



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Maanvaraisten lattioiden ympärivuotisen rakentamisen haasteet

Kohteena Ratinan kauppakeskus

Toni Marttila

Opinnäytetyö
Toukokuu 2017
Rakennustekniikka
Rakennustuotanto



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka
Rakennustuotanto

TONI MARTTILA

Maanvaraisten lattioiden ympärivuotisen rakentamisen haasteet
Kohteena Ratinan kauppakeskus

Opinnäytetyö 79 sivua, joista liitteitä 25 sivua
Toukokuu 2017

Opinnäytetyön tarkoituksena on selittää ja tutkia miten rakennetaan onnistuneesti maanvaraisia lattioita ympärivuotisessa rakentamiskohteessa. Opinnäytetyön kohteena ovat Tampereella Ratinan kauppakeskuksen maanvaraiset lattiat. Lattiat sijaitsevat kauppakeskuksen alimmassa kerroksessa ja ne tulevat toimimaan kauppakeskuksen pysäköintitiloina. Maanvaraisten lattioiden rakentaminen alkoi heinäkuussa 2016 ja niiden teko jatkuu heinäkuun 2017 loppuun. Työn aiheena olevien lattioiden yhteispinta-ala on noin 15 000m².

Rakentamisaika käsitti kaikki vuodenajat. Se aiheutti laadukkaalle rakentamiselle omat haasteensa. Näin siitakin huolimatta, että lattioita valettiin aina vasta siinä vaiheessa, kun yläpuolelle oli asennettu ylemmän kerroksen ontelolaattaholvi sääsuojaksi.

Maanvaraisten lattioiden rakentamista tarkastellaan perustusten tekemisestä lattioiden valmiiseen käyttöönottoon asti kaikkine eri vaiheineen. Lisäksi kerrotaan mitä asioita tulee ottaa huomioon työn onnistumiseksi ja mitä asioita käyttötarkoitus asettaa vaatimukseksi, sekä mitä riskejä milläkin toimenpiteillä ehkäistään.

Opinnäytetyössä käsitellään mitä asioita tulee ottaa huomioon maanrakennusvaiheessa, eristämässä, betonilaatan irrottamisessa muista rakenteista, raudoittamisessa, betonointitöissä ja erilaisten olosuhteiden aikana. Työssä keskitytään erityisesti eri työvaiheiden selostamiseen ja siihen mitkä mahdolliset ongelmat niillä ehkäistään.

Rakentamiskohteen tuomat suurimmat haasteet ovat pohjaveden pintatason lähellä rakentaminen, olosuhteiden vaikutuksen huomioiminen ja työstettävän alueen suuri koko. Näiden lisäksi valmistettavan lattian vähäinen paksuus (100mm) edellyttää erityistä huolellisuutta ja tarkkuutta jokaiselta työvaiheelta.

Tekstissä kerrotaan siitä millä tavoin erilaisissa olosuhteissa on onnistuttu tekemään laadukas lattia. Erityisesti betonin valamiseen liittyen nämä asiat ovat tärkeitä ja haastavia, koska keli- ja sääolosuhteet ovat muuttuvia ja aina niiden muuttuessa on myös toimintatavat tarkastettava. Opinnäytetyössä perehdytäänkin esimerkkien avulla siihen, mitä toimintatapoja ja työvaiheita on tehty onnistuneen betonityön aikana, sitä ennen ja sen jälkeen. Näin saadaan arvokasta tietoa sovellettavaksi vastaaviin kohteisiin jatkossa.

Asiasanat: maanvarainen lattia, maanvarainen laatta, betonilattiat, talvirakentaminen

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree programme of Civil engineering
Building Production

TONI MARTTILA

Year-round building of ground slabs and its challenges
Target Ratina mall

Bachelor's thesis 79 pages, appendices 25 pages
May 2017

Meaning of the thesis is to explain and discover how to build successfully ground slabs in target what is going on year-round. Targets of the thesis are ground slabs in Ratina mall. Floors are located in the basement of the building and they are going to work as a parking place of the mall. Constructions started in July 2016 and will be finished in July 2017. Area of the floors in thesis is 15 000m².

Time of constructions involved all seasons. It brought some difficulties, even so that concrete pouring was able only after when top floor was already installed.

Building is viewed from making foundation till ready to use stage with all its different construction stages. Moreover there will be told that what things you have to consider to success, and what cases main of use sets as requirements and what risks any action prevents.

Bachelor's thesis is handling thoroughly what things there must be considered in earth-work, insulations, detaching slab from other structures, iron fittings, concrete works and in considering circumstances. Text pays attention especially in explaining different stages and what possible problems will be solved like this.

Biggest challenges in target are building near groundwater, considering circumstances and big size of the work area. Additionally there is also the small thickness (100mm) of the floor, what needs extra attention by every work stage.

In text there will be told that how it was possible to do good result in different circumstances. Especially this things concerning pouring concrete are very important and challenging, because circumstances can be very different in times and because of that also working procedures has to be different. Bachelor's thesis is telling, with examples, what working procedures and stages has been used during, before and after successful concrete pouring.

Key words: ground slab, concrete floors, winter construction

SISÄLLYS

1	Johdanto.....	7
2	Lähtötietoja.....	8
2.1	Tilakaavio	8
2.2	Vaatimukset	9
2.3	Rakennustyöselostus	10
2.4	Leikkaukset ja detaljit	11
3	Maanrakennus ja perustukset	12
3.1	Käytettävät maa-ainekset.....	12
3.2	Raakapohjien teko.....	13
3.3	Tasaushiekan asennus	13
3.4	Kaivojen ja putkikanaalien asennus.....	14
3.5	Talviolosuhteet.....	15
4	Eistäminen.....	18
4.1	Styrox.....	18
4.2	Anturoiden eristäminen.....	18
4.2.1	Bitumikermi ja suodatinkangas.....	18
4.2.2	Styrox	19
4.2.3	Vedenpitävä pinnoite	19
4.3	Pilarien ja pilarien pohjalevyjen eristäminen.....	19
4.4	Eistäminen seinistä ja muista pystysuorista rakenteista	20
4.5	Eistäminen linjakuivaimista	22
4.6	Vedenpaineen alaiset rakenteet.....	22
4.6.1	Bentoniittimattojen toimivuus.....	23
5	Linjakuivaimet ja liikuntasaumaraudat	24
5.1	Linjakuivaimet ja niiden asennus	24
5.2	Liikuntaraumaradat ja niiden asennus	25
6	Raudoittaminen	28
6.1	Lattioiden verkkoraudoitus	28
6.1.1	Rengasteräkset.....	29
6.1.2	Pilarien ja kaivojen raudoitus.....	29
6.2	Linjakuivaimien raudoitus	30
6.3	Reunavahvistetut alueet, porraskuilut ja ajoluiskat	30
7	Irrutuskaistat	32
8	Betonointi	33
8.1	Betoniluokka.....	33

8.2	Valmistavat toimenpiteet	33
8.3	Valuolosuhteista huolehtiminen	33
8.3.1	Mv-lattioiden valaminen kesällä	34
8.3.2	Mv-lattioiden valaminen syksyllä ja keväällä.....	35
8.3.3	Mv-lattioiden valaminen talvella	36
8.4	Valualueen koon määrittelyminen	37
8.5	Betonin valaminen ja levittäminen	38
8.6	Hiertäminen ja pinnoittaminen	40
9	Jälkihoito	42
9.1	Jälkihoitaminen kesällä	42
9.2	Jälkihoitaminen syksyllä ja keväällä.....	43
9.3	Jälkihoitaminen talvella	43
10	Tulokset	45
10.1	Onnistumiset, epäonnistumiset ja kehitysideat	45
11	Pohdintaa	49
11.1	Virheet ja niiden korjaaminen.....	49
11.2	Miksi töissä onnistuttiin.....	51
11.3	Opinnäytetyön tekeminen	52
	LÄHTEET	53
	LIITTEET	54
	Liite 1. Rakennustyöselostus.....	54
	Liite 2. Kauppakeskuksen pohjapiirustus, leikkaukset ja detaljit	72
	Liite 3. Liikuntasauमारautalaitteen asennusohje	73
	Liite 4. Betonin lämpötilamittaus.....	75

LYHENTEET JA TERMIT

TAMK	Tampereen ammattikorkeakoulu
mv	maanvarainen
huopa	kumibitumikermi
styrox	suulakepaisutettu polystyreeni
vibraaminen	betonin täryttäminen

1 Johdanto

Opinnäytetyössä käsiteltävät maanvaraiset lattiat sijaitsevat ja ovat rakenteilla Tampereen Ratinan kauppakeskuksessa. Ne ovat rakennuksen alimman kerroksen lattiaita, joiden käyttötarkoituksena on toimia kauppakeskuksen pysäköintitiloina.

Opinnäytetyössä perehdytään maanvaraisten lattioiden rakentamisen jokaiseen vaiheeseen: maanrakennus/perustukset, eristys, raudotteet, betonointi, suojaus sekä jälkihoito. Lisäksi huomioidaan rakennuskohteen tuomat erityisvaatimukset, kuten esimerkiksi pohjaveden lähellä rakentaminen, sää olosuhteet, betonitöiden haasteet ja lattioiden ohut rakenne (100mm).

Työkohteena olevien lattioiden yhteispinta-ala on noin 15 000m². Lattiat valmistetaan letkuvaluna niiden hankalan sijainnin ja suuren koon vuoksi. Valualueiden koot vaihtelevat pienistä luiskavaluista (esimerkiksi 65m²) aina hieman yli 1000m² valuihin asti. Yleisin valualueen koko on noin 520-600m². Lattioiden valmistumiseen tarvitaan siis yhteensä noin kolmekymmentä valukertaa.

Betonin pumppaaminen pitkiä valuletkuja pitkin on haastavaa ja tämän takia pyrittiin valamaan mahdollisimman isoja alueita kerralla. Valualueiden kokoa rajoitti myös muut käynnissä olevat työt, joiden tähden yli 1000m² valut ovat vaikeita tai peräti mahdottomia toteuttaa. Myöskin valamisen kesto on rajoittava tekijä, koska esimerkiksi noin 600m² valun suorittaminen kestää noin kuusi tuntia ja valamisesta noin neljän tunnin kuluttua alkava hiertäminen lähestulkoon saman ajan. Työaika ja inhimillinen jaksaminen rajoittivat täten kerralla tehtävää työmäärää.

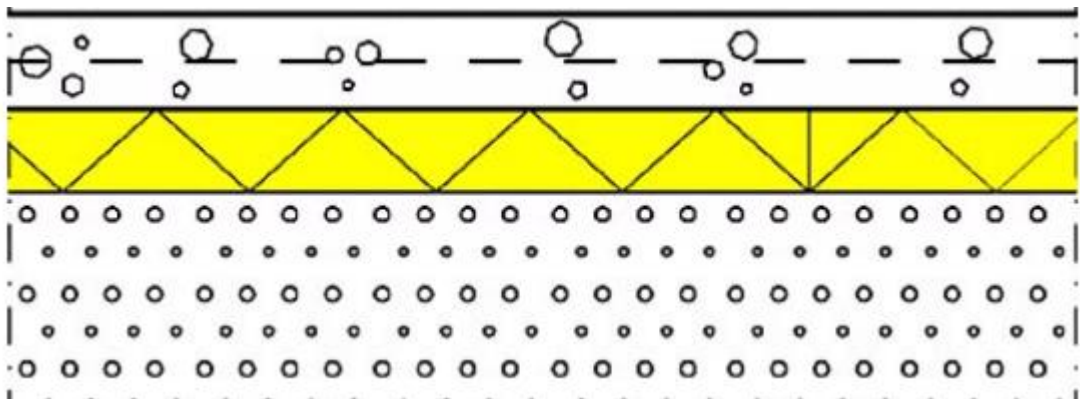
Valualueiden määrittäminen ja aikataulujen rytmittäminen ovat oleellisia asioita työjohtamisessa. Tämä taito on kehittynyt oman kokemuksen sekä kokeneemmilta työnjohtajilta ja kirjallisuustutkimuksista saatujen tietojen avulla.

2 Lähtötietoja

Lähtötietoina käytetään suunnitelmien mukaisia piirustuksia ja rakennustyöselostuksia, sekä yleisesti käytössä olevia RYL:n mukaisia ohjeistuksia.

Lattioiden paksuus yleisesti 100mm. Betoniluokka C30/37, 16mm raekoolla. Raudoitteina käytetään keskellä betonia sijoitettavaa 8mm harjateräsverkkoa 200mm silmäkoolla. Eristeenä käytetään 100mm paksua suulakepaisutettua polystyreeniä. Rakenneleikkaus yleisimmästä lattiapohjasta näkyy kuvassa 1.

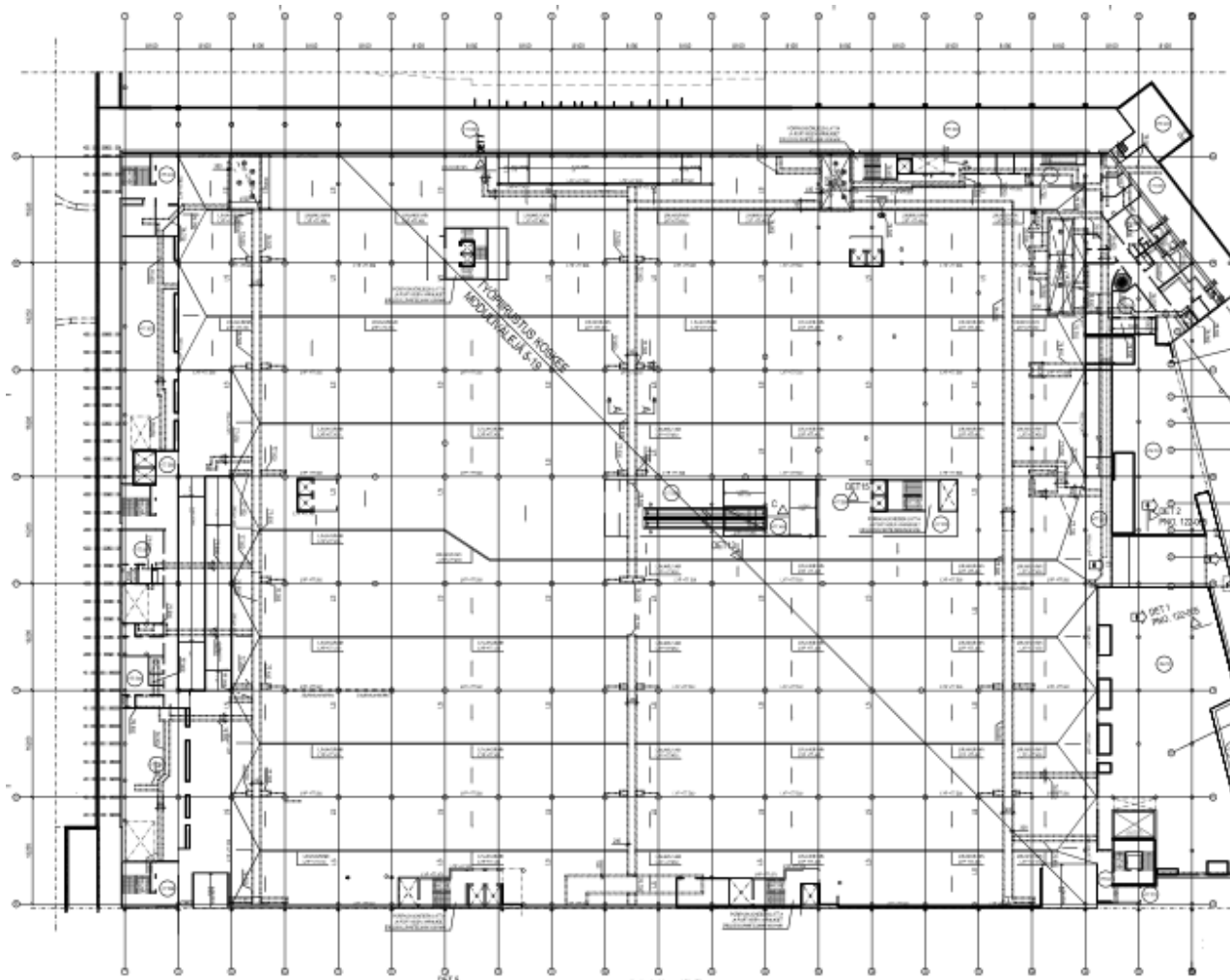
Alueeseen kuuluu myös reunavahvistettuja alueita, ajoluiskia, pumppaamojen kansia sekä porrashuoneiden pohjia. Nämä alueet vaativat yleensä suuremman betonikerroksen ja suuremmat raudoitteet.



KUVA 1. Lattian rakenneleikkaus.

2.1 Tilakaavio

Oheisessa kuvassa (Kuva 2.) on esiteltyä kauppakeskuksen alimman kerroksen lattiapiirustus. Työssä käsiteltävä alue on piirustuksen lattiat kokonaisuudessaan, pois lukien isot ajoluiskat.



KUVA 2. Kauppakeskuksen P2 kerroksen lattiapiirustus

2.2 Vaatimukset

Kuvassa 3 esitetään suunnitelmissa esitetyt vaatimukset ja luokitukset maanvaraisille lattioille.

MAANVARAINEN LAATTA

TERÄSBETONILATTIA HL = 100

KÄYTTÖIKÄ 50 v., RASITUSLUOKKA XC2

RASITUSLUOKASSA HUOMIOITU MASTERTOP 400 -SARJAN PINNOITE

LAATULUOKITUS, MATERIAALIT JA SUOJABETONIT:

LAATUTEKUJÄT: B-2-II (BLY7/BY45, KOHTA 1.2)

BETONI: C30/37

TERÄS: T = A500HW

ERISTE: 100mm EPS100

LAATASSA KESKEINEN T8#200 VERKKO, LIMITYS 2 SILMÄVÄLIÄ

PUMPPAAMOJEN KANSIEN, REUNAVAHVENNETUN LAATAN SEKÄ KANAALIEN YLITYKSIEN RAUDOITUKSET: KTS. LEIKKAUKSET JA DETALJIT.

SUOJABETONI: NIMELLISARVO 30 mm, KUN BETONITERÄKSEN SALLITTU MITTAPOIKKEAMA ON 10 mm
MAATA VASTEN VALETTAESSA 50 mm

LIIKUNTASAUMARAUDOITE: JS-LIIKUNTASAUMARAUDOITE KUUMASINKITTY

LINJAKAIVOJEN ASENNUS VALMISTAJAN OHJEEN MUKAAN

LATTIATYÖN TOTEUTUS:

LAATAN LÄPI TULEVAT PILARIT JA SEINÄT IRROITETAAN LAATASTA SITEN, ETTÄ LAATAN KUTISTUMINEN PÄÄSEE VAPAASTI TAPAHTUMAAN. KTS. OHEISET DETALJIT.

ERITYISTÄ HUOMIOTA TULEE KIINNITTÄÄ HIERRON OIKEA-AIKAISEEN ALOITUSAJANKOHTAAN SEKÄ HUOLELLISEEN JÄLKIHOITOON

KUVA 3. Maanvaraisen laatan vaatimukset

2.3 Rakennustyöselostus

Työssä käsiteltävien maanvaraisten lattioiden rakennustyöselostuksena käytetään koko rakennuskohteessa käytössä olevaa yhteistä rakennustyöselostusta koskien betonirakenteita. Rakennustyöselostus löytyy liitteestä 1.

2.4 Leikkaukset ja detaljit

Vaikka maanvaraisten lattioiden pääasiallinen rakenne on sama, on siinä myös useita normaalista poikkeavia kohtia. Tällaisia kohtia ovat esimerkiksi luiskien reuna-alueet, reunavahvistetut reunat, seinien vierustat ja liikuntasauojen ympäristät. Näille tämän tällaisille kohdille on erikseen suunnitellut rakentamistavat piirustuksissa, joiden rakenteet näkyvät piirustuksissa erilaisina leikkaus- ja detaljikuvina. Esimerkkejä leikkauksista ja detaljeista löytyy työn liitteestä 2.

3 Maanrakennus ja perustukset

3.1 Käytettävät maa-ainekset

Perustusten pohjana käytetään pääsääntöisesti alueen omaa maa-ainesta, joka on routimattonta sekalaista kiviainesta. Maa-aineesta poistetaan suuret kivet tasaisen laadun varmistamiseksi. Kyseistä maa-ainesta tulee lattioiden alapuolella olevan pohjaveden yläpinnan yläpuolelle noin 60cm kerros. Tätä kerrosta kutsutaan niin sanotuksi raakapohjaksi.

Raakapohjien päälle levitetään 1-3cm kerros tasaushiekkaa, joka on raekooltaan 0-8mm (Kuva 4). Tasaushiekassa ja sen seassa ei saa olla kiviä, jotta pohjasta tulee riittävän tasainen. Mahdolliset kivet poistetaan käsin hiekan seasta.



KUVA 4. Tasaushiekka.

3.2 Raakapohjien teko

Raakapohjien paksuus on noin 60cm. Niiden rakentaminen aloitetaan suoraan pohjaveden yläpinnan yläpuolelta. Maa tiivistetään 20-40cm kerroksissa 40kg:n tai 80kg:n tärylätkällä. Maata muokataan kaivinkoneella ja sen korkeus tarkistetaan tasolaserilla. Raakapohjille tehdään valmiiksi suhteellisen tarkat kallistukset (50mm nousu 8,1m matkalla). Mittatarkkuus kyseisissä pohjissa on noin +/- 1cm. Tällä pyritään ehkäisemään hiekan ylimääräistä käyttöä ja takaamaan lattioiden pohjien tasainen kallistus.

3.3 Tasaushiekan asennus

Tasaushiekkaa asennetaan keskimäärin 1-3cm. Se levitetään alkuun kaivinkoneella, jonka jälkeen hiekkaan asennetaan useita metrejä pitkät metalliputket. Metalliputket asennetaan tasolaseria käyttäen siten että metalliputkien yläpinta on siinä korkeudessa johon tulee haluttu hiekan yläpinta (Kuva 5). Samalla tavalla asennetaan myös toinen metalliputki muutaman metrin päähän ja näitä metalliputkia pitkin hiekan pinta ja kallistukset vedetään linjarilla tasaisiksi (Kuva 6). Tällä tavalla työstettäessä lattiapohjien mittatarkkuus saadaan aina parin millin tarkkuuteen saakka, mikä helpottaa eritelevyjen asentamista ja tasainen pohja on tärkeä edellytys koskien lattioiden pitkäikäisyyttä ja laatua. Koska betonilattian ollessa vain 100mm paksu, sen tasapaksuisuudella on iso merkitys estämään lattian halkeilua ja murtumista, erityisesti sen kuivumis- ja kutistumisvaiheessa.

Tasaushiekka asennetaan siten että sen yläpinta 185mm valmiin lattian yläpinnasta. Betonilattian ja styroxin paksuus on yhteensä 200mm, mutta kokemusten mukaan hiekka ja styrox painuvat betonin alla yhteensä noin 15mm, eli korottamalla hiekkaa 15mm saadaan halutun paksuinen betonilaatta haluttuun korkoon.



KUVA 5. Metalliputkien asennus oikeaan korkoon.



KUVA 6. Tasaushiekan asennus.

3.4 Kaivojen ja putkikanaalien asennus

Pohjaveden läheisyydessä työskentely tuottaa maanrakennusvaiheessa omat haasteensa. Yleisimmät näistä koskevat putkikanaalien ja esimerkiksi salaojakaivojen asennuksia, koska näitä asennettaessa mennään pohjaveden yläpinnan alapuolelle. Kyseisissä tilanteissa käytetään uppovesipumppuja, joiden avulla ylimääräinen vesi saadaan pidettyä

poissa kaivannosta ja mahdollistetaan maanrakennustyöt ilman veden aiheuttamia suurempia haittoja tai riskejä (Kuva 7).

Pumppua pidetään käytössä niin kauan että muut työt saadaan kaivannossa tehtyä loppuun. Tämän jälkeen pumppu nostetaan pois kaivannosta, joka täytetään saman tien routimattomalla maa-aineksella. Maata laitetaan kaivantoon noin 40cm kerros, jonka jälkeen sen pystyy tiivistämään tärylätkällä ilman että vesi nousee kapillaarisesti tiivistettävän maanpinnan tasoon.



KUVA 7. Uppovesipumppu käytössä putkikanaalia asennettaessa.

3.5 Talviolosuhteet

Perustusten teossa isoimmat ongelmat ovat talviolosuhteet ja pakkanen. Lumen poissa pitäminen alueelta onnistuu lattioiden yläpuolella olevan ontelokentän ja työstettävän alueen ympärille asennettavan pressuseinän avulla. Nämä toimivat samalla myös hyvinä eristeinä, koska ne eivät päästä tuulta työstettävälle alueelle.

Pakkanen ja maan jäätyminen aiheuttavat suurimmat ongelmat perustusten tekemiselle, niin työskentelyn kuin taloudellisuudenkin puolesta. Maa-aines ei saa päästä jäätymään asennus/työstövaiheessa, koska se saattaa sulaessaan aiheuttaa pohjien epätasaisuutta ja

selkeitä vaaroja tiiviiden suhteen. Maa-aineksen sulana pitämiseen on useita tapoja, mutta hyväksi havaittuja tapoja ovat olleet opinnäytetyön työkohteessa seuraavat:

Lämpötila 0°C → -5°C

- työstettävän alueen eristäminen vähintään yhdellä pressuseinä kerroksella
- tuulen vaikutuksen poistaminen ja pohjavedestä maahan siirtyvä +4°C:een lämpö riittävät pitämään maan sulana

Lämpötila -6° → -10°C

- työstettävän alueen eristäminen vähintään yhdellä pressuseinä kerroksella
- pohjavedestä maahan siirtyvän lämmön haihtumista ilmaan pyrittävä estämään, tämä onnistuu esimerkiksi peittämällä työstöä odottavat alueet kestopelteillä tai paksulla pressulla
- asennushiekan päälle asennetaan heti valmistumisen jälkeen styroxit

Lämpötila -11°C → -25°C

- yksi pressuseinä vähän matkan päähän (esimerkiksi 5-20m) työstettävästä alueesta poistamaan tuulen vaikutus
- toinen pressuseinä työstettävän alueen ympärille
- työstettävälle alueelle sisempien pressuseinien sisään tehokas lämmityslaite (esimerkiksi polttoaine käyttöinen lämminilmapuhallin)
- asennushiekan päälle asennetaan heti valmistumisen jälkeen styroxit
- tämä toimii hyvin ja nopeasti myös alle 10cm syvyydeltä jäätyneen maan sulattamisessa

Yli 10cm syvyydeltä jäätyneen maan sulattaminen

- työstettävän alueen eristäminen vähintään yhdellä pressuseinä kerroksella
- maan sulattaminen siihen tarkoitetulla laitteella (esimerkiksi Heat Work HW1800 -laitteella)



KUVA 8 . Heat Work -lämmityslaite

4 Eristäminen

4.1 Styrox

Mv lattioiden pääsääntöisessä eristämisessä käytetään suulakepaisutettua polystyreeniä, josta käytän tässä työssä tuotemerkki nimikettä ”styrox”. Yleisen kohteessa käytettävä eristemalli on EPS 100 Lattia–styrox. Suuren pinta-alan takia kooksi on valittu 100mm x 1200mm x 2000mm styrox levyt, koska näin minimoidaan eristeissä olevien saumojen määrä. Joka tapauksessa kun styrox levyjen ja esimerkiksi anturoiden väliin jää pieniä rakoja, ne tiivistetään uretaanivaahdolla, jotta ehkäistään mahdollisten kylmäsiltojen syntä. Styroxia ei käyttökohteessa limitetty, johtuen siitä että pohjavesi on niin lähellä lattioiden alapintaa, että maa ei siitä hohkaavan lämmön takia pääse missään kohtaa routiimaan tai jäätymään. Mikäli näin ei olisi, tulisi styrox levyt laittaa limittäin, jotta kylmä ei pääsisi kulkemaan niiden välistä betonilattiaan saakka.

4.2 Anturoiden eristäminen

4.2.1 Bitumikermi ja suodatinkangas

Ratinan kauppakeskuksen parkkipaikalla on useita kymmeniä pilareita kannattelemassa ylempien kerrosten painoa. Näiden pilarielementtien paikallavaletut anturat on pääsääntöisesti valettu siten että niiden yläpinta on noin 100mm valmistettavan lattian yläpintaa alempana. Tällöin käytetään kylmäsiltojen katkaisuun ja kosteuden nousun estämiseen bitumikermihuopaa sekä suodatinkangasta. bitumikermihuovat asennetaan kahteen kerrokseen, siten ettei niiden väliin jää rakoja. Huopien päälle asennetaan suodatinkangas. Bitumikermien tehtävä on estää kosteuden nousu anturasta betoniin ja tuoda myös hieman lämmön eristettä. Suodatinkankaan tehtävä on tuoda betonille tarvittava irtonaisuus huovista, jotta betoni kutistuessaan pääsee liikkumaan vapaasti anturan päällä.

Ennen huopien ja suodatinkankaan asentamista on tarkistettava että anturan yläpinta on tasainen, eikä siinä ole kuoppia tai ylimääräisiä kohoumia. Mikäli niitä on, ne joko piikataan pois tai tasoitetaan hiekalla. Näin varmistetaan, ettei betoni kutistuessaan tartu mihinkään epätasaiseen pintaan ja näin aiheuta halkeamia tai murtumia.

4.2.2 Styrox

Anturan yläpinnan ollessa vähintään 200mm valmiin lattian yläpinnasta, käytetään eristeenä muun ympäristön tavoin eristeenä 100mm lattia styroxia. Jollei anturan yläpinta ole juuri tuota noin 200mm:iä valmista lattiapintaa alempana, anturan päälle asennetaan saushiekkaa normaalien lattiapohjien tavoin, jotta pohjat pysyvät kauttaaltaan tasaisina.

4.2.3 Vedenpitävä pinnoite

Jos anturan yläpinta on selvästi alle 100mm valmiin lattian yläpinnasta, sitä ei voida betonilaatan vapaan kutistumisen takia valaa yhteen muun lattian kanssa. Tämänlainen antura eristetään muusta lattiasta liikuntasaaumaraudoilla ja sen päälle levitetään kosteuden nousun katkaiseva (=vedenpitävä) pinnoite. Esimerkiksi Valseal 200 eriste toimii tässä tarkoituksessa hyvin.

Pinnoitetta käytettäessä on myös varmistettava että anturan yläpinta on tasainen, eikä siinä saa olla irtohiekkaa tai pölyä, jotta pinnoite pysyy ehjänä ja toimii oikein. Pinnoite tulee myös sivellä koko alueelle yhdellä kerralla, ilman että sen eri osat pääsevät kuivumaan ennen kuin viereen tuleva pinnoite on sivelty loppuun. Näin saadaan pidettyä pinnoite yhtenäisenä ja vedenpitävänä kalvona rakenteen pinnalla.

4.3 Pilarien ja pilarien pohjalevyjen eristäminen

Pilari ja niiden alla oleva pohjalevy on irrotettava muusta lattiasta, jotta lattia pääsee vapaasti kutistumaan. Tämä tehdään käyttämällä 10mm paksua solumuovi kaistaletta, joka

antaa betonilaatalle varaa liikkua ja kutistua. solumuovi asennetaan pohjalevyn korkeuden riippuen joko sen ympärille, tai mikäli pohjalevy jää eristeiden (styrox tai 2x huopa ja suodatinkangas) alle, solumuovi kaistale voidaan laittaa suoraan pilarin ympärille.

Nämä toimenpiteet tehdään siitä syystä että kun betoni alkaa kutistua, se kutistuu aina laatan keskipistettä kohti. Tällöin pilarin niin sanottuun takareunaan kohdistuu puristusta kutistuvasta betonista ja etureunaan vetoa. Mikäli betonilaatta valettaisiin suoraan kiinni pilariin tai sen pohjalevyyn, laatta murtuisi pilarin ympäriltä. Pohjalevyssä olevat pultit on myöskin saatava eristeiden alle, ettei betoni tartu niihin. Mikäli tämä ei ole mahdollista, asennetaan esimerkiksi vanerista tehty pohjalevyn kokoinen muotti pohjalevyn päälle, eristämään se betonilaatasta (Kuva 9.). Näin tehtäessä pohjalevyn päälle suoritetaan myöhemmin erillinen valu.



KUVA 9. Pilarin ja putkien irrottaminen lattiasta

4.4 Eristäminen seinistä ja muista pystysuorista rakenteista

Jotta betonirakenteet pysyvät kutistumisen jälkeen ehjinä, ne tulee erottaa toisistaan sillä tavalla että eri suuntiin kutistuvat alueet ovat toisistaan irti. Esimerkiksi mikäli betonilattia valetaan seinään kiinni, tulee se eristää siitä irrotuskaistalla (Kuva 10). Irrotuskaistana käytetään rakennuskohteen tapauksissa yleisimmin 10mm paksua solumuovia. Solu-

muovi tulee asentaa siten että betoniset rakenteet eivät pääse mistään kohtaa koskettamaan toisiaan. Irrotus voidaan toteuttaa tarpeen tulle myös mahdollisesti kumibitumikermillä (eli yleisemmin sanottuna huovalla) tai joko yksin- tai kaksinkertaisella rakennusmuovilla.

Irrotuskaistan tulee antaa betonille mahdollisuus liikkua kutistuessaan vapaasti, ilman että se tarttuu toiseen rakenteeseen, joka aiheuttaisi rakenteen kutistuessa sen murtumisen tai halkeamisen.



KUVA 10. Seinän ja lattian väliin asennettu solumuovi-irrotuskaista.

4.5 Eristäminen linjakuivaimista

Koska linjakuivaimet valetaan erikseen ja siten että niiden tulee olla irrallaan muusta lattiasta, tulee ne irrottaa lattiavalusta irrotuskaistalla. Näissä irrotuskaistana käytetään kumibitumikermiä, jotka asennetaan niin pystysuoraan linjakuivaimen kylkeä vasten, kuin linjakuivaimen sivuilla olevan sen perustusvalun päälle. Näin saadaan aikaiseksi se että lattia pysyy linjakuivaimista irrallaan joka suunnassa ja lattian kutistuminen pääsee tapahtumaan vapaasti.

Linjakuivaimien ulkoseinämien yläreunaan asennetaan myös noin 20mm korkeat ja 10mm paksut solumuoviasuikaleet (kuva.11). Nämä on tarkoitus poistaa valun jälkeen, jolloin lattian ja linjakuivaimen yläreunan väliin jää solumuovisuikaleen kokoinen sauma, joka täytetään jälkeinpäin elastisella, veden ja öljynkestävällä massalla.



KUVA 11. Linjakuivain irrotuskaistoinen.

4.6 Vedenpaineen alaiset rakenteet

Rakennuskohteessa rakenteet ovat välillä pohjavedenpinnan alapuolella. Tämän kaltaisissa kohteissa esimerkiksi styrox + betoni ei ole riittävän tiivis rakenne estämään veden

kulkua rakenteisiin. Näissä tapauksissa tulee käyttää esimerkiksi bentoniittimattoa estämään veden pääseminen rakenteisiin. Seuraava kuvaus bentoniitin toimintaa on lainattu Kaitos Oy:n internetsivuilta:

” Bentoniitti on luonnon savea, joka kastuessaan paisuu ja muodostaa alhaisen vedenjoh-
tavuuden tiivistyskerroksen. Bentoniittia käytetään esimerkiksi kaatopaikkojen ja pohja-
vesialueilla teiden rakentamisessa estämään haitta-aineiden kulkeutuminen pohjaveteen.”

Bentoniittimatot asennetaan ohuen, noin 50-80mm raudoittamattoman betonivalun päälle. Sen reunat limitetään noin 300mm, jotta vesi ei pääse kulkeutumaan bentoniittimattojen välistä. Bentoniittimattojen päälle voisi tarpeen tullen asentaa vielä styroxit tuomaan lisää lämmöneristävyyttä, mutta kyseisessä rakennuskohteessa pohjaveden luovuttaman lämmön ja rakennettavien tilojen lämpötilavaatimuksien vuoksi näin ei tarvitse tehdä. Täten raudoittaminen voidaan aloittaa suoraan bentoniittimattojen päälle, pohjalaattavälikkeitä käyttäen.

4.6.1 Bentoniittimattojen toimivuus

Toistaiseksi bentoniittimattojen toimivuus on ollut hyvä. Varsinkaan hieman pohjaveden yläpuolella olevien rakenteiden ei ole havaittu kastuvan bentoniittimattojen ansioista. Työn maanvaraiset lattiat sijaitsevat pääsääntöisesti 50-80cm päässä pohjavedestä, joten näissä ongelmia koskaan tuleekaan olemaan.

Pohjaveden alle rakennettavissa kohteissa, kuten esimerkiksi putkikanaaleissa, tämä on myöskin tähän asti ollut toimiva rakenne. Tosin sen lopullinen vedenpaineen kestävyys selviää vasta pidemmän ajan kuluessa.

5 Linjakuivaimet ja liikuntasaumaraudat

Betonilattiaa valettaessa alue tulee rajata sopivan kokoiseksi, jotta saadaan onnistunut lopputulos. Yhtenäinen alue ei saa olla liian suuri, varsinkaan lattioissa joissa on kallistukset, mikäli rakenne halutaan pitää ehjänä murtumilta ja halkeamilta. Rakennuskohdessa yleisin valettava alue on kooltaan 16m x 16,2m. Mitat tulevat kohteessa käytössä olevista moduulimitoista, joiden mukaan asennetaan rakennuksen kantavat pilarit. Pilarit asennetaan 8,1m välein toisistaan ja yksi betonilattian valualue on kahden pilarivälin mitainen.

5.1 Linjakuivaimet ja niiden asennus

Linjakuivaimina kauppakeskuksen parkkihallin lattioissa käytetään ACO Drainin valmistamia linjakuivatuskouruja. Linjakuivaimet asennetaan siten että ne ovat keskellä pilarien keskiväliä, niin että niiden keskikohdat ovat 16,2m välein toisistaan. Linjakuivaimien leveys on 20cm, joten niiden väliin jäävä valettava alue on 16m. Linjakuivaimien päähän asennetaan ruostumattomasta teräksestä valmistetun liete-erottimet (Kuva 12.), jotta linjakuivaimista hulevesiputkistoon valuvan veden mukana ei putkiin päädy hiekkaa tai muuta roskaa.



KUVA 12. Liete-erotin.

Linjakuivaimet asennetaan betonilaattojen päälle vaakasuoraan. Niiden ympärille asennetaan myöhemmin tekstissä mainittava rauditus (Kuva 13), jonka jälkeen ne valetaan erikseen, siten että linjakuivaimet pysyvät tukevasti paikoillaan ja ne ovat oma rakenteensa, irrallaan niitä ympäröivästä lattiasta. Betonia valetaan linjakuivaimien ympärille siten että linjakuivaimen alle tulee 80-100mm betonia, sekä niiden kylkiin 80-100mm leveä ja 200-220mm korkea kerros betonia. Näin kourut pysyvät tukevasti paikoillaan ja niiden yläreunaan jää 100mm korkea valamaton alue, jonka päälle maanvarainen lattia valetaan.



KUVA 13. Linjakuivain raudoituksineen

5.2 Liikuntaraumaradat ja niiden asennus

Liikuntasaumarautoina kauppakeskuksen parkkihallissa käytetään AJT-Metallin valmistamia liikuntasaumarautalaitteita (Kuva 14). Niiden asennusohje löytyy opinnäytetyöstä kohdasta Liite 1. Liikuntasaumarautalaitteen asennusohje.

Liikuntasaumaraudan tarkoituksena on jakaa betonilaatat toisistaan. Niiden tulee pitää sen molemmilla puolilla olevan laatat samalla korkeudella, mutta mahdollistaa niiden liikkuminen vaakatasossa esimerkiksi betonin kutistumisvaiheessa. Liikuntasaumarauta toimii myös valustopparina, joiden avulla määritellään valettavan alueen kokoa.



KUVA 14. Liikuntasaumarautalaite.

Liikuntasaumarautalaitteet asennetaan pilarien keskikohtiin, joka toiseen pilariväliin. Niiden etäisyys toisistaan on 16,2m. Mikäli valettava alue sijaitsee esimerkiksi seinän tai porraskuilun vieressä, siirretään liikuntasaumarauta sellaiseen kohtaan seinää, että lattian kutistuminen pääsee tapahtumaan vapaasti. Tällainen sopiva kohta on yleensä sellainen missä on seinän lattian puolta kohti osoittava ulkonurkka. Näissä asioissa ei välttämättä tarvitse tai kannata noudattaa kirjaimellisesti piirustuksia, vaan hieman asiaa soveltaen saadaan parempi lopputulos aikaiseksi (Kuva 15).



KUVA 15. Liikuntasaumarauta asennettuna hissikuilun nurkkaan, eikä samalle linjalle aikaisemman liikuntasaumaraudan kanssa (kuten piirustuksiin oli merkitty).

6 Raudoittaminen

6.1 Lattioiden verkkoraudoitus

Kohteessa lattioiden pääsääntöisenä raudoitteena käytetään 8mm harjateräksestä valmistettua 200mm silmävälillä valmistettua raudoitusverkkoa. Raudoite on luokitukseltaan B500K ja kooltaan 5m x 2,93m. Verkot tulee limittää toisiinsa nähden kahden silmävälin verran, jolloin raudoitteille tulee jatkospituutta noin 50mm. Jatkospituus määräytyy käytettävien raudoitteiden paksuuden mukaan. Jatkospituuden tulee olla noin 55 kertaa käytettävän raudan halkaisija (tässä tapauksessa $8\text{mm} * 55 = 440\text{mm}$). Isoja alueita tehtäessä tulee käyttää mahdollisimman isoja verkkoja, koska näin säästetään huomattavia määriä rautaa, koska isoja verkkoja käytettäessä verkkojen limityksiä tulee prosentuaalisesti huomattavasti vähemmän kuin pienempiä verkkoja käytettäessä.

Lattiapaksuuden ollessa kohteessa vain 100mm, tulee verkon korkeuden kanssa olla hyvin tarkkana. Raudoituksen on tarkoitus olla keskeinen (katso kuva 1 ja liite 2), eli keskellä valettavaa lattiaa korkeussuunnassa. Tällöin se vastaanottaa sekä vetoa että estää pintaa kutistumasta liikaa ehkäisten näin pinnan murtumista. Raudoitus asennetaan keskeiseksi käyttämällä verkkojen keskialueilla 45/50mm korkeita pohjalaattavälitteitä ja limitys- ja reuna-alueilla 25/30mm korkeita pohjalaattavälitteitä (kuva 16).

Laatan pieni paksuus edellyttää myös tarkkuutta raudoitteiden sijoittelussa sen takia että sekä raudoitteiden alle ja päälle tulisi 30mm betonia, joka estää kosteuden pääsyn raudoitteisiin ja täten hidastaa niiden ruostumista. Suojabetonin vähimmäispaksuus on 20mm, mutta esimerkiksi maata vasten valettaessa sen tulisi olla enemmän, noin 50mm. Tarvittava suojabetonin paksuus on vaikea saavuttaa raudoitteiden kohdissa joissa on 3 tai jopa 4 verkkoa päällekkäin. Mutta mikä verkot asennetaan oikein, niin kolmen verkon ollessa päällekkäin, niiden korkeus on yhteensä 40mm. Tällöin haluttu suojabetonin määrä saavutetaan. Mikäli verkkoja tulee neljä päällekkäin, on leikattava päällimmäisestä verkosta päällekkäin menevä osuus pois, jolloin raudoitteiden paksuutena pysyy tuo 40mm.



KUVA 16. Raudoitettu valualue.

6.1.1 Rengasteräket

Valualueen reunoille asennetaan kyseisissä lattioissa 10mm harjateräket. Näitä reunoilla olevia teräksiä kutsutaan niin sanotuiksi rengasteräksiksi, ja niitä asennetaan yksi kappale kulkemaan reunoja pitkin, noin 5cm päähän valualueen reunasta. Terästen jatkospituus on 600mm, mikä on vähän varmanpäälle laskettu, koska yleinen raudoitteiden jatkospituus on suurin piirtein 55 kertaa teräksen halkaisija. Valualueen nurkissa käytetään suorakulman muotoisia harjateräksiä jotta raudoitteesta saadaan yhtenäinen, ilman että kriittiset kulmapaikat eivät pääse murtumaan.

6.1.2 Pilarien ja kaivojen raudoitus

Pilarien ja kaivojen ympärystä tarvitsee lisäraudoitusta verrattuna normaaliin lattiaan, koska niillä alueilla betoniin kohdistuu enemmän kutistumista kuivumisvaiheessa ja vetoa/painetta käyttövaiheessa teräksen määrään nähden. Lisäteräksinä käytetään rakennuskohteen lattioissa 10mm harjaterästä, josta tehdään 1800mm pitkät lisäraudoitteet pilarin tai kaivon jokaiselle neljälle sivulle.

Mikäli kaivo tai pilari sijaitsee liikuntasaumaraudan keskellä, asennetaan lisäraudoitteet käyttämällä kahta suorakulman muotoista rautaa ja yhtä tällaista 1800mm pitkää harjaterästä valualueen molemmilla puolilla.

6.2 Linjakuivaimien raudoitus

Linjakuivaimet raudoitetaan 10mm harjateräksillä, joiden jatkospituus on 800mm. Harjateräksiä asennetaan kaksi kappaletta linjakuivaimen molemmille puolille päällekkäin, noin 50mm päähän toisistaan. Nämä pitkittäisteräkset asennetaan 8mm paksusta harjateräksestä tehtyjen hakojen varaan, joita asennetaan 300mm välein. Raudoitus asennetaan siten että se on 45/50mm korkeiden pohjalaattavälikkeiden varassa, jolloin saadaan tarvittava, noin 50mm suojabetoni valun alapintaan maata vasten.

6.3 Reunavahvistetut alueet, porraskuilut ja ajoluiskat

Rakennuskohteeseen rakennetaan myös monenlaisia luiskia ja reunavahvistettuja alueita. Tällaisia ovat esimerkiksi eri kerrosten välillä olevat ajoluiskat, pumppaamojen kannet sekä liukuportaiden alapäähän tulevat reunavahvistetut alueet. Nämä alueet joutuvat käytössä vastaanottamaan huomattavasti suurempia kuormia ja täten niiden raudoitus ja betonikerroksen vahvuuden on oltava suurempi.

Yleisimmin tämän kaltaisten alueiden betonilaatan paksuus on 160-200mm ja sen sisään tulee raudoitteita kahteen kerrokseen. Raudoitteet asennetaan suunnittelijoiden ohjeiden mukaisesti, mutta niissä tulee kiinnittää erityistä tarkkuutta asennustavan suhteen, jotta saadaan varmistettua suojabetonipeitteiden riittävä paksuus. Alemman kerroksen raudoitteet asennetaan tarpeen mukaan joko 25/30mm tai 45/50mm pohjalaattavälikkeiden varaan. Ylemmät raudoitteet asennetaan laatan ja aukkojen ympärille asennettavien U-mallisten hakojen varaan. Näiden lisäksi työstettävän alueen keskelle on hyvä asentaa jonkinlaisia apuraudoitteita, joilla ylempi raudoittekerros pysyy korossaan, eikä painu alemmaa raudoittekerrosta vasten. Näissä normaalista lattiarakenteesta poikkeavista alueista on myös yleensä 10mm halkaisijan raudasta tehdyt rengasteräkset valettavan alueen ympäri lisäksi 10mm halkaisijan teräkset raudoittekerrosten välissä olevien U-hakojen sisällä.

Porraskuiluissa noudatetaan samanlaisia ohjeita kuin edellä mainituissa kohteissa. Näiden lisäksi betoni- ja raudoitustoissa on otettava huomioon laatan päälle tulevien portaiden kiinnitys. Tämä toteutetaan siten että porraselementin alapäähän jätetään lattiavaluun portaiden alareunan kokoinen kolo, johon jätetään esiin tartuntateräksiset portaiden asennusta varten. Lattian liittämässä portaisiin ei käytetä irrotuskaistaa, toisin kuin laatan reunoilla, joissa laatta pidetään eristettynä betoniseinistä.

7 Irrotuskaistat

Kuten aikaisemmissa kappaleissa on jo mainittuna, maanvarainen lattia sekä muut betonista valmistettavat kohteet, tulee eristää toisistaan irrotuskaistoilla. Tämä johtuu siitä että betoni kutistuu laatan keskipistettä kohti, ja täten on oltava irrallaan sitä ympäröivistä rakenteista. Irrotuskaistan materiaali ja paksuus riippuu siitä, mikä sen tehtävä kyseisessä kohteessa on.

Vaakatasossa olevien irrotuskaistojen tärkein tehtävä on antaa betonirakenteelle mahdollisuus liikkua ja kutistua vapaasti vaakasuunnassa, ilman että se tarttuu alla oleviin rakenteisiin. Mikäli betonirakenne ei ole irrallaan sen alapuolisista rakenteista, se todennäköisesti halkeaa tai murtuu jostain kohtaa kutistuessaan. Tämän lisäksi vaakatasossa olevien irrotuskaistojen tulee pääsääntöisesti toimia myös kosteuden nousun estävänä elementtinä. Näissä tapauksissa käytetään joko huopaa, levitettävää vedeneristettä (esim. Valseal 200) tai bentoniittimattoa, riippuen siitä kuinka suuri vedenpaine ja kutistumis- tai liikkumismahdollisuus laatalta tulee olemaan.

Pystysuorassa olevien irrotuskaistojen päätehtävä on myöskin estää betonirakenteen kiinnittyminen muihin rakenteisiin, jotta kutistuminen ja liikkuminen pääsee tapahtumaan vapaasti. Niiden tehtävänä on antaa esimerkiksi työssä käsiteltäville mv-lattioille liikkumistilaa. Koska kyseisien lattioiden keskellä on esimerkiksi pilareita, joita kohti betonilaatta saattaa liikkua. Tästä syystä pilareiden ympärille asennetaan 10mm paksu solumuovikaista, mikä tarpeen tulleen painuu kasaan ja antaa näin betonilattialle melkein 10mm varaa liikkua, ilman että se rikkoutuu. Mikäli pilarin ja betonin välissä ei olisi 10mm solumuovikaistaa, betonilaatta rikkoontuisi tai vääntyisi liikkuessaan pilaria kohti. Pystysuorien irrotuskaistojen tehtävänä on myös toimia kylmäsiirtokatkona rakenteiden välillä. Tässä tarkoituksessa solumuovi on myöskin tehtävään sopiva materiaali.

8 Betonointi

8.1 Betoniluokka

Ratinalan kauppakeskuksen maanvaraisissa lattioissa käytetään rasitusluokaltaan XC2 luokan betonia, mikä suunnittelujen mukaan vastaa 50 vuoden käyttöikää. Betoni on lujuudeltaan C30/37, betonissa olevien kivien raekoon ollessa maksimissaan 16mm.

8.2 Valmistavat toimenpiteet

Ennen betonitöiden aloitusta on varmistettava että valettava alusta on tasainen, eikä siinä saa olla irtonaisia roskia. Esimerkiksi styroxin palaset on hyvä poistaa alueelta esimerkiksi lehtipuhallinta käyttäen, täten varmistetaan että betonin sisään ei jää mitään sen lujuutta heikentäviä tekijöitä, eivätkä roskat nouse myöskään lattian pintaan betonia vibattaessa.

Raudoitteiden korkeus tulee tarkistaa ennen valua esimerkiksi tasolaseria käyttäen. Tarkistetaan että raudoitteet ovat suunnitellulla korkeudella, tässä tapauksessa valettavan betonilaatan keskellä, ja että sekä raudoitteiden ylä- että alapintaan jää riittävä määrä suojabetonia estämään rautojen ruostuminen.

Työstettävällä alueella ei saa myöskään olla jäätä. Myöskään rakenteet joiden lähelle betonivalu tehdään, eivät saisi olla jäisiä, koska muuten ne saattavat välittää tai hokkata liikaa kylmää valettavalle alueelle, pilaten näin sen lujuuden kehittymisen. Nämä asiat tulee ehkäistä lämmittämällä valualuetta etukäteen.

8.3 Valuolosuhteista huolehtiminen

Betonirakenteita valettaessa on kiinnitettävä huomioita valualueen ilman lämpötilaan, tuuleen/vetoisuuteen ja ilman kosteuteen. Ilman kosteudessa kyseisissä rakenteissa ainoa merkittävä asia on se että valun päälle ei sada tai tipu vettä ylemmistä rakenteista.

Valettavalla alueella ei saa olla tuulista, koska tuuli haihduttaa betonista lämpöä ja kosteutta. Mikäli valualueella tuulee, betonin pinnasta tulee helposti halkeileva, laattaa saattaa käyristyä ja betoni ei saavuta haluttua lujuutta. Tuulen vaikutus on helppo poistaa kyseisellä rakennuskohteessa pressuilla, koska valettavat alueet sijaitsevat aina alueella jonka päällä on jo asennettuna ylemmän kerroksen ontelolaatat.

Valettavalla alueella täytyy olla riittävän lämmin, jotta betoni ei pääse jäätymään tai jäähtymään liikaa. Koska mikäli betoni jäätyy ennen kovettumistaan, se ei saavuta kuin alle puolet mahdollisesta lujuudestaan. Myöskin betonin jäähtyminen ennen kovettumista heikentää sen lujuutta oleellisesti. Koska betoni tarvitsee kovettuakseen lämpöä, sen itse kehittämää lämpöä ei saa siitä haihtua liikaa viileään ilmaan, vaan ympäröivän ilman tulee olla riittävän lämmintä, että betoni ei siihen kaikkea kehittämänsä lämpöä luovuta.

8.3.1 Mv-lattioiden valaminen kesällä

Kesällä lämmön ollessa yleensä yli $+10\text{C}^{\circ}$, ei tarvita erillistä lämmitystä. Kesällä ei yleensä aivan hirveästi tuule, mutta mikäli tuulee, tulee käyttää valualueen ympärillä pressuja poistamassa vetoisuus valettavalta alueelta. Isoin ongelma kesällä onkin auringonpaiste ja sen aiheuttama liiallinen lämpötila ja betonin liian nopea kuivuminen. Näitä asioita pystytään ehkäisemään esimerkiksi peittämällä se puoli valettavasta alueesta miltä suunnalta aurinko paistaa. Pressut tulisi asentaa kuitenkin mahdollisimman kauas valettavasta lattiasta, koska pressu ja sen lähellä oleva ilma kuitenkin lämpiää turhan kuumaksi. Valettavan alueen toinen puoli kannattaa jättää avoimeksi, jotta ilma pääsee alueella sen verran kiertämään, ettei valualue tule liian kuumaksi auringonpaisteen takia.

Kun valetaan suuria määriä kerralla ja tiedetään että isoa määrää betonia kestää purkaa pitkään, täytyy se ottaa huomioon siten että betonissa on riittävästi vettä. Betonin ollessa vielä säiliöautossa auringonpaisteessa, se lämpiää ja täten haihduttaa itsestään vettä. Mikäli siitä haihtuu liikaa vettä, se on hankalasti työstettävää, se ei välttämättä tule läpi valetkuista ja lisäksi on riskinä että se ei kovetu kunnolla liian nopean kuivumisen takia.

8.3.2 Mv-lattioiden valaminen syksyllä ja keväällä

Syksyllä ja keväällä valettaessa on huomioon otettava erityisesti tuuli ja valettavan alueen ilman lämpötila. Tuuli poistetaan suojaamalla työstettävä alue pressuilla (Kuva 17). Lämpötila betonin kehittymistä ja siihen tulevia pinnoitteita varten tulisi olla vähintään $+10\text{C}^{\circ}$, ihanteellinen lämpötila on $+15\text{-}20\text{C}^{\circ}$. Tämä pystytään toteuttamaan käyttämällä isoja lämpöpuhaltimia, kuten esimerkiksi kuvassa esiintyvää Talhu Heat lämpöpuhallinta (Kuva 18). Mutta mikäli valualueen lämpötila on valmiiksi jo lähellä tarvittavaa $+10\text{C}^{\circ}$:tta, voidaan lämpötilan nosto toteuttaa käyttämällä lämmitettyä betonia. Hyvin pressutetulla alueella betonista huokuva lämpötila riittää lämmittämään valualueen ilmaa riittävästi. Esimerkiksi jos valettava alue on noin 500m^2 ja alueen ilmatilavuus noin 1500m^3 , pressutetun alueen $+8\text{C}^{\circ}$:inen lämpötila nousee haluttuun yli 10C° :een, kun betonivalussa käytetään 50m^3 , $+30\text{C}^{\circ}$:ksi lämmitettyä betonia.



KUVA 17. Pressuilla eristetty valualue.



KUVA 18. Polttoainekäyttöinen lämminilmapuhallin.

8.3.3 Mv-lattioiden valaminen talvella

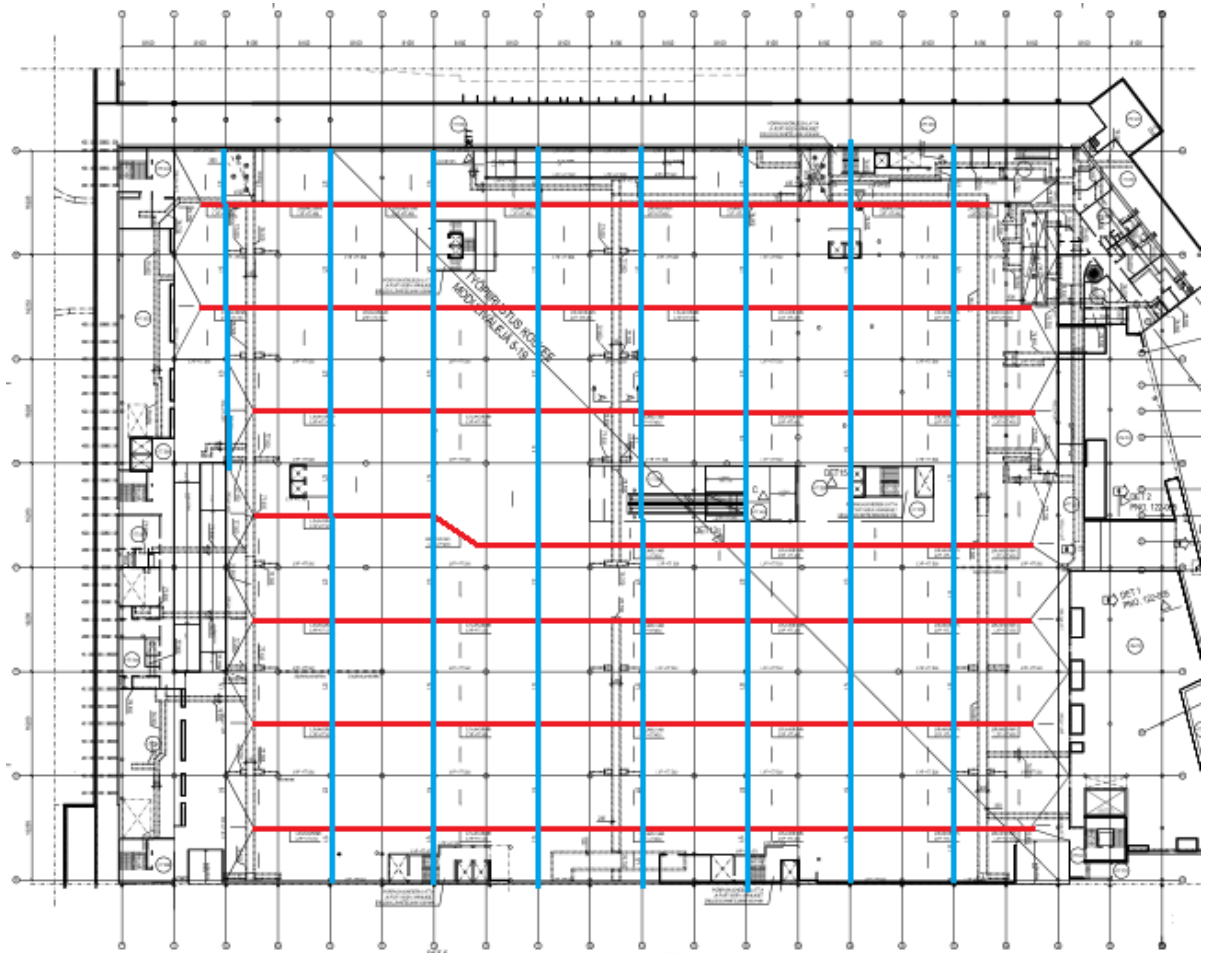
Betonirakentamisen selvästi haasteellisinta aikaa on talvi. Tätä varten on kehitetty pakkasbetoni, joka kovettuu vaikka se olisikin välillä jäänyt. Kyseisissä mv-lattioissa sen käyttäminen on kuitenkin turhaa, koska lattioihin lisättävä pinnoite tarvitsee joka tapauksessa yli 10C⁰:een lämpötilan. Yleisenä pakkasrajana betonitöille pidetään -15C⁰:tta, koska siinä kohtaa betonipumput ja -letkut jäätyvät, tehden näin valusta mahdottoman. Mutta esimerkiksi vielä kymmenen asteen pakkasessa valaminen onnistuu hyvin. Tällöin käytettävä betonimassa on oltava vähintään +25-30C⁰:sta, jotta se vielä työmaalle saapuessaan ja levitysvaiheessa on yli kaksikymmentä asteista. Talvisin kannattaa käyttää myös nopeasti sitoutuvaa betonia, koska tällöin betonin kovettuminen alkaa nopeammin, jolloin se ei ehdi jäähtymään niin helposti ja se saavuttaa tarvittavan lujuutensa nopeammin.

Talvella pelkkä betonin luovuttama lämpö ei riitä lämmittämään sitä ympäröivää ilmaa, vaan lisäksi tarvitaan, alueen koosta riippuen, vähintään yksi isokokoinen lämmitin. Yksi Talhu Heat lämmitin riittää lämmittämään noin 2000m³ ilmaa halutun lämpöiseksi hyvin pressuilla suojatulla alueella vaikka ulkona olisikin -10C⁰ pakkasta. Tällöin on kuitenkin pyrittävä estämään lämpöhäviötä asentamalla myös toinen pressuseinäkerros ulommaksi

valualuetta suojaavista pressuista, esimerkiksi 5-10m päähän. Tällöin valualue pysyy riittävän eristettynä ja betonitöille on suotuisa ympäristö.

8.4 Valualueen koon määrittäminen

Kuten tekstissä on jo mainittu, valualue rajataan yleisesti seinillä, linjakuivaimilla ja liikuntasaumarautoilla. Linjakuivaimet ja liikuntasaumaraudat jakavat alueen yleisesti 16,2m *16,0m alueisiin. Kuvassa 19 näkyy liikuntasaumarautojen ja linjakuivaimien sijainnit rakennuskohteessa. Yksi niiden muodostama ruutu on yleensä kooltaan noin 260m², ja yleisin kerralla valettava alue on kaksi tai kolme sellaista ruutua.



KUVA 19. Linjakuivaimien (punainen) ja liikuntasaumarautojen (sininen) sijainnit pohjakuvassa (=valualueet).

8.5 Betonin valaminen ja levittäminen

Työn rakennuskohteessa valutyöt suoritetaan letkuvaluina, alueiden suuren koon vuoksi. Mikäli joudutaan käyttämään pitkää, esimerkiksi yli 40m, letkulinjaa, kannattaa valita jo betonin valuletkujen läpi saamisen vuoksi betonin notkeusluokaksi s4. Lisäksi ns. lattia-suhteutuksena oleva massa on notkeampaa ja enemmän hienoainesta sisältävää kuin tavallinen rakennebetoni, mikä edelleen helpottaa betonin saamista valuletkuista läpi ja sen lisäksi helpottaa sen työstettävyyttä.

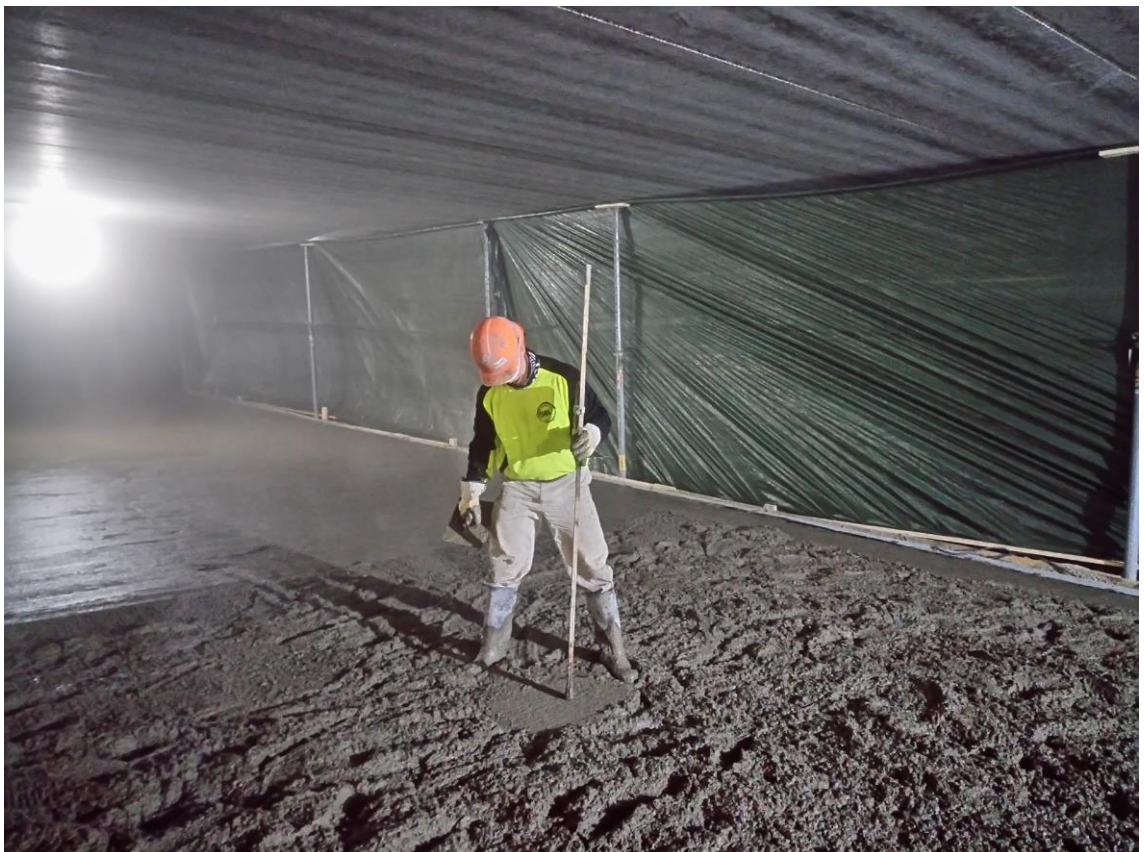
Betoni levitetään ensin suurin piirteisesti letkulla annostellen (Kuva 20). Sen jälkeen betoni vibrataan huolellisesti (Kuva 21), jotta varmistuu betonin pääseminen pieniinkin koloihin ja raudoitteiden alle. Samalla myös poistuu ylimääräinen ilma betonista. Seuraavaksi suoritetaan lanalla karkea levitys, johon katsotaan tasolaseria käyttäen muutama oikeassa korkeudessa oleva kohta betoniin (Kuva 22). Tällaisia kohtia avulla käyttäen betoni työstetään haluttuun korkoon linjaria käyttäen (Kuva 23). Linjaria käytettäessä betonin pinta jää siistiksi, eikä siinä saa olla koloja tai möykkyjä.



KUVA 20. Betonin valaminen letkulla.



KUVA 21. Betonin vibraaminen.



KUVA 22. Betonin työstäminen oikeaan korkoon.



KUVA 23. Betonin levittäminen linjarilla.

8.6 Hiertäminen ja pinnoittaminen

Betoni hierretään päältä ajettavalla hiertimellä (Kuva 24) (paitsi reuna-alueilla ja luis-kissa, joissa käytetään pienempää hierrintä (Kuva 25)), ensimmäisen kerran siinä kohtaa kun betoni on saavuttanut sellaisen kovuuden että sen päällä pystyy kävelemään, ilman uppoamista. Tähän kuluu aikaa betonista ja olosuhteista riippuen yleensä 4-7 tuntia beto-nin levittämisestä.



KUVA 24. Betonipinnan hiertäminen



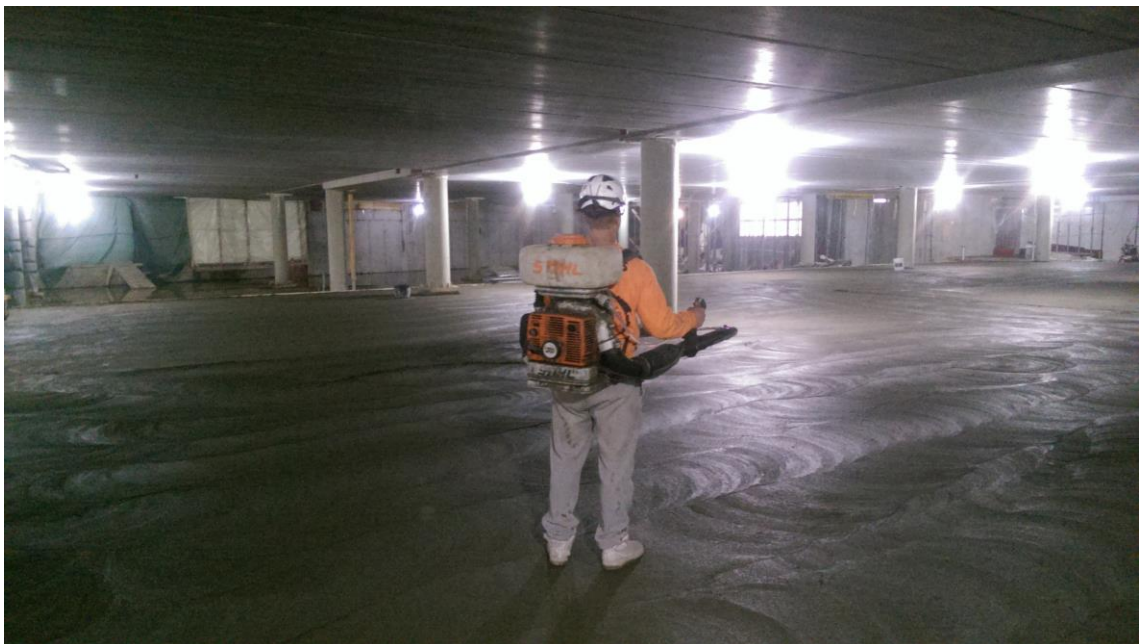
KUVA 25. Reunahierrin.

Kun betoni on kertaalleen hierretty, siihen levitetään Master Top-kuivasirotetta. Kuivasirote levitetään lanalla siten että sitä tulee noin 4kg/m^2 , tämä tarkoittaa noin 4-5mm kerrosta. Levittämisen jälkeen kuivasirote hierretään betonin pintaan hiertimellä. Master Top-pinta moninkertaistaa betonin pinnan lujuuden ja sen kulutuskestävyyden. Lujuudeltaan tällä tavoin tehty pinta vastaa noin C60 lujuusluokkaa (lähde: www.master-builders-solutions.basf.fi).

9 Jälkihoito

Betonia tulee jälkihoitaa, jotta sen kuivuminen ei pääse tapahtumaan liian nopeasti. Myöskin betoni on pystyttävä pitämään riittävän lämpimänä, jotta kovettuminen pääsee tapahtumaan oikein. Näin ehkäistään betonin murtumat, halkeamat ja vääntymiset. Työn lattioissa betonin kuivumisajaksi on määrätty 2 viikkoa, jona aikana se suotuisissa olosuhteissa saavuttaa loppulujuutensa.

Betoniin ruiskutetaan heti kuivasirotteiden hiertämisen jälkeen jälkihoitoaine. Tähän tarkoitukseen on olemassa ruiskutuskone, jolla työ käy helposti (Kuva 26). Jälkihoitoaineen tarkoituksena on estää betonin liian nopea kuivuminen ja poistaa muiden toimenpiteiden tarve. Jälkihoitoaineena käytetään yleensä MasterKure 111WB jälkihoitoainetta (katso lähde: <https://www.master-builders-solutions.basf.fi/fi-fi/products/masterkure/3393>) ja sitä kuluu noin $0,2 \text{ l/m}^2$. Vaikka jälkihoitoaineet ovat kehittyneet vuosien saatossa, eivät ne silti täysin korvaa niin sanottuna vanhanaikaisia toimenpiteitä betonin jälkihoidossa.



KUVA 26. Jälkihoitoaineen ruiskutus.

9.1 Jälkihoitaminen kesällä

Kesällä suurin ongelma jälkihoidon suhteen on betonin liian nopea kuivuminen, koska lämpöä ympäristössä todennäköisesti riittää tarpeeksi. Liian nopeaa kuivumista pystytään

ehkäisemään suihkuttamalla lattioiden päälle vettä 1-3 kertaa päivässä, 1-2 viikon ajan, lämpötilasta riippuen. Mikäli ilma ei ole liian kuuma tai tuulinen, ei tällekkään toimenpiteelle välttämättä ole tarvetta.

9.2 Jälkihoitaminen syksyllä ja keväällä

Syksyllä ja keväällä saattaa olla jo sen verran viileää, että betonin pinta on peiteltävä esimerkiksi pressuilla, jotta kaikki betonin kovettumisessa kehittyvä lämpö ei karkaa. Lisäksi pressut estävät liian nopean kuivumisen ja antavat näin betonille idylliset olosuhteet loppu lujuuden saavuttamiseen. Myöskin tuulen vaikutus tulee ottaa huomioon ja estää sen vaikutus valetuille lattiapinnoille tekemällä valualueen ympärille pressuseinät.

9.3 Jälkihoitaminen talvella

Talvisin jälkihoitaminen on hieman työläämpää kuin muina vuodenaikoina. Jälkihoito voidaan hoitaa joko levittämällä pressut lattian päälle ja pitämällä yllä lämmitystä betonin kuivumisen, eli noin kahden viikon ajan. Tämä kuitenkin maksaa pakkasista ja lämmittimien kulutuksista riippuen useita tuhansia euroja. Huomattavasti halvempi ja egolokisempi tapa on levittää styroxit lattian päälle (Kuva 27). Tiiviiste asennettuna esimerkiksi 100mm lattia styrox estää lattioiden liian nopean kuivumisen ja lisäksi poistaa ulkopuolisen lämmittämisen tarpeen, koska betonin itsessään kehittämä lämpö ei pääse karkamaan betonista. Näin toimittaessa on työn rakennuskohteessa päästy betonissa jopa +30C° lämpötilaan, vaikka ulkopuolinen ilma on ollut pakkasen puolella. Lisäksi styroxit ovat tämän jälkeen vielä täysin käyttökelpoisia seuraavan valettavan alueen pohjaeristeeksi.



KUVA 27 . Styroxit asennettuna valetun lattian päälle.

10 Tulokset

Erityisesti talviolosuhteissa tehdyissä valuissa on tärkeää tarkkailla betonissa kehittyvää lämpötilaa ja sen mukana tulevaa betonin lujuuden kehitystä. Liitteessä 4 on Rudukselta saadut mittaustulokset 6.4 suoritetusta mv-lattiavalusta. Tarkastelu jakso koskee kolmea viikkoa betonin valusta.

Valettu lattia peiteltiin pressuilla ja valualueen ilmaa lämmitettiin lämmityslaitteiden avulla viikon verran. Tuloksista nähtävissä olevat kuvaajat kertovat kuinka lämpötila on vaihdellut betonin sisällä ja sitä ympäröivässä ilmassa. Punainen viiva kuvaa ilman lämpötilaa. Vihreä viiva kuvaa lämpöanturia joka sijaitsi styroxin päälle valetulla alueella ja sininen viiva anturia joka oli huovalla ja suodatinkankaalla eristetyn anturan päällä.

Tuloksista voidaan päätellä, että betoni saavuttaa lopullisen lujuutensa vasta noin kolmen viikon kuluttua valusta. Vähintään siihen asti betoni tulisi suojata ylimääräiseltä kylmyydeltä, tuulelta ja mekaaniselta rasitukselta.

10.1 Onnistumiset, epäonnistumiset ja kehitysideat

Alla olevaan taulukkoon on listattuna töiden eri suoritteita. Taulukossa selitetään lyhyesti kuinka suorituksessa on onnistuttu, onko jokin mennyt huonosti ja mitä asioita voisi sen suhteen kehittää.

Suorite	Miten ja miksi onnistui	Epäonnistumiset ja kehitysideat
Pohjat	Pohjien tekeminen on onnistunut hyvin. Pohjat ovat olleet oikeassa korossa ja ne ovat olleet hyvin tiivistettyjä. Lisäksi on pidetty huolta siitä että pohjat on tehty ainoastaan sulalla maa-aineksella ja ne on viimeistelyn jälkeen peitetty styroxeilla, ennen kuin ne jäätyvät tai niiden päällä kävellään tai ajetaan, jolloin pinnasta tulee epätasainen.	Ainoaksi epäonnistumiseksi voidaan laskea se, että maa päästettiin jäätymään syvälle asti. Tämä olisi voitu estää eristämällä työstettävä alue ennen pakkasten tuloa esimerkiksi pressuista tai styroxeista tehdyillä suojaseinillä.
Eristäminen	Eristeet on onnistuttu asentamaan tasaisiksi pinoiksi. Niihin ei myöskään ole jäänyt kylmäsiltoja. Asia vaati huolellisuutta ja tarkkaavaisuutta, jottei styroxien väliin jää koloja. Koloja kuitenkin joka tapauksessa jää, ja ne tulee täyttää uretaanivaahdolla.	Epäonnistumista on tehottomasti käytetyt styroxit, eli niistä leikellään liikaa paloja. Tällöin ns. hukkaosuus on turhan suuri, mikä tuottaa lisäkustannuksia. Lisäksi käytössä tulisi olla useita eri paksuisia styroxeja, koska putkikanaalien ja anturoiden päälle joutuu välillä erikseen leikkaamaan sopivan paksuisia styroxeja paksummasta levystä, jotta saadaan aikaiseksi suora pinta eristeisiin.
Raudoitteet	Raudoitteita on onnistuttu käyttämään tehokkaasti ilma suurta hukkaprosenttia. Tämän mahdollistaa hyvä suunnittelu ennen raudoitteiden asentamista. Raudoitteet on ilmeisesti onnistuttu asentamaan myös oikeoppisesti, koska laatat eivät ole halkeilleet tai lohkeilleet ollenkaan. Tämä edellyttää esimerkiksi raudoitteiden korkeuden ja jatkospituuksien tarkistamista ennen valua mahdollisten virheiden varalta.	Raudoittamisessa on tapahtunut kaksi kertaa selkeä virhe. Molemmissa tapauksissa teräs on noussut betonista esiin. Koska kyseessä on ollut molemmilla kerroilla pelkästään teräksen ylös noussut pää, ei vahinko ole suuri, mutta silti vältettävissä oleva. Raudoitteet tulisi kiinnittää toisiinsa huolellisemmin, jottei mikään rauta pääsisi nousemaan.

Valaminen	<p>Yhtä kertaa lukuun ottamatta valut on saatu suoritettua loppuun asti, ilman kohtuuttomia ongelmia. Tämä on edellyttänyt oikeiden tilauksien tekemistä, mukaan lukien sopiva betonimassa, joka saadaan tulemaan jopa 90m pitkistä valuletkuistakin läpi. Lisäksi aikataulutaminen kuormien ja valun suhteen tulee miettiä etukäteen. Myös betonipumpulle oli kyseisellä työmaalla tilanpuutteen vuoksi etukäteen varattava jokin tietty alue ja puhdistettava se tiellä olevista tavaroista.</p>	<p>Tilaaajasta riippumattomista syistä betonikuormien tulossa ja massan laadun tasaisuudessa on ollut usein ongelmia. Tämä on näkynyt valun keston venymisenä ja valuletkujen tukkeutumisenä. Tähän on kokemuksen myötä opittu varautumaan ja laskeetaan valuun odotettu käytettävä aika niin sanotusti varman päälle, jottei mahdollisista viivästyksistä koidu muita ongelmia.</p>
Betonityöt	<p>Betonityöt ovat järjestään olleet onnistuneita ja niiden lopputulos on ollut siisti ja kestävä. Ammattitaitoiset lattiatyöntekijät ja valamiseen sopivat olosuhteet mahdollistavat hyvän lopputuloksen. Varsinkin lämmityksen suhteen tulee olla tarkkana kylmällä kelillä ja sen eteen on tehtävä järjestelyjä jo pari päivää ennen valua.</p>	<p>Betonitöissä ainoat ongelmat ovat olleen lattioiden hieman epätasaiset kallistuksen, jotka ovat aiheuttaneet joissakin valuissa 5-10 %:n ylimääräisen betonin kulutuksen.</p> <p>Lämmityskuluja voisi saada huomattavasti pienemmäksi, mikäli valettava alue suojattaisiin esimerkiksi jonkinlaisilla styroxista tehdyillä suojaseinillä pressuseinien sijaan. Iso polttoainekäyttöinen lämmitin saattaa kuluttaa kylmällä kelillä jopa 600 litraa polttoainetta vuorokaudessa. Paremmalla suojauksella kulutus voitaisiin saada todennäköisesti tuosta ehkä puoleen.</p>
Jälkihoito	<p>Jälkihoidot ovat onnistuneet hyvin. Tämän voi päätellä laattojen pinnan ehjänä pysymisenä ja niiden halkeamattomuutena. Hyvän lopputulokseen on päästy hyvien jälkihoitoaineiden ja betonin valun jälkeisellä suojaamisella. Erityisesti valujen peittelemine styroxilla viileällä säällä on osoittautunut hyväksi ratkaisuksi, koska käsin tehdyt lämpötilamittaukset styroxilla peiteltyistä lattioista ovat osoittautuneet huomattavasti paremmiksi kuin pelkillä pressuilla peiteltyt lattiat.</p>	<p>Kesäisin valuja ei juurikaan ole peitelty, koska niihin ei suoraan paista aurinko. Lisäksi lattiaurakoitsijan edustajat ovat sitä mieltä että lattioita ei tarvitse kosteuden haihtumisen puolesta suojata jälkihoitoainekäsittelyjen jälkeen. Tähän ei kuitenkaan tuulisella paikalla ole välttämättä täysin luottamista, ja tästä syystä lattioita onkin valujen jälkeen vielä kasteltu, mutta jatkossa myös suojaaminen voisi olla laadun varmistava tekijä.</p>

Laatan irrottaminen	Piirustuksien mukaiset irrotuskaistat ovat toimineet hyvin. Tämä näkyy siitä että ei ole ollut havaittavissa betonin takertumista mistään kohdasta, koska tämä todennäköisesti aiheuttaisi betonin reunan murtumisen.	Irrotuskaistojen asentamisen suurin ongelma on niiden kiinnittäminen niin vaakakuin pystysuorille pinnoille siten, että ne pysyvät paikoillaan betonia valettaessa. Huovat on kiinnitetty useimmiten liimalla linjakuivaimiin ja solumuovit lyöntiniiteillä seinään, mutta nämä molemmat ovat hieman hitaita toimenpiteitä. Toimenpidettä nopeuttaisi huomattavasti, mikäli esimerkiksi huovassa olisi valmiiksi liimapinta, joka kiinnittyisi heti ja pitäisi huovan hyvin paikoillaan. Lisäksi mielestäni seinien vieheen tulevan 10mm solumuovin voisi hyvin korvata 5mm paksulla solumuovilla, jolloin säästettäisiin rahaa, mutta saataisiin sama lopputulos.
Liikuntasauvojen toimiminen	Liikuntasauvat ovat toimineet juuri niin kuin niiden pitääkin, eli betonin kutistuessa ne ovat auenneet ja mahdollistaneet betonien vapaan kutistumisen. Lisäksi laattojen reunat ovat pysyneet toisiinsa nähden samassa korkeudessa, joten myös siinä mielessä ne ovat toimineet oikein. Lisäksi liikuntasauvautoilla on suuri merkitys betonilaatan valamisvaiheessa, koska lattiat tehdään korkoihin niiden mukaan, ja täten liikuntasauvautojen asentaminen juuri oikeaan korkoon on tärkeää.	Liikuntasauvautojen kannakointi ja kiinnittäminen maahan lyötävillä harjateräksillä on hieman epävarma tapa saada ne pysymään juuri oikeassa korkeudessa. Mielestäni tähän voisi olla mahdollista keksiä jokin parempi ratkaisu, esimerkiksi harjateräkseen kiinni hitsattava pieni prikan tavoin toimiva metallilevy, tai niissä valmiiksi kiinni oleva muovilevy, joka tulisi asentaa harjateräksen varteen styroxia vasten. Tämä toisi liikuntasauvautoille huomattavasti tukevamman kiinnityksen, jolloin se ei painuisi alaspäin mikäli sen päälle astuttaessa.
Ulkonäkö	Lattioiden yleinen ulkonäkö on erittäin hyvä. Lattian hyvin hierretty pinta ja sen vaaleanharmaa sävy on hyvin siistin näköinen ja sopivan ”valoisa”.	Ulkonäölliset suurimmat ongelmat aiheutuvat ylemmästä kerroksesta tippuvan veden vuoksi. Vesi aiheuttaa lattiaan pieniä koloja ja joskus jopa lätköitä, joiden pinta jää epätasaiseksi. Nämä jäljet paikataan myöhemmin, mutta lopputulos ei silti ole alkuperäisen ehjän lattian veroinen.

11 Pohdintaa

11.1 Virheet ja niiden korjaaminen

Vaikka työtä kirjoitettaessa on takana noin 12 000m² valettua mv-lattiaa rakennuskoh- teessa, ovat kaikki lattiavalut olleet onnistuneita. Lattioissa ei ole vielä silmin havaitta- vissa ensimmäistäkään halkeamaa tai murtumaa. Suurimmat vauriot ovat olleet katosta tippuvan veden aiheuttamat kolot ja yksittäisten raudoitteiden nouseminen lattian pintaan. Tippuneen veden aiheuttamat kolot (Kuva 28) tullaan paikkaamaan jälkikäteen laasti- paikkauksena, jotta lattiapinnoista saadaan ehjät ja tasaiset.



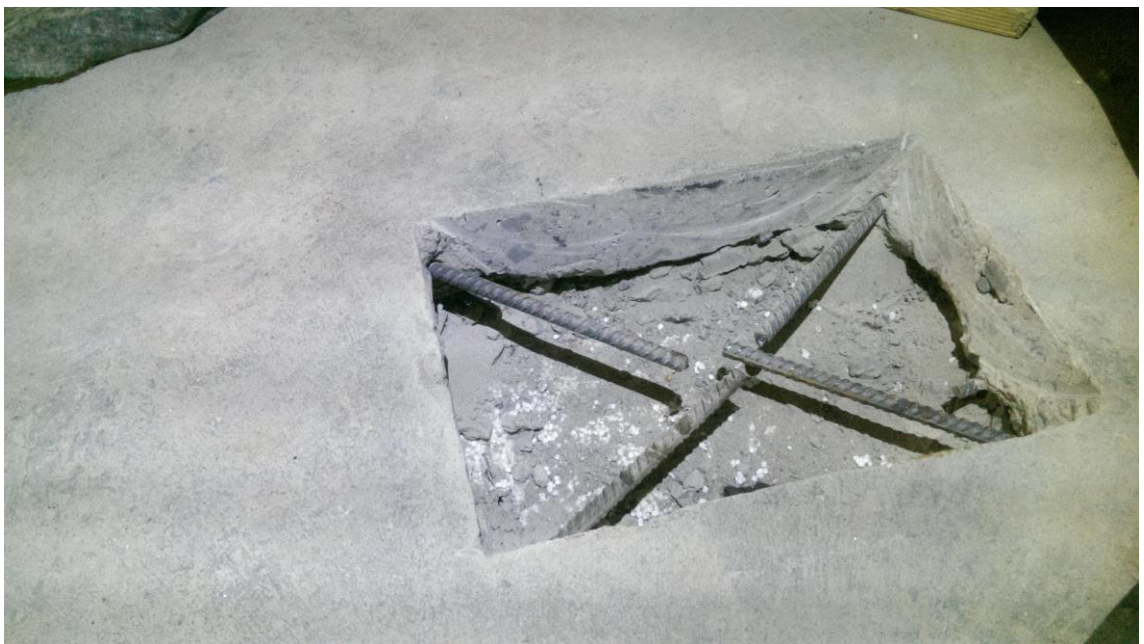
KUVA 28. Tippuvan veden aiheuttama kolo lattiassa.

Toinen virhe ja ongelma tyyppi on ollut raudoitteiden nouseminen betonin pintaan (Kuva 29). Tämä on tapahtunut kahdesti. Molemmat vaurioalueet ovat olleet pieniä ja niiden syntyminen on johtunut siitä, kun hitsatusta verkosta on yksi raudoite irronnut ja siinä olleen taivutuksen takia noussut pintaan. Tällaiset virheet korjataan siten, että epäonnis- tuneen kohdan ympärille sahataan ja piikataan suorakaiteen muotoinen aukko, josta vanha betoni poistetaan. Koloon asennetaan uudet tartuntaraudat poraamalla koloa ym- päriöivään lattiaan reiät esimerkiksi 10mm betoniterällä ja asentamalla injektointimassa

kiinnittäen reikiin uudet, 8-10mm harjateräkset (Kuva 30) Näin saadaan tehtyä paikka-
valu, joka ei myöhemmin nouse tai laske verrattuna sitä ympäröivään lattiaan, vaan se
pysyy samassa tasossa.



KUVA 29. Betonin pintaan noussut teräs.



KUVA 30. Paikattava kolo raudoitettuna.

11.2 Miksi töissä onnistuttiin

Virheiden määrästä päätellen töissä on onnistuttu hyvin. Onnistuneen työn takana on monta tekijää, jotka kaikki oikein tehtynä ovat olleet mukana vaikuttamassa onnistuneeseen lopputulokseen.

Maanrakentamisessa ja perustusten tekemisessä on huolehdittava siitä että pohja on tasainen ja hyvin tiivistetty. Perustuksissa on oltava hyvä mittatarkkuus ja valmiiksi kaadot samalla tavoin kuin betonipinnassa, jotta lattian betonilaatta pysyy tasapaksuna.

Eristysten tulee olla tiiviisti asennettuna, eikä niiden välissä saa olla rakoja. Myöskin niiden yläpinnan on oltava suora, jotta valettava laatta pysyy tasapaksuna.

Irrotuskaistojen tulee olla oikein asennettuina ja oikeissa paikoissa oikeat materiaalit. Betonin kutistuminen pitää päästä tapahtumaan vapaasti, ja tämä edellyttää sitä että pohja on tasainen, eikä betoni tartu reunoiltaan mihinkään, vaan että laatassa on oikein asennetut irrotuskaista ja liikuntasaumaraudoitteet on asennettuna oikein rakennesuunnitelmien mukaisesti.

Raudoitteiden tulee sijaita siten että ne eivät pääse ruostumaan, eli niiden ylä- ja alapuolella on oltava riittävän paksu kerros suojabetonia. Myöskin raudoitteiden oikea sijainti betonissa on oleellinen tekijä, varsinkin näin ohuissa lattioissa, jotta betoni ei taipuile tai halkeile.

Betonityöt tulee hoitaa ammattitaidolla ja betonin on oltava hyvälaatuista. Oikeanlainen betoni eri olosuhteisiin yhdessä toimittajan kanssa pohtien mahdollistaa hyvän lopputuloksen oikeiden työtapojen kanssa. Betonitöissä olosuhteiden huomiointi on äärimmäisen tärkeää, jotta betoni on helppoa työstää ja että sen on mahdollista kuivua ja kovettua toivotusti. Tämä aiheuttaa paljon lisätöitä ja kustannuksia, mutta on välttämätön toimenpide hyvälle lopputulokselle. Kun olosuhteiden vaikutuksiin reagoidaan oikein, ne eivät vaikuta laadullisesti lopputulokseen. Tämä edellyttää myös hyvää ja oikeaoppista jälkihoitoa. Jälkihoitotavoista erityisesti styroxien levittäminen lattioiden päälle on havaittu hyväksi tavaksi suojata valettua betonia viileillä keleillä. Vaikka levittäminen viekin aikaa

moninkertaisesti verrattuna pressujen levittämiseen käyttöön, on toiminto lopulta kuitenkin kustannustehokkaampaa, koska se poistaa valun jälkeisen lämmittämisen tarpeen.

Lattioiden valmistaminen alusta loppuun vaikuttaa kokonaisuutena suhteellisen helpolta. Siinä on kuitenkin monia asioita ja tekijöitä, joita tulee ottaa huomioon. Näihin on tekstin kirjoittajakin vasta kokemuksen myötä oppinut kiinnittämään tarpeeksi ja oikealla tapaa huomiota. Helpoimmat työtehtävät on eristeiden asennus ja haastavinta on raudoitteiden asentaminen oikeaan korkeuteen, niin että niiden ympärille jää oikea määrä suojabetonia. Työmaan ja rakentamisajankohdan tuottamat haasteet ovat olleet kuitenkin ne suurimmat ongelmakohdat. Tiukka aikataulu, tilan puute töitä tehdessä, betonin saaminen valupaikalle ja sää- ja keliolosuhteista huolimatta laadukkaan lopputuloksen synnyttäminen ovat selvästi suurimmat haasteet työnjohtamisessa. Vaikka asiat ovat onnistuneet alusta alkaen suhteellisen hyvin, on tekstin kirjoittaja nyt varmasti huomattavasti asiantuntevampi osaaja kuin töiden alkaessa.

Kun asiat tehdään alusta loppuun saakka huolellisesti, ei tule turhia virheitä ja korjaustarpeita. Mahdollisen virheen korjauksessa ja oppimisessa auttaa myös aktiivinen työmaapöytäkirjan täyttö kaikkine keli ja työntekijä- ja materiaalitietoineen. Sielukas betoni on mielenkiintoinen rakennusmateriaali, sillä siitä saa hyvää ja kestävää, mutta se on myös hyvin periksi antamaton materiaali, koska virheellistä kohtaa on lähestulkoon mahdotonta korjata alkuperäisen veroiseksi.

11.3 Opinnäytetyön tekeminen

Opinnäytetyön tekeminen on syventänyt entisestään tekijän tietoa maanvaraisten lattioiden ja betonitöiden tekemistä. Aiheen teoksiin tutustuminen ja asiaan liittyvien tekstien lukeminen on auttanut ymmärtämään entistä paremmin teoriaa tekojen taustalla. Tämä on varmasti erittäin hyödyllistä tietämystä jatkon kannalta. Jälkeenpäin onkin hyvä sanoa että työn tekeminen ei missään nimessä ole mennyt hukkaan.

Vaikka betonityöt vaikuttavat monien mielestä todella yksinkertaisilta, ei asia näin ole. Ne vaativat onnistuakseen runsaasti ammattitaitoa ja tietoa. Työhön liittyvät asiat oppii parhaiten tekemisen ja kokemuksen kautta, mutta ennen niitä on perusteiden oltava hallussa ja tekemisen teoria tiedossa, jotta virheiltä vältyttäisiin.

LÄHTEET

Kaitos Oy. <http://www.kaitos.fi/tuoteryhmat/bentoniitti/388/bentoniitti>

AJT-Metalli Oy. <http://www.ajtmetalli.com/>

Rudus Oy. <http://www.rudus.fi/>

BASF Oy. [https://assets.master-builders-solutions.basf.com/Shared%20Documents/PDF/Finnish%20\(Finland\)/DownloadsMasterTop/Suoritustasoilmoitus/MBS_DoP_MasterTop_450_natural_ja_v%C3%A4rilliset.pdf](https://assets.master-builders-solutions.basf.com/Shared%20Documents/PDF/Finnish%20(Finland)/DownloadsMasterTop/Suoritustasoilmoitus/MBS_DoP_MasterTop_450_natural_ja_v%C3%A4rilliset.pdf)
<https://www.master-builders-solutions.basf.fi/fi-fi/products/masterkure/3393>

RYL. http://rt.rakennustieto.fi/product/Ratu%200404?Tuote_ID=108793&page=3,
http://rt.rakennustieto.fi/product/Ratu%200403?Tuote_ID=108792,
http://rt.rakennustieto.fi/product/Ratu%200402?Tuote_ID=108580.

LIITTEET**Liite 1. Rakennustyöselostus**

1(18)



Olavi Haarala

11.6.2010

1 (18)

**RATINAN
KAUPPAKESKUS****BETONOINTITYÖT
RAKENNUSTYÖSELOSTUS****TYÖNRO 11 4332.1****RAK_101-001****A-Insinöörit Suunnittelu Oy****ESPOO**
Harakantie 18 A
02850 Espoo
Puh. 0207 911 777
Fax 0207 911 779**TAMPERE**
Satakunnankatu 23 A
33210 Tampere
Puh. 0207 911 777
Fax 0207 911 778E-mail:
etunimi.sukunimi@ains.fi
Internet:
www.a-insinoorit.fiY-tunnus 0211382-6
Kotipaikka Tampere

SISÄLLYSLUETTELO

1	RAKENNUSHANKKEEN YLEISTIEDOT.....	3
1.1	RAKENNUSHANKE	3
1.2	KOHDE	3
2	RAKENNUSTYÖSSÄ NOUDATETTAVAT ASIAKIRJAT.....	4
2.1	YLEISET ASIAKIRJAT	4
3	RAKENNUSTARVIKKEET	4
3.1	YLEISTÄ	4
4	RAKENNUSVÄLINEET JA -MENETELMÄT	4
5	MITTAUKSET JA TARKASTUKSET.....	4
6	SUORITUKSET	5
6.1	SUORITUKSET, YLEISTÄ	5
6.2	KOKEET JA MALLIT	5
6.3	PEITTYVÄT TYÖSUORITUKSET	5
6.4	MUUTOSTEN TEKEMINEN	6
7	VARAUKSET.....	6
7.1	REIÄT JA SYVENNYKSET	6
7.2	LÄPIVIENTIEN SOVITUSKAPPALEET	6
7.3	TARTUNNAT, KIINNIKKEET, KANNAKKEET	6
7.4	PAIKKAUKSET	7
8	BETONIRAKENTEIDEN TYÖSUUNNITELMAT.....	7
8.1	URAKOITSIJAN TEKNISET TYÖSUUNNITELMAT	7
8.2	TELIN- JA MUOTTISUUNNITELMAT	7
8.3	RAUDOITUSTYÖSUUNNITELMA.....	8
8.4	BETONITYÖSUUNNITELMA.....	8
9	PAIKALLA VALETUT BETONIRAKENTEET.....	9
9.1	YLEISTÄ	9
9.2	BETONIRAKENNETÖISSÄ NOUDATETTAVAT ASIAKIRJAT:.....	10
9.3	MUOTTITYÖT	11
9.4	LAATUVAATIMUKSET.....	11
9.5	RAAKAVALUPINTA	11
9.6	PUHDASVALUPINTA	12
9.7	SILEÄVALUPINTA	12
9.8	RAKENTEIDEN BETONOINTI, YLEISTÄ.....	12
9.9	RAUDOITUS	13
9.10	BETONOINTI.....	13
9.11	LIIKUNTA- JA TYÖSAUMAT	14
9.12	BETONIN LISÄAINEET	14
9.13	YLEISET TYÖOHJEET PAIKALLA VALETTAVILLE BETONILATTIOILLE.....	14
9.14	BETONOINTI KYLMÄLLÄ SÄÄLLÄ	15
9.15	MASSIIVISET BETONIRAKENTEET	17

1 RAKENNUSHANKKEEN YLEISTIEDOT

1.1 Rakennushanke

Ratinal Kauppakeskus
Vuolteenkatu 1, 33100 Tampere
Kaupunginosa 8, kortteli 200, tontti 1 (kiinteistötunnus 837-113-200-1)

Rakennusalue käsittää kauppakeskuksen tontin 200/1 sekä sen lisäksi

Vuolteenkadun katualueen alapuolisine kellareineen
(kiinteistötunnus 837-113-9901-0)

Linja-autoaseman tontille tehtävän huoltopihan ajoluiskan
(kiinteistötunnus 837-113-198-1)

Osin stadionin tontille tehtävän Ratinal raitin sekä sen alapuolisen
kevyen liikenteen tunnelin portaineen sekä putkitunnelin
(kiinteistötunnus 837-113-9904-0)

Suvantokadun alle tehtävän pumppaamon huoltotunneleineen

Hankkeen laajuustiedot suunnitelmien mukaan

1.2 Kohde

Tämä kohde on max. 6-kerroksinen kauppakeskusrakennus, jonka kahteen kellarikerrokseen sijoittuvat väestönsuojat ja pysäköintitilat. 1., 2. ja 3. kerrokset ovat pääosin liiketiloja, IV-konehuoneille ja toimistoille on varattu tilat 4-kerroksesta. Ravintolatiloja on ns. periskooppiosan 5.- ja 6. kerroksessa.

Kauppakeskuksen päämassa on jaettu liikuntasaumoilla 4 lohkokon, tämän lisäksi liikuntasaumoilla on erotettu mm. seuraavat vyöhykkeet: Ratinal raitti, Olympia-aukio, Ratinal aukio ja Vuolteenkadun alaiset rakenteet.

Rakennus on jäykistetty paikallavaletuilla porras- ja hissikuiluilla sekä niihin liittyvillä paikallavaluseinillä. Kantava runko on pääosin pilari-palkkirakennetta, pilarit ovat betonitäytteisiä teräspilareita ja palkit hitsattuja matalapalkkeja. Väli- ja yläpohjat ovat pääosin ontelolaattoja, alapohjat maanvaraisia teräsbetonilaattoja.

Kellarikerrosten massiiviset maanpaineseinät ovat paikallavalua ja ne osittain vahvistetaan ulkopuolisilla rivoilla. Myös S-3 luokan väestönsuojat ovat paikallavalua. Lisäksi kellarin lattian alle tulee vedenpaineellisia teräsbetonirakenteita kuten kanaaleja, pumppaamoja ja IV-laitetiloja.

Vuolteenkadun alaiset rakenteet ovat muusta rakenteesta poiketen jälkijännitettyjä teräsbetoni pilari-palkki-laatastoja. Ylin taso toteutetaan injektoitavilla jänteillä ja alemmat rasvapunoksilla.

Rakennuksen rungon käyttöikätaavoite on 100 vuotta, palonkestoluokka on yleensä R60 paitsi alimmassa kellarikerroksessa R120.

2 RAKENNUSTYÖSSÄ NOUDATETTAVAT ASIAKIRJAT

2.1 Yleiset asiakirjat

Työssä noudatetaan asiakirjoja ja määräyksiä urakkaohjelman ja yleisten sopimusehtojen sekä tämän työselostuksen määräysten mukaisesti.

Mikäli asiakirjoissa ei toisin mainita, noudatetaan Suomen Rakentamismääräyskokoelman määräyksiä ja ohjeita, Rakennustöiden yleisiä laatuvaatimuksia RYL 2000 sekä RIL:n normeja ja Suomen Betoniyhdistyksen julkaisemia ohjeita. Mikäli työsuorituksen ja laatutason määrittely jonkin osasuorituksen kohdalta puuttuu, noudatetaan rakentamisessa yleisesti vastaavissa yhteyksissä käytettyä hyvää suoritustapaa.

3 RAKENNUSTARVIKKEET

3.1 Yleistä

Tarvikkeiden tulee olla asiakirjojen määräysten mukaisia.

Rakennukseen jäävien tarvikkeiden tulee olla uusia. Niiden tulee lujuus- ja laatuvaatimustensa puolesta täyttää sekä mahdolliset viralliset että laatuluokkansa edellyttämät julkaisut tai muuten käytössä olevat normit.

4 RAKENNUSVÄLINEET JA -MENETELMÄT

Rakennustyössä käytetään kuhunkin työsuoritukseen tarkoituksenmukaisia koneita, laitteita ja telineitä. Käytettävien laitteiden tulee olla työturvallisuuden kannalta tarkastettuja ja kunnossa olevia siten kuin määräykset kyseisiä laitteita koskevat.

5 MITTAUKSET JA TARKASTUKSET

Urakoitsija vastaa asettamiensa mittojen paikkansapitävyydestä. Kaikki tarpeelliset mittalinjat ja kiintopisteet on pidettävä selvästi merkittyinä. Urakoitsijan on kiinnitettävä erityistä huomiota mittaustyönjohtajan pätevyyteen ja hyväksyttävä hänet rakennuttajalla.

Urakoitsija tarkastaa ja dokumentoi (ATK-pohjaisesti ja myös valokuvin) ennen valun aloitusta ainakin seuraavat asiat:

- raudoitusten yhdenmukaisuuden suunnitelmien kanssa
- raudoitusten, läpivientien ja valuun tulevien osien sijainnin
- raudoituksen suojabetonipaksuuden molempiin muottipintoihin nähden
- muottien mitat ja muotituksen sijainnin.
- valuun tulevat vedenpaine-eristeet ja saumanauhat

Valutöitä ei saa aloittaa ennen kuin valvoja on hyväksynyt tehdyt tarkastukset ja niiden tulokset. Seinien sijainti ja raudoituksen suojabetonipaksuus tarkastetaan myös muottien poistamisen jälkeen tilaajan kanssa sovittavalla tavalla. Tehdyt tarkemittaukset dokumentoidaan ATK-pohjaisesti.

Valujen alle tai sisään tulevien putkistojen ja vastaavien sijainti ja toimintakuntoisuus on tarkastettava ennen valujen ja muiden niiden mahdollisen korjaamisen estävien töiden aloittamista.

Perustusten teon saa aloittaa vasta, kun rakennuttajan valvoja on tarkastanut ja hyväksynyt peruskaivannot. Talviaikaan on erityisesti huolehdittava siitä, ettei betonoida jäätyneen maan tai lumen päälle. Betonoinnin aikana ja sen jälkeen on huolehdittava, että anturoiden alle jäävät maakerrokset eivät pääse jäätymään.

6 SUORITUKSET

6.1 Suoritukset, yleistä

Kaikki työt tehdään hyväksi tunnettuja työtapoja ja ammattitaitoista työvoimaa käyttäen.

6.2 Kokeet ja mallit

Urakoitsija ottaa ja kustantaa sellaiset rakennusaineiden, -tarvikkeiden ja -osien sekä työn laadun toteamiseksi tarpeelliset kokeet, jotka normien ja säännösten mukaan on säännöllisesti otettava tai katsotaan tavanomaisiksi.

6.3 Peittyvät työsuoritukset

Valvojalle ilmoitetaan ajankohta, jolloin käytettävien tarvikkeiden laatu ja eri työvaiheiden oikea suoritustapa voidaan todeta, ennen kuin ne peittyvät toisten rakenteiden alle.

6.4 Muutosten tekeminen

Kaikki muutokset, joista ei ole muutospiirustusta, on merkittävä erikseen työmaalla pidettävään erilliseen tarkepiirustussarjaan. Rakennustyön valmistuttua luovutetaan tarkepiirustukset rakennuttajalle varustettuna työnvalvojan hyväksymismerkinnällä.

Urakoitsija ei ole oikeutettu poikkeamaan sopimusasiakirjoista muuten kuin rakennuttajan luvalla.

Muutostöille voivat antaa luvan vain henkilöt, joille sopimuksessa on annettu tähän oikeus. Suunnittelijoiden lupa ei riitä sopimusasiakirjoista poikkeamiseen ellei tästä kirjallisesti sovita.

7 VARAUKSET

7.1 Reiät ja syvennykset

Kantaviin rakennusosiin saa tehdä ainoastaan rakenne- ja reikäpiirustusten edellyttämät aukot ja syvennykset. Muita aukkoja ei saa tehdä ilman rakennesuunnittelijan lupaa.

Kantavien rakennusosien piikkauksia ja muita mekaanisia muokkauksia ei saa suorittaa ilman rakennuttajan ja rakennesuunnittelijan lupaa.

7.2 Läpivientien sovituskappaleet

Rakenteisiin tulevat läpivientien sovituskappaleet mitataan ja kiinnitetään paikalleen siten, etteivät ne pääse valu- tai muun rakennustyön aikana siirtymään. Läpivientien toteutuksessa on kiinnitettävä erityistä huomiota niiden tiiveyteen ja oikeiden materiaalien käyttöön.

7.3 Tartunnat, kiinnikkeet, kannakkeet

Tartuntoina, kiinnikkeinä ja kannakkeina käytetään ainoastaan suunnitelmien mukaisia valmiita kiinnitysosia, ellei suunnitelmissa ole toisin esitetty.

Kaikki rakenteisiin tulevat kiinnitysosat mitataan ja kiinnitetään paikoilleen siten, etteivät ne pääse valu- tai muun rakennustyön aikana siirtymään.

Kaikki tartunnat, kiinnikkeet, kannakkeet yms. ovat kuumasinkittyjä jos ne ovat alttiina ilmastorasituksille.

7.4 Paikkaukset

Mikäli paikkaustöitä joudutaan suorittamaan, tehdään ne käyttäen sellaisia materiaaleja ja työtapaa, että paikattu kohta vastaa ominaisuuksiltaan ja ulkonäöltään ympäröivää rakennetta.

Mikäli paikkauksella ei saavuteta tyydyttävää tulosta, on rakennuttajalla oikeus vaatia rakenne korvattavaksi uudella suorituksella urakoitsijan kustannuksella.

8 BETONIRAKENTEIDEN TYÖSUUNNITELMAT

Työt tehdään suunnitelmallisesti. Laadunvarmistus järjestetään siten, että suunnitelmissa ja asiakirjoissa esitetyt laatuvaatimukset täyttyvät.

Työtä varten urakoitsija laatii alla luetellut tekniset työsuunnitelmat.

8.1 Urakoitsijan tekniset työsuunnitelmat

Urakoitsijan edustajan tarkastamat ja hyväksymät työsuunnitelmat tulee toimittaa rakennuttajalle hyvissä ajoin ennen töiden aloittamista.

Tekniset työsuunnitelmat laaditaan varmistamaan sitä, että valmis rakenne täyttää sille rakennesuunnitelmissa ja betoninormien kohdassa 4.2 asetetut vaatimukset.

Urakoitsijan tulee laatia ainakin seuraavat tekniset työsuunnitelmat:

- teline- ja muottisuunnitelmat
- raudoitustyösuunnitelmat
- betonityösuunnitelmat

8.2 Teline- ja muottisuunnitelmat

Telinesuunnitelmaa laadittaessa kaikki esiintyvät kuormitustapaukset otetaan huomioon sekä selvitetään niiden vaikutus teline- ja betonirakenteeseen. Telineelle annetaan betonirakenteen kannen taipuman lisäksi ennakkokorotus, joka vastaa teline tukien painumia ja kannattimien taipumia. Telinepainumat ja taipumat tulee rajoittaa myös siten, että betonirakenteen mitat pysyvät toleranssien sisällä.

Telineen ja muotin muodonmuutokset tai niiltä tulevat kuormat eivät saa aiheuttaa rakenteisiin halkeilua eikä sellaisia pysyviä jännityksiä, joita ei ole otettu huomioon betonirakenteen suunnitelmassa.

Telineet ja muotit on purettava siten, ettei liian nopea kuormituksen siirtyminen telineeltä betonirakenteelle aiheuta vauriota. Betonin puristuslujuuden tulee olla vähintään 80% nimellislujudesta ennen kantavien telineiden purkua. Muottien purkamisessa muotoin noudatetaan Betoninormien by 50 ohjeita.

Katso myös kohta "Muottityöt"

8.3 Raudoitustyösuunnitelma

Raudoitustyösuunnitelmassa esitetään mm. esivalmisteisten raudoitteiden käyttö, pinnoitettujen betoniterästankojen käsittelyyn liittyvät asiat sekä betoniterästankojen ja jänteiden tuenta oikeaan asemaan. Tuentaratkaisuihin otetaan huomioon myös alusmateriaalin asettamat vaatimukset esim. vedennäpaine-eristeiden yhteydessä.

Työsuunnitelma laaditaan varmistamaan sitä, että valmis rauditus täyttää sille rakennesuunnitelmissa ja betoninormien kohdissa 4.2.3 ja 4.2.7 asetetut vaatimukset.

8.4 Betonityösuunnitelma

Betonitöitä varten laaditaan betonityösuunnitelma, jota tarkennetaan tarvittavilta osin ennen kutakin betonointia. Betonityösuunnitelman tulee soveltuvin osin sisältää seuraavat tiedot.

1. Tiedot betonointikohteesta:

- Betonointikohteen ja betonointityön yleiskuvaus (esim. rakenteen massiivisuus ja liittyvät rakenteet)
- Betonille mahdollisesti asetetut erityisvaatimukset, työskentelyolosuhteiden asettamat vaatimukset (esim. varautuminen kuivan, lämpimän ja tuulisen sään varalta), jne.
- Käytettävissä oleva kalusto ja tekniikat.

2. Työnjohto ja työvoima:

- Vastaava betonityönjohtaja
- Työvuorot
- Työryhmät ja niiden tehtävät
- Varahenkilöstö.

3. Aikataulu:

- Lähtötiedot (esim. muottien ja työsaumapintojen puhdistamisen sekä muiden valmistelutöiden vaatima aika, sallitut nousu- ja kiertonopeudet, laskeutumis- tauot, muut suunnitellut tauot, työsauman rakentamisen sekä pinnan suojauksen ja viimeistelyn vaatima aika)
- Betonointinopeudet rakenneosittain
- Betonimassan toimitusaikataulu
- Työaikataulu.

4. Betonoinnin valmistelu ja betonointi:

- Valmistelu
- Kovettumisen aikaisten lämpötilakenttien ja lujuudenkehityksen suunnittelu (vrt. kohta massiiviset betonirakenteet)
- Toimenpiteet halkeilun rajoittamiseksi liittyvissä rakenteissa
- Kokeet ja mittaukset työmaalla
- Massan siirto betonointikohteeseen
- Tiivistys
- Jälkitärytys ja sen ajankohta, huomioon ottaen käytettävät lisäaineet
- Työsauman tekeminen
- Tartuntojen kiinnittäminen
- Varautuminen häiriöihin
- Varautuminen kylmän sään varalta (vrt. kohta betonointi kylmällä säällä)

5. Pintojen viimeistely, jälkihoito ja suojaus:

- Halkeilun rajoittamistoimenpiteet betonin kypsymisen varhaisvaiheessa ja sitoutumisen ja kovettumisen aikana
- Varhaisjälkihoitoaineen käyttö
- Jälkihierto
- Jälkihoitoaineen käyttö tai muu jälkihoito- ja suojaustoimenpide.

6. Toimenpiteet betonin kovettumisen aikana:

- Lämpötilamittaukset
- Lujuudenkehityksen seuranta
- Varautuminen häiriöihin.

7. Korjaus- ja viimeistelytyöt.

9 PAIKALLA VALETUT BETONIRAKENTEET

9.1 Yleistä

Tässä kohteessa betonirakenteiden suunniteltu käyttöikä on 100 vuotta.

Erityispiirteinä kohteessa on se että perustustöitä joudutaan tekemään pohjaveden pinnan alapuolella, jolloin on varauduttava runsaaseen vedentuloon, vesitiiviisiin tukiseiniin, anturoiden alapuoliseen työbetoniin jne. Vedenpaineellisten betonirakenteiden detaljit vedenpaine-eristyksineen on esitetty rakennesuunnitelmissa.

Perustusten ja lattioiden alapuoliset täytöt, salaojitus yms. ins. tsto. Geotesti Oy:n suunnitelmien mukaan.

Paikallavalettavien rakenteiden betoni- ja rasitusluokat rakennepiirustusten mukaan.

Rungon pilarien peruspultit asennetaan betonivalujen yhteydessä paikoilleen pulttikehikon avulla, ei yksittäisinä pultteina. Peruspulttien asennukseen on kiinnitettävä erityistä huomiota, sallitut toleranssit on esitetty rakennepiirustuksissa. Peruspultit on tarkemittattava heti valun jälkeen ja jos sallitut toleranssit ylittyvät,

pultit on siirrettävä oikeille paikoilleen ennen valun kovettumista. Valun kovettumisen jälkeen on suoritettava toinen tarkemittaus. Tarkemittaukset raportoidaan kirjallisesti poikkeamiseen rakennuttajalle.

Tässä työselostuksessa esitettävät vaatimukset ovat minimivaatimuksia ja urakoitsijan on itse tehtävä betonityösuunnitelma ja vastattava työn suorituksesta siten, että se täyttää esitetyt vaatimukset. Betonointityöt on suoritettava siten, että valmis pinta on mahdollisimman tiivis ja halkeilematon sekä toisaalta siten, että saavutetaan vaadittava kemiallinen kestävyys.

Ennen betonointityön aloitusta tulee järjestää kaikkien rakenteiden toteutukseen osallistuvien yhteinen aloituspalaveri, jonka tavoitteena on varmistaa rakennustyön laatu ja jossa käydään läpi kaikki urakkaan liittyvät asiat niin, että kaikilla osapuolilla on selvä ja yhdenmukainen käsitys sekä laatuvaatimuksista että työn toteutukseen liittyvistä asioista. Ennen kunkin lohkon valua pidetään katselmus, jossa tarkastetaan alustat mukaan lukien mahdolliset vedenpaine-eristeet ja että kaikki rakenteista mahdollisesti läpi tulevat läpimenot ovat asianmukaisesti paikallaan. Palaverin jälkeen muutoksia menetelmiin, betonin laatuun, työn kulkuun ym. ei saa tehdä ilman yhteistä tai sovitun vastuuhenkilön päätöstä.

Betonirakenteiden valu on tehtävä säältä suojatuissa olosuhteissa. Rakenteita ei saa liiallisesti kuormittaa betonin kovettumisaikana, jotta vältetään halkeilu.

9.2 Betonirakennetöissä noudatettavat asiakirjat:

- Suomen rakentamiskokoelma RakMK uusimmat urakan allekirjoittamishetkellä voimassaolevat määräykset
- Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset RYL 2000
- Betoninormit by 50, 2004
- Betonityöohjeet RIL 149-1995
- Paikallavalettujen betonirakenteiden toleranssit by 39 / 1995
- Betonielementtien toleranssit Betonitieto 2003
- Betonipinnat by 40 / 2003
- Betonirakenteiden korjausohjeet by 41 / 1996
- Työ- ja suojatelineet RIL 142 / 1999
- Tukitelineet RIL 147 / 1993
- Betonilattiat by 45 / 2002
- Tartunnattomat jänteet betonirakenteissa by 27, 1988
- Betonilattioiden pinnoitusohjeet by 49 / 2003
- Uusimmat työsuojeluhallituksen turvallisuusmääräykset ja ohjeet

Kaikki tarvittavat normit ja määräykset on urakoitsijan hankittava työmaalle ja pidettävä siellä myös valvojan käytettävissä.

Rakennustyö tehdään piirustusten ja työselostusten mukaan. Rakennustyön edistyessä toimitetaan työmaalle tarvittavat erikoispiirustukset ja -selostukset sekä annetaan selventäviä ohjeita.

Piirustukset ja työselostukset, myös erikoisselostukset, muodostavat yhden kokonaisuuden ja ovat näin ollen toisiaan täydentäviä.

9.3 Muottityöt

Muottityö tulee suorittaa siten, että muotit ovat tiiviit sekä pinnat ja kulmat suoria ja sileitä. Muotit tehdään ja tuetaan niin huolellisesti, ettei valun aikana pääse syntymään painaumuksia tai siirtymiä.

Esivalmistettuihin rakenteisiin liittyvät paikallavalurakenteet on mitattava ja laudoitettava siten, että esivalmistetut rakenneosat voidaan asentaa oikeille paikoilleen. Tarpeelliset muottipiirustukset ja -suunnitelmat on esitettävä rakennuttajan valvojalle hyväksyttäväksi riittävän ajoissa.

Näkyviin jäävien betonipintojen muotteja ei saa käsitellä aineilla, jotka jättävät jälkiä valmiiseen betonipintaan tai estävät mahdollisen pintakäsittelyn tarttumisen.

Paikallavalettujen rakenteiden mittapoikkeamat eivät saa ylittää by 39, paikallavalettujen betonirakenteiden toleranssit, normaaliluokan toleransseja poislukien peruspulttien sijaintitoleranssit, joiden maksimiarvot ovat:

- yhden yksittäisen peruspultin sijaintipoikkeama peruspulttiryhmän sisällä:
 - vaakasuunnassa ± 2 mm
 - pystysuunnassa ± 5 mm
- peruspulttiryhmän keskiön sijaintipoikkeaman maksimiarvot:
 - vaakasuunnassa ± 5 mm
 - pystysuunnassa ± 10 mm

Poikkeuksena on mahdollisten liukuvalujen (porrashuoneet, hissikulut) toleranssi, joka ei saa ylittää ± 25 mm.

9.4 Laatuvaatimukset

Valupinnoissa ei saa esiintyä:

- sementtiliiman valumisjälkiä
- muottijätteitä
- pintakerrosten irtoamista
- kiviaineksen erottumia, vähäisiä paikallisia kohtia lukuun ottamatta.

Näkyviin jäävien paikalla valettavien betonipintojen luokka by 40 MUO A.

Kaikki kemialliselle rasitukselle alttiit rakenteet suunnitellaan vesitiiviiksi.

9.5 Raakavalupinta

Pintojen tulee täyttää lujuusrakenteelliset ja pintaan liittyvien rakennusosien edellyttämät vaatimukset.

Riippumatta tässä työselostuksessa annetuista ohjeista, betonin toimittaja vastaa betonin suhteutuksen onnistumisesta/laadun valinnasta, jotta kaikki asetetut vaatimukset ja tavoitteet saavutetaan.

Vähimmäisvaatimukset säärasitukselle alttiille betonirakenteille:

- betonin lujuusluokka vähintään K35
- muut vaatimukset by 50 mukaan.

Pinnoitettavat alueet ja pinnoitteet rakennusselostuksen mukaan.

9.6 Puhdasvalupinta

Kohteessa ei ole puhdasvalupintoja (=näkyviin jääviä lautamuottipintoja).

9.7 Sileävalupinta

Näkyviin jäävät pinnat ovat sileävalupintoja. Käytettävän muottikaluston tulee olla sellaista, että valmiista betonipinnasta tulee mahdollisimman sileä, tasalaatuinen ja tiivis.

Valumuotit tehdään yhdenmukaisista ehjäreunaisista, sileäpintaisista vanerilevyistä tai metalli- tai vanerimuottikaseteista. Saumat ovat muottivaneri tai kasettisaumoja ja niiden tulee olla yhdensuuntaiset ja liittymäkohdiltaan ristikkäiset. Ulkokulmat viistetään 15x15 kolmiorimalla. Sisäkulmien on oltava suorat ja terävät. Seinissä ja pilareissa nostetaan valun yläpinta noin 15 mm laatan alapinnan yläpuolelle, jotta vaakamuotin liittymä pystyrakenteeseen saadaan siistiksi.

9.8 Rakenteiden betonointi, yleistä

Betonin tulee olla rakennepiirustusten ja työselityksen vähimmäisvaatimusten mukaista. Liikunta- ja työsaumat paikallavaletuissa rakenteissa tehdään rakennesuunnitelmien mukaisesti paikkoihin. Betonirauditus tehdään rakennepiirustusten ja teräsluetteloiden mukaan ja sidotaan niin, että se pysyy paikallaan betonoinnin aikana. Terästen tulee olla puhtaita. Käytettävät teräslaadut ilmenevät rakennepiirustuksista.

Käytettävistä betoniteräksistä on rakennuttajalle toimitettava normien edellyttämät aineenkoetustodistukset.

Betonointitöistä laaditaan urakoitsijan toimesta jokaiselle valukerralle betonointisuunnitelma (yhteistyössä valmisbetonitoimittajan kanssa) sekä suunnitelma betonirakenteiden kelpoisuuden toteamiseksi tehtävien koekappaleiden ottamiseksi ennen betonitöiden aloitusta.

Betonointipöytäkirjat, koekappaleiden koetulokset, lämpötilaseurantatulokset ja muut näihin verrattavat asiakirjat on urakoitsijan toimitettava päivittäin rakennuttajan valvojalle. Mikäli betonilaatu osoittautuu epätydyttäväksi, on urakoitsija velvollinen suorittamaan rakennuttajan vaatimat kokeet ja toimenpiteet.

Urakoitsijan on asetettava betonitöitä johtamaan erityinen betonityönjohtaja, jolla on käytettävän rakenneluokan mukainen betonityönjohtajan pätevyys.

Näkyviin jäävien ja sääolosuhteille alttiina olevien rakenteiden raudoitusten sijoitukseen ja sitomiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota, jotta riittävä suoja-betonikerros saavutetaan ja valmiiseen pintaan ei synny ruostejätkiä esim. side-langoista.

9.9 Raudoitus

Raudoituksia suojaavan betonikerroksen paksuuden on täytettävä vähintään Betoninormien vaatimukset seuraavin minimivaatimuksin (vaatimus koskee myös työteräksiä):

- maata vastaan valettaessa on suojakerroksen oltava 50 mm
- lattiarakenteissa betonipeitteen nimellisarvo yläpinnassa 20 mm
- lattiarakenteissa betonipeitteen nimellisarvo alapinnassa 35 mm
- seinissä ja katoissa nimellisarvo 20 mm.
- säälle alttiit rakenteet, betonipeitteen nimellispaksuus 35 mm.

Kaikkien samaan valuun liittyvien terästen tulee olla paikoillaan ennen valun aloittamista asianmukaisesti tuettuina ja sidottuina, myös tartuntaterästen. Terästen tukemiseen käytetään betoni- tai muovikorokkeita. Asennusteräksiä ei saa asentaa suoraan muottia vasten. Kunkin rakennusosan raudoituksen valmistuttua se tarkastetaan rakennuttajan valvojan toimesta. Urakoitsijan on pyydettävä tarkastusta valvojalta 1 vrk aikaisemmin. Tarkastuksista tehdään merkintä työmaapäiväkirjaan.

Urakoitsijan on varauduttava tarjouksessaan normaalikäytännön mukaisiin työ-, läpimeno- ja detaljiraudoituksiin vaikka niitä ei urakkalaskentavaiheen suunnitelmissa yksityiskohtaisesti olisikaan vielä näytetty.

9.10 Betonointi

Betonimassan tulee muottiin saatettaessa olla tasalaatuista ja notkeudeltaan tarkoitukseen sopivaa. Betonin tiivistäminen suoritetaan riittävän tehokkailla koneellisilla täryttimillä järjestelmällistä työtappaa noudattaen.

Betonoitaessa ja betonimassan kovettumisvaiheessa tulee ottaa erityisesti huomioon by 50 kohdassa 4.2.4.4 ja RIL 149 kohdassa 5.1.4 esitetyt vaatimukset.

Seiniä betonoitaessa tulee muotit täyttää vaakasuorissa kerroksissa. Pienin sallittu nousunopeus on 200 mm/h ja suurin 600 mm/h. Työ- ja liikuntasauvojen rajoittamat valuosat on betonoitava keskeytyksettä.

Kylmänä vuodenaikana betonoitaessa lämmityssuunnitelmat on esitettävä valvojalle ennen työn aloittaessa.

Ennen betonoinnin aloittamista on huolehdittava normien noudattamisen ohella mm. seuraavista asioista:

- muotit ovat kosteat ja puhtaat roskista, lumesta ja jäädästä eikä muotteja tahrita betonimassalla, joka ehtii kovettua ennen varsinaista betonivalua
- betoniteräkset, kiinnitysosat jne. ovat paikoillaan niin tukevasti, että ne säilyttävät oikean sijaintinsa betonoinnin aikana
- sivu- ja aliurakoitsijat ovat tarkastaneet tartunnat, reiät, aukot yms.
- rakennuttajan valvoja on antanut betonointiluvan.

9.11 Liikunta- ja työsaumat

Liikunta- ja työsaumojen rakenne ja sijainti esitetään rakennepiirustuksissa. Työsauman laudoituksen ja raudoituksen on oltava paikoillaan ennen betonoinnin alkua. Työsaumasta saa betonointia jatkaa vasta kun työsauma kestää rikkoontumatta muotin irrotuksen.

Liikuntasaumot ja niiden rakenne on esitetty rakennepiirustuksissa. Jos työsaumojia tulee paikkoihin joita ei ole rakennepiirustuksissa esitetty, lisätään yleissääntönä ko. kohtaan raudoitusta 50 % verrattuna perusraudoitukseen ja työsaumatyyppinä tulee käyttää by 50 kohdassa 4.2.4.10 esitettyä ns. pestyä työsaumaa tai vastaavaa. Lupa työsauman tekoon ja sen lopullinen rakenne on kuitenkin hyvissä ajoin ennen työn aloittamista hyväksyttävä rakennesuunnittelijalla.

9.12 Betonin lisäaineet

Betonin lisäaineita on käytettävä betonointikohteen ja betonointiajan sitä vaatiessa. Lisäaineilta vaaditaan Betoniyhdistyksen hyväksymä käyttöseloste. Betonin lisäaineiden käyttämiseen on saatava rakennuttajan lupa.

Pakkasenkestävyyden varmistamiseksi ulkona olevissa rakenteissa betonimassan on oltava pakkasenkestävää (by 50).

9.13 Yleiset työohjeet paikalla valettaville betonilattioille

Alla olevia ohjeita noudatetaan soveltuvin osin kaikille paikalla valettaville betonirakenteille.

- Laatan alusrakenteet tehdään rakennepiirustusten mukaisesti. Lattioiden alustäytön tiiveyteen ja tasaisuuteen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Täytön tiiveys ja tasaisuus tarkastetaan ja dokumentoidaan ennen töiden jatkamista maanvaraisen laatan laadun takaamiseksi.

- Vaakasuoria työsaumoja käytettäessä sauma karhennetaan karkeaksi työsaumaksi. Laatan pintaan muodostuva sementtiliima tulee poistaa ja laatan pinta käsitellä ennen pintavalun suorittamista tartuntaa parantavalla primerillä esim. Repahaft L tai vastaava. Erityistä huomiota on kiinnitettävä työsauman puhtauteen, eikä työsaumaan saa valun yhteydessä jäädä mitään tartuntaa heikentäviä aineksia.
- Raudoitukset asennetaan ja tuetaan välikkeiden ja työterästen varaan. Mahdollisesti käytettävät rauditusverkot sidotaan toisiinsa ja irtoteräkset verkkoihin, jotta ne pysyvät paikoillaan valun ajan.
- Kutistumista ehkäisevään jälkihoitoon tulee kiinnittää erityistä huomiota. Jälkihoitoaineina voidaan käyttää esim. Masterkure tuotteita tai vastaavia. Tällä voidaan hillitä kutistumishalkeamien syntymistä.
- Lattian valutyö tulee suorittaa ns. "shakkiruutuun" maksimi valualueen ollessa 20m x 20m. Valujärjestyksessä viereisiä kenttiä ei saa valaa peräkkäin ja niiden valujen välillä tulee olla riittävän pitkä aika. Työsaumaan asennetaan molempiin pintoihin lisäraudoitus.
- Saumojen muotit asennetaan betonikakkujen varaan tai tuetaan esim. teräksisillä tukirakenteilla.
- Lattian tekijä laatii betonoinnista työsuunnitelman, jossa otetaan huomioon by 45 kohdan 3 ohjeet.
- Lattian tekijä selvittää olosuhteet, joissa lattiavalu suoritetaan ja betoni kovettuu:
 - ilman suhteellinen kosteus
 - ilman lämpötila
 - ilman virtaus (tuulimittaus)
 - alustan värinämittaus.

Mikäli valupaikan ilman suhteellinen kosteus on < 50 %, jälkihoitoon on kiinnitettävä erityistä huomiota, jotta lattian pinta ei pääsisi kuivumaan ennen lujuuden kehittymistä.

Betonimassa on mahdollisimman vähän kutistuvaa. Lisäksi betonin suhteutuksessa tulee ottaa huomioon mm. seuraavat vaatimukset:

- Loppukutistuma ei saa ylittää arvoa 0,50 ‰ (lattiat ja vastaavat)
- Maanvaraisten lattioiden pinnoitus rakennusselostuksen mukaan.
- Betonirakenteiden jälkihoito suoritetaan by 45, RIL 149-1995 ja by 50-2004 mukaan.
- Jälkihoitoaika ja jälkihoidon suoritus on määritettävä betonointisuunnitelmassa yhdessä valmistavan betonitehtaan kanssa.

9.14 Betonointi kylmällä säällä

Urakoitsija laatii suunnitelman kylmällä säällä betonointia varten ottaen huomioon kylmien olosuhteiden betonimassalle, betonoinnille, jälkihoidolle ja suojuukselle asettamat vaatimukset.

Jos valettava rakenneosa ei pääse vapaasti liikkumaan alustansa tai liittyvän rakenteen suhteen, huolehditaan siitä, ettei poikkileikkausten keskimääräinen lämpötilaero ylitä 20°C.

Betonimassan lämpötilan on oltava betonoitaessa vähintään + 5 °C eikä se saa missään vaiheessa laskea 0 °C alapuolelle.

Kylmällä säällä betonoitaessa lisäaineesta johtuva sementin sitoutumisen alkua siirtävä vaikutus on tunnettava.

Joidenkin lisä- ja seosaineiden vaikutuksesta betonin lujuudenkehitys hidastuu normaalia kylmemmissä olosuhteissa olennaisesti. Ellei aineiden vaikutuksia tunneta aikaisemmasta tuotannosta saatujen kokemusten perusteella riittävän tarkasti, selvitetään ne ennakkokokeiden avulla.

Betonin lämpötiloja ja lujuudenkehitystä seurataan kohdassa: "massiiviset betonirakenteet" esitetyllä tavalla.

Lisäohjeita:

Kylmällä säällä betonointiin on syytä varautua aina, kun vuorokauden keskilämpötilan odotetaan laskevan alle + 5 °C.

Tyypillisiä kylmällä säällä betonointiin liittyviä suunnittelun lähtökohtia ovat mm. vaadittu muottien ja telien purkulujuus, vallitsevat sääolosuhteet, betonimassan jäähtymisnopeus kuljetusten ja siirtojen aikana, betonin lämmöntuotto kovettumisvaiheessa, lämmityslaitteiden lämmöntuotto sekä erilaisten lämpösuojauksen ominaisuudet.

Eräänä suunnittelun lähtökohtana voidaan käyttää ohjeiden RIL 149 kohdan 6.3.1 toimenpideluetteloa.

Valettavan rakenneosan alla oleva perusmaa tai kallio, liittyvät rakenteet sekä muotit ja rauditus lämmitetään, sulatetaan ja lämpösuojataan ennen betonointia.

Massan lämpötila arvioidaan etukäteen laskennallista menetelmää käyttäen julkaisun RIL 149 kohdan 6.7.2 mukaista periaatetta noudattaen.

Ohuissa rakenneosissa massan lämpötila voi laskea liian alas, jos lisäaineen sitoutumisen alkua siirtävä vaikutus on pitkä. Tämä on otettava huomioon massan lämpötilassa korottamalla sitä tai lämmittämällä rakenneosaa.

Lämpösuojauksen ja lämmityksen avulla varmistetaan betonin kovettuminen suunnitellulla tavalla. Lisäksi huolehditaan siitä, ettei lämpötilaero rakenneosan poikkileikkauksen eri osien välillä, lämpötilan nouseminen tai veden ja lämmön haihtuminen valupinnasta aiheuta rakenteeseen halkeamia.

Jos käytetään kostejälkihoitoa, kerätään käytetty vesi talteen, ennen kuin se pääsee jäätymään. Vaihtoehtoisesti käytetään kostutettuja peitteitä tai massaa, joka sitoo vapaan veden.

Valupinta lämpöeristetään niin nopeasti kuin mahdollista. Eristeen avulla huolehditaan siitä, että lämpötilaero valupinnan ja rakenteen sisäosien välillä on enintään 20 °C.

Lämmitystä jatketaan, kunnes telien purkulujuus on saavutettu. Lämmitys lopetetaan viimeistään vuorokausi ennen muottien purkamista.

9.15 Massiiviset betonirakenteet

Massiivisten rakenteiden betonitöitä varten urakoitsija laatii betonityösuunnitelman.

Massiivisten rakenteiden muotit, betonointi ja valupinnan jälkihoito, viimeistely ja suojaus tai jäähdytys suunnitellaan siten, ettei betonin korkean lämpötilan aiheuttamaa lujuuskatoa synny eikä lämpötilan muutoksista ja lämpötilaeroista ja muista syistä johtuvaa halkeilua pääse tapahtumaan.

Sitoutuvan betonimassan lämmöntuottoa voidaan rajoittaa vähentämällä sementin määrää esim. notkistavan lisäaineen avulla, käyttämällä alhaislämpösementtiä, korvaamalla osa sementistä masuunikuonalla tai lentotuhkalla tai jäähdyttämällä betonia tai sen osa-aineita.

Jos betonin lämpötila lujuudenkehityksen aikana nousee yli +50°C on odotettavissa lujuuskatoa, joka on otettava huomioon jo suhteituslujuutta määrättäessä. Yli +60°C lämpötiloja ei suositella ollenkaan käytettäväksi.

Betonimassan koostumus ja lämpötila sekä valupinnan suojaus suunnitellaan siten, ettei lämpötilaero betonoitavan rakenneosan minkään poikkileikkauksen eri osien välillä (esim. lämpötilaero pilarin tietyssä poikkileikkauksessa sisäosan ja pinnan välillä) ole suurempi kuin 20 °C.

Jos betonoitava rakenneosa ei pääse lämmön nousun ja laskun aikana vapaasti liikkumaan, huolehditaan lisäksi siitä, ettei betonoitavan ja tähän liittyvän rakenteen keskimääräisten lämpötilojen ero ylitä 20 °C. Urakoitsijan on laadittava tekninen työsuunnitelma kyseisen vaatimuksen toteuttamisesta lämmöneristein ja vastuslangoin.

Myöhemmin valettavan rakenneosan betonin koostumus on oltava mahdollisimman vähän kutistuvaa esimerkiksi käyttämällä notkistavaa lisäainetta ja mahdollisimman suurta kiviaineksen enimmäislämpimittaa.

Betonimassan ja kovettuneen betonin lämpötiloja ja lujuudenkehitystä seurataan tilaajan hyväksymällä tavalla. Jännitetyistä betonirakenteista otetaan vähintään kolme olosuhdekoekappaletta kutakin betonointikertaa kohti.

Betonin korkeasta lämpötilasta johtuva lujuuskato otetaan huomioon arvosteltaessa rakenteen betonin puristuslujuuden vaatimustenmukaisuutta.

Lämpötilamittaukset tehdään käyttäen betonin sisään asennettuja mittausantureita. Lämpötilamittausten tulokset kirjataan. Mittaustulokset sekä mahdolliset lujuuskatoon ja lujuudenkehitykseen liittyvät laskelmat luovutetaan tilaajan edustajalle.

Lisäohjeita:

Rakenne katsotaan massiiviseksi, jos se on mitoiltaan niin suuri, että on tarpeen ryhtyä toimenpiteisiin hydrataatiolämmöstä johtuvien tilavuuden muutosten aiheuttaman halkeilun rajoittamiseksi.

Betonimassan lämpötila ja lämpötilan nousu pidetään riittävän alhaisena vähentämällä sementin määrää esim. notkistavan lisäaineen avulla, käyttämällä normaalisti kovettuvaa tai alhaislämpösementtiä, korvaamalla osa sementistä masuunikuonalla tai lentotuhkalla tai jäähdyttämällä betonia tai sen osa-aineita.

Liittyvissä rakenteissa asennetaan tarvittaessa aikaisemmin valettavan rakenteen sisään lämpövastuslankoja.

Jotta lämpötilaerot rakenteen sisällä eivät muodostu liian suuriksi, muotit tarvittaessa lämpöeristetään ja valupinta peitetään lämpöä eristävällä peitteellä.

Korkealujuusbetoneita ja IT-betoneita käytettäessä voi lämpötilan muutoksista johtuvia ongelmia esiintyä jo ohuissa rakenteissa.

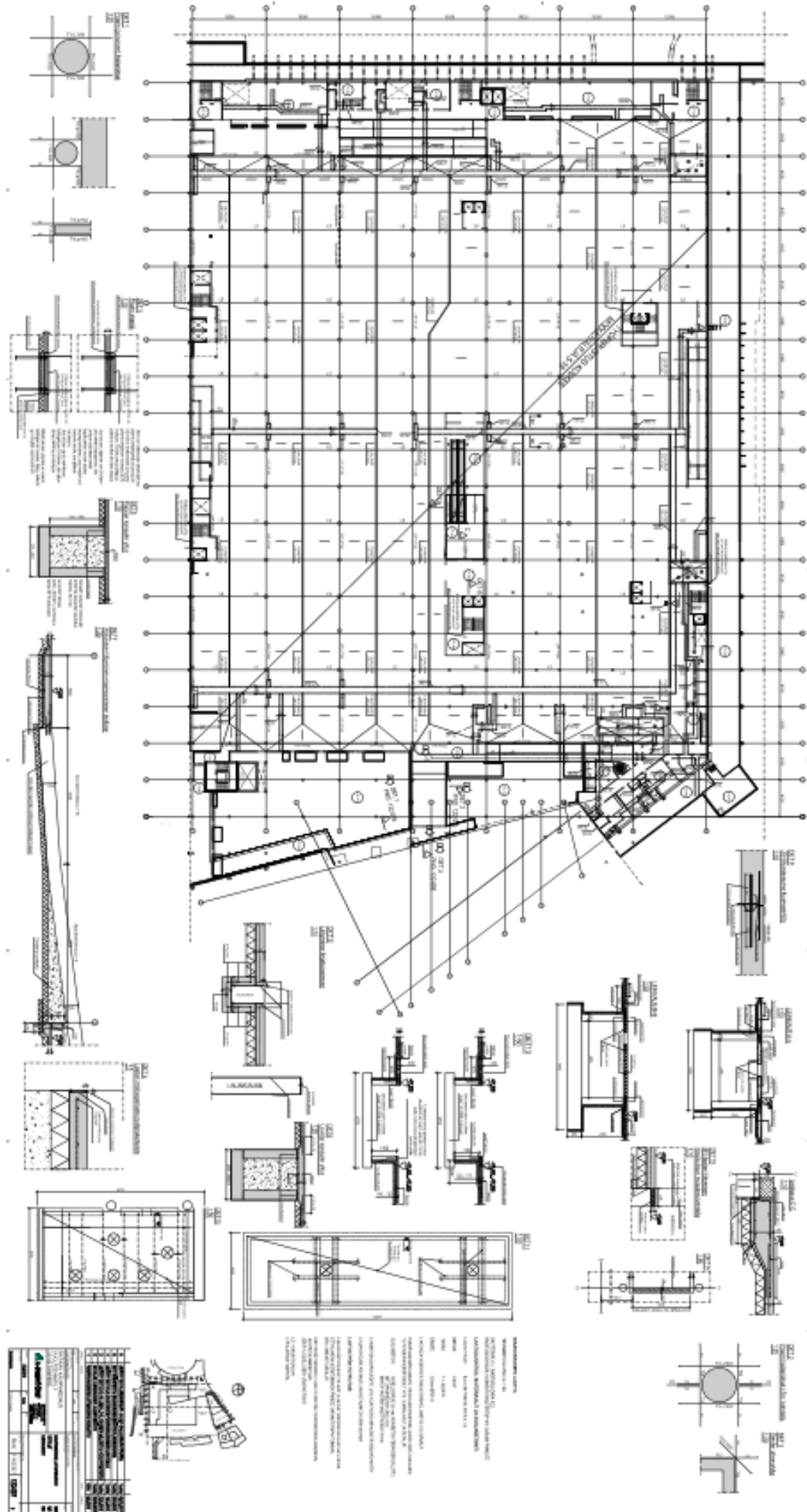
Ellei lämpötiloja, niiden kohoamista ja lämpötilaeroja voida arvioida aikaisemmista töistä saatujen kokemusten perusteella, selvitetään asia etukäteen laskennallisia menetelmiä käyttäen tai kokeellisesti.

Suunnitelmassa esitetään muotipurkuajankohta ja toimenpiteet lämpötilan nousun aiheuttamien ongelmien välttämiseksi (esim. lämpösuojaus, jäähdytys tai lämmittäminen). Muotit puretaan ja mahdollisesti käytetyt peitteet poistetaan siten, että rakenteen lämpötila laskee tasaisesti ja että lämpötilaerot pysyvät sallituissa rajoissa.

Betonin lujuudenkehitys voidaan arvioida lämpötilamittaustietojen perusteella laskennallisesti käytössä olevilla tietokoneohjelmilla. Poikkeuksen muodostavat jännitetyt rakenteet sekä rakenteet, joihin liittyy turvallisuusriskejä. Tällöin lujuudenkehitystä seurataan myös ns. olosuhdekoekappaleiden avulla.

Lämpötilamittaukset tehdään käyttäen betonin sisään asennettuja mittausantureita. Betonin pinnan lämpötila mitataan 20 mm:n syvyydestä.

Liite 2. Kauppakeskuksen pohjapiirustus, leikkaukset ja detaljit



Liite 3. Liikuntasauमारautalaitteen asennusohje

(lähde: <http://www.ajtmetalli.com/js-liikuntasauama/asennusohjeet/>)

1(2)

Asennusohjeet

Asennustyökalut:

- Linjalanka, vaaituskone, leka, hitsaus- ja kulmahiomakone.

Asennustarvikkeet (asennuspaketti):

- Asennusteräksiksi 12 mm:n harjateräs, pituus 600 – 900 mm.
- Vaarnatapit 12 mm:n tai 16 mm:n pyöröteräs, pituus 800 tai 1000 mm.
- Vaarnatappien irrotus 13 mm:n tai 17 mm:n putki (sisämitta), pituus 400 mm tai 500 mm.

Asennusjärjestys

1. Linjalanka ja sauman kätisyys

Aseta linjalanka saumalinjaan. Valusuunta määrää sauman kätisyyden. Sauma laitetaan niin päin, että asennuspystytapit jäävät valualueen ulkopuolelle näkyviin (katso sivun alaosan kuvat).

2. Ensimmäisen liikuntasauamasalon asennus

Aloita valualueen reunasta ja aseta ensimmäinen liikuntasauamasalko pystyyn langan keskelle alustan päälle. Työnnä asennusteräokset sauman päädyn reikiin lyömällä ne tukevasti maahan lekalla. Asennustapin pituus on 600 – 900 mm lattian alustäytön tiiveydestä riippuen.

3. Korkeusaseman asettaminen

Nosta sauman yläpinta oikeaan korkeuteen käyttämällä apunasi vaaituskonetta. Hitsaa sauma kiinni pystytappeihin sauman ollessa oikealla korkeudella.

4. Liikuntasauomien liittäminen toisiinsa

Seuraava liikuntasauomasalko asennetaan hitsaamalla sauma edellisen salon päähän kiinni. Sauman toinen pää asennetaan asennusteräoksen varaan. Sauman eri puoliskoja ei saa hitsata keskenään yhteen.

5. Asennuksen viimeistely

Kun kaikki salot on saatu paikalleen, lyödään loput asennusteräokset pystyreikiin ja hitsataan ne kiinni. Asennusrautojen ylimääräiset päät katkaistaan kulmahiomakoneella.

6. Vaarnatappien asennus

Vaarnatapit asennetaan paikalleen saumassa olevien reikien läpi. Vaarnatappien toinen pää tehdään liukuvaksi esim. bitumointi tai putki.

7. Tartuntasiteiden aukaisu ja yli 200 mm vahvojen lattioiden lisätuki

Sauman yläosan tartuntasiteet käännetään auki. Vahvemmissa yli 200 mm:n lattioissa beto-
nointityön ajaksi varmistetaan pystysuoruuden säilyminen vinotuilla valupainetta vastaan.

8. Asennustarkastus ja betonointi

Tarkistetaan vielä sauman yläpinnan korkeusasema. Betonoinnin yhteydessä on muistettava sauman huolellinen tiivistäminen ja vaarnatapin aseman säilyminen kohtisuorassa laatan keskellä.



(Kuva 1) Muista valusuunta!



(Kuva 2) Valmis liikuntasäula kitataan kun betonin kutistuminen on tapahtunut. Kutistumisaika on n. 6-10 viikkoa lämpötilasta riippuen.



Liite 4. Betonin lämpötilamittaus

(Lähde: Rudus Oy)

1(5)

Aki Hyrkkönen Oy Ratinan kauppakeskus lattiavalu 6.4.2107

Raportti

Luotu : 2017-04-28 10:29:34

Käyttäjä : jauranen

Tietokone : L10002272

Ohjelma : BetoPlus ver. 1.1.2.0

Laskettu : 2017-04-28 11:44:23

Käyttäjä : jauranen

Tietokone : L10002272

Ohjelma : BetoPlus ver. 1.1.2.0

Sisältö

1	Projekti kuvaus.....	77
2	Lämpötila	78
2.1	Mittaukset.....	78
2.1.1	Mitatut lämpötilat	78
3	Lujuus.....	79
3.1	Mittaukset.....	79
3.1.1	Lujuusarvio	79

1.Projekti kuvaus

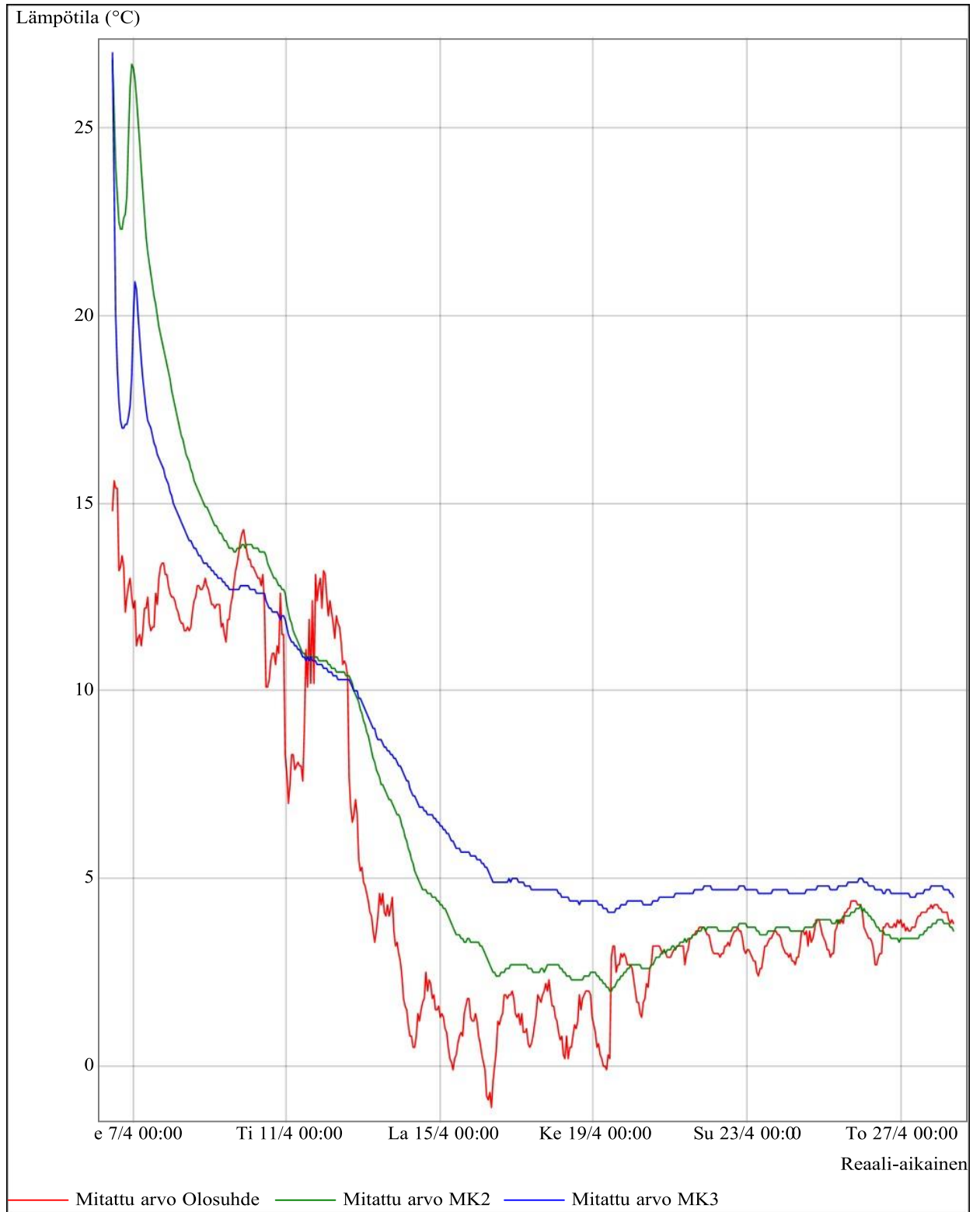
Betoni: Nopeasti kovettuva lattiabetoni C30/37, maks. rae #16, laadunarvosteluikä 28 vrk

BetoPlus-ohjelma ja sillä saadut tulokset perustuvat laboratorio- ja kenttäkokeilla määritettyihin sementin lämmöntuoton ja lujuudenkehityksen riippuvuuksiin. Tuloksiin vaikuttavat voimakkaasti betonimassan koostumus ja lämpötila, ulkoilman lämpötila ja tuulen nopeus, rakenteen mitat ja suojaus sekä mahdollinen lämmitysteho

2. Lämpötila

2.1 Mittaukset

2.1.1 Mitatut lämpötilat



3. Lujuus

3.1 Mittaukset

3.1.1 Lujuusarvio

