

Elemento 13

Porraselementtien valmistusmenetelmän kehittäminen

Sami Hellberg

Opinnäytetyö

15. _5_. 2012_____

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Sami Hellberg	
Työn nimi Elemento 13-porraselementtien valmistusmenetelmän kehittäminen	
Päiväys 15.5.2012	Sivumäärä/Liitteet 28
Ohjaaja(t) Yliopettaja Jorma Saarijärvi	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Lemminkäinen Rakennustuotteet Oy	
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tavoitena oli kehittää Elemento 13 –portaiden valmistusmenetelmää tuotantotehokkaampaan suuntaan. Työssä selvitettiin eri vaihtoehdot muottimenetelmiin ja –materiaaleihin, sekä niiden edut ja haitat. Huomioitava oli myös askeläänitasoista annetut määräykset. Opinnäytetyö tehtiin Lemminkäinen Rakennustuotteet Oy:n toimeksiannosta.</p> <p>Työn ensimmäisessä vaiheessa selvitettiin askeläänimääräykset, ääneneristykseen vaikuttavat seikat sekä tutustuttiin askeläänitason määritykseen käytettävään kalustoon ja mittauksen suorittamiseen. Toisessa vaiheessa tutustuttiin olemassa olevaan muottikalustoon, ja sen hyödyntämismahdollisuuksiin. Yrityksen henkilökunnan kanssa valmistettiin porraselementti aiemmasta poikkeavalla menetelmällä. Lisäksi työntekijöitä haastatteleamalla saatiin vertailtua valmistustapojen eroja.</p> <p>Lopputuloksena saatiin kehitettyä toimiva muottimenetelmä joka työvaiheita ja säästää materiaalikustannuksia. Työn viimeinen vaihe toteutetaan työmaalla tehtävissä askeläänimittauksissa, joissa selviää menetelmän aiheuttamat muutokset askeläänitasoissa. Mittaustulosten perusteella menetelmää voidaan kehittää edelleen.</p>	
Avainsanat porraselementti, Lemminkäinen, askelääni, Elemento	
Salainen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Management			
Author(s) Sami Hellberg			
Title of Thesis Improving the process of making prefabricated E13 –staircase elements			
Date	15 May 2012	Pages/Appendices	28
Supervisor(s) Mr. Jorma Saarijärvi, Principal Lecturer			
Client Organisation/Partners Lemminkäinen Rakennustuotteet Oy			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this study was to improve the process of making prefabricated E13 - staircase elements. Regulations and instructions for the sound insulation of the footsteps had to be taken into consideration in planning. The work was commissioned by Lemminkäinen Rakennustuotteet Oy.</p> <p>First the regulations on impact sound and sound insulation were studied. Also the methods of measuring footstep sound level were studied. Secondly the methods of staircase elements and the possibilities of utilizing existing moulds were checked. Thirdly a new kind of mould was made by using a different method. To determine the costs, different materials were compared.</p> <p>As a result of this work a working procedure, which cuts down the material consumption and decreases costs in process, was created. When the sound insulation of the foot-steps is measured the method can be developed further.</p>			
Keywords Staircase element, Lemminkäinen, footstep sound, concrete, Elemento			
Classified			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	6
2	ELEMENTTIPORTAIDEN TEKNISIÄ VAATIMUKSIA.....	7
2.1	Määritelmiä.....	7
3	KOPUTUSKOE.....	9
4	KUMILEVYLAAKERIT	11
4.1	NEOPREENI	11
4.2	KUMILEVYN LEIKKAUSJÄNNITYS JA KITKAKERROIN	11
4.3	Muotokerroin.....	12
4.4	Kumilevyn puristuma	12
4.5	Kumin kovuus	13
5	Elemento 13 ja Elemento 20	14
	E13 teknisiä tietoja: E20 teknisiä tietoja:	14
6	Elementtiportaen valmistus.....	17
6.1	Olemassa olevan muottikaluston hyödyntäminen.....	17
6.2	Nykyinen tekniikka.....	17
6.3	Uusi tekniikka.....	20
7	Johtopäätökset	27
8	Lähteet	28

1 JOHDANTO

Elemento -tuoteperheeseen kuuluu julkisivu- ja porraselementtejä sekä mosaiikkibetonituotteita. Lemminkäinen Oyj oli ensimmäinen yritys Suomessa, joka alkoi teollisesti valmistaa betoniportaita. Valmistus alkoi vuonna 1954. Nykyään vakiotuotantoon kuuluu 18 erilaista Elemento-porrastyyppiä, joita valmistetaan Tuusulassa ja Suonenjoella. Suonenjoen porrastehdas työllistää vakituisesti noin 50 työntekijää ja 7 toimihenkilöä. Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2011 noin 8 miljoonaa euroa.

Opinnäytetyöni aihe kehittyi Suonenjoen porrastehtaalla, kun aiemmat Elemento 13 valmistukseen käytetyt muotit todettiin käyttökelvottomiksi, ja yrityksessä haluttiin tutkia ja vertailla muita muottivaihtoehtoja ja valmistusmenetelmiä.

Tehtävänä on tutkia, pystytäänkö olemassa olevaa E20 muottia hyödyntämään tarkoitukseen ja täyttääkö uudella tekniikalla toteutettu porraselementti askelääneneristyksestä annetut määräykset. Lisäksi selvitetään mitä etuja saavutettaisiin tilaratkaisujen ja työmenekkien kannalta. Lopullisia mittaustuloksia ei liitetä tähän työhön, vaan ne tulevat myöhemmin yrityksen omaan käyttöön. Työssä tutkitaan eri valmistusmenetelmiä, materiaalivaihtoehtoja sekä muotin monikäyttöisyyttä erikoismitoituksien varalle. Työssä ei ole tarkoitus vertailla eri porrastyyppiä tai niiden ominaisuuksia.

Haastattelemalla selvitetään sekä työnjohdon että työntekijöiden näkemykset nykyisestä käytännöstä sekä portaan valmistuksen kannalta oleelliset seikat. Uusi muotti toteutetaan yhteistyössä yrityksen henkilökunnan kanssa.

2 ELEMENTTIPORTAIDEN TEKNISIÄ VAATIMUKSIA

Elementtiportaiden ääneneristykseen liittyvät määräykset löytyvät Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta C1, ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa, määräykset ja ohjeet 1998. Olennaisimpana ohjeena ääneneristyksen ja meluntorjunnan kannalta mainitaan, että rakennus on suunniteltava siten, että melu, jolle rakennuksessa tai sen läheisyydessä olevat altistuvat, pysyy niin alhaisena, ettei se vaaranna näiden henkilöiden terveyttä sekä antaa mahdollisuuden nukkua, levätä ja työskennellä riittävän hyvissä olosuh-teissa. (Suomen rakentamismääräyskokoelma)

2.1 Määritelmiä

Ilmaääni

Äänilähteestä ilman välityksellä ympäristöön leviävä ääni.

Askelääni

Muihin tiloihin kuuluva runkoääni, jonka aiheuttaa esimerkiksi kulkeminen lattialla tai portaissa tai esineiden siirtely.

Runkoääni

Rakenteessa tai muussa kiinteässä kappaleessa etenevä mekaaninen värähtely, joka aiheuttaa ilmaääntä.

Askeläänitasoluku $L_{n,w}$ tai $L'_{n,w}$ (db)

Askelääneneristävyyttä tilojen välillä kuvaava luku, joka saadaan vertaamalla taajuuskaistoittain mitattua ja normalisoitua äänenpainetasoa standardoituun vertailukäyrään. Askeläänitasoa merkitään $L_{n,w}$ (db), kun kyseessä on laboratoriossa tehty mittausta ja $L'_{n,w}$ (db), kun mittausta tehdään rakennuksessa. Suurimmat sallitut askeläänitasolukujen arvot Suomessa ovat asuinhuoneistoa ympäröivistä tiloista keittiöön tai muuhun asuinhuoneeseen 53 db ja uloskäytävästä asuinhuoneeseen 63 db. Ruotsissa vastaavat lukemat ovat 58db ja 64db, kun taas esimerkiksi Saksassa vaatimukset porrashuoneesta huoneistoon kulkevasta askeläänitasosta on 5db tiukempi kuin Suomessa.

Äänenpainetaso L_p

- Äänenvoimakkuutta määrättyllä alueella kuvaava suure
- Äänenpaineen suhde vertailuäänepaineeseen p_0

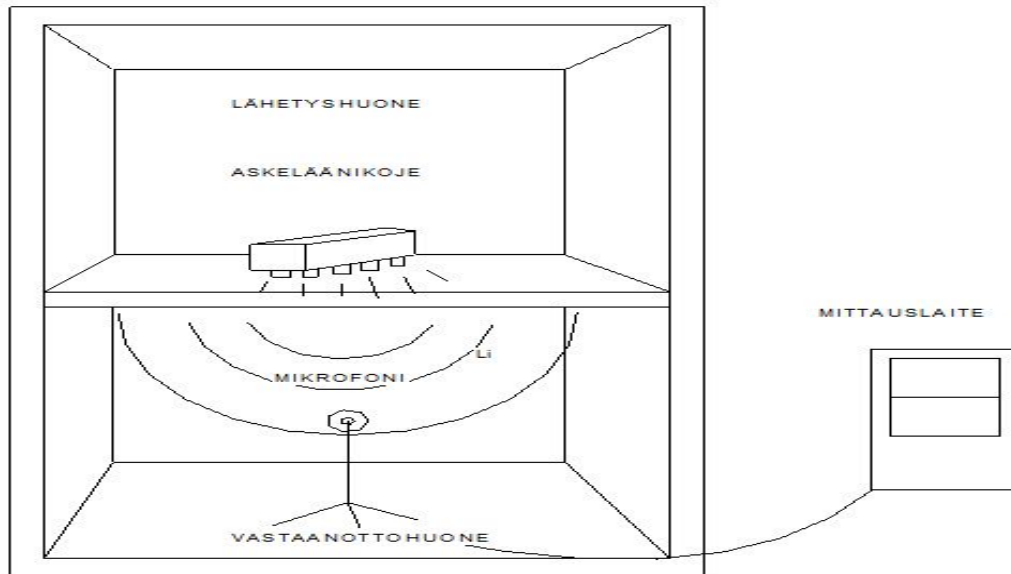
- Vertailuäänenpaineena normaalikuuloisen kuulokynnys $p_0=20\mu\text{Pa}$. p_0 vastaa 0 dB äänitasoa
 - Kipukynnys on 120 dB
 - Kuulovauriokynnys on 85 dBA, kun sille altistutaan päivittäin
 - 3 dB kasvu merkitsee meluenergian tuplaantumista
 - kuulon erottelukynnys on 0.5 – 1.0 dB
 - 3 dB ero hyvin kuultavissa, ei suuri
 - 6-8 dB lasku koetaan puolittumisena
- (Suomen rakentamismääräyskokoelma)

3 KOPUTUSKOE

Kohteesta selvitetään tasojen ja väliseinien paksuudet, huonetilavuus ja –ala, jossa koputuskoetehdään sekä ympärillä olevien huoneiden tilavuudet ja alat. Koputuskoetehdä kun kohde on muuttovalmiina, eli seinä-, lattia- ja kattopinnat ovat valmiit ja huoneistojen ovet paikoillaan. Välipohjien ja tasojen liitoksissa käytettävistä kumeista selvitetään mitat ja neopreenin kovuus. Kokeen tulokseen vaikuttavat myös kaiteen kiinnitysratkaisut ja porrashuoneessa mahdollisesti käytettävät ääntä vaimentavat levyt. Niillä ei ole merkitystä runkoääneen, mutta ilmaääneen voi olla.

Askeläänitaso mitataan standardeissa SFS-EN ISO 140-3 ja ISO 140-4,6,7 esitettyjen mittausmenetelmien mukaan. Askeläänikoje ja mittausmenetelmä esiteltiin Englannissa vuonna 1948. Standardissa on määritelty tarkasti vasaran mitat, kaarevuussäde sekä putoamis- ja nostoajat. Mittauksessa käytetään suodatinta, jonka kaistanleveys on 1/3 oktaavia ja jonka kaistojen keski-taajuudet ovat 100...3150Hz, kuten standardissa IEC 225 on esitetty. Mittaustuloksista määritetään standardien mukaiset yksilukuiset askeläänitason arvot. BS EN ISO 3744:2010

Standardit täyttävässä askeläänikojeessa on viisi massaltaan 0,5 kg:n metallisyylinteriä, joiden iskupää on pyörästetty. Iskupään materiaalina on joko messinki tai teräs. Sylinterit putoavat 40mm:n korkeudelta omalla painollaan kaksi kertaa sekunnissa. Portaiden askeläänitaso mitataan samalla periaatteella, kuin huoneistojen välinen askeläänitaso (kuva 1). Portaasta koputetaan 9 eri askelmaa. 3 alinta, 3 ylintä sekä tasaisin välein keskeltä 3 askelmaa. Jokaisesta askelmasta mitataan tulos neljästä eri kohtaa huoneistossa. Mittaustuloksia korjataan jokaisella terssikaistalla huomioimalla vastaanotto-huoneen huoneabsorbtio ko.kaistalla. Samassa yhteydessä mitataan jälkikaiunta-aika. Mittauksessa huoneistoon luodaan tasaista kohinaa ja mitataan aika, jossa äänitaso laskee 60 db.



Kuva 1. Askeläänitajon mittaus huoneistojen välillä

$$L_n = L_i + 10 \lg A/A_0$$

missä,

L_n = askeläänitaso

L_i = Vastaanottohuoneessa mitattu äänentasapaino

A = vastaanottohuoneen absorptio

$A_0 = 10 \text{ m}^2$

Taulukossa 1 on esitetty Insinööritoimisto Heikki Helimäen aiemmissa mittauksissa E13-elementille mitattuja arvoja erityyppisissä kohteissa.

KOHDE	tyyppi	dB	seinä	välipohja porrashuoneet
KOHDE 6	E13-VK	49	200	massiivibetonilaattaalem. 200 mm+ 60mm pint.bet + 3..10 mm tas + pint.mat 5 mm
KOHDE 6	E13-VK	47	200	massiivibetonilaattaalem. 200 mm+ 60mm pint.bet + 3..10 mm tas + pint.mat 5 mm
KOHDE 7	E13-OK	61	200	massiivilaatta 250 mm
KOHDE 8	E13-OK	61	200	massiivilaatta 250 mm
KOHDE 9	E13-VK	62	180	teräsbetonilaatta 260 mm
KOHDE 18	E13	57	180	kerrostasot massiivibetonilaattaelementtejä 260mm. Kerrostasoilla ei pinnoitteita.
KOHDE 18	E13	59	180	

Taulukko 1. Elemento 13 mittaustuloksia (Insinööritoimisto Heikki Helimäki)

4 KUMILEVYLAAKERIT

Pelkästä kumista valmistettuja, ns. yksikerroslaakereita, käytetään etupäässä talonrakennuksessa betonielementtien erottamiseen toisistaan. Toimenpiteellä tasataan jännityksiä, sekä estetään melun ja tärinän eteneminen betonirakenteessa. Porraselementtien liitoksissa käytettävät kumilevylaakerit ovat neopreeniä.

4.1 NEOPREENI

Neopreeni on monikäyttöinen synteettinen kumimateriaali, joka on tunnettu ainutlaatuisista ominaisuuksistaan. Tämä on johtanut sen käyttöön useissa eri tarkoituksissa koko teollisuuden alalla. Kumin peruskemiallinen koostumus on polykloropreeni. Laakerien paksuus valitaan käyttötarkoituksen mukaan. Tavallisimmat paksuudet ovat 6-10 mm.

Neopreeni tulee mitoittaa siten, että se kuormituksen alaisena puristuu kokoon korkeintaan 15% alkuperäisestä kumin paksuudesta. Jatkuva yli 15 % kokoonpainuma aiheuttaa pysyvän muodonmuutoksen. Kokoonpuristumaan vaikuttavat laakerin muotokerroin(k), kuormituksen suuruus (Mpa) ja laakerikumin kovuus(°IRH).

Laakeria saadaan yleensä kuormittaa korkeintaan 10MPa (100kp/cm²), joten laakerin pinta-ala tulee olla vähintään:

$$A = \frac{\textit{kokonaiskuormitus MN}}{10MPa}$$

(TVH 722044-1979, kumilevylaakerien suunnittelu)

Neopreenin käyttöikävaatimus voitaneen luokitella betonirakenteiden vaatimusten mukaan. Aiemmin testatuissa kohteissa kumin kovuus on ollut 60 shorea, joka on kattanut yleisimpien käytettyjen elementtien kuormituksen ja neopreenin puristuman ehdot ovat täyttyneet.

4.2 KUMILEVYN LEIKKAUSJÄNNITYS JA KITKAKERROIN

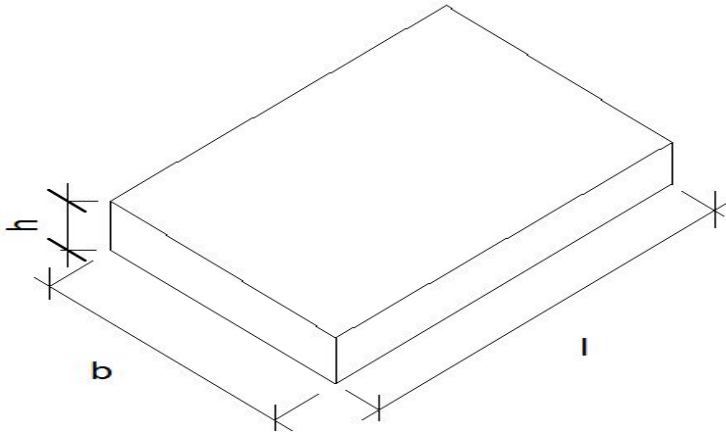
Kumin suurin leikkausjännitys ei saa ylittää arvoa 3,5 Mpa. Siirtymää määriteltäessä liukukulman tangentti ei saa ylittää arvoa 0,7. Kitkakertoimen voidaan laskelmissa käyttää arvoa 0,3 kumilevyn ollessa betonipintojen välissä. Jos toinen tai molemmat pinnat ovat terästä, arvoa on pienennettävä 50 %.

4.3 Muotokerroin

Voidaan laskea seuraavasta kaavasta,

$$k = \frac{A}{2h(b+l)} \quad (\text{kuva 2.})$$

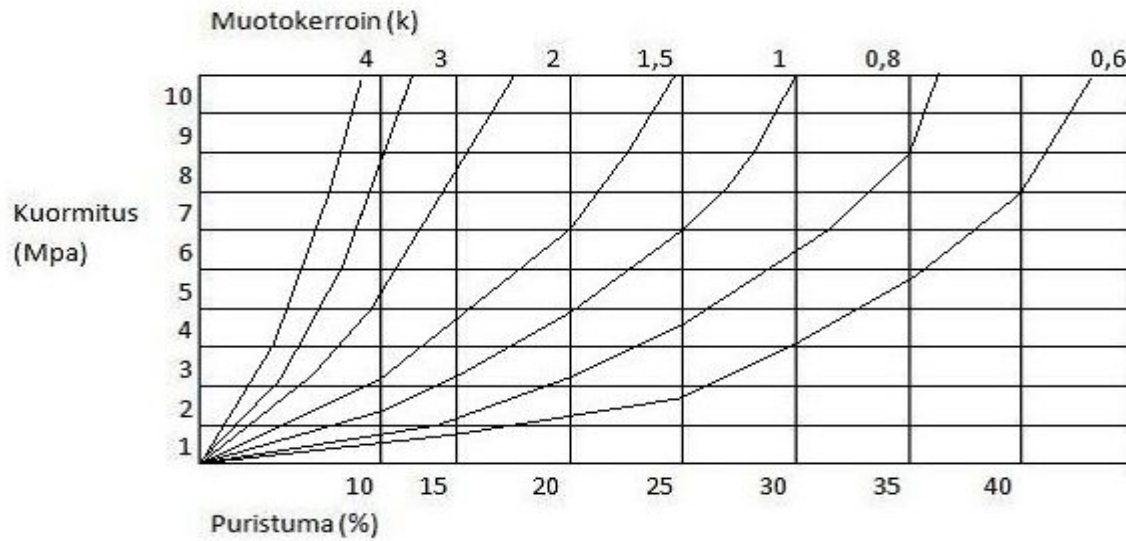
jossa k = muotokerroin, millä tarkoitetaan yhden kuormitetun pinnan pinta-alan suhdetta laakerin vapaiden sivujen pinta-alaan.



Kuva 2. Muotokerroin (TVH 722044-1979, kumilevylaakerien suunnittelu)

4.4 Kumilevyn puristuma

Kuvassa 3. on mittaamalla saatu puristuma prosentteina eri kuormituksilla ja muotokertoimen arvoilla. Mittauslaakerin paksuus on 10mm, kumi 64701, kovuus $70 \pm 5^{\circ}\text{IRH}$. Muilla kumin kovuuksilla on omat käyränsä.



Kuva 3. Kumilevyn teoreettinen puristuma (TVH 722044-1979, kumilevylaakerien suunnittelu)

4.5 Kumin kovuus

Kumin kovuutta mitataan yleensä IRH- tai Shore-mittareilla. Laitteet mittaavat materiaalin kykyä vastusta siihen tunkeutuvaa voimaa niille ominaisissa mittayksiköissä. Kovuus saadaan eri laitteilla painumasta tai kärkeen kohdistuvasta voimasta. IRH-menetelmä on esitetty standardissa SFS 3561. Amerikkalainen shore-menetelmä on esitetty standardissa ASTM D2240 1986. Akustiikan asiantuntija DI Heikki Kivimäki on mitoittanut Lemminkäisellä käytettävän neopreenien valintataulukon, jossa neopreenikumina käytetään aina 60 Shoren kovuista neopreeniä.

5 Elemento 13 ja Elemento 20

Elemento 13 on keskipalkillinen, koko kerrosvälin, kiertävä avoporras. Elementti muodostuu keskipalkista ja askellankuista. Askellankkujen päät ovat suorat. Porrashuone on visuaalisesti näyttävä ja valoisa. Porras soveltuu erityisesti toimisto- ja liikerakennuksiin. Vakiomuotissa valmistettavassa portaassa on 18 kpl 166,7 mm:n nousuja, jolloin porrassopii 3 000 mm:n kerroskorkeuteen. Elemento 13 voidaan valmistaa myös työmaan mitoituksen mukaan.

Elemento 13 (kuva 4.) on äärimitoiltaan samanlainen kuin Elemento 20. (kuva 5.) Myös nousujen määrä ja korkeus sekä etenemä ovat vakiomalleissa samat. Elemento 13 runko on vain 600 mm leveä ja sen paino on noin 60 % pienempi. Portaassa on tärkeä seikka askeläänien eristyksessä, koska kiertävät portaat täytyy hitsata ja valaa kiinteästi molemmista päistään kiinni tasoihin (kuvat 6 ja 7). kevyenä portaana E13 täyttää nyky menetelmällä valmistettuna yleensä helposti vaatimukset, kun askelmien liitoksissa käytetään neopreenikumeja tai liimatiivistemassaa.

E13 teknisiä tietoja:

(vakio)

Elementin paino	n. 2300 kg
nousut	18 x 166,7 mm
Portaan leveys	1200mm
rungon leveys	600mm
elementin ulkosäde	1780mm
elementin sisäsäde	580mm

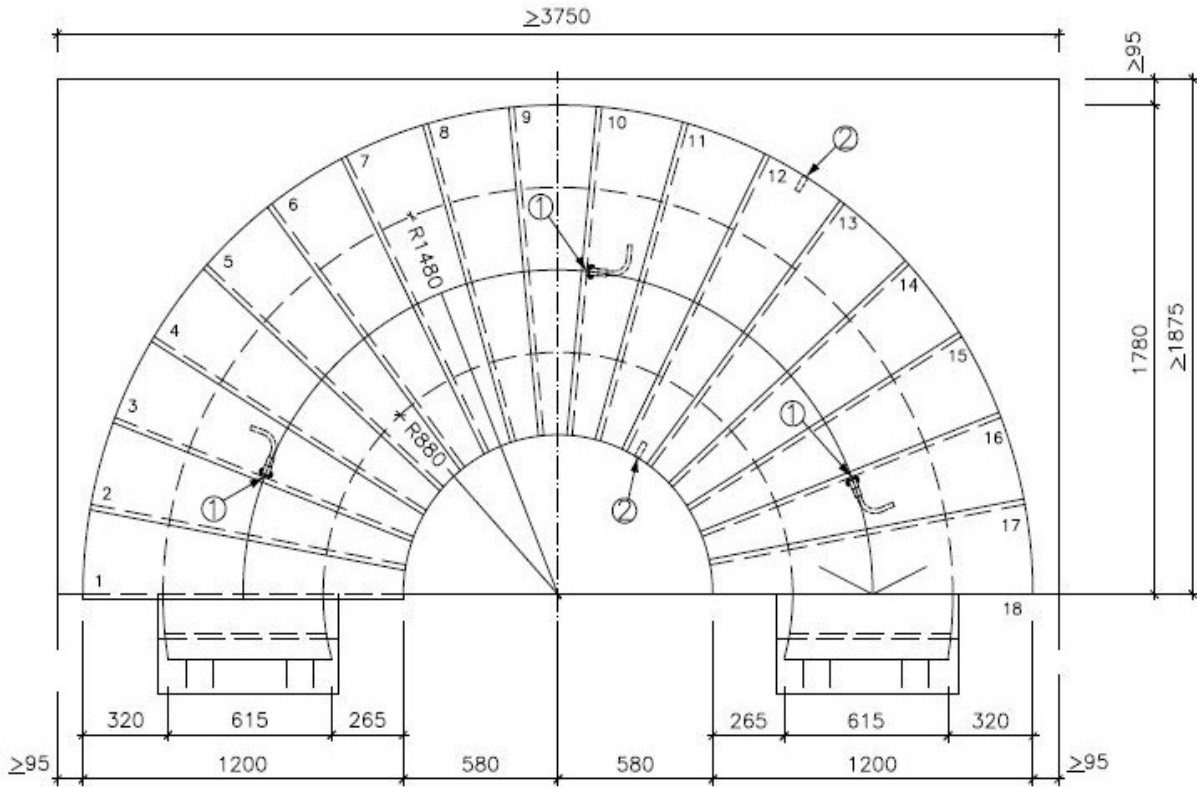
E20 teknisiä tietoja:

(vakio)

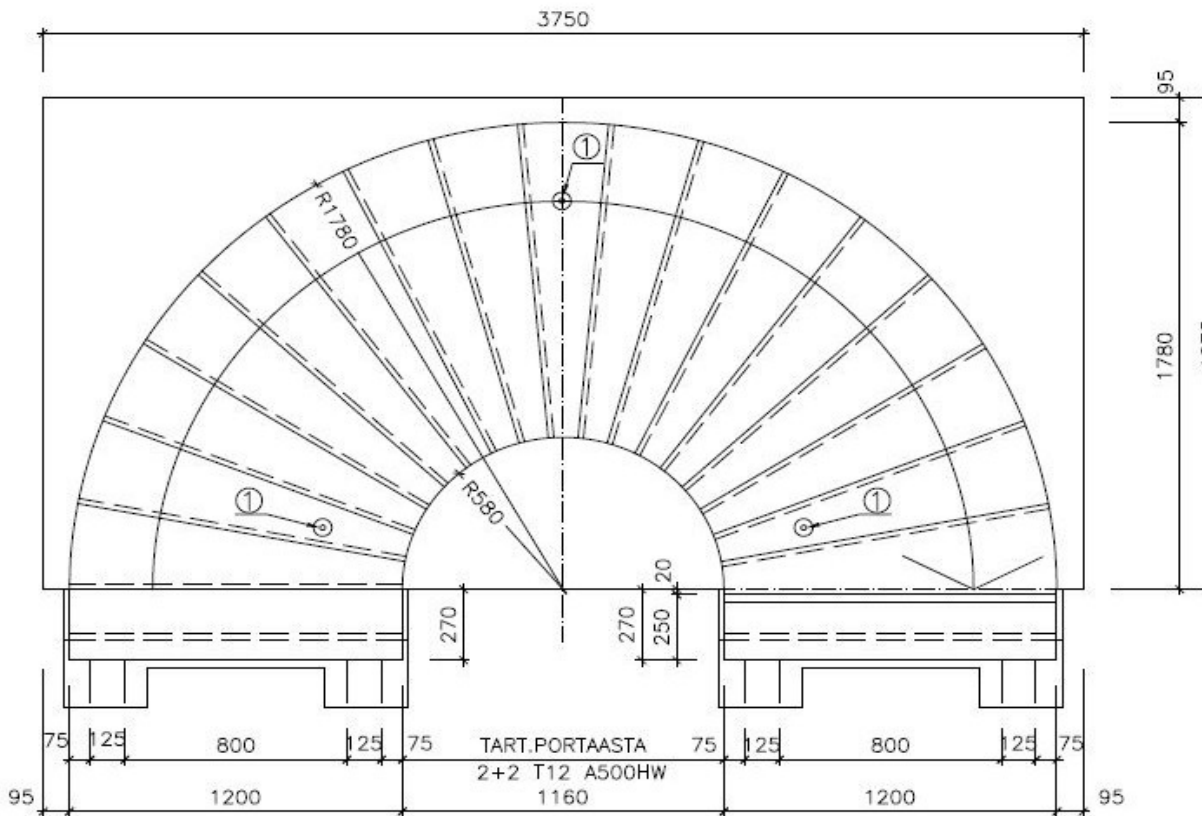
Elementin paino	5300kg
nousut	18 x 166,7 mm
Portaan leveys	1200mm
rungon leveys	600mm
elementin ulkosäde	1780mm
elementin sisäsäde	580mm

Askelmien pintavaihtoehdot ovat:

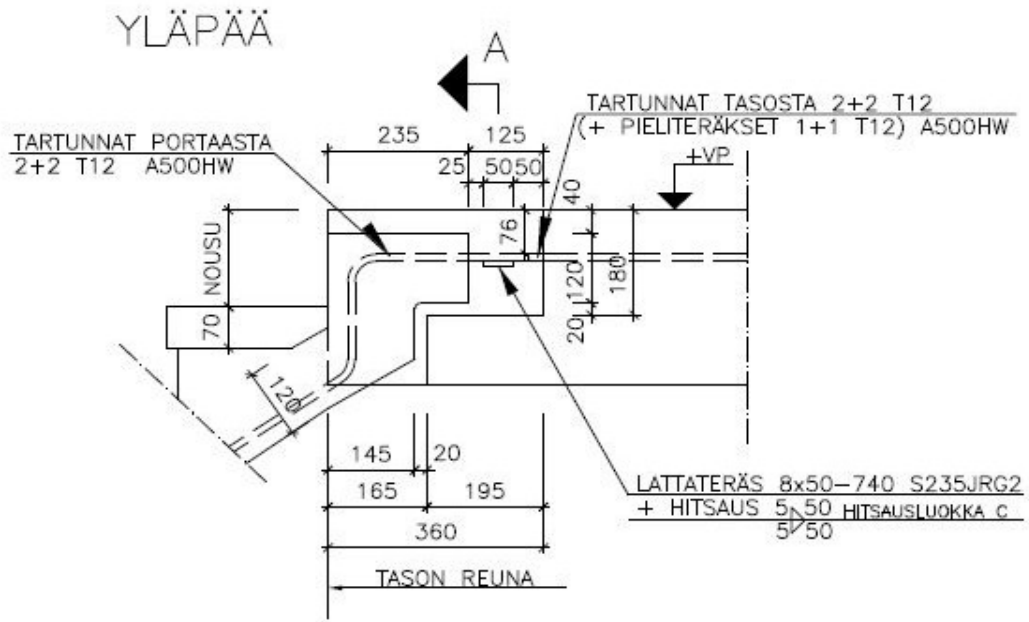
- mosaikkibetoni
- pesubetoni
- muottipinta
- uritettu betoni.



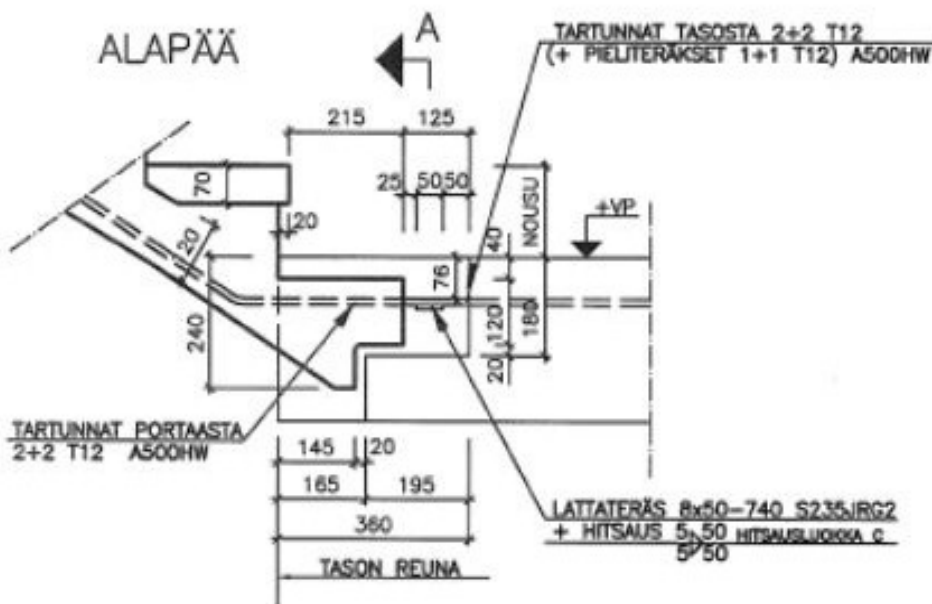
Kuva 4 . Elemento13 (Lemminkäinen)



Kuva 5. Elemento 20 (Lemminkäinen)



Kuva 6. Elemento 13 yläpään liitos tasoon (Lemminkäinen)



Kuva 7. Elemento 13 alapään liitos tasoon (Lemminkäinen)

6 Elementtiportaan valmistus

Muottimenetelmän suunnittelu yrityksen henkilökunnan kanssa aloitettiin keväällä 2011. Tarkoitukseen sopiva työmaa löytyi Helsingin Veneenveistäjänrannasta. Muotin valmistaminen päästiin aloittamaan toukokuussa 2011. Kohteen alimmat portaat, VVR1 ja VVR3, valmistettiin käyttäen perinteistä valmistusmenetelmää, jossa askelmat kiinnitetään liimatiivistemassan avulla runkoon ja ylemmät, joiden kerroskorkeus 3300 mm niin, että askelmat ovat suoraan kiinni rungossa. (kuva 8.) Näin mittaustuloksista eri valmistustavoilla saadaan vertailuarvot. Muottitekniikan kehittämällä pyrittiin tuotantotehokkaampiin menetelmiin, pienempiin materiaalikustannuksiin sekä parempaan laatuun.

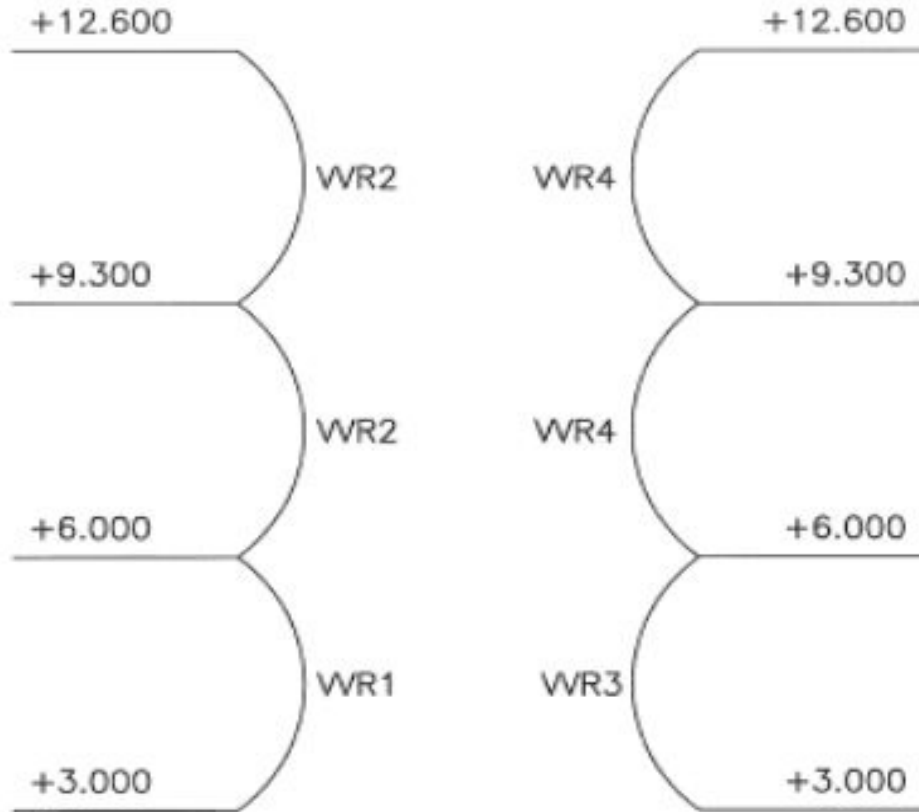
6.1 Olemassa olevan muottikaluston hyödyntäminen

E13-elementin askellankkuja E20 muottiin sovittamalla todettiin, ettei olemassa olevaa E20 muottia pystytä hyödyntämään ilman muutostöitä. Molempien porrastyyppien askellankkujen mitoitus on sama, mutta E13-elementtiin ei tule rintalankkuja, jolloin askelman etureunaan, tippanokkaan, tulee 30 mm liikaa ylitystä. Lemminkäinen Rakennustuotteet Oy :n henkilökunnan kanssa asiaa tutkimalla todettiin, että portaiden mitoitusta ei kannata ainakaan kehitystyön tässä vaiheessa alkaa muuttamaan. Se todennäköisesti aiheuttaisi sekaannusta suunnittelussa ja yhteistyössä tehtaiden välillä.

6.2 Nykyinen tekniikka

Nykyisellä tekniikalla Elemento 13 runko raudoitetaan ja valetaan metallimuotissa vaakatasossa askelpinnat alaspäin. Jokaisen askelman kohdalle tehdään eps-eristeestä 2 kpl 100x120x70 varauksia askellankkujen kiinnitystä varten. Seuraavana päivänä runko nostetaan muotista ja käännetään ympäri. Tämän jälkeen varauskolot aukaistaan ja runko nostetaan telineeseen asentoon, jossa askelmat ovat vaakasuorassa.(kuva 9.) Telineessä runkoon kiinnitetään esivalmistetut betoniset askellankut juotosbetonilla. Rungon ja askelmien väliin laitetaan liimatiivistemassaa, jonka tulisi estää mekaanisen värähtelyn siirtyminen runkoon.

0.000 =TASON VALMIIN YLÄPINNAN KORKEUS



E13	VVR4	19	173,7	270	1200	2	vk	3300
E13	VVR3	18	166,7	270	1200	1	vk	3000
E13	VVR2	19	173,7	270	1200	2	ok	3300
E13	VVR1	18	166,7	270	1200	1	ok	3000
Tuote	Tunnus	Nousumäärä	Nousu	Etenemä	Leveys	Määrä	Käisyys	Korkeus

Kuva 8. Elementtien asennuskaavio As Oy Kauniaisten Venevalkama



Kuva 9. E13 runko lankutettuna telineessä. (Kuva: Sami Hellberg)

Seuraavia heikkouksia esiintyy nykyisessä tekniikassa :

- Turhia työvaiheita. Vaatii useita erillisiä nostoja, joka lisää tapaturmariskiä.
- Kaksi vaakatasossa olevaa muottia ja lankutusteline vievät paljon tilaa.
- Askelmien kiinnityksen vaatimien varausten poistosta syntyy jätettä.
- Varaukolojen puhdistus tulityönä lisää tapaturmariskiä.
- Yhden elementin valmistus kestää vähintään kaksi työvuoroa, jonka jälkeen täytyy vielä odottaa juotosbetonin kuivumisaika ennen varastoon kuljettamista.
- On aiheuttanut reklamaatioita askellankkujen huonosta kiinnittymisestä johtuen.

Seuraavia hyviä puolia on nykyisessä tekniikassa:

- Täyttää askeläänimääräykset.
- Rungon näkyvät osat voidaan viimeistellä ennen askelmien kiinnitystä.
- Rungon raudoitus ja valu helpompi ja on nopeampi tehdä vaakatasossa.
- Vakio-tyyppisiä runkoja voidaan valmistaa varastoon.

6.3 Uusi tekniikka

Porras valmistetaan askelpinnat alaspäin pystyasennossa. Alustan tulee olla ehdottomasti suorassa. Ensimmäinen työvaihe on portaan säteen ja askeljaon merkitseminen vanerialustaan (kuva 10). Muottirunko valmistetaan kertopuusta ja jäykistetään vanerilla(kuva 11). Jos askeläänimääräykset täyttyvät, voidaan muotti valmistaa mahdollisesti myöhemmin metallista. Askelmat nostetaan nosturilla ja tarkoitukseen soveltuvilla nostoapuvälineillä muottiin (kuva12). Askelmissa oleviin valuankkureihin kiinnitetään pultit, jotka toimivat tartuntoina ja kiinnittävät askelmat betonirunkoon.



Kuva 10. Askeljako ja säde piirrettynä alustaan (kuva: Sami Hellberg)



Kuva 11. Kertopuurunko (kuva: Sami Hellberg)



Kuva 12. Ari Niemi asentaa askellankut muottiin nosturin avustuksella (kuva: Sami Hellberg)

Betonirungon valumuotti rakennetaan vanerista askelmien muotoa mukaillen ja kiinnitetään kertopuurunkoon ruuveilla. Muotin tukevoittamiseksi lisätään muotin molemmin puolin, joka askelman kohdalle kiinnitysvemot. Näiden väleille asennetaan $\varnothing 6$ mm harjateräkset, joiden päät on taivutettu valuankkureiden reikiin (kuva 13).



Kuva 13. Runkomuotti (kuva: Sami Hellberg)

Betonointi pystyasentoon rakennetussa muotissa on hitaampaa ja työläämpää kuin vaakamuotissa. Betonin notkeuden tulee olla juuri sopiva, ettei se tiivistäessä valu muotin alapäähän. (kuva 14.) Betonin valumista voidaan estää esimerkiksi vanerista tehdyillä valukansilla tai hiertolautojen avustuksella.

Nosturin käytössä ongelmaksi muodostui hallin korkeus. Varsinkin normaalia korkeamman kerrosvälin portaissa joudutaan betoni lapioimaan muotin yläpäähän. Matalampirakenteisen valuastian hankkiminen on myös vaihtoehto, mutta näitä ei ole juuri tarjolla ja sen soveltuvuus muuhun käyttöön on ongelma.

Tiivistämisen ja pinnan muotoilun jälkeen askelmien alapinnat ja työtasot puhdistetaan betoniroiskeista. (kuva 15.)



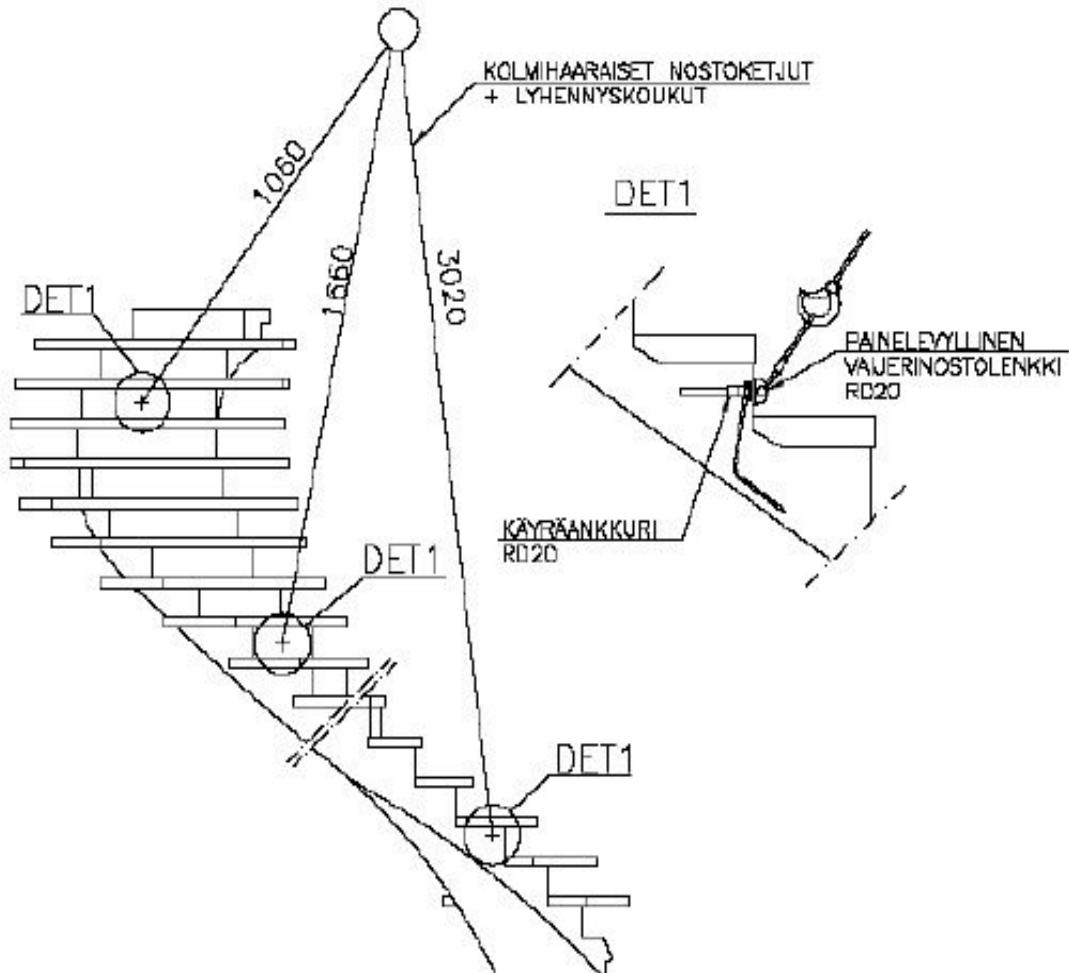
Kuva 14. Tarmo Varvia ja Ari Niemi valamassa runkoa. (kuva: Sami Hellberg)



Kuva 15. Ennen teräshiertoa on aikaa puhdistaa askelmien alapinnat ja työtasot betoniroskeista. (kuva: Sami Hellberg)

Seuraavassa työvuorossa porras nostetaan muotista rungon sivuilla olevista RD20 – käyräankkureista ja käännetään ympäri. Vakiota suuremmissa portaissa nostoon käytetään RD24 – käyräankkureita ja nosto-osia tai pb16 nostolenkkejä. Kääntämisen jälkeen porras nostetaan

askelrinnoissa olevista nostopisteistä (kuva 16.) ja kuljetetaan pyöräkoneella viimeisteltäväksi. Viimeistelyssä runko tasoitetaan ja askelpinnat vahataan, jonka jälkeen elementti paketoidaan ja kuljetetaan varastoon.



Kuva 16. Elementtiä saa nostaa vain painelevyillisillä, hyväksytyillä nosto-osilla.

7 Johtopäätökset

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Elemento 13 –portaiden valmistusmenetelmää. Jotta menetelmää pystyttiin alkaa kehittämään, täytyi tutkia askelääneneristävyyteen vaikuttavat seikat, sekä niitä koskevat määräykset . Jatkokehityksen kannalta oli myös olennaista tutustua askeläänitason mittausmenetelmään.

Työssä saavutettiin sille annetut tavoitteet, koska työn tuloksena saatiin valmistettua toimiva muottimenetelmä, joka nopeuttaa valmistusaikaa ja säästää materiaalikustannuksissa. Muottityö ja valmiin portaan kääntäminen kuljetusasentoon vaativat erityistä tarkkuutta. Puusta ja vanerista valmistettu muotti menettää ajan myötä muotonsa, jolloin se on uusittava. Askeläänitasojen mittauksen jälkeen menetelmää voidaan jatkokehittää esimerkiksi metallista valmistetuilla muoteilla, jotka ovat pitkäikäisempiä ja näin ollen vähentävät muottityön määrää.

8 Lähteet

Betoni 4 / 2008 tekn. tri Matti V. Leskelän mitoitusohje kumilevyille RTL0105 -mukaan

Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy

Kumilevylaakerien suunnittelu. TVH 722044-1979

Suomen rakentamismääräyskokoelma, C1 ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa
määräykset ja ohjeet 1998

Lemminkäinen Rakennustuotteet henkilökunta.

Lemminkäisen www-sivut.

Saatavissa: <http://www.lemminkainenbetoni.fi/fi/Elemento/Porraselementit>