



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Teemu Seppo Juhani Jussinmäki

**LAAKASILO-, LIETEKUILU- JA
LIETESÄILIÖELEMENTTIEN
TYÖOHJEET**

Tekniikka ja liikenne
2010

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty keväällä 2010, Vaasan ammattikorkeakoulun rakennustekniikan – koulutusohjelmaan sisältyen. Työn aihe on saatu Hietalahti ja Pojat Oy:ltä.

Työn ohjaavana opettajana on toiminut Vaasan ammattikorkeakoulussa yliopettaja Tapani Hahtokari sekä yhteishenkilönä Hietalahti ja Pojat Oy:stä elementtituotannon työnjohtaja Janne Hietalahti.

Kiitän Hietalahti ja Pojat Oy:tä työn aiheesta ja ohjauksesta sekä työn ohjaavaa opettajaa Tapani Hahtokaria. Kiitän myös muita opinnäytetyöni etenemiseen vaikuttaneita henkilöitä.

Vaasassa 28.4.2010

Teemu Jussinmäki

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Teemu Jussinmäki
Opinnäytetyön nimi	Laakasiilo-, lietekuilu- ja lietesäiliöelementtien työohjeet
Vuosi	2010
Kieli	suomi
Sivumäärä	46 + 9 liitettä
Ohjaaja	Tapani Hahtokari

Opinnäytetyöni tavoitteena oli tehdä Hietalahti ja Pojat Oy:lle laakasiilo-, lietekuilu- ja lietesäiliöelementtien työohjeet sekä kirjoittaa erityisesti elementin valmistajan näkökulmasta betonin ominaisuuksia, raudoituksia ja betoniteräksiä käsittelevät osiot. Työhön kuuluu myös kuvaus itsetiivistävästä betonista, jota Hietalahti ja Pojat Oy käyttää betonimassana kaikissa kolmessa työssäni käsiteltävissä elementeissä.

Materiaalin työohjeisiin olen koonnut osallistumalla elementtien valmistusprosesseihin sekä elementtituotannon työnjohtajan Janne Hietalahden opastuksella. Kirjallisen selvityksen lisäksi työohjeisiin kuuluu työvaiheita havainnollistavat valokuvat sekä piirustukset. Muiden osioiden lähteinä olen käyttänyt erilaisia betonialan julkaisuja.

Opinnäytetyöni tuloksena valmistuivat työohjeet laakasiilo-, lietekuilu- ja lietesäiliöelementeille, joita on tarkoituksena käyttää tulevaisuudessa Hietalahti ja Pojat Oy:ssä uusien työntekijöiden työhön perehdyttämisessä ja valmistustapojen yhtenäistämässä.

Asiasanat	työohje, betoni, laakasiiloelementti, lietekuiluelementti, lietesäiliöelementti
-----------	---

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Rakennustekniikan koulutusohjelma

ABSTRACT

Author	Teemu Jussinmäki
Title	Working Instructions for Horizontal Silo, Sludge Channel and Sludge Cylinder Concrete Elements
Year	2010
Language	Finnish
Pages	46 + 9 Appendices
Name of Supervisor	Tapani Hahtokari

This thesis was made for a company called Hietalahti and Pojat, a company specializing in precast concrete members. The goal of my thesis was to make working instructions of three different kinds of precast concrete members, which are horizontal silo, sludge channel and sludge cylinder. This goal also included studying and reporting about qualities of concrete, rebars and self-consolidating concrete as well as to describe self-consolidating concrete, because the company uses self-consolidating concrete as cement paste in all three kinds of precast concrete members discussed in my thesis.

I assembled material to working instructions by participating in manufacturing processes and under supervision of an expert from the company. Beside the textual part, there are also blueprints and illustrated photos of different stages. For other partitions, I used different publications concerning the concrete sector as source materials.

The results of my thesis were working instructions for three different kinds of precast concrete members. They will be used in helping for new employees during their training and in standardizing manufacturing methods.

Keywords	working instruction, concrete, horizontal silo precast concrete member, sludge channel precast concrete member, sludge cylinder precast concrete member
----------	---

SISÄLLYS

ALKUSANAT.....	2
TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
LIITELUETTELO.....	7
1 JOHDANTO JA AIHEEN RAJAUS	8
2 BETONIN OMINAISUUDET.....	10
2.1 Yleistä.....	10
2.2 Betonimassa	10
2.3 Plastinen painuma ja kutistuma	11
2.4 Kovettuva betoni.....	11
2.5 Betonin lujuus	12
2.6 Betonin lämpökäsittely.....	13
2.7 Betonin muodonmuutosominaisuudet ja halkeilu.....	13
2.8 Betonin pakkasen- ja palonkestävyys	15
2.9 Kemialliset rasitukset	16
2.10 Betonin karbonatisoituminen.....	17
3 BETONITERÄKSET JA RAUDOITUS.....	18
3.1 Yleistä.....	18
3.2 Tartunta, ankkurointi, jatkosvälit ja tankovälit.....	18
3.3 Raudoituksen korroosio.....	19
3.4 Betonipeite.....	20
4 ITSETIIVISTYVÄ BETONI.....	22
4.1 Yleistä.....	22
4.2 Itsetiivistyvän betonin käytön edut ja taloudellisuus	23
4.3 Materiaalikustannukset, massan valmistus ja muotit	23
4.4 Betonointi ja jälkityöt.....	24
4.5 Työympäristö, ergonomia ja esteettiset ominaisuudet	24
4.6 Laadunvalvonta, mekaaniset ominaisuudet ja säilyvyysominaisuudet ...	24

5	LAAKASILOELEMENTIN TYÖOHJEET.....	26
5.1	Pöydän puhdistaminen ja muotin kokoaminen.....	26
5.2	Raudoitus, kiinnityslevyt ja nostolenkit	27
5.3	Betonin levitys, pinnan käsittely ja viimeistelytyöt.....	29
6	LIETEKUILUELEMENTIN TYÖOHJEET	32
6.1	Pöydän puhdistaminen ja öljyäminen	32
6.2	Muotin kokoaminen	32
6.3	Raudoitus, kiinnityslevyt ja nostolenkit	35
6.4	Betonin levitys, pinnan käsittely ja viimeistelytyöt.....	38
7	LIETESÄILIÖELEMENTIN TYÖOHJEET.....	40
7.1	Pöydän puhdistaminen ja muotin kokoaminen.....	40
7.2	Raudoitus ja nostolenkit	41
7.3	Betonin levitys, pinnan käsittely ja viimeistelytyöt.....	43
8	YHTEENVETO	45
	LÄHDELUETTELO.....	46
	LIITTEET	

LIITELUETTELO

- Liite 1 Laakasiiloelementin työpiirustus
- Liite 2 Laakasiiloelementin raudoituspiirustus
- Liite 3 Lietekuiluelementin työpiirustus
- Liite 4 Lietekuiluelementin raudoituspiirustus
- Liite 5 Lienesäiliöelementin työ-/ raudoituspiirustus
- Liite 6 Detalji laakasiiloelementin jalan raudoituksesta
- Liite 7 Detalji sbkl-kiinnityslevyn raudoituksesta
- Liite 8 Piirustuksen lukuohje
- Liite 9 Piirustuksen lukuohjeen taulukko

1 JOHDANTO JA AIHEEN RAJAUS

Opinnäytetyön tilaajana on Hietalahti ja Pojat Oy ja aiheena on maatalouden laakasiilo-, lietekuilu- ja lietesäiliöelementtien työohjeet. Työn tarkoituksena on erityisesti olla apuna uusien työntekijöiden perehdyttämisessä oikeisiin ja laadukkaisiin elementtien valmistustapoihin sekä yhtenäistää valmistustapoja.

Laakasiilot ovat suorakaiteen muotoisia, yksi- tai useampiosaisia, tuorerehun varastointiin tarkoitettuja rakenteita. Lietekuilut ovat kanavia joita pitkin lietelanta kulkeutuu lietesäiliöön. Lietesäiliöt ovat ympyrälieriön muotoisia säiliöitä, joihin lietelanta kulkeutuu lietekuiluja pitkin.

Työohjeiden lisäksi työhön kuului yleinen selvitys betonin ominaisuuksista, itsestivistä betonista, betoniteräksistä ja raudoituksesta. ”Betonin ominaisuudet” ja ”Betoniteräksset ja raudoitus” – kohdissa on ensisijaisesti pyritty selventämään työohjeiden mukaisten toimintatapojen tarpeellisuutta ja kuvaamaan virheellisesti tehdyn työn seurauksia. Kun työohjeet vastaavat kysymykseen: ”Miten elementti valmistetaan oikein?” on ”Betonin ominaisuudet” ja ”Betoniteräksset ja raudoitus” – kohdissa tarkoituksena on selventää: ”Miksi on tärkeää valmistaa työohjeiden mukaan?”. Itsetiivistävän betonin yleisistä ominaisuuksista, eduista ja käytön taloudellisuudesta on kirjoitettu erikseen osio, koska Hietalahti ja Pojat Oy:ssä käytetään laakasiilo-, lietekuilu- ja lietesäiliöelementtien betonimassana itsetiivistävää betonia.

Kahden kesän työharjoitteluajana Hietalahti ja Pojat Oy:ssä ja opinnäytetyön edetessä, kaikkien kolmen työssä käsiteltävien elementtityyppien valmistuksessa mukana olemalla on koottu materiaali elementtien työohjeisiin. Näiden kokemusten perusteella ja elementtituotannon työnjohtaja Janne Hietalahden opastuksella on työohjeet laadittu. Muissa opinnäytetyön osioissa on käytetty lähteinä erilaisia betonialan julkaisuja.

Työohjeisiin kuuluu kirjallisen selvityksen ja valokuvien lisäksi esimerkkipiirustukset laakasiilo-, lietekuilu- ja lietesäiliöelementtien työpiirustuksista ja raudoituspäirustuksista sekä detaljipiirustukset tarvittavista kohdista. Työohjeissa on myös piirustuksen lukuohje, jossa pohjana on käytetty lietekuiluelementin työpiirustusta.

2 BETONIN OMINAISUUDET

2.1 Yleistä

Kovettuneen betonin tärkeimmät määrittävät ominaisuudet rakenteita suunniteltaessa, ovat lujuus ja sen säilyvyys erilaisia rasituksia vastaan. Betonin säilyvyysominaisuudet ovat yhä tärkeämpiä, koska betonirakenteita on alettu käyttämään yhä vaikeampiin kohteisiin.

Betonin tärkeimpiä ominaisuuksia, meidän ulko-olosuhteita ajatellen, ovat sen pakkasenkestävyys ja pakkas- suolarasituksen kestävyys. Hyvin pienillä laimennyksillä voidaan betonin hyvät ominaisuudet menettää, vaikka betoni sinänsä on varsin kestävä materiaali. Betonin muita tärkeitä ominaisuuksia ovat sen muodonmuutosominaisuudet, joita ovat viruminen, kutistuminen, halkeilu ja tiiveys.

Betonin ja betoniteräksen lämpölaajenemiskertoimet ovat lähellä toisiaan, minkä johdosta lämpötilan muuttuessa rakenteeseen ei synny sen hajottavia sisäisiä jännityksiä, suurillakaan raudoitusmäärillä. Sementtikiven ominaisuuksilla on ratkaiseva vaikutus useimpiin betonin ominaisuuksiin.

2.2 Betonimassa

Lämpötilan ollessa +20 °C betonimassan sitoutumiseen menee 2...4 tuntia, jonka jälkeen se alkaa kovettua ja hydrataatioreaktion tuloksena tuottamaan lämpöä. Koska kyseessä on kemiallinen reaktio, tarkoittaa 10 °C muutos reaktioajan puoliintumista tai kaksinkertaistumista. Kylmässä sitoutuminen voi kestää huomattavan kauan. /2/

Betonimassalla tulee olla sellaiset ominaisuudet, että se tarkoitukseen soveltuvia menetelmiä käyttäen tiivistettynä ja käsiteltyinä, kovettuaan täyttää asetetut vaatimukset. Tärkein ominaisuus on massan työstettävyys, jota yleensä arvostellaan massan notkeudella. Notkea betonimassa helpottaa betonointityötä, mutta massan plastiset ja pitkäaikaiset muodonmuutokset, erottumistaipumus ja halkeiluriski kasvavat. Yleensä kannattaakin käyttää niin jäykkää ja suurikivistä massaa kuin betonointimenetelmä sallii. /2/

2.3 Plastinen painuma ja kutistuma

Ensimmäisten tuntien aikana massa menettää notkeuttaan ja kutistuu sekä vaakaa-
että pystysuunnassa. Vaakasuuntaista kutistumista kutsutaan plastiseksi kutistu-
maksi ja pystysuuntaista plastiseksi painumaksi. /2/

Plastinen painuma johtuu painovoimasta, jonka takia kiviaines ja sementti paina-
vampina kuin vesi vajoavat alaspäin. Jos vajoama on estetty, esimerkiksi poikki-
leikkauksen muutoksena tai raudoitustangoilla, syntyy niiden kohdalle halkeamia,
jotka sulkeutuvat yleensä kuitenkin nopeasti rakenteen sisälle mentäessä. /2/

Plastinen kutistuma johtuu betonipinnan liian nopeasta kuivumisesta ennen mas-
san sitoutumista, jolloin veden haihtuminen imee betonimassan pieniä hiukkasia
lähemmäksi toisiaan. Plastinen kutistuma aiheuttaa halkeamia kun runkoainera-
keet ja hiukkaset eivät enää, sisäisen kitkan kasvun johdosta, kykene liikkumaan
ja pintaan syntyy vetojännityksiä kalvovoimista aiheutuvien vetovoimien vaiku-
tuksesta. /2/

2.4 Kovettuva betoni

Betoni on yhdistelmäateriaali, jossa sementtikivi liimaa toisiinsa betonin ki-
viainekset muodostaen lujan kokonaisuuden. Sementtikivellä tarkoitetaan semen-
tin ja veden eli sementtiliiman kovettumistulosta. Sementtikivi ankkuroi tartunnal-
laan raudoituksen, joka mahdollistaa teräsbetonirakenteen.

Yleensä betonin työstettävyys vaatii vesi-sementtisuhdetta 0,4 suuremman vesi-
määrän käyttöä. Tällöin ketjuuntuneiden sementtipartikkeleiden väliin jää suu-
rempia vesitäytteisiä tiloja, joita geelihuokokset eivät voi täyttää. Näitä tiloja kutsu-
taan kapillaarihuokosiksi. Kapillaarihuokokset ovat hyvin haitallisia betonille, kos-
ka niiden kautta pääsee imeytymään haitallisia aineita, kuten klorideja ja suoloja.
Kapillaarihuokosten määrä on voimakkaasti riippuvainen vesi-sementtisuhteesta,
sen ollessa 0,4 tai vähemmän ei täysin hydratoituneessa betonissa ole lainkaan
kapillaarihuokosia. Jos vesi-sementtisuhde on alle 0,6, ei kapillaarihuokosto täy-
sin hydratoituneessa betonissa ole jatkuva, eikä kapillaarinen liike siten ole mah-

dollinen. Jos betonilta vaaditaan hyviä ominaisuuksia, tulee käyttää sellaista betonia, jossa kapillaarihuokosia on mahdollisimman vähän. /2/

Sementtikivessä on kapillaarihuokosten lisäksi vielä geelihuokosia, tiivistyshuokosia sekä suojahuokosia. Geelihuokokset ovat yleensä veden täyttämiä, mutta niin pieniä, kooltaan 0,001...0,002 mikrometriä, että niissä oleva vesi ei yleensä jäädy. Geelihuokosten osuus sementtigeelin kokonaistilavuudesta on noin 25–30 %. Suojahuokokset parantavat betonin pakkasenkestävyyttä ja niitä saadaan betoniin erillisten huokostimien avulla. Suojahuokokset ovat kohtuullisen suuria, kooltaan 0,01...0,3 millimetriä. Tiivistyshuokosia syntyy valun aikana, mutta ne pyritään minimoimaan mahdollisimman hyvällä tiivistämisellä. Vetelään betoniin syntyy vähemmän tiivistyshuokosia kuin jäykkään. /2/

2.5 Betonin lujuus

Betonilla on hyvä puristuslujuus, joka onkin sen tärkein ominaisuus. Sen sijaan vetolujuus on vain 1/10 puristuslujuudesta. Tämän takia rakenteessa täytyy parantaa vetolujuutta, jotta erityisesti taivutetut rakenteet voisivat toimia tarkoitetulla tavalla. Vetolujuutta parannetaan sijoittamalla raudoitustankoja rakenteen poikkeileikkauksen vedettyihin osiin. Betonin ja tankojen välisen tartunnan johdosta vetojännitys siirtyy betonista tangoille. /2/

Puristuslujuus on hyvä betonin ominaisuuksien tulkitsija, koska se on yksinkertainen testata ja useat betonin ominaisuudet, kuten vetolujuus, taivutusvetolujuus ja kimmokerroin ovat verrannollisia siihen. Myös betonin säilyvyysominaisuuksia voidaan osittain verrata puristuslujuuteen.

Betonin halkeilu on aina seurausta vetolujuuden ylittymisestä. Vetolujuuden ylittyminen ja siitä seuraava halkeilu voi johtua ulkoisista kuormista tai rakenteen sisäisistä jännityksistä, esimerkiksi lämpötilan epätasaisesta jakautumisesta rakenteen kovettumisen aikana tai valmiissa rakenteessa.

2.6 Betonin lämpökäsittely

Betonin lujuudenkehitystä nopeutetaan lämpökäsittelyllä. Betoni on lämpökäsittelyä, jos betonimassan lämpötila betonoitaessa on yli 40 °C, lämpötilan nousua on kovettumisvaiheen aikana yli 25 °C tai jos lämpötila kovettumisvaiheen aikana nousee korkeammaksi kuin 50 °C. /5/

Lämpökäsittelyn vaikutus betonin ominaisuuksiin selvitetään etukäteen kokeiden avulla. Kokeilla selvitetään lujuuden kehitystä ja lujuuskatoa. Yli 60 °C lämpötiloja ei suositella, koska näin korkeat lämpötilat voivat häiritä betonin normaalia hydratoitumista. Myös liian varhain aloitettu lämpökäsittely on haitaksi betonin hydratoitumiselle. /1/

Vastaavasti on huolehdittava, että betoni ei jäähy liian nopeasti, koska se voi aiheuttaa betonin pinnan halkeilua. Nyrkkisääntönä on, että enintään kolmesataa millimetriä paksu rakenne saa jäähtyä 24 tunnin aikana enintään 30 °C. Puolen metrin rakenteessa vastaava arvo on noin 20 °C ja kaksi metriä paksussa rakenteessa noin 10 °C. /1/

2.7 Betonin muodonmuutosominaisuudet ja halkeilu

Kun kiinteätä kappaletta kuormitetaan, sen muoto muuttuu. Jos kappaleen muoto palaa ennalleen, kun kuormitus poistetaan, puhutaan kimmoisesta muodonmuutoksesta. Jos osa muodonmuutoksesta ei palaudu, on kyseessä plastinen muodonmuutos, kappale on plastisoitunut. (Taulukko 1)

Kimmainen ja plastinen muodonmuutos syntyvät välittömästi kuormituksen jälkeen, materiaalilla on kuormitettuna myös ajasta riippuva muodonmuutos, niin kutsuttu viruma. Virumalla tarkoitetaan sitä, että esimerkiksi puristetun kappaleen muodonmuutos jatkuu ajan kuluessa. Virumisessa sementtigeelissä olevissa geelihuokosissa oleva vesi virtaa pois ja samalla sementtigeeli tiivistyy. Sementtigeelin tiivistymisen takia muodonmuutos ei kokonaan palaudu, vaikka vesi imeytyy takaisin geelihuokosiin.

On luonnollista, että teräsbetonirakenne halkeilee, mutta sen suunnittelijan ja rakentajan tulee hallita halkeamien muodostuminen niiden esiintymispaikkojen, määrän ja halkeamisleveyksien suhteen niin, että rakenteen toiminta ja säilyvyys eivät vaarannu. Halkeamat alentavat aina betonin laatua, koska ne lisäävät sen läpäisevyyttä (Taulukko 1). Betoni suojaa raudoitusta sekä fyysisiltä että kemiallisilta rasituksilta, halkeilun takia suojaava vaikutus vähenee. Betonin halkeilua voidaanakin rajoittaa, paitsi suunnittelemalla rakenne oikein myös valitsemalla sopiva betonin koostumus, työnsuoritus ja jälkihoito. /2/

Taulukko 1 Halkeamatyypit sekä niiden esiintymissyyt ja – ajankohdat.

Halkeilun aiheuttaja	Pääsyy	Toissijainen syy	Esiintymisajan-kohta
Plastinen painuma	Veden erottuminen	Nopea kuivuminen, liian myöhään aloitettu jälkihoito	0,5...4 h, kun T=20...30 °C, 4...8 h, kun T=7...20 °C
Plastinen kutistuma	Pinnan nopea kuivuminen, raudoitus yläpinnassa	Hidas haihtuvan veden korvautuminen, liian myöhään aloitettu jälkihoito	0,5...4 h, kun T=20...30 °C, 4...8 h, kun T=7...20 °C
Hydrataatiolämpö tai lämmitys	Rakennusosien välinen tai rakennusosan sisäinen lämpötilaero, karkeasti sallittu lämpötilaero 30 °C	Rakenteen liian nopea jäähtyminen, paksuudesta riippuen: päivän aikana 300mm >30 °C 500mm >20 °C 2000mm >10°C	1...3 päivää
Kuivumiskutistuminen	Iso vesisementtisuhde, huono jälkihoito, väärin suunniteltu rakenne (kutistumisliikkeet estetty)	Huono tartunta työsaumassa	Viikosta useisiin kuukausiin
Pintahalkeilu	Huono muotti. Huono tai liian aikainen pinnan hieronta	Suuri sementti- ja vesimäärä, huono jälkihoito	Yleensä 1...7 päivää, joskus myöhemmin
Pakkasrapautuminen	Vesi, jäätyminen ja sulaminen	Liian vähän suoja- huokosia, betoni vedellä kyllästynyt	Useita vuosia, lähinnä ensimmäiset talvet
Raudoituksen ruostuminen	Liian pieni betoni-peite, kloridit	Liian huokoinen betoni	Useita vuosia

2.8 Betonin pakkasen- ja palonkestävyys

Pakkasenkestävyydellä tarkoitetaan kovettuneen betonin kykyä säilyttää ominaisuutensa toistuvan jäätyminen ja sulamisen vaikutuksen alaisena. Betonin kastuessa sen kapillaarihuokokset täyttyvät nopeasti vedellä, tällöin vain suoja- huokokset jäävät ilmatäytteisiksi. Vedelläkyllästysasteeksi kutsutaan sitä osuutta betonin kokonaishuokostilavuudesta, joka on täyttynyt vedellä. Jos betonissa on paljon suoja- huokosia, on sen vedelläkyllästysaste käytännössä pieni. Kaikilla betoneilla on kriittinen vedelläkyllästysaste, jos se ylittyy, syntyy betoniin vaurioita sen jäätyes-

sä. Pakkasekestävyydellä tarkoitetaan kovettuneen betonin kykyä säilyttää ominaisuutensa toistuvan jäätyminen ja sulamisen vaikutuksen alaisena. /2/, /5/

Yksi rakenteisiin ja materiaaleihin liittyvä ominaisuus on niiden käyttäytyminen tulipalossa. Oleellisesti tulipalon kestoon ja lämpötilakehitykseen vaikuttavia asioita ovat palokuorman määrä, ilmanvaihto ja palotilan ominaisuudet. Palokuorman ratkaisevia ominaisuuksia ovat sen määrä, tyyppi ja jakautuminen. Ilmanvaihdolla merkittäviä tulipalon kestoon ja lämpötilakehitykseen vaikuttavia ominaisuuksia ovat aukkojen pinta-ala, korkeus ja sijainti. Palotilan koko ja muoto sekä ympäröivien rakenteiden pinta-ala ja niiden termiset ominaisuudet vaikuttavat myös palon kestoon ja lämpötilakehitykseen. /2/, /5/

Kun arvioidaan betonin käyttäytymistä palotilanteessa, on tarkasteltava koko teräsbetonirakennetta, eikä vain betonia rakenteena. Rakenteen käyttäytymiseen vaikuttavat oleellisesti materiaaliominaisuuksien lisäksi rakenneosien muotoilu, mitat ja liitokset. Tulipalossa rakenteet voivat menettää kantavuutensa kuormia vastaan tai osastoivuutensa palon leviämistä vastaan. /2/

2.9 Kemialliset rasitukset

Kemiallinen vaurioituminen on yleensä seurausta betonin hydrataatiotuotteiden kemiallisesta reagoinnista ulkopuolisten aineiden kanssa. Suomessa on harvinaista, että betonissa käytettävissä osa-aineissa olisi itsessään kemiallisia vaurioita aiheuttavia aineita. Suomessa käytettävä kiviaines kestää hyvin kemiallisia rasituksia. /2/

Betonin riittävä kosteus ja tarpeeksi suuri haitallisten aineiden määrä ovat edellytyksiä merkittävälle kemialliselle korroosiolle. Betonia vaurioittavat aineet tunkeutuvat siihen yleisimmin veden mukana. Korroosiota edistävät liuoksen aiheuttama paine tai sen virtaus, korkea lämpötila ja betonin ajoittainen mahdollinen kuivuminen.

Betonin kemiallisen rasituksen kestävyyttä voidaan parantaa tai jopa estää haitallinen kemiallinen reaktio, valitsemalla sopiva sideainetyyppi. Betonin säilyvyyttä voidaan parantaa myös lisäämällä sen tiiviyttä sekä tiivistämällä ja jälkihoitamalla

betoni mahdollisimman hyvin. Tällöin voidaan hidastaa haitallisten kemiallisten reaktioiden tapahtumista, koska reagoivien aineiden tunkeutuminen betoniin hidastuu. /2/

2.10 Betonin karbonatisoituminen

Betonin raudoitukselle antama kemiallinen suoja häviää, kun betoni ilman hiilidioksidin vaikutuksesta karbonatisoituu. Tällöin betonin pH-arvon laskun myötä raudoitusta suojaava oksidikalvo voi tuhoutua.

Betonin karbonatisoituminen alkaa sen pinnalta ja etenee suhteellisen tasaisena rintamana, sitä hitaammin, mitä tiiviimpää betoni on. Etenemisnopeus on hidasta ja sen määrää ilman hiilidioksidin tunkeutuminen betoniin. Kemiallisesti karbonatisoituminen aiheutuu hiilidioksidin reaktiosta betonin kalsiumyhdisteiden kanssa. Tämän vuoksi karbonatisoitumisnopeuteen vaikuttaa betonin tiiviyden lisäksi sideaineen kalkkipitoisuus. Mitä suurempi on betonin sementtimäärä, sitä enemmän betonissa on kalsiumyhdisteitä ja sitä paremmin se voi sitoa hiilidioksidia.

Karbonatisoitumisen takia seosaineiden osuutta betonin sideaineesta on rajoitettu. Masuunikuonan kalkkipitoisuus on huomattavasti pienempi kuin Portlandsementin, eikä kuonajauhe kovettuessaan muodosta vapaata kalsiumhydroksidia. Lentotuhka ja silika taas ovat pozzolaanisia sideaineita, jotka reagoivat sementin kovettumisreaktiossa syntyvän kalsiumhydroksidin kanssa. /2/

3 BETONITERÄKSET JA RAUDOITUS

3.1 Yleistä

Teräsbetonirakenteella tarkoitetaan määritelmän mukaan rakennetta, joka on suunniteltu niin, että betoni ja raudoitus toimimalla yhdessä kestävät rakenteelle tulevat rasitukset. Teräsbetonirakenne on huomattavasti yleisempi kuin puhdas betonirakenne, koska betonin veto- ja leikkauslujuusominaisuudet ovat vaatimatonta ja toisaalta betonin ja raudoituksen yhteistoiminnalla saavutetaan huomattavia etuja.

Talonrakentamisessa raudoittamattoman betonirakenteen tärkeimpiä käyttökohteita ovat kohtuullisesti kuormitetut kantavat väliseinät, eräät perustukset sekä massiiviset rakenteet, joiden kaikkien rasituksena on joko yksinomaan tai lähes yksinomaan puristus. Teräsbetonirakenteilla on periaatteeltaan kaksi erilaista pääkäyttökohdetta, joita ovat taivutetut rakenteet ja puristetut rakenteet. /2/

Betonin ja teräksen yhdistämisen perusedellytys on, että niiden lujuusominaisuudet täydentävät sopivasti toisiaan. Muita välttämättömiä tekijöitä, jotta raudoituksen ja betonin staattinen yhteistoiminta olisi moitteetonta, tärkeimpinä ovat tartunta, betonin raudoitusta suojaava vaikutus ja suunnilleen yhtä suuri lämpölaajeneminen.

3.2 Tartunta, ankkurointi, jatkokset ja tankovälit

Betoni tarttuu lujasti betoniterästankoihin koko niiden pituudelta. Tartunnan välityksellä jännitykset siirtyvät betonilta tangoille ja tangoilta betonille. Tartunta syntyy molekyylien tartunnan eli adheesion, kitkan ja tangon kuvioinnin vaikutuksesta.

Tanko on ankkuroitava riittävän pitkälle ohi sen pisteen, jossa se käy tarpeettomaksi, jotta jännitykset pääsevät siirtymään betonille vahinkoa aiheuttamatta. Jatkoksissa tangot on vietävä riittävän paljon limittäin, jotta jännitykset ehtivät siirtyä tangosta betonille ja betonilta toiseen tankoon aiheuttamatta betonin halkeilua.

Jotta tartunta voisi syntyä täydellisenä, eikä betonin laatu kärsisi, on valu voitava suorittaa siten, että betoni ympäröi tangot joka puolelta tiiviisti. Tankoväli on aina vähintään 25 millimetriä. Tankovälin määrää tangon läpimitta jos se on yli 25 millimetriä tai runkoaineen raekoko jos suurin raekoko kerrottuna 1,2 on yli 25 millimetriä. /2/

3.3 Raudoituksen korroosio

Ruostuessaan rauta pyrkii muuttumaan takaisin niiksi yhdisteiksi, joina sitä luonnossa esiintyy, kuten oksideiksi ja hydroksideiksi. Ruostuminen on sähkökemiallinen tapahtuma, josta johtuen kemiallisten ainekomponenttien lisäksi myös sähkövaraukset ottavat osaa reaktioihin. Teräsbetonirakenteissa teräksen käyttökelpoisuus perustuu siihen, että betoni voi antaa raudoitukselle kemiallisen ja fyysisen suojan, joka estää ruostumisen.

Betonin raudoitusta suojaava vaikutus perustuu sen vahvaan emäksisyyteen, betonin huokosveden pH-arvo on noin 13...14. Emäksisessä ympäristössä muodostuu teräksen pinnalle oksidikalvo. Ilmiötä kutsutaan passivoitumiseksi, koska oksidikalvo estää korroosion etenemistä teräksessä. Betoni antaa raudoitukselle fyysisen suojan siten, että se hidastaa korroosiolle välttämättömien tai sitä edistävien aineiden pääsyä, raudoituksen läheisyyteen. Vesi ja happi ovat välttämättömiä korroosiolle ja sitä edistävät mm. kloridit. /2/

Betoni suojaa raudoitusta sitä tehokkaammin mitä tiiviimpää se on. Erityisen tärkeää on, että betonin vesi-sideainesuhde on tarpeeksi pieni. Pitää myös kiinnittää huomiota betonin tiivistykseen ja jälkihoitoon. Raudoitusta suojaavassa betonipeitteessä olevat halkeamat voivat pienentää oleellisesti betonin tiiviyyttä ja olla syynä raudoituksen korroosioon.

Raudoitusta suojaavan betonipeitteen paksuus tulee olla riittävän suuri. Betonipeitteen antama suoja kasvaa suuremmissa suhteissa kuin itse betonipeitteen paksuus, koska korroosioon vaikuttavien aineiden tunkeutuminen betoniin hidastuu syvemmälle mentäessä. Vaadittava betonipeitteen paksuus riippuu betonin laadusta, sideaineen tyypistä ja määrästä.

3.4 Betonipeite

Betoni suojaa raudoitusta korroosiolta. Oikein valitun raudoitetun betonirakenteen säilyvyys on hyvä, se kestää ilman erityisiä suojaustoimenpiteitä ulkoiset rasitukset, kuten sään vaikutukset, kosteuden, kulutuksen ja kemialliset vaikutukset.

Raudoituksen ruostumisen estämiseksi ja tartunnan vuoksi raudoitteilla pitää olla riittävän suuri betonipeite. Betonipeitteen tarkoitus on myös suojata tankoja tulipalossa, teräsbetonilla onkin hyvät palonkesto-ominaisuudet.

Betonirakenteet luokitellaan niiden ympäristöolosuhteiden mukaan (Taulukko 2), jotka on esitetty taulukossa. Betonipeitteelle on määritelty vähimmäisarvo rakenteen ympäristöolosuhteiden mukaan, mitä vaativampi ympäristö ja mitä pidempi suunniteltu käyttöikä, sitä paksumpi on betonipeitteen vähimmäisarvo.

Taulukko 2 Betonirakenteiden ympäristöolosuhteiden luokitus.

Pää-luokka	Rasitustekijä	Alaluokan merkintä	Olosuhdekuvaus
X0	Ei korroosioriskiä betonille tai raudoitteille	X0	Betoni sisätiloissa, jossa ilmankosteus hyvin alhainen
XC	Karbonisoituinen	XC1	Kuiva tai jatkuvasti märkä
		XC2	Kostea, harvoin kuiva
		XC3	Kohtalaisen kostea
		XC4	Jaksollinen kastuminen ja kuivuminen
XD	Kloridien aiheuttama korroosio	XD1	Kohtalaisen kostea
		XD2	Kostea, harvoin kuiva
		XD3	Kostea ja kuiva vaihtelevat
XS	Merivedessä olevien kloridien aiheuttama korroosio	XS1	Betonia rasittavat tuulen mukana tulevat kloridit, ei suoraa kosketusta veteen
		XS2	Veden alla
		XS3	Vesirajassa ja roiskevyöhykkeellä
XF	Jäätymis-/sulamisrasitus	XF1	Kohtalainen vedellä kylästyminen ilman jäänsulatusaineita
		XF3	Suuri vedellä kylästyminen ilman jäänsulatusaineita
	Jäätymis-/sulamisrasitus ja suolarasitus	XF2	Kohtalainen vedellä kylästyminen ja jäänsulatusaineet
		XF4	Suuri vedellä kylästyminen ja jäänsulatusaineet
XA	Kemiallinen rasitus	XA1	Kemiallisesti heikosti aggressiivinen ympäristö
		XA2	Kemiallisesti kohtalaisesti aggressiivinen ympäristö
		XA3	Kemiallisesti voimakkaasti aggressiivinen ympäristö

4 ITSETIIVISTYVÄ BETONI

4.1 Yleistä

Hietalahti ja Pojat Oy:ssä käytetään opinnäytetyössä käsiteltävien lietekuilu-, liesäiliö- ja laakasiiloelementtien valmistuksessa itsetiivistyvää betonia, josta tässä työssä annetaan yleiskuvaus ja selvitetään käytön etuja ja taloudellisuutta.

Itsetiivistyvä betoni (ITB) poikkeaa erityisesti muokattavuudeltaan perinteisestä täryttämällä tiivistettävästä betonista. ITB:lla on kyky täyttää muotit ja ympäröidä rauditus ilman mekaanista tiivistystä. ITB:n koostumus eroaa tavanomaisesta betonista tietyiltä osin, kuten hienoainesmäärän ja käytettävän tehokkaan niin kutsutun kolmannen sukupolven notkistimen osalta. Kuten betonia yleensä, ei myöskään ITB:tä voida luokitella kaikilta ominaisuuksiltaan tietyille rajatulle alueelle. ITB:n kaikki ominaisuudet ovat suhteessa koostumukseen samalla tavalla kuin tavanomaisessa betonissa. /3/, /4/

ITB:ssä käytetään lisähienoainetta, joka voi olla reaktiivista, kuten sementti ja lentotuha tai reagoimatonta jauhemateriaalia. ITB-massan viskositeettiominaisuuksia voidaan muuttaa myös erityisellä lisäaineella, niin kutsutulla stabilaattorilla.

ITB:n lujuus on suuren jauhemateriaali- ja usein myös sementtimäärän vuoksi tyypillisesti suuri. Vesi-sideainesuhde on käytännössä yleensä vaadittavan itsetiivyyden ja erottumattomuuden vuoksi pienempi kuin vastaavalla tavanomaisesti tiivistettävällä betonilla. Näistä seikoista johtuen, lujuus muodostuu usein vaatimukseen nähden suureksi. ITB:n lujuuden on todettu sijoittuvan käytännössä usein vaadittavan lujuusluokan yläpäähän ja usein myös seuraavaan lujuusluokkaan. /3/

Erilaisten seosaineiden käyttö ITB:ssa antaa mahdollisuuden sekä taloudelliselta että ekologiselta kannalta hyvän, lujuudeltaan normaalin ja näin ollen myös tuotantomäärältään suuren ITB:n käytön laajentamiseen. Ulkomailla on kehitetty myös itsetiivistyviä kevyt- ja kuitubetoneja.

4.2 Itsetiivistyvän betonin käytön edut ja taloudellisuus

Itsetiivistyvän betonin käytön etujen ja taloudellisuuden arviointi joudutaan tekemään pitkälti tapauskohtaisesti. Säästöjä syntyy mm. betonoinnissa ja tarvittavissa jälkitöissä, kun taas materiaalikustannukset ovat tavanomaista suuremmat. Eri tekijöiden vaikutus kustannuksiin ei ole täysin sama valmisbetoni- ja elementtituotannossa.

Useat selvätkin edut liittyvät tekijöihin, joiden taloudellinen vaikutus ei ole välitön tai se on vaikeasti arvioitavissa. Näitä ovat mm. paranevaan työympäristöön ja ergonomiaan sekä rakenteiden esteettiseen laatuun ja säilyvyyteen liittyvät edut.

ITB mahdollistaa erityisen vaikeiden valukohteiden, kuten erilaisten korjauskohteiden betonoinnin. ITB on voimistanut betoniteknologian kehitystä ja avannut uusia mahdollisuuksia sekä valmisbetonille että elementtituotannolle.

4.3 Materiaalikustannukset, massan valmistus ja muotit

Itsetiivistyvän betonin materiaalikustannukset ovat hieman normaalia betonia korkeammat, koska hienoaines- ja tehonotkistinmäärät ovat suurempia ja myös stabilaattorisäaineiden käyttö voi olla joskus tarpeen. Kustannuksiin voidaan vaikuttaa materiaalivalinnoilla ja massan koostumusta optimoimalla. Massan muokattavuuden taso voidaan valita siten, että se ei ole valukohteeseen nähden tarpeettoman suuri. /3/

ITB-massan valmistuksen lisäkustannuksia voi aiheuttaa osa-aineiden laadunvaihdelun hallinnan järjestäminen. ITB-massan sekoitusaika on yleensä noin puolitoistakertainen normaaliin verrattuna ja tuotetun massan ominaisuuksia joudutaan seuraamaan ja mittaamaan tavallista enemmän. Kaikkiaan ITB-massan valmistaminen on hiukan hitaampaa kuin tavallisen massan valmistaminen. /3/

Korkeissa seinä- ja pilarivaluissa ITB vaatii tavallista lujempia ja paremmin sidottuja muotteja, koska näissä hydrostaattinen paine voi kasvaa tavallista suuremmaksi. Toisaalta, esimerkiksi elementtituotannossa, muotit voivat olla myös tavallista kevyempiä ja niiden materiaali tavallista vapaammin valittavissa kun muottitäry-

tystä ei tarvita. Säästöjä syntyy kun mekaaninen tiivistys ei rasita muotteja ja niiden käyttöikä kasvaa. Myös muottimateriaalin puhtaanapito helpottuu, tiivistämisen yhteydessä syntyvät roiskeet ja valumat reunojen yli vähentyvät.

4.4 Betonointi ja jälkityöt

Alun perin ITB on kehitetty vaativia ja vaikeasti tiivistettäviä valukohteita varten. Tiheissä raudoituksissa ja monimuotoisissa rakenteissa riittävän tiiveyden saavuttaminen on tavallisella betonilla vaikeaa. Tähän ongelmaan ITB on tuonut hyvän ratkaisun.

Tavanomaisissakin valukohteissa betonointikustannukset pienenevät ITB:tä käytettäessä. Valu helpottuu ja nopeutuu tiivistystyön jäädessä pois. Vaakavaluissa ITB leviää helposti ja nopeuttaa betonointia ja valukohdat voidaan valita entistä vapaammin.

Jälki- ja tasoitustyöt jäävät pienemmiksi, koska ITB tiivistyy hyvin ja pintahuokosten määrä on pieni. Tällöin on mahdollista aikaansaada oleellisia säästöjä. Työmäärän lisäksi tasoitelaastin menekki pienenee. /3/

4.5 Työympäristö, ergonomia ja esteettiset ominaisuudet

ITB parantaa selvästi työympäristöä ja tekee betonoinnin sen suorittajalle helpommaksi, kevyemmäksi ja erityisesti vaikeissa kohteissa myös turvallisemmaksi. Oleellisia työhön liittyviä parannuksia ovat tärinätön ja meluton valu.

ITB mahdollistaa erittäin korkean esteettisen laadun, joka onkin sen näkyvin etu. Betonipinnan pintalaatuluokka on mahdollista saada korkeimmaksi ja muottimateriaalin pintakuvioinnin toisto lähes virheettömäksi. Tärysauvalla tehtävässä tiivistyksessä mahdollista muottipinnan havaittavaa erottumista tai muuta pintalaatuun vaikuttavaa epätasaisuutta ei synny.

4.6 Laadunvalvonta, mekaaniset ominaisuudet ja säilyvyysominaisuudet

ITB:n mekaaniset ominaisuudet ja säilyvyysominaisuudet ja niiden homogeenisuus valetuissa rakenteissa on todettu hyviksi ja usein myös paremmiksi kuin vas-

taavassa tavallisessa betonissa. ITB-massa on parhaimmillaan erittäin stabiilia ja vedenerottuminen on vähäistä. ITB:n mikrorakenne on tyypillisesti erittäin tasainen. /3/

Itsetiivistyvä betoni on erittäin herkkä, jonka laadunvalvontaan joudutaan panostamaan tavallista enemmän, erityisesti sen käyttöönoton alkupuolella. Alkuvaiheessa massojen kehittäminen ja ennakkokokeet vaativat aikaa ja resursseja, mikä lisää laadunvalvonnan kustannuksia.

Elementtituotannossa laadunvalvonnan ja siihen liittyvien vastuiden järjestäminen on helpompaa. Tällöinkin siihen joudutaan varaamaan riittävät resurssit. Tulevaisuuden haasteita onkin ITB:n laadunvalvonnan kehittäminen toimivaksi ja riittävän automaattiseksi, johon vastaamalla ITB:n tuotantokustannuksia on mahdollisuus alentaa.

5 LAAKASILOELEMENTIN TYÖOHJEET

5.1 Pöydän puhdistaminen ja muotin kokoaminen

Elementin valmistaminen aloitetaan puhdistamalla pöytä. Pitää huolehtia ettei pestessä aiheuta vahinkoa pöydän ympäristössä, esimerkiksi kastele sähkölaitteita tai viereisiä kuivia pöytiä. Tämän jälkeen tarvittavat osat öljytään. Tässä työvaiheessa

- irrotetaan petkeleellä kovettunut betoni pöydän pinnasta ja muotista
- pestään teräspielukset painepesurilla
- pestään pöydän pinta painepesurilla ja harjapesurilla
- kuivataan pöytä täysin kuivaksi
- rypsiöljy laimennetaan haaleaan veteen noin viisikymmentä prosenttiseksi seokseksi
- levitetään alakannuruiskulla pöydän pinnalle tasainen, ohut kalvo rypsiöljyä
- öljytään teräspielukset Aspform NA -muottiöljyllä (Aspo)
- käytetään teräspielusten öljyämiseen viiden ja kymmenen litran repuruiskuja.

Laakasiiloelementin muotti kootaan vakiomittaisista laakasiilopieluksista. Tässä työvaiheessa

- tuetaan muotti pöydässä olevilla toppareilla
- varmistetaan muotin jäykkyys ja mittatarkkuus kiilaamalla se huolellisesti
- laitetaan pielukset suorakulmaan säätämällä niissä olevista pulteista.

Muotin kokoamisen jälkeen suoritetaan tarkistusmittaus

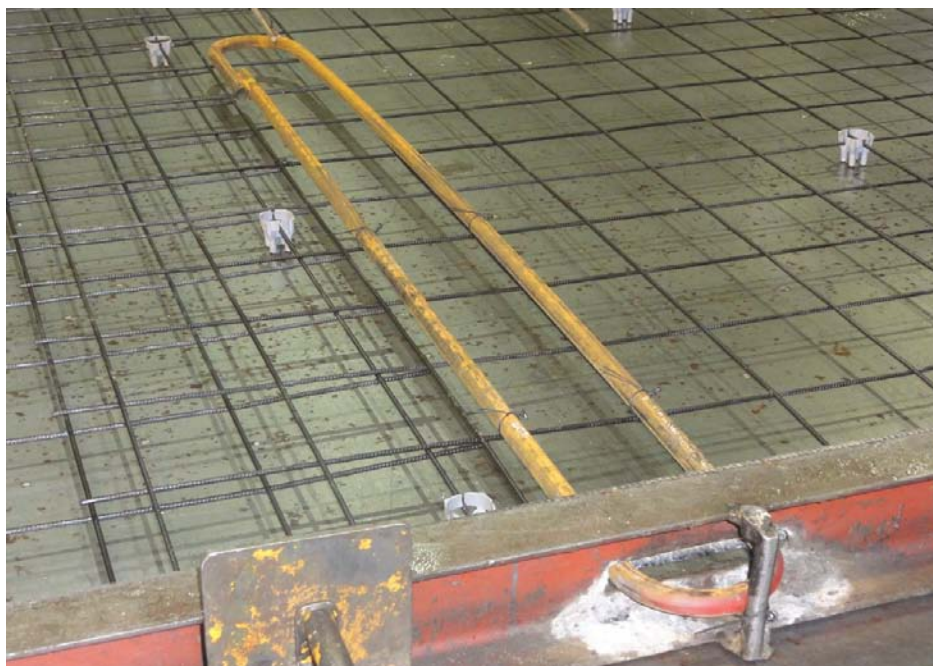
- tarkistetaan, että muotti on oikean pituinen ja levyinen
- tarkistetaan muotin sivujen suorakulmaisuus ristimittauksella
- Ristimittauksessa on mittauspisteiden oltava symmetriset nurkittain.

- jos ristimittauksessa on virhettä yli kolme millimetriä, päätyjä siirretään, muuttamatta kuitenkaan muotin pituutta.

5.2 Raudoitus, kiinnityslevyt ja nostolenkit

Kun muotti on koottu ja tarkistusmittaus suoritettu, aloitetaan laakasiiloelementin raudoitus. Ensimmäisenä laitetaan paikalleen muottipinnan verkko, minkä jälkeen asennetaan kiinnityslevyt ja laitetaan nostolenkit paikoilleen

- leikataan täysi verkko telineessä puolesta välistä poikki ja asennetaan muottiin pystysuuntaan
- sidotaan verkot yhteen
- laitetaan korokkeet joka viidennen verkonsilmän kohtaan
- laitetaan kehys- eli rengasteräket paikoilleen, mutta ei vielä sidota
- asennetaan KL 120 mm -kiinnityslevyt puristimilla
- KL 120 mm -kiinnityslevyn tartuntateräket tulevat sekä muottipinnan verkon että kehysteräksen päälle ja sidotaan kiinni
- nostolenkit (Kuva 1) asennetaan paikoilleen siten, että ne ovat keskenään yhtä paljon ulkona muotista.



Kuva 1 Laakasiiloelementin nostolenkki.

Tässä vaiheessa noudetaan hallinosturilla jalkaan tuleva valmis häkkirauditus (Kuva 2). Jos häkkiraudituksessa on hitsauksesta irronneita teräksiä, sidotaan ne kiinni. Tämän jälkeen laitetaan jalan muottia vasten tulevat korokkeet paikoilleen. Sitten jalan muotti laitetaan paikalleen ja kiinnitetään pöydässä olevilla kiristimillä.

Seuraavaksi laitetaan lisäteräkset ja viemäriputkesta leikatut välikkeet (kuva 2). Minkä jälkeen sidotaan kiinni liippapinnan verkkorauditus ja kehysteräkset. Tässä työvaiheessa

- tuhatviisisataa millimetriä pitkät, halkaisijaltaan kahdeksan millimetriä paksut lisäteräkset laitetaan jalkaan tulevan häkkiraudituksen ylemmän pitkittäisteräksen alta ja alemman päältä
- lisäteräkset sidotaan kiinni
- liippapintaan tulevat lisäteräkset laitetaan kohdilleen, ei kuitenkaan sidota vielä kiinni
- Lisäteräksiä ei laiteta verkkojen limityksien kohdille.
- viemäriputkesta leikatut välikkeet (kuva 2) jaetaan tasaisesti, noin metrin välein elementin alalle
- välikkeet laitetaan muottipinnan verkon päälle ja nostetaan liippapinnan verkko paikalleen
- sidotaan liippapintaan tulevat lisäteräkset verkkoon kiinni
- laitetaan kehysteräkset verkon päälle ja sidotaan kiinni.

Liippapinnan raudituksen tulee olla suorassa ja on huolehdittava, että suojaetäisyydet täyttyvät. Ennen valua laitetaan vielä nostolenkkien reikiin villaa, ettei valun aikana rei'istä valu betonia.



Kuva 2 Laakasiiloelementin raudoitus.

5.3 Betonin levitys, pinnan käsittely ja viimeistelytyöt

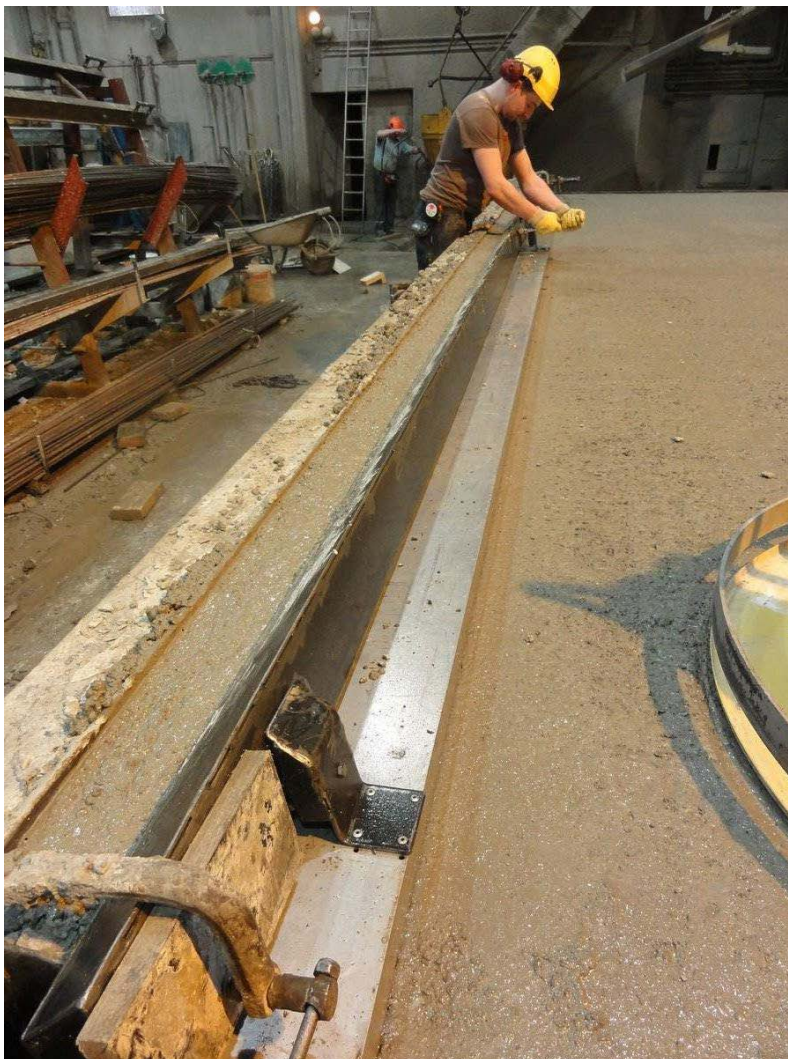
Kun raudoitus on valmis, kiinnityslevyt ja nostolenkit ovat paikoillaan, voidaan aloittaa betonointi

- lasketaan betonia tasainen kerros
- levitetään betoni rautaharavalla ja tasoitetaan IT-tasoittimelle
- varmistetaan betonin tiivistyminen käyttämällä kevyesti pöytätäryä kahden sekunnin ajan
- hierretään reunat uretaanihiertimellä

Laakasiiloelementin betonin sitoutumisen alettua, asennetaan kantapäapalkki ja valetaan elementin jalka

- öljytään kantapäapalkki ja kiinnitetään alumiinilatat palkkiin magneeteilla

- asennetaan palkki ja alumiinilatat paikoilleen ja kiinnitetään pöytään puristimilla (Kuva 3)
- päästetään varovasti betonia elementin jalkaan ja tasoitetaan muotin reunan tasalle
- tiivistyminen varmistetaan koputtelemalla muotin reunaa vasaralla ja sullomalla betonia hiertimellä.



Kuva 3 Laakasiioelementin kantapäapalkki ja alumiinilatta

Betonin ollessa tarpeeksi jäykkää, poistetaan alumiinilatat (Kuva 3) ja suoritetaan koneellinen hierto. Koneellisella hierrolla saavutetaan tiiviimpi, kulutusta kestävämpi sekä pitkäikäisempi betonipinta ja sillä poistetaan plastisen kutistumisen aiheuttamia jännitteitä ja halkeamia.

Koneellisen hierron jälkeen liipataan elementin pinta teräslipalla. Liippauksen helpottamiseksi voidaan suihkuttaa painepesurilla erittäin ohut kalvo vettä siten, että vesi sumutetaan ilmaan, josta se laskeutuu elementin pintaan tasaisesti, ei suihkuteta suoraan betonipinnalle. Elementin jälkihoito aloitetaan välittömästi liippauksen jälkeen laskemalla muovikate. Muovikate estää betonin liian nopean kosteuden haihtumisen ja siitä seuraavan jäähtymisen.

6 LIETEKUILUELEMENTIN TYÖOHJEET

6.1 Pöydän puhdistaminen ja öljyminen

Lähtötilanne on, että elementti on viety varastoon ja pöytä on pystyssä. Ensimmäisenä pöytä puhdistetaan ja pestään

- puhdistetaan pöydän jalka petkeleellä
- lasketaan pöytä vaakatasoon
- irrotetaan kovettunut betoni pöydän pinnalta ja muotista
- tarkistetaan vanereiden kunto, huonot vanerit vaihdetaan uusiin
- pestään vanerit pöydän päällä ja laitetaan ne kuivamaan seinää vasten
- pestään pöydän pinta painepesurilla ja heti sen jälkeen harjapesurilla.

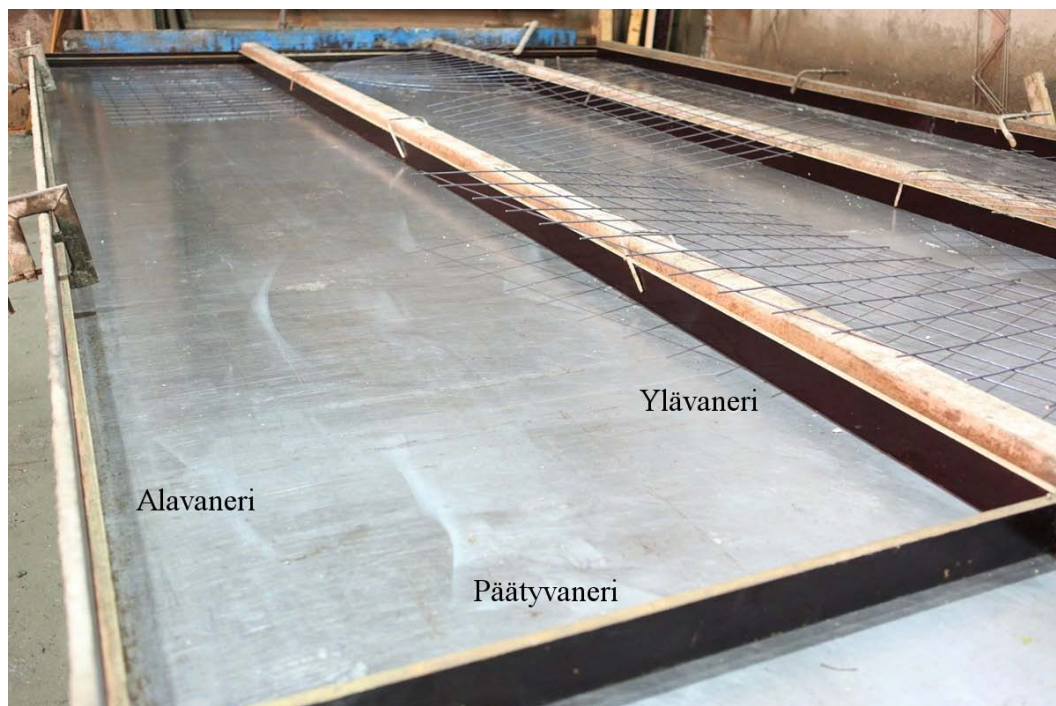
Pesun aikana on huolehdittava, ettei aiheuta vahinkoa pöydän ympäristössä, esimerkiksi kastele sähkölaitteita tai viereisiä kuivattuja pöytiä. Pesun jälkeen pöydän pinta kuivataan ja öljytään

- kuivataan pöydän pinta täysin kuivaksi
- rypsiöljy laimennetaan haaleaan veteen noin viisikymmentä prosenttiseksi seokseksi
- levitetään alakannuruiskulla pöydän pinnalle tasainen, ohut kalvo rypsiöljyä
- öljytään muottivanerit Aspform NA- muottiöljyllä (Aspo), viiden ja kymmenen litran reppuruiskuilla.

6.2 Muotin kokoaminen

Muotti koostuu ala- ja ylävanereista sekä päätyvanereista. Ala- ja ylävanerit laitetaan elementin pituussuunnassa ja päätyvanerit korkeussuunnassa. Päätyvanerit ovat pituudeltaan elementin korkuisia eli ne laitetaan ylä- ja alavanereiden väliin.

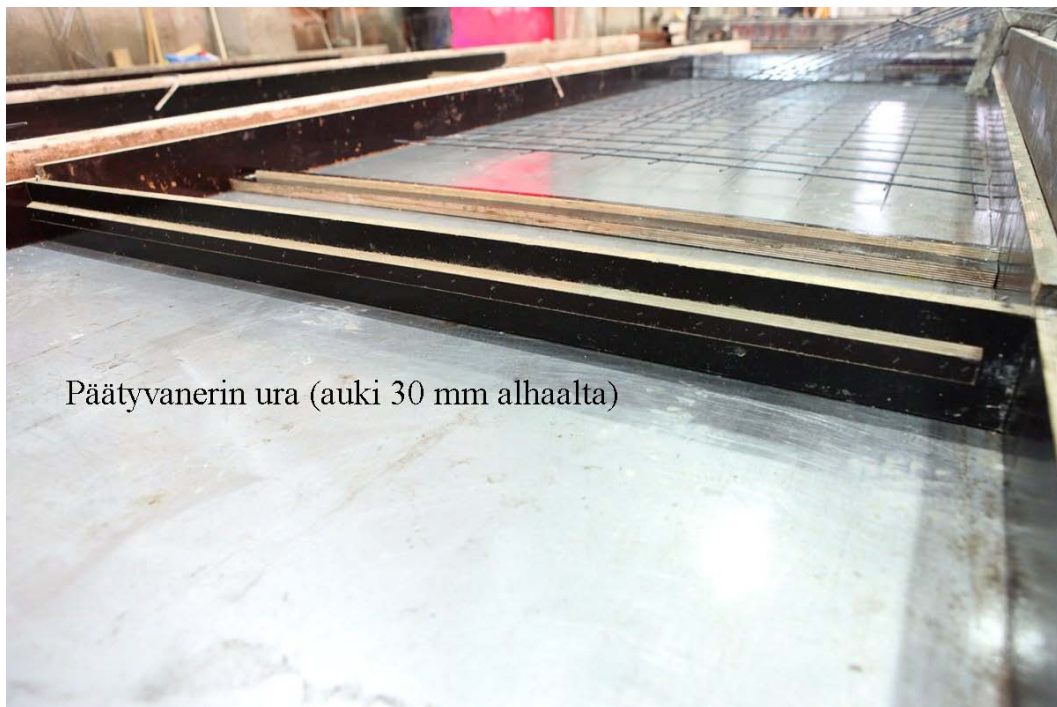
(Kuva 4)



Kuva 4 Lietekuiluelementin muotti.

Aluksi luetaan tarkasti piirustukset ja suunnitellaan miten elementit kannattaa sijoittaa pöydälle. Elementtien sijoittelua suunniteltaessa täytyy ottaa huomioon 21 millimetriä paksujen vanereiden ja mitoiltaan 100 x 150 millimetriä olevien RHS-palkkien viemä tila. Muotin kokoaminen sisältää seuraavat työvaiheet

- laitetaan alavanerit pöydän alareunaa vasten ja kiinnitetään puristimilla
- jos päätyvaneriin tulee ura (Kuva 5), laitetaan päätyvaneri uran mukaan oikein päin
- ylävanerit laitetaan palkkia vasten ja kiinnitetään puristimilla
- mitataan muotti oikean pituiseksi
- merkitään kynällä ylä- ja alavanereihin kohta, johon toisen pään päätyvaneri tulee
- edellinen päätyvaneri tuetaan palkilla ja magneeteilla
- Päätyvanerin taakse tuleva palkki saa olla korkeintaan viisitoista senttimetriä lyhyempi kuin päätyvaneri.
- naulataan vanerit toisiinsa kiinni.



Kuva 5. Lietekuiluelementin päätyvanerin ura (ei 30 mm:ä alhaalta).

Tässä vaiheessa mahdolliset aukot mitataan kohdalleen ja tuetaan magneeteilla ja puutuilla. Jos muottipintaan tulee ura, pitää sen kohta puhdistaa huolellisesti jarrulevyn puhdistusaineella, laittaa uraan tuleva vaneri paikoilleen kaksipuoleisella teipillä ja öljytä puhdistettu kohta uudestaan. Myös mahdolliset viemäriputkien läpiviennit mitataan kohdalleen ja laitetaan siten, että styroksilla peitetty puoli tulee liippapintaan.

Muotin kokoamisen jälkeen suoritetaan tarkistusmittaus

- tarkistetaan, että elementin muotti on oikean pituinen
- sivujen suorakulmaisuus tarkistetaan ristimittauksella
- Ristimittauksessa mittapisteiden on oltava symmetriset nurkittain.
- jos ristimittauksessa on virhettä yli kolme millimetriä, päätyjä siirretään, muuttamatta kuitenkaan muotin pituutta
- tarkistetaan, että aukot ja urat ovat kohdillaan.

Loput pöydälle tulevat muotit kootaan vastaavasti. Pöydän yläreunaan tuleva palkki tuetaan pöydässä oleviin toppareihin.

6.3 Raudoitus, kiinnityslevyt ja nostolenkit

Muotin kokoamisen ja tarkistusmittauksen jälkeen elementti raudoitetaan ja laitetaan kiinnityslevyt ja nostolenkit paikoilleen. Ensimmäisenä laitetaan verkko paikalleen

- nostetaan kokonainen verkko pöydälle
- leikataan leveydeltään ja pituudeltaan kuusikymmentä millimetriä pienempi verkko kuin elementin mitat ovat, koska suojaetäisyys on kolmekymmentä millimetriä
- Verkkojen limitys on kaksikymmentäviisi senttimetriä.
- laitetaan verkon alle korokkeet joka viidennen silmän kohdalle.

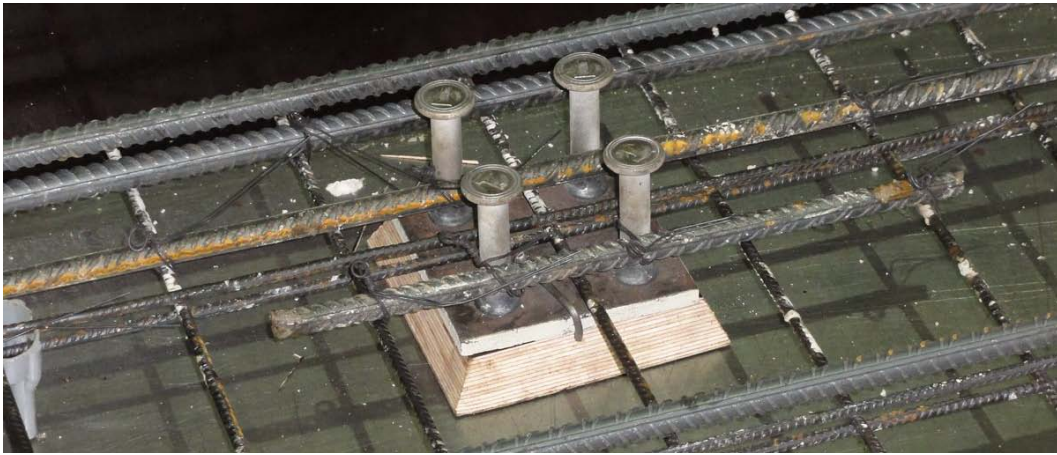
Verkon ja korokkeiden jälkeen laitetaan kehys- eli rengasteräkset. Huomioitava on teräksen jatkospituus ja suojaetäisyys. Suojaetäisyys ilmoitetaan piirustuksessa betonipeitteenä. Jatkospituudelle yleisohjeena on viisikymmentä kertaa teräksen halkaisija, eli esimerkiksi kymmenen millimetriä halkaisijaltaan olevan teräksen jatkospituus on viisisataa millimetriä. Limittäin laitettavia teräksiä ei sidota yhteen vaan jätetään niiden väliin noin kolmenkymmenen millimetrin rako. Näin teräs tarttuu parhaiten betoniin. Jos piirustukseen on merkitty, että elementtiin tulee kehysraudoitus molempiin pintoihin, pitää alempi raudoitus laittaa verkon alapuolelle ja ylempi yläpuolelle.

Ennen kehysterästen sitomista paikoilleen, kiinnitetään TR-tartunnat (Kuva 6), sekä varmistetaan, että kehysteräs tulee siten, että liippapintaan tulevat SBKL-kiinnityslevyt mahtuvat paikoilleen. Kehysteräkset tulevat TR-tartuntojen hakojen väliin. Tässä vaiheessa laitetaan myös mahdolliset

- muottipinnan SBKL-kiinnityslevyt
- KL-kiinnityslevyt
- yläreunaan, muottipintaan tai keskelle tulevat tartuntateräkset.



Kuva 6 TR-tartunnan raudoitus.



Kuva 7 Muottipintaan tulevan SBKL-kiinnityslevyn raudoitus.



Kuva 8 KL-kiinnityslevyn raudoitus.

Ennen kuin laitetaan nostolenkit paikoilleen, lovetaan styroksista suoja (Kuva 10) nostolenkin ylävaneria vasten tulevalle taitoskohdalle (Kuva 9), ettei nostolenkkejä valeta umpeen. Tämän jälkeen nostolenkit kiinnitetään verkkoon ja styroksit naulataan vaneriin. Kun nostolenkit ovat paikoillaan, voidaan sitoa myös yläreunan kehysteräkset. (Kuva 9)



Kuva 9 Lietekuiluelementin nostolenkin raudoitus.



Kuva 10 Lietekuiluelementin nostolenkki valmiissa elementissä.

6.4 Betonin levitys, pinnan käsittely ja viimeistelytyöt

Ennen betonointia muotit tuetaan korkeussuunnassa muotin sisältä, ettei levityksen yhteydessä muotin mitat muutu. Kun muotit on tuettu, voidaan aloittaa betonointi

- levitetään betonia tasaisesti jokaiseen muottiin
- tasataan rautaharavalla ja lapiolla
- Käytettäessä itsetiivistyvää betonia, sitä ei vibrata.
- tampataan rautaharavalla elementit kauttaaltaan
- Tarpeen vaatiessa voidaan betonin tiivistyminen varmistaa käyttämällä kevyesti pöytätäryä.

Lopuksi tarkistetaan, että elementin pinta on vanerin reunan tasalla. Näin varmistetaan betonin oikeasta määrästä sekä elementin oikeasta paksuudesta.

Kun betoni on levitetty, voidaan aloittaa pinnan käsittely. Aluksi hierretään uretaanihiertimellä elementin pinta tasaiseksi. Minkä jälkeen liipataan elementin pinta teräслиipalla (Kuva 11). Liippauksen helpottamiseksi voidaan suihkuttaa painepesurilla erittäin ohut kalvo vettä siten, että vesi sumutetaan ilmaan, josta se laskeutuu elementin pintaan tasaisesti, ei suihkuteta suoraan betonipinnalle. Lopuksi asetetaan SBKL-kiinnityslevyt paikoilleen siten, että ne ovat suorassa elementin pinnan tasossa.



Kuva 11 Lietekuiluelementin liippaus.

Seuraavaksi puhdistetaan pöytä ylimääräisestä betonista ja laitetaan työkalut puhdistettuina paikoilleen. Elementin jälkihoito aloitetaan välittömästi liippaamisen jälkeen laskemalla muovikate, joka estää betonin liian nopean kosteuden haihtumisen ja sen myötä elementin liian nopean jäähtymisen. Lopuksi järjestetään pöydän ympäristö ja puhdistetaan lattia.

7 LIETESÄILIÖELEMENTIN TYÖOHJEET

7.1 Pöydän puhdistaminen ja muotin kokoaminen

Elementin valmistaminen aloitetaan puhdistamalla pöytä. Pitää huolehtia ettei pestessä aiheuta vahinkoa pöydän ympäristössä, esimerkiksi kastele sähkölaitteita tai viereisiä kuivia pöytiä. Tämän jälkeen tarvittavat osat öljytään. Tässä työvaiheessa

- irrotetaan petkeleellä kovettunut betoni pöydän pinnasta ja muotista
- pestään pöydän pinta painepesurilla ja harjapesurilla
- kuivataan pöytä täysin kuivaksi
- rypsiöljy laimennetaan haaleaan veteen noin viisikymmentä prosenttiseksi seokseksi
- levitetään alakannuruiskulla pöydän pinnalle tasainen, ohut kalvo rypsiöljyä
- öljytään teräspielukset Aspform NA -muottiöljyllä (Aspo)
- käytetään teräspielusten öljyämiseen viiden ja kymmenen litran rep-puruiskuja.

Lietesäiliöelementille on vakiomittainen teräsmuotti, jossa on valmiina oikeilla kohdilla reiät vaarna- ja nostolenkeille

- laitetaan alavaneri paikalleen
- muotin sivuille laitetaan palkit, mitkä tuetaan magneeteilla
- tosin jos mahdollista, aloitetaan kiinteästä päädyistä ja lopetus tuetaan magneeteilla
- palkit kiinnitetään muottiin puristimilla
- muotin jäykkyys varmistetaan kiilaamalla.

Jos pöydälle tehdään kerralla useampi lietesäiliöelementti (Kuva 12), kootaan muotit toisiaan vasten ja tuetaan reunimmaisat pielukset magneeteilla tai kiinteään päättyyn.

Muotin kokoamisen jälkeen suoritetaan tarkistusmittaus

- tarkistetaan, että muotti on oikean pituinen ja levyinen
- muotin sivujen suorakulmaisuus tarkistetaan ristimittauksella
- Ristimittauksessa on tärkeää, että mittauspisteet ovat symmetriset nurkittain.
- jos ristimittauksessa on virhettä yli kolme millimetriä, siirretään muotin päätyjä niin, että elementistä saadaan mittatarkka.

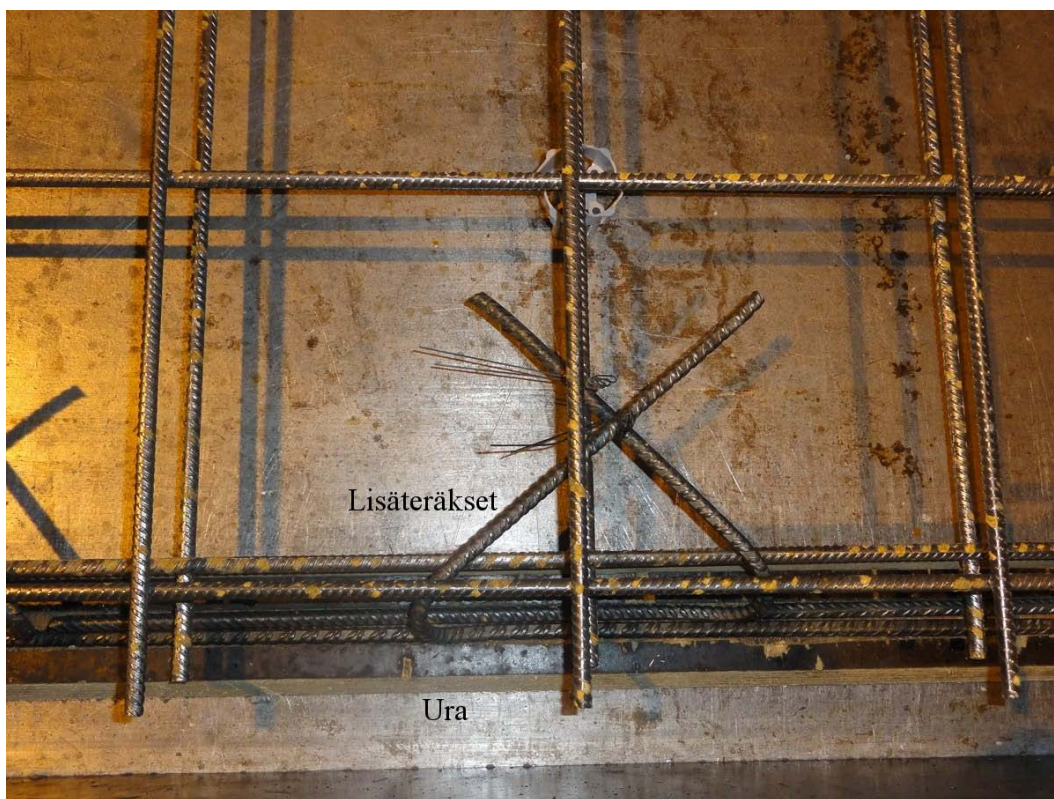


Kuva 12 Lietesäiliöelementin muotti ja raudoitus.

7.2 Raudoitus ja nostolenkit

Lietesäiliöelementille on valmis verkko, missä on vaarnalenkit valmiina oikeilla paikoilla. Elementin alareunaan, muottipintaan tulee ura, mihin kiinnitetään tartuntateräksiset (Kuva 13). Tässä työvaiheessa

- laitetaan vanerista tehty ura paikalleen
- nostetaan muottipinnan verkkorauhoitus paikalleen siten, että vaarnalenkit ovat liippapintaan päin
- työnnetään vaarnalenkit muotista olevista rei'istä palkkia vasten (Kuva 14)
- laitetaan korokkeet paikoilleen
- sidotaan tartuntateräkset verkkoon (Kuva 13)
- vaarnalenkkien reiät peittävä vaneri laitetaan paikalleen
- nostolenkit sidotaan kiinni
- peitetään nostolenkkien reiät villalla.



Kuva 13 Liertesäiliöelementin alareunan ura ja siihen tulevat tartuntateräkset.

Seuraavaksi nostetaan liippapintaan tuleva verkkorauhoitus pöydälle ja laitetaan vastakkain muottipinnan verkkorauhoitukseen nähden, eli vaarnalenkit tulevat muottipintaan päin

- laitetaan vaarnalenkit ja niiden reiät peittävä vaneri paikalleen, samoin kuin muottipinnan verkkorauoituksessa
- sidotaan vanereiden eteen, vaarnalenkkeihin muutamaa kohtaan sidontalangat, ettei vaneri kaadu valun aikana
- laitetaan villavälikkeet verkkorauoituksien väliin
- sidotaan verkkoraudotukset vaarnalenkkien kohdalta yhteen.



Kuva 14 Lietesäiliöelementin vaarnalenkit.

7.3 Betonin levitys, pinnan käsittely ja viimeistelytyöt

Kun elementin muotti on koottu, voidaan aloittaa betonointi

- lasketaan betonia muottiin
- levitetään rautaharavalla
- tasoitetaan ja tiivistetään IT-tasoittimella
- Käytettäessä itsetiivistyvää betonia, sitä ei vibrata.
- tiivistetään reunat juntaamalla haravalla.

Kun betoni on levitetty, hierretään elementin pinta uretaanihiertimellä oikean paksuiseksi ja suoraksi. Minkä jälkeen liipataan elementin pinta teräслиipalla. Liippauksen helpottamiseksi voidaan suihkuttaa painepesurilla erittäin ohut kalvo vettä siten, että vesi sumutetaan ilmaan, josta se laskeutuu elementin pintaan tasaisesti, ei suihkuteta suoraan betonipinnalle.

Seuraavaksi puhdistetaan pöytä ylimääräisestä betonista ja laitetaan työkalut puhdistettuina paikoilleen. Elementin jälkihoito aloitetaan laskemalla muovikate, joka estää liian nopean elementin kuivamisen ja siitä seuraavan jäähtymisen. Muovikate lasketaan välittömästi liippauksen jälkeen. Lopuksi järjestetään pöydän ympäristö ja puhdistetaan lattia.

YHTEENVETO

Opinnäytetyöni tavoitteena oli laatia Hietalahti ja Pojat Oy:lle laakasiilo-, lietekuilu- ja lietesäiliöelementtien työohjeet. Lisäksi kirjoitin osiot betonin ominaisuuksista, itsetiivistävästä betonista, raudoituksista ja betoniteräksistä, jotka on kirjoitettu ensisijaisesti elementin valmistajan näkökulmasta.

Laakasiilo-, lietekuilu- ja lietesäiliöelementit kuuluvat Hietalahti ja Pojat Oy:n vakiotuotantoon. Näistä elementeistä ei kuitenkaan ollut ennestään kirjallisia työohjeita. Näin ollen oli tärkeää laatia yksityiskohtaiset ja yksiselitteiset ohjeet elementin valmistuksen eri vaiheista. Työohjeiden ensisijainen tarkoitus on olla apuna uusien työntekijöiden työhön perehdyttämisessä ja valmistustapojen yhtenäistämässä.

Työohjeet koostuvat kirjallisesta selvityksestä, valokuvista ja piirustuksista. Piirustuksiin sisältyy työ- ja raudoituspiirustusten lisäksi piirustuksen lukuohje sekä detaljipiirustukset tarpeelliseksi havaituista kohdista.

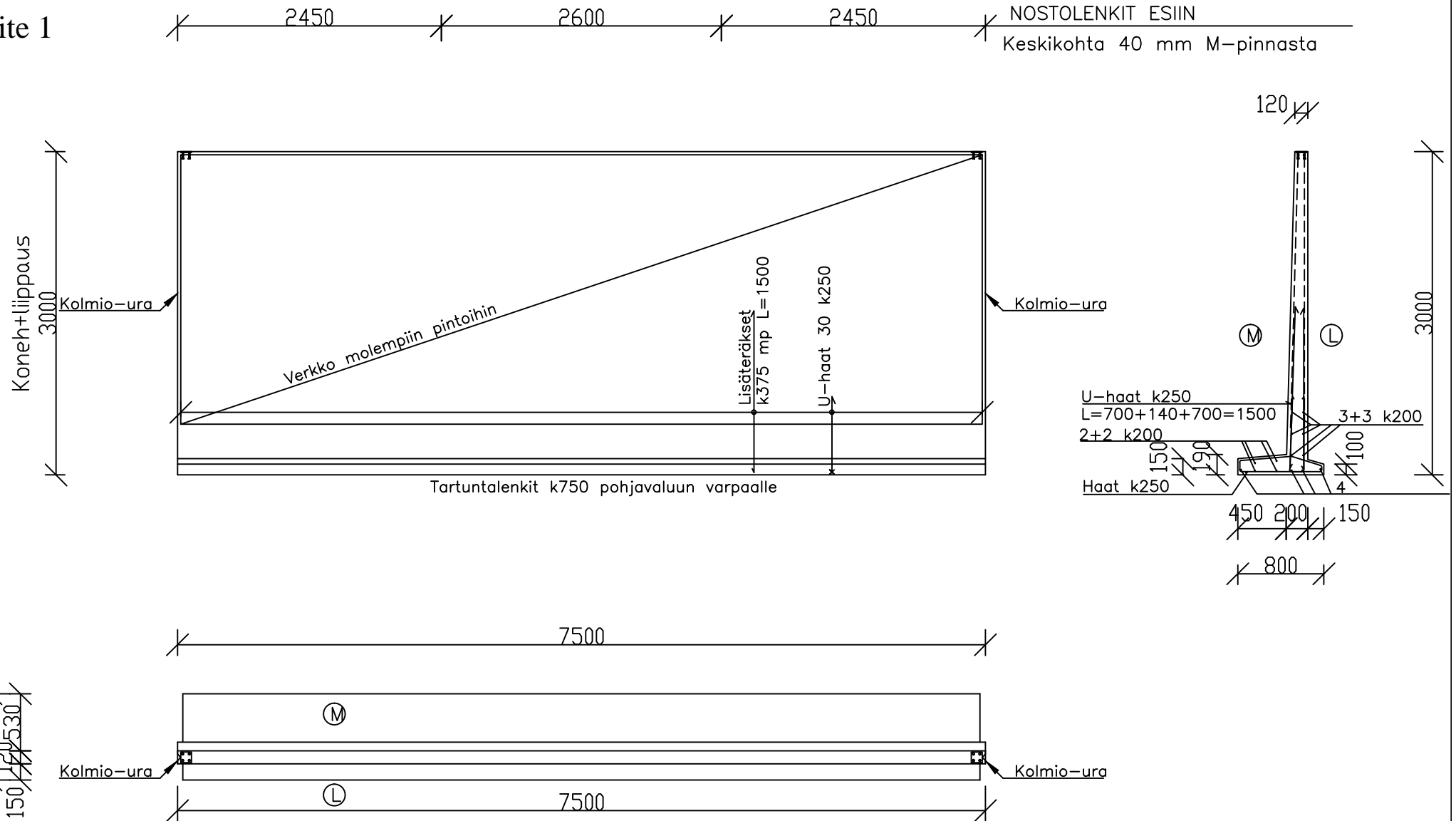
Työohjeiden sisältö perustuu Hietalahti ja Pojat Oy:n käytössä oleviin elementtien valmistustapoihin, joihin olen tutustunut kahden kesän työharjoitteluajana ja myöhemmin opinnäytetyön edetessä osallistumalla elementtien valmistusprosesseihin. Työohjeiden luotettavuuden ja käyttökelpoisuuden ovat Hietalahti ja Pojat Oy:n puolesta varmistanut elementtituotannon työnjohtaja Janne Hietalahti ja rakennusinsinööri Heikki Niininen.

Osioissa betonin ominaisuuksista, itsetiivistävästä betonista, raudoituksista ja betoniteräksistä, lähteinä on käytetty luotettavia betonialan julkaisuja.

LÄHDELUETTELO

- /1/ Betoninormit 2004, by 50. Suomen Betoniyhdistys ry. 2004. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy
- /2/ Betonitekniikan oppikirja 2004, by 201. Suomen Betoniyhdistys ry. 2004. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy
- /3/ ITB Itsetiivistyvä betoni 2004. Betonikeskus ry, Suomen Betonitieto Oy. 2004. Loviisa. Painoyhtymä Oy / Itä-Uudenmaan Paino
- /4/ Lohja Rudus Oy. Itsetiivistyvä betoni ITB. [viitattu 15.4.2010] Saatavilla www-muodossa:
<URL:<http://www.rudus.fi/download.aspx?intFileID=401&intLinkedFromObjectID=9337>>
- /5/ Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. Suomen rakentamismääräyskokoelma B4, Betonirakenteet, ohjeet 2004. Päivitetty huhtikuussa 2009 [viitattu 15.4.2010]. Saatavilla www-muodossa:
< [URL:http://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/b4.pdf](http://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/b4.pdf)>

Liite 1

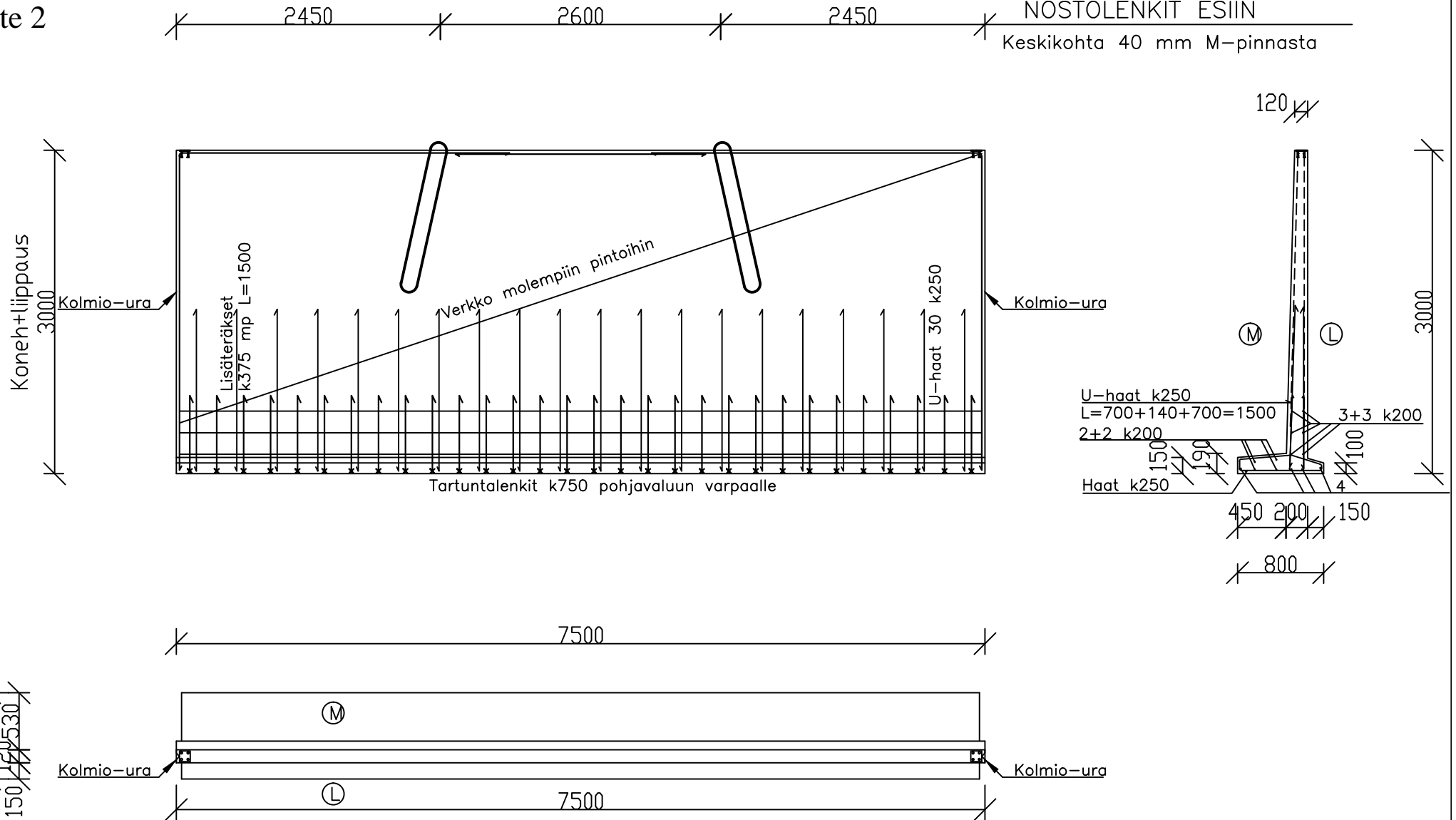


Viisteet: -	Betoni:	Teräs: A500HW	Verkot: B500K	Suunnittelukäyttöikä: 50v	Nostolujuus: K15	Asennuslujuus: K21
Korokkeet: 27 mm	Tilavuus	Rakennuskohde			Sisältö	Määrä
Betonipeite ja toleranssi	Laatu	Vakioelementit			LAA30-75	KPL
M: 25 +5/-5	1. 4,06 m ³	K45-2 Huok	Tekijä		Elementin pinta-ala, tilavuus ja paino	
L: 25 +5/-5	2. 0,12 m ³	K45-2 Huok	Tark	Suunnittelualue	22,5 m ² 4,18 m ³ 10,0 T	
Rasitusluokka:	3. m ³		Muutos	Mittakaava		
M: XC4, XF1, XA2	Eristys:	Päiväys		1:50		
L: XC4, XF1, XA2	↔ Liittyvän elem suunta	20.4.2010				

Liite 2

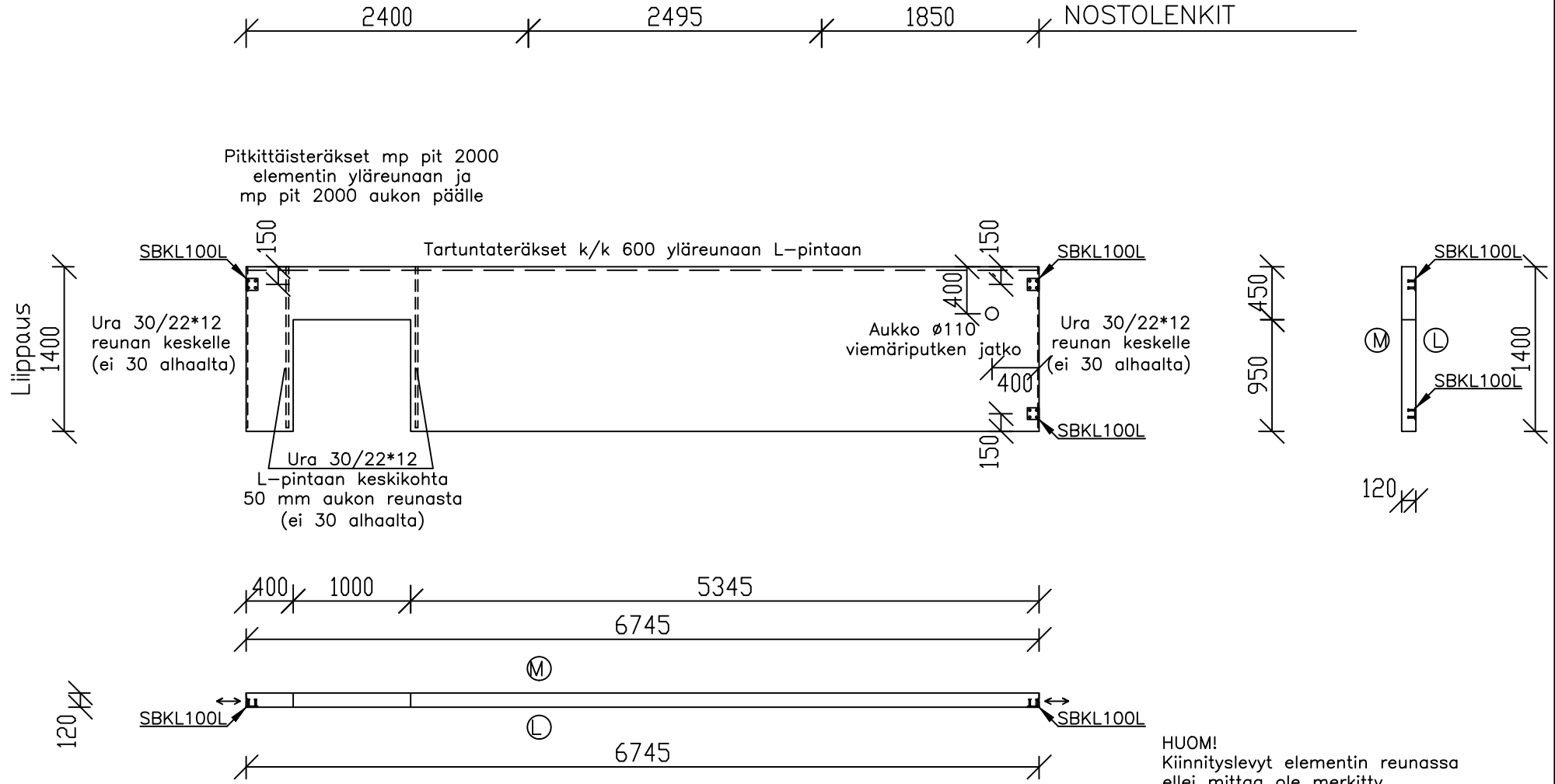
NOSTOLENKIT ESIIN

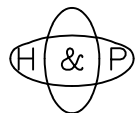
Keskikohta 40 mm M-pinnasta



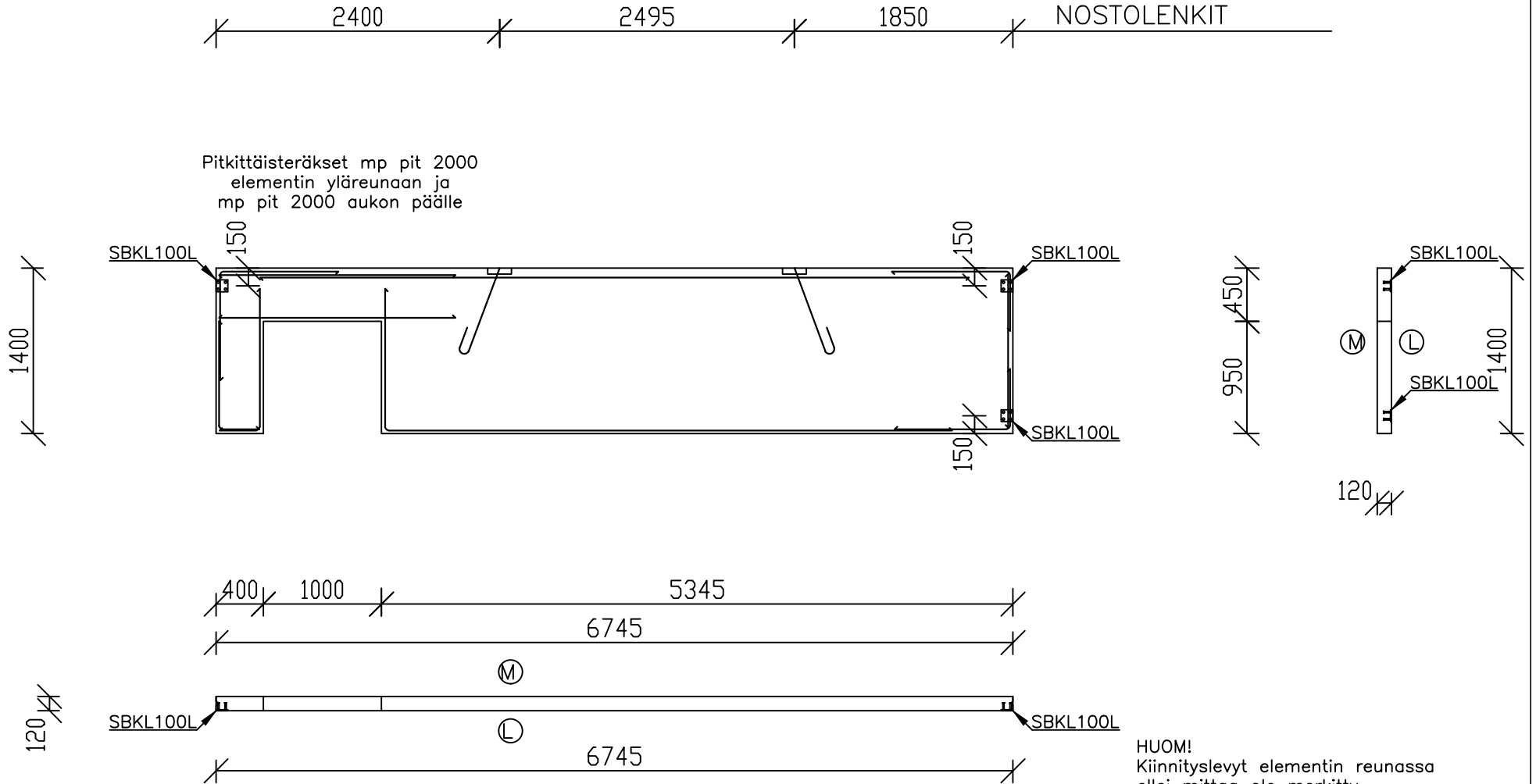
Viisteet: -	Betoni:	Teräs: A500HW	Verkot: B500K	Suunnittelukäyttöikä: 50v	Nostolujuus: K15	Asennuslujuus: K21
Korokkeet: 27 mm	Tilavuus	Rakennuskohde		Sisältö	Määrä	
Betonipeite ja toleranssi	Laatu	Vakioelementit		LAA30-75	KPL	
M: 25 +5/-5	1. 4,06 m³	K45-2 Huok	Tekijä	Tark	Elementin pinta-ala, tilavuus ja paino	
L: 25 +5/-5	2. 0,12 m³	K45-2 Huok	Päiväys	Muutos	22,5 m² 4,18 m³ 10,0T	
Rasitusluokka:	3. m³		9.4.2010	Mittakaava		
M: XC4, XF1, XA2	m³			1:50		
L: XC4, XF1, XA2	Eristys:	Suunnittelualue				
	↔ Liittyvän elem suunta	Suunnitteluala				
		RAK				

Liite 3



Viisteet: -	Betoni:	Teräs: A500HW	Verkot: B500K	Suunnittelukäyttöikä: 50v	Nostolujuus: K15	Asennuslujuus: K21
Korokkeet: 32 mm	Tilavuus	Rakennuskohde			Sisältö	Määrä
Betonipeite ja toleranssi	1. m ³	Tekijä Päiväys 18.3.2010			LK	1 KPL
M: 30 +10/-5	m ³					
L: 30 +50/-5	m ³					
Rasitusluokka:	m ³					
M: XC4, XA1	Eristys:	Tark	Suunnitteluala	Elementin pinta-ala, tilavuus ja paino 8,5 m ² 1,02 m ³ 2,6T		
L: XC4, XA1	↔ Liittyvän elem suunta	Muutos	Mittakaava			
			1:50			

Liite 4

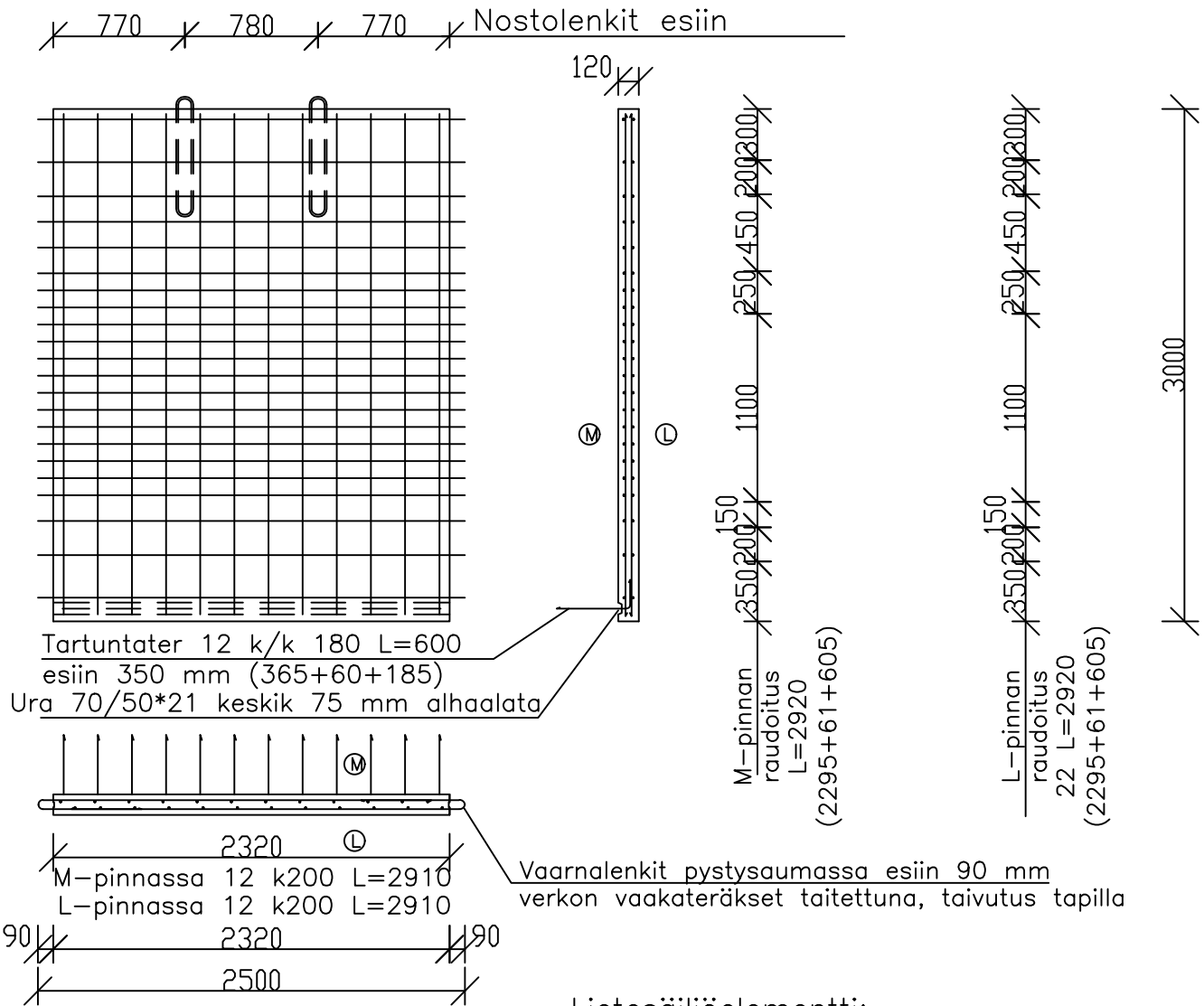


Viisteet: -	Betoni:	Teräs: A500HW	Verkot: B500K	Suunnittelukäyttöikä: 50v	Nostolujuus: K15	Asennuslujuus: K21
Korokkeet: 32 mm	Tilavuus	Rakennuskohde			Sisältö	Määrä
Betonipeite ja toleranssi	1. m ³	Tekijä			LK	1 KPL
M: 30 +10/-5	m ³					
L: 30 +50/-5	m ³					
Rasitusluokka:	m ³					
M: XC4, XA1	Eristys:	Tark	Suunnitteluala	Elementin pinta-ala, tilavuus ja paino		
L: XC4, XA1	↔ Liittyvän elem suunta	Päiväys	Muutos	Mittakaava	8,5 m ²	1,02 m ³
		20.4.2010		1:50		2,6T

Liite 5

RAKENNEKUVA

1:40



Lietesäiliöelementti:

Ympäristöluokka: XC4, XF3, XA2

Korokkeet: 32 mm

Betoni: K45-2 Huokostettu

Suojaetäisyys ja toleranssi

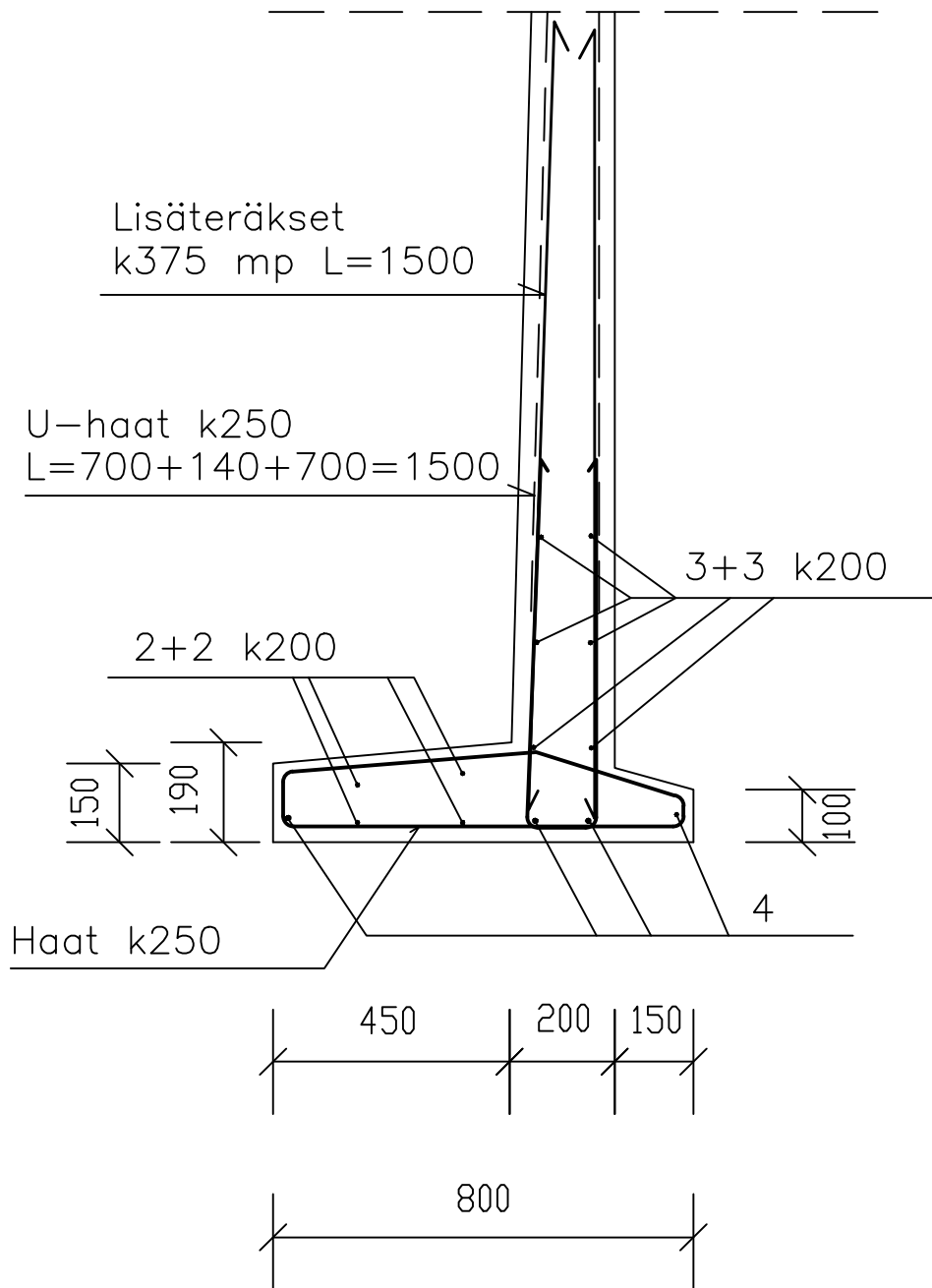
M-pinnassa: 30 +5/-5

L-pinnassa: 30 +5/-5

Massamenekki: 0,81 m³

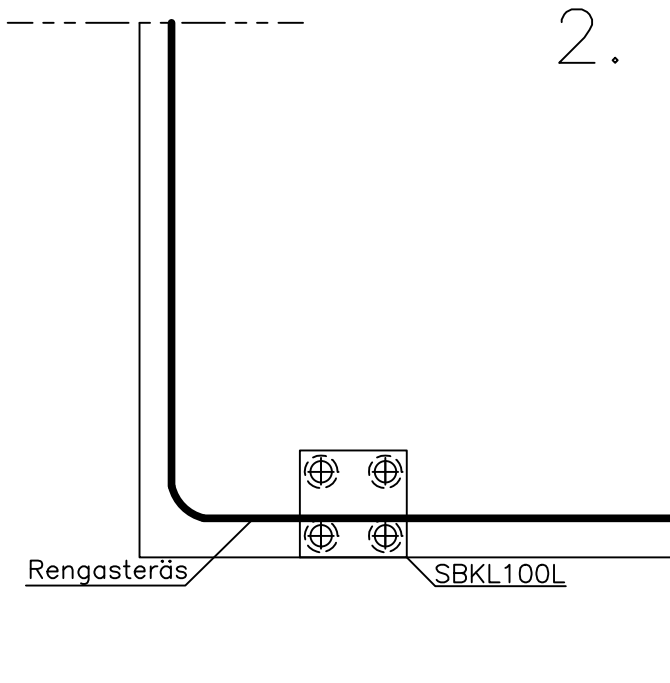
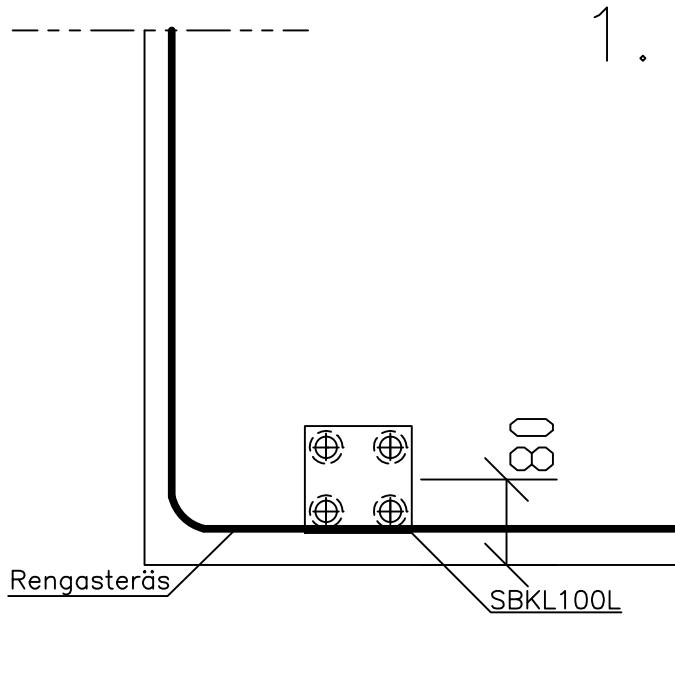
Paino: 2,00 T


Liite 6



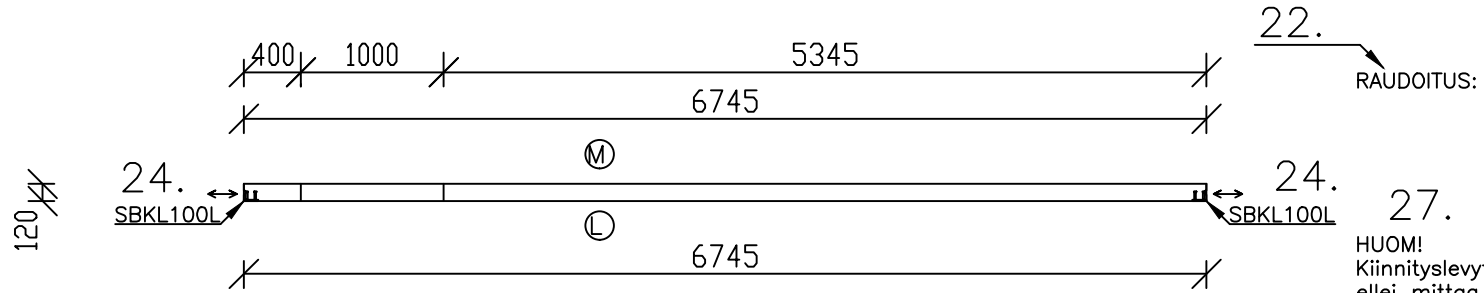
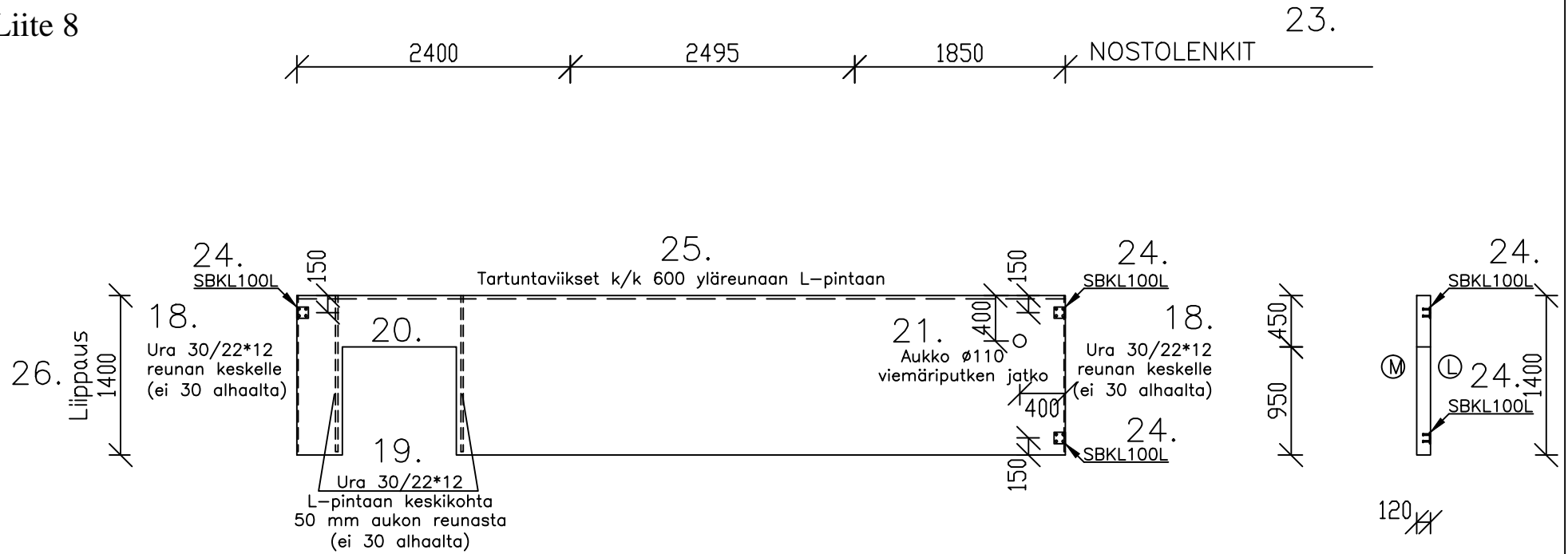
K.oso/Kyö	Korttel/Tila	Tontti/Rn:o	Viranomaisen arkistointimerkintöjä varten			
Rakennustoimenpide Laakasiloelementti		Piirustuslaji Rakennepiirustus	Juoks.n:o 6			
Rakennuskohteen nimi ja osoite Laakasilo Hietalahti ja Pojat Oy Hietalahdentie 46, 69510 HALSUA		Piirustuksen sisältö Detalji, jalan raudoitus	Mittakaava 1:10			
HIETALAHTI JA POJAT OY Hietalahdentie 46 69510 HALSUA Puh: 06-860 5000		Suunn. Piirt. Tark./ Hyväks. Pvm	Suunnitteluala RAK	Työnumero 6	Piir.n:o Muutos	
		Allekirjoitus 20.4.2010	Tiedoston nimi			

Liite 7



K.osa/Kyö	Kartti/Tila	Tontti/Rn:o	Viranomaisten arkistointimerkintöjensä varten			
Rakennustoimenpide SBKL-raudoitus		Piirustuslaji Detalji		Juoks.n:o 7		
Rakennuskohteen nimi ja osoite Lietekuilu Hietalahti ja Pojat Oy Hietalahdentie 46, 69510 HALSUA		Piirustuksen sisältö 1. SBKL 80 mm reunasta 2. SBKL reunassa kiinni .		Mittakaava 1:5 1:5 .		
HIETALAHTI JA POJAT OY Hietalahdentie 46 69510 HALSUA Puh: 06-860 5000 		Suunn.	Suunnitteluala	Työnumero	Piir.n:o	Muutos
		Piirt.	RAK		7	
		Tark./Hyväks.				
		Pvm 20.4.2010	Allekirjoitus		Tiedoston nimi	

Liite 8



1.	Viisteet: -	5.	6.	Betoni:	9.	14.	10.	11.	15.	12.	13.
2.	Korokkeet: 32 mm	1.	1.	Tilavuus	Laatu	Teräs: A500HW	Verkot: B500K	Suunnittelukäyttöikä: 50v	Nostolujuus: K15	Asennuslujuus: K21	
3.a	Betonipeite ja toleranssi	M: 30 +10/-5	L: 30 +50/-5			Rakennuskohde		Sisältö		Määrä	16.
3.b	Rasitusluokka:	M: XC4, XA1	L: XC4, XA1			Tekijä		Tark	Suunnitteluala RAK	LK	
4.						Päiväys		Muutos	Mittakaava 1:50	1 KPL	
				7.	8.	Eristys:		Liittyvän elem suunta		Elementin pinta-ala, tilavuus ja paino	
						20.4.2010				8,5m ² 1,02m ³ 2,6T	

Liite 9

1.	Elementtiin ei tule viisteitä
2.	32 mm korkeat korokkeet
3.a	Raudoituksen suojaetäisyys ja rajat kuinka paljon suojaetäisyydestä saa poiketa muottipinnassa
3.b	Raudoituksen suojaetäisyys ja rajat kuinka paljon suojaetäisyydestä saa poiketa liippapinnassa
4.	Betonirakenteen rasitusluokka ympäristöolosuhteiden mukaan
5.	Betonin tilavuus valukerroittain
6.	Betonin lujuusluokka
7.	Elementtiin ei tule eristystä
8.	Suunta jossa seuraava elementti liittyy kyseiseen elementtiin
9.	Betoniterästen teräslaatu
10.	Verkkoraudoituksen teräslaatu
11.	Suunnittelukäyttöikä kertoo kuinka kauan rakenteen tulee kestää rasitusluokan mukaisessa ympäristössä
12.	Lujuus, mihin betonin on pitänyt kovettua ennen kuin elementti voidaan nostaa pöydältä
13.	Lujuus, mihin betonin on pitänyt kovettua ennen kuin elementti voidaan asentaa
14.	Elementin tilaajan nimi
15.	Elementin tunnus
16.	Montako piirustuksen mukaista elementtiä menee kyseessä olevaan rakennuskohteeseen
17.	Elementin pinta-ala neliönä, tilavuus kuutioina ja paino tonneina
18.	Leveydeltään 30 mm, joka kapenee 22 mm:si ja 12 mm syvä ura. 30 mm elementin alareunasta ylöspäin ei tule uraa. Urat on kiinnitetty valmiiksi päätyvanereihin puupuolella.
19.	Liippapintaan tuleva ura, jonka mitat ovat samat kuin kohdassa 18. Uran keskikohta on 50 mm:n etäisyydellä aukon reunasta.
20.	Vanereista tehty aukko joka tuetaan magneeteilla, laudoilla tai vanereilla
21.	Halkaisijaltaan 110 mm oleva viemäriputken jatko
22.	Raudoituksen tiedot. Verkon teräksien paksuus, silmäkoko ja jatkospituus. Kehysterästen paksuudet, jatkospituudet ja kohdat mihin ne sijoitetaan.
23.	12 mm nostolenkit ja kohdat joihin ne laitetaan
24.	SBKL-kiinnityslevy mitoiltaan 100 mm x 100 mm
25.	Pinta liipataan
26.	Laitetaan halkaisijaltaan 8 mm paksut tartuntaviikset yläreunaan liippapintaan, jaolla 600 mm viiksen keskikohdasta seuraavan viiksen keskikohtaan.
27.	Elementtikohtainen erityishuomautus