

Yksi suuri kustannuserä jota tarkasteluissa ei ole otettu huomioon on portaiden pintojen viimeistely maalaamalla. Betoniportaan maalaaminen tapahtuu samalla tavalla muiden betonipintojen, kuten seinäelementtien, maalaamisen yhteydessä. Sen maalaaminen on melko yksinkertainen ja edullinen toimenpide suurten yhtenäisten pintojensa ansiosta. Teräsportaan maalaaminen jälkeensä työmäärällä tuottaa huomattavasti enemmän kustannuksia pintamateriaalinsa sekä työmäärää moniulotteisen muotonsa vuoksi. Näiden asioiden johdosta teräsportaan kannattaa maalauttaa valmiiksi tehtaalla. Tämä luonnollisesti näkyy suoraan tarjoushinnoissa sekä siinä, että portaan maalatut pinnat täytyy suojata työmaa-aikaisia kolhuja vastaan.

Kohteen sisällä vaihtelevat kerroskorkeudet ovat yksi suuri kustannuksiin vaikuttava tekijä. Teräskierreportailla kerroskorkeuksien vaihtelu ei vaikuta juurikaan muuhun, kuin portaan yksikköhintaan. Työn määrä tai laatu ei juuri muutu kerroskorkeuden vaihtuessa. Elemento 6 -portaalla vastaavasti ei ole valmiita, heidän vakiokorkeuksistaan poikkeavia porrasmalleja, joten työmaalla tehtävän työn määrä lisääntyy selkeästi, kerroskorkeuden muuttuessa.

Teräsportaita toimitetaan aina tilattujen mittojen mukaisilla kerroskorkeuksilla. Yritysten edustajat mainitsivat teräsportaiden hinnan muuttuvan kerroskorkeuden muuttuessa yksikköhintana kerroskorkeuden vaihtelun mukaan. Esimerkiksi jos 3 000 mm korkuinen porraskorkeus maksaa 5 300 €, saadaan portaan hinnaksi 176,70 €/100 mm. Niemenrannan Katariinan ylimmän kerrosnousun korkeus on 600 mm normaalia 3000 mm:n kerroskorkeutta korkeampi. Tämä porraskorkeuden muutos tulisi siis näin ollen kustantamaan teräsportaan osalta noin 1 060 €. Lisäksi hinnassa tulee huomioida askelmamateriaalin lisääntymisestä koituvat kustannukset.

Betoniportaan keskipilarin 600 mm korkea jatkopala maksaa itsessään noin 600 €. Tähän hintaan kun lisätään työtuntien-, betonin-, raudotteiden-, käsijohteiden sekä askelmamateriaalien kustannukset saadaan kerroskorkeuden vaihtelun aiheuttamat kokonaiskustannukset. Näitä kustannuksia ei ole työssä laskettu, mutta niiden voidaan olettaa nousevan hyvin lähelle samaa tasoa, kuin teräsportaan porraskorkeuden muutos. Toden-

näköisesti betoniportaan muutostyön hinta kohoaa jopa hieman teräsportaan muutostyön hintaa kalliimmiksi, sillä betoniportaan askelmamateriaali on huomattavasti kalliimpaa kuin teräsportaissa.

Suorasyöksyisten portaiden osalta hinnat eivät ole kovinkaan hyvin vertailukelpoisia keskenään. Kalleimman tarjouksen antaneen Oy Finnraști Ab:n portaat on laskettu teräsrunkoisina, mutta erikoisaskelmilla tehtyinä. Askelmina portaassa toimivat erilliset betoniasketmat. Lisäksi Finnraștin tarjouksessa olevan portaan runko on jo valmiiksi tehtaalla maalattu. Nämä seikat nostavat portaan kokonaiskustannuksia todella paljon verrattuna muiden tarjousten portaisiin. Muista poikkeava tarjous pyydettiin sen vuoksi, että saataisiin tietoa siitä, kuinka paljon erilainen askelmamateriaali kokonaishintaan vaikuttaa.

Parhaiten kustannuksia voi vertailla suorasyöksyisten portaiden osalta Elemento 1-portaan sekä SafeGo Oy:n tarjoaman teräsporrasmallin välillä. Näiden kahden kohdalla tarjoukset on pyydetty edullisimman toteutushinnan mukaan ja tarjoushinnat ovatkin hyvin lähellä toisiaan. Tarjoushintojen lisäksi tulisi portaista selvittää mallin mukaan mahdollisesti tarvittavat asennus-, pinnoitus-, maalaus- ja kaidekustannukset, sekä muut portaan luovutuskuntoon saattamiseen tarvittavat kustannukset. Näitä kustannuksia ei työssä ole kuitenkaan erikseen otettu huomioon.

8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämä opinnäytetyö tuo selkeästi esille miksi asuinkerrostaloissa käytetään kierreporraskorjauksina usein betonielementtiporrasta, teräsportaaseen verrattuna. Suurimpana syynä betonielementtiportaan käytölle on sen edullisuus teräsportaisiin nähden. Asuinkerrostalojen rakentamisessa suuri painoarvo on kuitenkin rakentamisen kustannustehokkuudella. Betonisen kierreporraselementin käyttö porraskorjauksina, näyttäisi olevan teräksestä valmistetun kierreportaan käyttöä kustannustehokkaampaa.

Tarkempaan tarkasteluun suunnitellun esimerkkiportaan huonona puolena vaikuttaisi olevan sen korkeiksi nousevat kokonaiskustannukset. Kun sekä betonia, että terästä yhdistetään porraskorjauksessa, kasvavat kustannukset selvästi verrattuna siihen että niitä käytettäisiin yksittäin. Myös pyöreästä keskipilarista poikkeavat muodot vaikuttaisivat olevan hankalia toteuttaa, joka osaltaan nostaa kustannuksia sekä pienentää portaita valmistavien yritysten määrää. Näiden seikkojen vuoksi yksikään yhteydenoton kohteena ollut yritys ei tehnyt esimerkkiportaasta tarjousta.

Teräksestä on mahdollista tehdä sekä suorasyöksyisiä- että kierreportaita. Haasteena teräsportaankäytölle asuinkerrostaloissa näyttääkin olevan paloturvallisuusvaatimusten täyttyminen. Näiden vaatimusten täyttyminen yli R 30 -paloluokassa, edellyttäisi teräsportaiden osalta palonkestävyyttä parantavia rakenneratkaisuja tai palosuojauksia. Tällaiset toimenpiteet vaikuttavat suoraan kustannuksiin nostamalla teräsportaankäyttöä hintaa. Käyttämällä porrasmateriaalina betonia, saavutetaan vaaditut paloluokat lähes automaattisesti ja sitä kautta myös edullisemmin. R 60 -paloluokan rakennetta ei teräksestä kannata lähteä tavoittelemaan lainkaan.

Teräsportaita toimittavia yrityksiä tuntui olevan betoniporrastoimittajia enemmän. Toimitusajoiltaan teräsportaitoimitukset vaikuttivat kuitenkin olevan samaa luokkaa betoniporrastoimitusten kanssa, joten siinä asiassa ei kumpikaan portatyyppi ota etua toiseensa verrattuna. Teräsportaitoimittajia on kuitenkin useampia, joten teräsportaitoimitusvarmuus saattaa olla betonielementtitoimituksia parempaa.

Suurin osa teräsportaita valmistavista yrityksistä tuntui yhteydenottojen perusteella keskittyvän valmistamaan portaita muihin tarkoituksiin kuin kustannustehokkaasti raken-

nettuihin asuinkerrostaloihin. Asuinkerrostalojen osalta portaiden valmistus vaikutti keskittyvän rakennuksen ulkopuolisiin porraskorjauksiin, erillisiin porrashuoneisiin tai näyttäviin erikoisportaisiin.

Betonielementtiportaiden asentaminen uudisrakennuskohteessa torninosturin avulla on yksinkertaista ja nopeaa. Pienielementteinä työmaalle saapuvien teräsportaiden kasaaminen vastaavasti vie uudisrakennuskohteissa turhaan aikaa muulta rakennustyöltä. Korjausrakennuskohteissa teräsportas luultavasti toimisi porraskorjauksena erittäin hyvin elementtien pienen koon ansiosta. Ne olisi helppo kuljettaa sisälle rakennukseen ovien ja käytävien kautta ja asentaa paikanpäällä käyttökuntoon. Betonielementtiportaan käyttö tällaisissa kohteissa tuskin olisi muutenkaan mahdollista.

Yksi seikka tarkastelun kannalta oli myös se, miten teräsportaan ja betoniportaan hinta muuttuu kerroskorkeuden vaihtuessa. Kerroskorkeuksien muutosten kohdalta betonielementtiportaat ovat asennustyön puolesta selkeästi hankalampi toteuttaa, alkuperäisiin kyseessä olevan portaan asennustapaan verrattuna, kuin teräsportaat. Myös kustannusten osalta betoniportaiden korkeusmuutokset tulevat todennäköisesti hiukan kalliimmiksi kuin teräsportaiden korkeusmuutokset. Teräsportaat ovat kokonaiskustannuksiltaan kuitenkin jo valmiiksi niin paljon betonielementtiportaita kalliimpia toteuttaa, etteivät kerroskorkeuksien muutosten tuomat lisäkustannukset auta portaiden hintoja samalle tasolle.

Edellä mainittujen seikkojen vuoksi ei voida suositella, että YIT siirtyisi käyttämään teräskierreportaita normaaleissa asuinkerrostalokohteissa. Erikoiskohteissa teräs vaikuttaa hyvinkin varteenotettavalta kilpailijalta betonille, sillä siitä saa valmistettua erittäin näyttäviä rakenteita. Myös tilanteissa, jossa P2 -paloluokan kerrostalokohteissa on toisistaan huomattavasti poikkeavia kerroskorkeuksia, voi teräsportaan käyttö olla harkittamisen arvoista. Suorasyöksysten portaiden osalta olisi aiheesta hyvä tehdä lisätutkimusta. Tämä tutkintotyö antoi sellaisia viitteitä, että suorasyöksyinen teräsportas saattaisi olla ainakin teräskierreporrasta kilpailukykyisempi vaihtoehto betonielementtiportaiden korvaajaksi.

9 LÄHDELUETTELO

9.1 Painetut lähteet

C1 Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Äänieristys ja meluntorjunta rakennuksessa. Määräykset ja ohjeet. 1998. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto.

E1 Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet. 2011. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto.

F2 Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Rakennusten käyttöturvallisuus. Määräykset ja ohjeet. 2001. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto.

G1 Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Asuntosuunnittelu. Määräykset ja ohjeet. 2004. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto.

Rakentajan kalenteri. 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu 75-0313. 2008. Mattotyöt, kuivat tilat. Helsinki: Rakennustieto Oy

YIT Rakennus Oy, Talonrakennus Tampere. Asuntomyynti. Esite. Asunto Oy Tampereen Niemenrannan Katariina. 2011. Tampere.

Ympäristöopas 39. Rakennusten paloturvallisuus & Paloturvallisuus korjausrakentamisessa. Uusittu painos. 2003. Helsinki: Edita Prima Oy.

9.2 Sähköiset lähteet

Lemminkäinen Rakennustuotteet Oy, Betoniliiketoiminta. 2010. Asennusohje. Elementto 6 suorasiivinen pilarillinen umpikierreporras. Pdf. Tulostettu 14.2.2012.

Lemminkäinen Rakennustuotteet Oy, Betoniliiketoiminta. 2012. Porraselementit. <http://www.lemminkainenbetoni.fi/fi/Elemento/Porraselementit>.

Oy Finnraști Ab. 2012. <http://www.finnrasti.fi>.

Oy Finnraști Ab. 2011. Asennusohje kierreporras. Tulostettu 22.3.2012.

Oy Finnraști Ab. 2005. Käsikirja. Pdf. Muokattu 29.3.2010. Tulostettu 27.3.2012

Pyromaster Oy. 2007. Teräksen palosuojaus. <http://www.pyromaster.fi/palosuojaus>.

Rakennusalan työehtosopimus urakkahinnoitteluineen. 2011. <http://www.finlex.fi/data/tes/stes4484-TT72Rakennus1103.pdf>

SafeGo Oy. 2010. <http://www.safego.com>.

Suomen Teräsrtilä STR Oy. 2012. <http://www.str.fi>.

Suomen Teräsritilä STR Oy. 2010. STR Tuotekansio. Tulostettu 21.3.2012.

Tikkurila Oyj. 2009. Palosuojamaalaus.

http://www.tikkurila.fi/teollinen_maalaus/metalliteollisuus/terasrakenteiden_palosuojaus/palosuojamaalaus/)

9.3 Haastattelut

Kivelä, Jari 2012: A-Insinöörit Suunnittelu Oy. Projektipäällikkö. Haastattelu. 25.1. Tampere.

Mäkinen, Jari 2012: SafeGo Oy. Tuotekehityspäällikkö. Puhelinhaastattelu 22.3.

Niemelä, Riku 2012: A-Insinöörit Suunnittelu Oy. Rakennesuunnittelija. Haastattelu. 25.1. Tampere.

Säviaho, Juha 2012: Oy Finnraasi Ab. Puhelinhaastattelu 9.3 ja 22.3.

Söderlund, Jouni 2012: Oy Finnraasi Ab. Myyjä. Puhelinhaastattelu 29.2.

Tarvainen, Hans 2012: Suomen Teräsritilä STR Oy. Toimitusjohtaja. puhelinhaastattelu. 29.2.

10 LIITELUETTELO

Liite 1. Oy Finnraști Ab:n tarjous teräskierreportaasta, 2 sivua

Liite 2. Oy Finnraști Ab:n tarjous suorasyökyisestä portaasta, 2 sivua

Liite 3. Pohjakuva Elemento 6 -portaasta (Lemminkäinen 2012), 1 sivu

**TARJOUS 4-107167-1**

12.03.2012

YIT Rakennus Oy
Kihlmaninraitti 1 F
33100 TAMPERE**Vitteemme**

Juha Säviaho

Puh. 02-6343920

Faksi. 02-6343939

Sähköposti: juha.saviaho@finnrasti.fi

Vitteenne

Iiro Mäkelä

Puh. 045-631 0898

Faksi.

Sähköposti: iiro.makela@fe.tamk.fi

Käsitämme tarjouspyynnöstänne ja tarjoamme Teille Finnraستی -tuotteita seuraavasti :

Kohde: Kerrostalon sisäporras, Tampere**Kierreporras**

Kuumasinkitty SS-EN-ISO 1461

Levyasketmat ja -taso matolle

Oikealle kiertyvä

Korkeus H = 3000 mm

Säde r = 1500 mm

Askekorkeus 166,7 mm

Askelman etenemä : 132 mm 400 mm:n etäisyydeltä keskiputken pinnasta
275 mm 900 mm:n etäisyydeltä keskiputken pinnasta

Askelmäärä 17 kpl + poistumisaso

Poistumistaso 90°:n sektori (ks. liite)

Lapsiturvallinen pyörötankokaide k/k 100 mm

Käsijohde 42 mm:n teräsputki

Keskitolppa 127 mm, ainevahvuus 6,3 mm

Hinta : 4660 € / kpl (pakkauksineen)**Hinta**

Voimassaoloaika

Toimitusaika

Toimitusehto

Maksuehto

Omistusoikeus

Ilman arvonlisäveroa.

Tarjous on voimassa 30 päivää

Sopimuksen mukaan (noin kahdeksan työviikkoa)

V.v. Pori

30 pv netto

Toimitettu tavara on myyjän omaisuutta, kunnes se on täysin maksettu

PORRAS ON WELAND -STANDARDIN MUKAINENFinnrastin tilaajavastuulain mukaiset asiakirjat löytyvät www.tilaajavastuu.fi - palvelun kautta ja tietojen nouto on maksutonta. Finnrastin y-tunnus on 0623715-6Myyjä ja varasto
Oy Finnraستی Ab
Kartanonitie 47
28430 Pori
Puh. (02) 6343 900
Fax (02) 6343 999Tuoteosaan ohjeet:
Oy Finnraستی Ab
Kärebyntie 52
30160 Degerby
Puh 044-03 02 044E-mail: info@finnrasti.fi
Internet: www.finnrasti.fi
Kotipaikka: PoriKt-nro 376 472
VAT nro FI06237156
ALV rek



Toivomme tarjouksen sopivan Teille

Ystävällisin terveisin
FINNRASTI OY

Juha Säviäho
Juha Säviäho

LIITE

luonnos portaasta

HUOM! Alla oleva porras on maalattu





TARJOUS 04-107258-1

22.3.2012

YIT Rakennus Oy
Kihlmaninraitti 1 F
33100 TAMPERE

Vitteemme
Juha Säviahho
Puh. 02-6343920
Faksi. 02-6343939
Sähköposti: juha.saviaho@finnrasti.fi

Vitteenne
Iiro Mäkelä
Puh.
Faksi.
Sähköposti: iiro.makela@fe.tamk.fi

Kiitämme tarjouspyynnöstänne ja tarjoamme Teille Finnrasti –tuotteita seuraavasti :

Kohde: Koipitaipaleenkatu 2, Tampere

5 kpl Suora porras
Valmiiksi maalattu, väri RAL -skaalasta
Askelmat harmaabetonia
Korkeus H = 3000 mm
Askelman leveys 1200 mm
Kaltevuus 35°
Askelmia 16 kpl
Ylin askelma askelkorkeuden verran ylätasen alapuolella
Kaide molemmilla sivuilla
Käsijohde 42 mm:n putki, välipinnat k/k 100 mm

Hinta : 9200 € / kpl

Hinta	Ilman arvonlisäveroa.
Voimassaoloaika	Tarjous on voimassa 30 päivää
Toimitusaika	Sopimuksen mukaan
Toimitusehto	NLM10. Vapaasti autossa asiakkaalla (Tampere)
Maksuehto	30 pv netto
Omistusoikeus	Toimitettu tavara on myyjän omaisuutta, kunnes se on täysin maksettu

PORTAAT OVAT WELAND –STANDARDIN MUKAISIA

Finnrastin tilaajavastuulain mukaiset asiakirjat löytyvät www.tilaajavastuu.fi -palvelun kautta ja tietojen nouto on maksutonta. Finnrastin y-tunnus on 0623715-6

Mahdollisista kuljetuslavoista veloitamme 14,34 € / kpl

Myynti ja varasto
Oy Finnrasti Ab
Kartanontie 47
28400 Pori
Puh. (02) 6343 900
Fax. (02) 6343 939

Yhteystiedot
Oy Finnrasti Ab
Kärebyröte 52
30160 Degerby
Puh 044-03 02 044

E-mail: info@finnrasti.fi
Internet: www.finnrasti.fi
Kotipaikka: Pori

Kr-nro 376 472
VAT nro FI06237150
ALV rek



Toivomme tarjouksen sopivan Teille

Ystävällisin terveisin
FINNRASTI OY

Juha Säviäho
Juha Säviäho

