

Hakala Janne

Betonirakenteisten lattioiden vedenpitävyys ja jälkihoito

Opinnäytetyö

Kevät 2011

Tekniikan yksikkö

Rakennustekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Rakennustekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: talonrakennustekniikan sv.

Tekijä: Janne Hakala

Työn nimi: Betonirakenteisten lattioiden vedenpitävyys ja jälkihoito

Ohjaaja: Jorma Tuomisto

Vuosi: 2011 Sivumäärä: 39 Liitteiden lukumäärä: 3

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä betonityösuunnitelma Rakennustoimisto Pekka Kynnös Oy:n työmaalle Purso Oy:n tehdaslaajennukselle Nokian Siuron kaupunginosassa. Tässä tutkimuksessa on keskitytty betonirakenteisten lattioiden vedenpitävyyteen, halkeiluun, jälkihoitoon ja laadunvalvontaan.

Lähdemateriaalina työssä on käytetty betonirakentamisen ammattikirjallisuutta, standardeja, tuotekortteja ja aiheesta tehtyjä tutkimuksia.

Opinnäytetyön tuloksia hyödynnetään työmaan betonityönjohtajan käyttöön tehtävässä betonityösuunnitelmassa.

Avainsanat: betonirakenteet, betonilattiat, vedenpitävyys, halkeilu, jälkihoito, laadunvalvonta

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Building Construction

Author: Janne Hakala

Title of thesis: Waterproofness and after-care of concrete slabs

Supervisor: Jorma Tuomisto

Year: 2011 Number of pages: 39 Number of appendices: 3

The thesis was ordered by construction company Rakennustoimisto Pekka Kynnös Ltd. The aim of the study was to create a work schedule, for in-situ concreted structures on Purso Ltd's workshop site.

The upcoming workshop is nearly 5000 sq. metres in total floor area and has almost 47 000 cubic metres in inside capacity. The structures in this workshop are primarily concrete, either in situ cast or prefabricated elements.

The focus of the thesis is on waterproofness, cracking, curing and quality control of concrete slab structures.

As sources for the study, professional literature, standards, product information and surveys were used. The results of the thesis are utilized in a work schedule.

Keywords: concrete structures, concrete floor, waterproofness, curing, cracking, quality control

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	8
1 JOHDANTO	9
2 PURSO OY:N ANODISOINTIHALLIN RAKENNUSTYÖMAA	10
2.1 Perustietoa.....	10
2.1.1 Purso Oy.....	10
2.1.2 Anodisointihallilaajennus.....	11
2.2 Anodisointiprosessi	12
3 VEDENPITÄVÄT BETONIRAKENTEET	13
3.1 Kohteen vedenpitävät rakenteet.....	13
3.2 Betonin vedenpitävyys	13
3.3 Liikuntasaumat.....	15
3.4 Vedenpitävien rakenteiden betonointi	16
3.5 Suojaliuos Penetron Admix Liquid.....	16
4 BETONIRAKENTEIDEN HALKEILU	18
4.1 Betonirakenteiden halkeilu	18
4.2 Halkeilun syyt.....	18
4.3 Betonirakenteiden halkeilun estäminen.....	21
5 BETONILAATTOJEN JÄLKIHOITO	27
5.1 Lattiapinnat	27
5.2 Jälkihoito	27
5.3 Jälkihoitoaineen käyttö.....	29
6 LAADUNTARKKAILU.....	31
6.1 Laaduntarkkailu.....	31
6.2 Betonityönjohtaja.....	32
6.3 Betonin valmistuksen laadunvalvonta	34

6.4 Betonityön laadunvalvonta	34
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	36
LÄHTEET	37
LIITTEET	39

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Purso Oy:n Siuron tehdasalue. (Purso Oy)	10
Kuvio 2. Erilaisia alumiiniprofiilituotteita. (Profiili 2010.)	11
Kuvio 3. Tietokonemallinnus valmiin anodisointihallin sisätiloista. (Repo 2011.) ..	12
Kuvio 4. Esimerkki vesitiiveyskoejärjestelyistä. (SFS 2009, 5.)	14
Kuvio 5. Liikuntasaumadetalji (Ylinen 2010.)	15
Kuvio 6. LSK-liikuntasaumanauha. (Okaria Oy 2010.).....	16
Kuvio 7. Annosteluesimerkkejä Penetron Admix Liquid –liuoksen käytöstä. (Asb-Yhtiöt 2009a.).....	17
Kuvio 8. Erilaisia betonirakenteissa esiintyviä halkeilutapauksia. (Betonitekniikan oppikirja 2004, 93.)	19
Kuvio 9. Eri valumenetelmien periaatteet. (RIL 1995, 115.).....	21
Kuvio 10. Ponttisauma. (Betonitekniikan oppikirja 2004, 414.)	23
Kuvio 11. Vaarnarautoite. (Betonitekniikan oppikirja 2004, 414.).....	23
Kuvio 12. Liikuntasauma kovapyöräiselle raskaalle trukki liikenteelle. (Betonitekniikan oppikirja 2004, 415.)	24
Kuvio 13. Pilarin ympäristön vahvistaminen rautoittein, sekä sahaus- ja liikuntasaumalinjoja. (Ylinen 2010).....	24
Kuvio 14. Teräsbetonilaatan vahvistaminen. (Ylinen 2010)	25

Kuvio 15. Sahaussauman toiminta. (Rinta-Seppälä 1991, 35.).....	26
Kuvio 16. Veden haihtumisen mitoittaminen (Betoni lattiatyöyhdistys, 2.)	28
Kuvio 17. Betonirakenteen valvonnan osat ja päämäärät (Betontechniikan oppikirja 2004, 153.).....	32
Taulukko 1. Kuviossa 8 esitettyjen halkeamatapausten selitykset. (Betontechniikan oppikirja 2004, 93.)	20

Käytetyt termit ja lyhenteet

Anodisointi	Anodisointi on alumiinin pinnan hapetusta sähkökemiallisella reaktiolla.
Hydrataatiolämpö	Hydrataatiolämpö on betonin sitoutumisreaktiosta syntyvää lämpöä.
Kutistumissauma	Kutistumissauma on kohta, jossa betonin kuivumisesta johtuva rakenteen kutistuminen sallitaan saumarakenteella, joka sallii avautumisen kutistumissuuntaan.
Liikuntasauma	Liikuntasauma katkaisee betonirakenteen ja sallii rakenteen pitenemisen, lyhenemisen ja kiertymisen. Se toimii myös työsaumana.
Nomogrammi	Nomogrammi on kaksiulotteiseen diagrammiin perustuva graafinen laskentamalli.
Sitoutuminen	Sitoutumisella tarkoitetaan kansankielellä betonin kovettumista.
Työsauma	Työsauma on kohta, jossa eri aikaan valetut laatat yhdistyvät muodostaen yhtenäisen rakenteen.

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda betonityösuunnitelma Rakennustoimisto Pekka Kynnös Oy:n urakoimalle Purso Oy:n anodisointihallityömaalle. Työsuunnitelma on välttämätön työkalu työnjohtajalle, kun isoa ja haastavaa työvaihetta tehdään ja sen tarkoituksena on valmistaa työsuorituksen ohjaukseen ja ennakkotoimenpiteisiin. Työsuunnitelma on tärkeä keino, kun halutaan varmistaa onnistunut ja kaikkia osapuolia miellyttävä työn lopputulos.

Tässä työssä on keskitytty tutkimaan betonirakenteiden vedenpitävyyttä ja sitä, kuinka betonirakenteisissa lattioissa saadaan ehkäistä rakenteelle tyypillistä halkeilua. Myös betonirakentamisen laadunvalvonnalle on omistettu oma kappale.

Rakennustoimisto Pekka Kynnös Oy on Hämeenkyröstä toimiva rakennusliike, joka on rakentanut Pirkanmaan ja Pohjois-Satakunnan alueella vuodesta 1972 alkaen. Henkilöstöä yrityksessä on noin 30 henkilöä. (Rakennustoimisto Pekka Kynnös Oy [Viitattu 7.5.2011].)

Kirjoittaja on toiminut yrityksen palveluksessa marraskuusta 2010 alkaen ja opinnäytetyön aiheeksi etsittiin ja valittiin aihe, joka palvelee kumpaakin osapuolta. Opinnäytetyötä tehtäessä rakennustyöt Purson työmaalla eivät olleet vielä edenneet lattiarakenteiden betonointitöihin asti. Opinnäytetyön ohjaajana toimii Jorma Tuomisto Seinäjoen ammattikorkeakoulun Tekniikan yksiköstä ja Rakennustoimisto Pekka Kynnös Oy:n edustajana toimii Heikki Norri.

2 PURSO OY:N ANODISOINTIHALLIN RAKENNUSTYÖMAA

2.1 Perustietoa

2.1.1 Purso Oy

Purso Oy on Nokian Siuron kaupunginosassa ja Ikaalisissa toimiva alumiiniteollisuuden yritys. Sillä on noin 230 työntekijää ja vuosittain tuotanto on noin 14 000 tonnia alumiinia. Tuotannosta 40 % suuntautuu vientiin. Yritys keskittyy asiakaslähtöiseen tuotantoon, joten vain murto-osa tuotannosta on vakioprofiileja. Valtaosa käytettävistä raaka-aineista on kierrätysmateriaalia. (Purso Oy [Viitattu 7.5.2011]; Profiili 2010 [Viitattu 7.5.2011].)



Kuvio 1. Purso Oy:n Siuron tehdasalue. (Purso Oy)



Kuvio 2. Erilaisia alumiiniprofiilituotteita. (Profiili 2010.)

2.1.2 Anodisointihallilaaajennus

Purso Oy:n tuleva anodisointilaitos sijoittuu yhtiön Siuron tehdasalueelle. Hallin kerrosala on 4 890 m² ja tilavuus on 46 500 m³. Uusi anodisointihalli liitetään olemassa olevaan teollisuuskompleksiin ja se korvaa käytössä vanhan anodisointihallin.

Tehdashalli rakennetaan pilari-palkki-tekniikalla käyttäen pääasiallisena rakennusaineena betonia. Paikalla valettavia betonirakenteita ovat perustukset, lattiat, suojaltaat, tukimuurit ja erilaiset betonielementtirakentamiseen kuuluvat juotokset. Kohteen rakentaminen tapahtuu vuoden 2011 aikana ja tuotanto käynnistyy vuoden 2012 alussa. Valmistuessaan laitos tuottaa 1 000 000 m² anodisoitua alumiini levyä vuodessa. Kuviossa 3 on esitetty, millaiselta valmiin sisätilat näyttävät. (Ylinen 2010; Purso Oy 2011 [Viitattu 7.5.2011]; Repo 2011 [Viitattu 7.5.2011].)



Kuvio 3. Tietokonemallinnus valmiin anodisointihallin sisätiloista. (Repo 2011.)

2.2 Anodisointiprosessi

Anodisointiprosessissa alumiiniprofiilin pintaa hapetetaan sähkökemiallisella reaktiolla. Tämä käsittely tekee alumiinin pinnasta paremmin kulutusta ja korroosiota kestävämmän ja sillä saadaan myös muokattua ulkonäköä, kuten väriä. Anodisointiprosessi koostuu erilaisista kemikaalialtaista, joihin profiilit kastetaan. Näitä vaiheita ovat rasvanpoisto alkalisisessä 60-asteisessä kylvyssä, pinnan puhdistus 65-asteisessä lipeäkylvyssä ja oksidien poisto alumiiniprofiilin päältä rikkihappokylvyssä. Itse anodisointi tehdään 20 prosentista rikkihappoa sisältävässä altaassa johtaen sähköä profiiliin. (Repo 2011.)

3 VEDENPITÄVÄT BETONIRAKENTEET

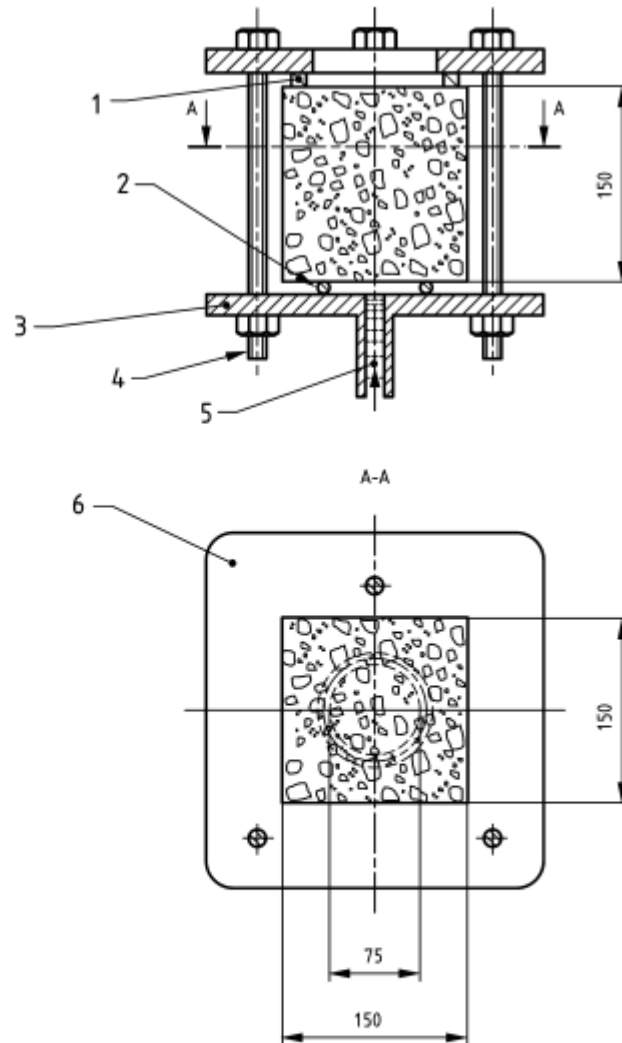
3.1 Kohteen vedenpitävät rakenteet

Urakassa vaaditaan rakenteilta vedenpitävyyttä kolmessa eri paikassa. Näitä ovat 1. kerroksen tuotantotilassa olevien turva-altaiden seinät ja lattiat, kellarin lattia kokonaisuudessaan ja rakennuksen ulkopuolella oleva kemikaalirekkojen purkupaikka. Työmaalla on lattiarakenteita, joilta vaaditaan vedenpitävyyttä yhteenlaskettuna lähes 1500 m² alueella.

3.2 Betonin vedenpitävyys

Betoninormit 2004 – teoksen mukaan valmisbetonin toimittaja ilmoittaa etukäteen, mitä betonilaatua ja lujuusluokkia voidaan käyttää vedenpitävyyttä edellyttävissä rakenteissa. Vedenpitäviksi tarkoitettujen betonilaatujen ryhmän vedenpitävyys testataan ennakkokokeilla valiten kaksi puristuslujuudeltaan heikointa ja sideainemäärältään pientä betonilaatua. Betoni katsotaan vedenpitäväksi, jos standardin SFS-EN 12390-8 mukaisesti testattu paineellisen veden tunkeutumasyvyys on enintään 100 mm. (Betoninormit 2004 137.)

Standardissa SFS-EN 12390-8:2009 määritellään betonin vedenpitävyyden testaus. Testaukseen käytettävän betonikappaleen tulee olla kuutiomainen, lieriömäinen tai prismamainen. Koekappaleen testattavan pinnan vähimmäismitan tulee olla vähintään 150 mm ja muiden mittojen vähintään 100 mm. Koekappaleen testaus suoritetaan kappaleen iän ollessa vähintään 28 päivää ja testaus suoritetaan koelaitteessa (Kuvio 4) kohdistamalla kappaleeseen 500 ± 50 kPa. suuruinen vedenpaine 72 \pm 2 tunnin ajan. Kun koepaine on vaikuttanut tuon ajan, koepala halkaistaan kohtisuoraan vedenpaineen alaisena ollutta pintaa vastaan. Kun halkaisupinta on kuivunut sen verran, että veden tunkeutumisrintama on havaittavissa, merkitään vesirintaman sijainti koekappaleeseen ja mitataan tunkeutumasyvyys millimetrin tarkkuudella. (SFS 2009, 6.)



Selite

- | | |
|---|-----------------------------|
| 1 | Kuormituslista |
| 2 | Tiivisterengas |
| 3 | Kierteläin kiinnitetty levy |
| 4 | Kierretanko |
| 5 | Paineellinen veäsi |
| 6 | Kierteläin kiinnitetty levy |

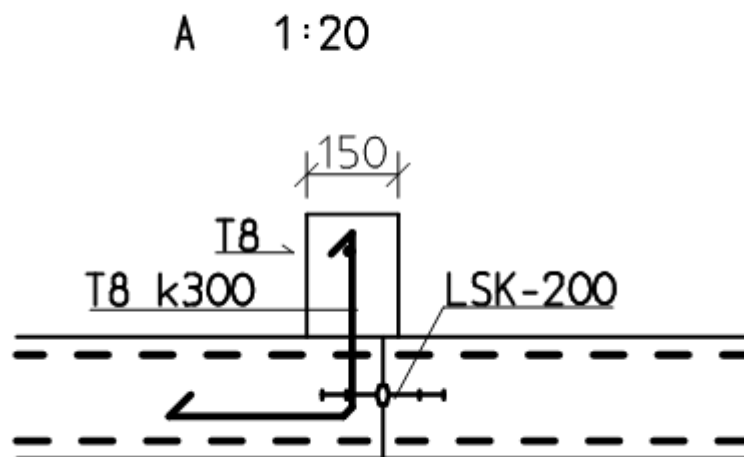
Kuvio 4. Esimerkki vesitiiveyskoejärjestelyistä. (SFS 2009, 5.)

Yleistäen on todettu, että pumpattavat betonimassat, joiden lujuusluokka on K 30 tai suurempi, voidaan katsoa vedenpitäviksi. Betonin kuivumisen ja siitä mahdollisesti aiheutuvien halkeamien minimoimiseksi tulee kiviaineksen maksimirakoon olla 32 mm, elleivät muut syyt edellytä pienempää raekokoa. (RIL 1995, 99.)

3.3 Liikuntasaumat

Purson työmaan piirustuksissa on liikuntasaumoja piirretty turva-altaita erottavien nostojen alle (Kuvio 5) ja altaiden seinämien ja pohjalaattojen väliin. Liikuntasaumaan on piirustuksissa määritelty liikuntasaumanauha LSK-200. (Kuvio 6).

Liikuntasaumojen paikat ja rakenteet esitetään aina rakennepiirustuksissa. Niiden detaljienkin muuttamiseen on saatava suunnittelijan lupa. Liikuntasauman toiminnan varmistaminen suunnitellulla tavalla edellyttää huolellisuutta tiivisteiden asennuksessa. Tiivisteinä käytetään muovi- tai kumipohjaisista materiaaleista tai ruostumattomasta teräslevystä valmistettuja rakenteita. Etenkin muovi- ja kumipohjaisia liikuntasaumatiivisteitä käytettäessä on tiiviste kiinnitettävä muottiin ja tarvittaessa raudoitteeseen siten, että se kestää varmasti myös valusta aiheutuvat rasitukset. Tällä varmistetaan myös, että betonimassalla on varmistettu pääsy muotin kaikkiin osiin. Tiivisteiden jatkaminen on tehtävä valmistajan ohjeiden mukaan. (RIL 1995, 99–100.)



Kuvio 5. Liikuntasaumadetalji (Ylinen 2010.)

Liikuntasaumanauhalla saadaan aikaan vesitiivis liikuntasauma kahden eri aikaan valetun betonirakenteen väliin. Liikuntasaumanauha LSK-200 kiinnitetään raudoi-

tukseen sidelangalla siten, että toinen puoli nauhasta jää valun ulkopuolelle (Okaria Oy 2010 [Viitattu 19.3.2011].).



Kuvio 6. LSK-liikuntasaumanauha. (Okaria Oy 2010.)

3.4 Vedenpitävien rakenteiden betonointi

Vedenpitäviä rakenteita betonoitaessa on tärkeää, että betonityönjohtaja seuraa tarkasti etenkin niitä betonimassan ominaisuuksia, joihin mahdollisella lisäaineiden käytöllä halutaan vaikuttaa.

Betonin tiivistystyö on tehtävä järjestelmällisesti, jotta betonimassa tulee joka kohdastaan ja etenkin muottia vasten olevilta osiltaan hyvin tiivistetyksi ja tasalaatuiseksi. Kerroksittain valettaessa sauvatäryttimen tulee aina tunkeutua niin syväälle, että alempi kerros tulee aina kokonaisuudessaan toiseen kertaan tiivistettyä. Jo sitoutumisen aloittaneen betonin ja raudoituksen täryttäminen on ehdottomasti kiellettyä. Lisäksi betonimassan siirtämistä paikasta toiseen täryttämällä on vältettävä. Suunnitelmissa esitettyjen työ- ja liikuntasaumojen rajoittamat betoniosat on betonoitava keskeytyksettä. (RIL 1995, 99.)

3.5 Suojaliuos Penetron Admix Liquid

Työselostuksessa on määritelty käytettäväksi Penetron Admix Liquid -liuosta vedenpitävyyden saavuttamiseksi (Ylinen 2010, 4).

Penetron on betonin huokoisuuteen perustuva vedeneristysjärjestelmä. Sen toiminta perustuu liuoksen kemialliseen reagoimiseen betonin kalsiumin kanssa, muodostaen liukenemattomia kiderakenteita betonin huokosiin ja kapillaarikäytäviin niin tiheästi, ettei vesi pääse kulkeutumaan läpi. Aineen aktivointiprosessi käyttää kiteiden muodostumiseen betonissa olevaa vettä, jolloin betonin sisällä olevan veden loputtua kiteiden muodostuminen loppuu ja prosessi jää odotustilaan. Jos betoniin muodostuu myöhemmin halkeamia, joista vesi pääsee rakenteen sisään, prosessi käynnistyy uudelleen ja betoni tiivistyy vesitiiviiksi. Penetronista tulee molekyylitasolla pysyvä osa betonia. (Asb-Yhtiöt 2010 [Viitattu 13.3.2011].)

Penetron Admix Liquid (PAL) suojaa betonia rapautumiselta, joka aiheutuu klorideista, karbonaateista, sulfaateista, nitraateista tai vastaavista aineista. PAL-liuoksella täydennetyille betonirakenteelle luvataan jatkuvaa kemiallista kestävyyttä pH-alueelle 3-11. PAL-liuos lisätään betonimassaan vedenlisäyksen yhteydessä. Annosmäärä on 2,67 painoprosenttia sementin määrästä (Kuvio 7.). Liuoksen sisältämä vesimäärä tulee vähentää betoniin käytettävän veden määrästä. (Asb-Yhtiöt 2010 [Viitattu 19.3.2011].)

Annosteluesimerkki:		
Sementin paino = 300 kg/m ³	Penetron PAL	0,0267 x 300 kg = 8,01 kg/m ³ – vesipitoisuus = 7,209 kg
Sementin paino = 500 kg/m ³	Penetron PAL	0,0267 x 500 kg = 13,35 kg/m ³ – vesipitoisuus = 12,015 kg
Annosteluesimerkki:		
	Erä: 6 m ³ betonia	
Sementin paino 300 kg	Penetron PAL -nesteen lisäys: 6 x 8,01 = 48,06 kg/erä – vesipitoisuus = 43,25 kg	
Sementin paino 500 kg	Penetron PAL -nesteen lisäys: 6 x 13,35 = 80,1 kg/erä – vesipitoisuus = 72,09 kg	

Kuvio 7. Annosteluesimerkkejä Penetron Admix Liquid –liuoksen käytöstä. (Asb-Yhtiöt 2009a.)

VTTn ruiskubetonointia koskevissa tutkimuksissa on käytetty myös Penetron Admix -lisäainetta alkalivapaan kiihdyttimen kanssa. Varsinaisia vedenpitävyyden muutoksia raportissa ei mainittu, mutta selvästi korkeampia kovettumislämpötila-arvoja oli koekappaleista todettu. Kohonneen lämpötilan todetaan kuvaavan hyvin tiivistysaineen aikaansaamaa sementin reaktionopeutta myöhemmällä, 3–12 tunnin iällä. (Orantie ym. 2006, 40.)

4 BETONIRAKENTEIDEN HALKEILU

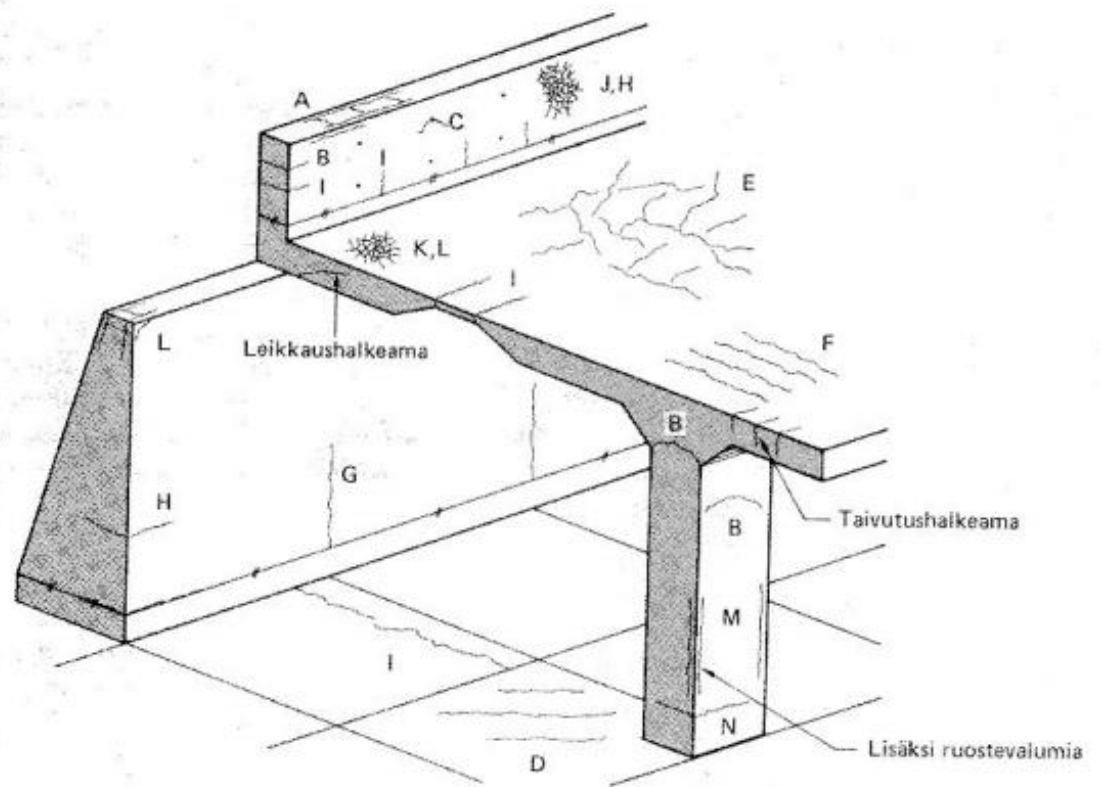
4.1 Betonirakenteiden halkeilu

Betonille ja betonirakenteille halkeilu on tyypillistä. Halkeamat syntyvät silloin, kun rakenteen vetolujuus ylittyy. Halkeamat vaikuttavat betonirakenteen staattiseen toimintaan, ulkonäköön sekä säilyvyyteen. Halkeamia pyritään ehkäisemään ja rajoittamaan jo suunnitteluasteesta alkaen. Betoniin voi ilmaantua halkeamia heti valun jälkeen tai jopa vielä vuosia rakenteen valmistumisen jälkeen.

Suurin yksittäinen vaikutus halkeamilla on betonirakenteen rakenneteräksiin, koska halkeamat vähentävät betonin luonnostaan muodostamaa fysikaalista ja kemiallista suojavaikutusta raudoitukselle. Haitallisimpia ovat halkeamat, jotka ulottuvat rakenteen pinnasta aina raudoituksiin asti. Niiden kautta korroosiota edistävät aineet pääsevät lähelle, tai jopa kosketuksiin rakenneterästen kanssa. Kun tällaiset halkeamat ovat vaakaterästen suuntaisia, raudoitteiden korroosiota voi ilmetä laajoillakin alueilla. (Betonitekniikan oppikirja 2004, 92.)

4.2 Halkeilun syyt

Kuten edellisessä kappaleessa on mainittu, betonirakenteen halkeilu johtuu useimmiten betonin vetolujuuden ylittymisestä. Työnjälkeiset halkeamat johtuvat tyypillisesti betonin kovettumisprosessista aiheutuvasta kuivumiskutistumisesta. Myös lämpötilaerot rakenteen sisällä voivat aiheuttaa halkeilua. Tähän johtavia syitä voivat olla betonin kovettumisreaktiosta syntyvä hydrataatiolämpö tai samassa rakenteessa ilmaantuvat muut suuret lämpötilaerot, esimerkiksi ulkolämpötilan vaikutuksesta. (Betonitekniikan oppikirja 2004, 95.)



Kuvio 8. Erilaisia betonirakenteissa esiintyviä halkeilutapauksia. (Betonitekniikan oppikirja 2004, 93.)

Kuviosta 8 voi havainnoida millaisia erilaisia halkeama tyyppejä rakenteissa voi esiintyä. Taulukko 1 sisältää selitteet eri halkeamatapauksille.

Taulukko 1. Kuviossa 8 esitettyjen halkeamatapausten selitykset. (Betoniteknikan oppikirja 2004, 93.)

Halkeilun aiheuttaja	Kirjaintunnus kuvassa 3.22	Pääsyy	Toissijainen syy	Esiintymisajankohta
Plastinen painuma	A, B, C	Veden erottuminen	Nopea kuivuminen, liian myöhään aloitettu jälkihoito	0,5...4 h, kun T=20...30 °C, 4...8 h, kun T=7...20 °C
Plastinen kutistuma	D, E	Pinnan nopea kuivuminen	Hidas haihtuvan veden korvautuminen (tiivis massa), liian myöhään aloitettu jälkihoito	0,5...4 h, kun T=20...30 °C, 4...8 h, kun T=7...20 °C
	F	Lisäksi raudoitus yläpinnassa		
Hydrataatio- lämpö tai lämmitys	G	Rakennusosien välinen lämpötilaero	Rakenteen liian nopea jäähtyminen	1...3 d
	H	Rakennusosan sisäinen lämpötilaero		
Kuivumiskutistuminen	I	Iso v/s, huono jälkihoito, väärin suunniteltu rakenne (kutistumisliikkeet estetty)	Huono tartunta työsaumassa	Viikko...useita kuukausia
Pintahalkeilu	J	Huono muotti	Suuri sementti- ja vesimäärä, huono jälkihoito	Yleensä 1...7 d, joskus myöhemmin
	K	Huono tai liian aikainen pinnan hierto		
Pakkasrapautuminen	L	Vesi, jäätyminen ja sulaminen	Liian vähän suoja- huokosia, betoni vedellä kyllästynyt	Ensimmäiset talvet...useita vuosia
Raudoituksen ruostuminen	M	Liian pieni betoni- peite	Liian huokoinen betoni	Useita vuosia
	N	Kloridit		

Kuten taulukosta 1. voidaan todeta, aiheutuu valtaosa halkeilusta betonin kuivumisen aikaisista muodonmuutoksista. Kuivumiskutistumisen aiheuttamia halkeamia ilmaantuu, kun kutistuminen ei voi tapahtua vapaasti, tai se ei ole hallittua. Betonin kuivumiskutistuminen johtuu sementtikiven tilavuuden pienenemisestä veden haihtuessa sen huokosista. (Betoniteknikan oppikirja 2004, 95.)

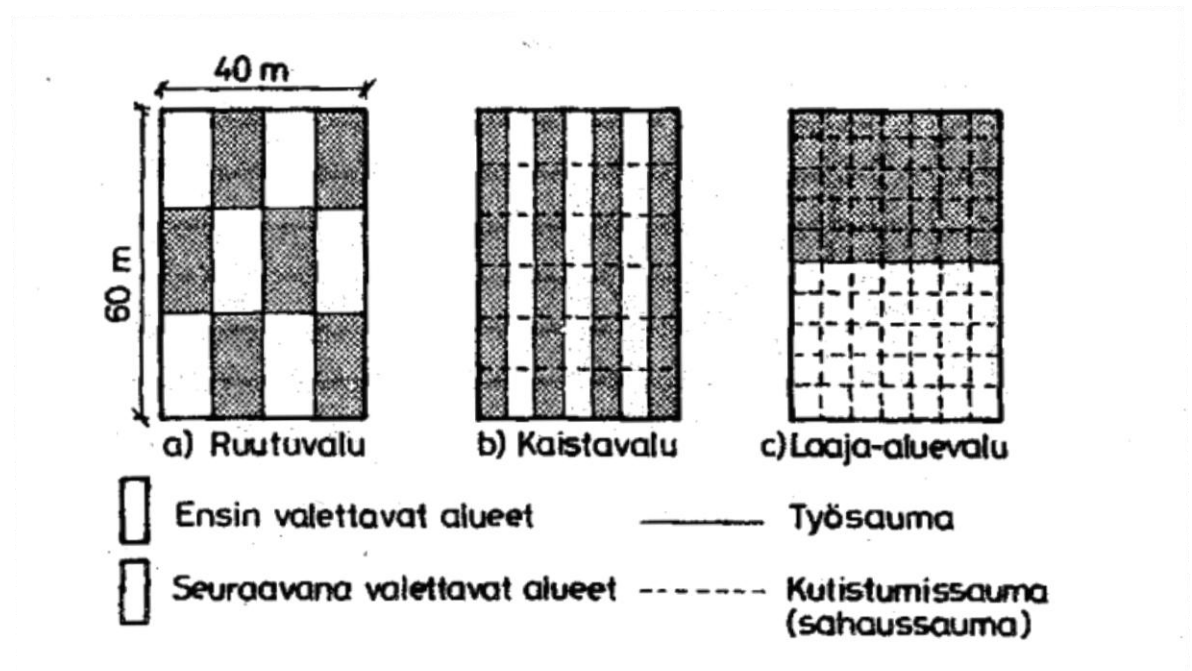
Myös betonimassan väärät ominaisuudet voivat aiheuttaa kuivumisen aikaista rakenteen halkeilua, kuten taulukon 1. kohdista I, J ja K voi huomata. Huono vesi- sementti suhde on mainittu näissä kohdissa joko ensisijaisena tai toissijaisena

halkeilun syynä. Huono vesisementti suhde tarkoittaa sitä, että käytettävässä betonimassassa on enemmän vettä kuin käytetty sementtimäärä vaatii sitoutuakseen. Tällöin haihtuva vesi aiheuttaa lisääntyntä sementtikiven kutistumista ja siten myös koko betonirakenne kutistuu enemmän. (Betonitekniiikan oppikirja 2004, 95.)

4.3 Betonirakenteiden halkeilun estäminen

Rakennesuunnittelussa betonin halkeilu tulee ottaa tarkasti huomioon. Valualueiden irrotus-, työ- ja liikuntasaumojen tarkka suunnittelu on tärkeää. Betonirakentamisen perusteos Betoninormit 2004 (129.) ei salli haastavammassa, rakenne-luokkien 1 ja 2 betonirakenteissa, suunniteltujen työ- ja liikuntasauma detaljien muokkaamista ilman suunnittelijan hyväksyntää.

Yleensä suunnittelija jakaa lattia-alueet erillisiin valualueisiin liikuntasauma-, työsauma- ja sahauslinjoilla. Näitä suunnitelmia voi betonityönjohtaja yhdessä rakennesuunnittelijan kanssa täydentää parhaan toteutuskeinon ja lopputuloksen taakamiseksi. Erilaisia valualuejakoa on esitetty kuviossa 10. (Betoninormit 2004, 129; RIL 1995, 115.)



Kuvio 9. Eri valumenetelmien periaatteet. (RIL 1995, 115.)

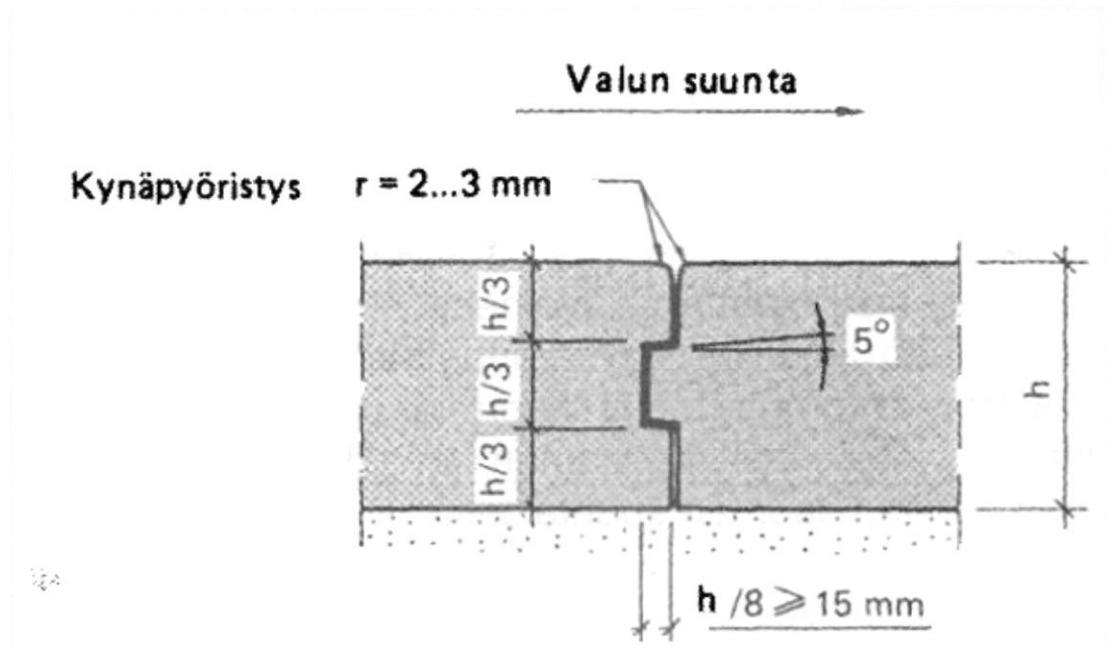
Liikunta-, työ- ja kutistumissaumojen käytännön toteutus puutteellisesti tehtynä aiheuttaa suuren halkeiluvaaran rakenteelle. Varsinkin saumojen tiivistäminen betonoinnin aikana on tehtävä huolellisesti.

Liikuntasäuma katkaisee yleensä betonilaatan ja sallii laatan pitenemisen, lyhenemisen ja kiertymisen. Liikuntasäuma siirtää rakenteen leikkausrasituksen valualueesta toiseen. Liikuntasäuma yleensä toimii myös työsaumana. (Betonilattiat 1997, 65.)

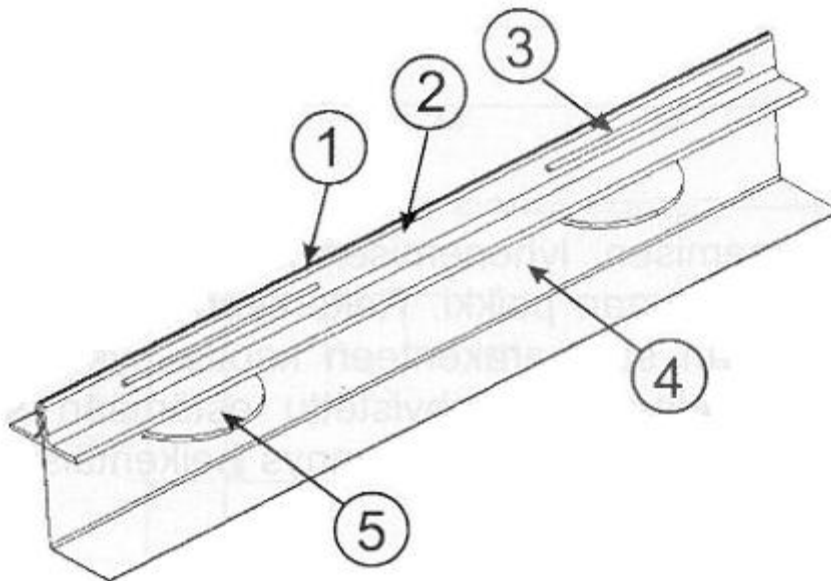
Työsauma on kohta, jossa valuruudun valutyö on jostain syystä jouduttu keskeyttämään. Työsauma toteutetaan tekemällä keskeytyskohtaan muotti. Työn saneleman, mutta suunnittelemattoman työsauman kohdalla lattian vetolujuus varmistetaan ottamalla voimat vastaan vain raudoitteilla. Täten käytännössä työsaumat varustetaan aina lisäraudoitein. (Betonitekniikan oppikirja 2004, 415.)

Kutistumissaumat ovat linjoja, jotka sallivat kulmamuutoksen ja sauman avautumisen. Kutistumissauma on mahdollista tehdä kahdella eri tavalla. Valu voidaan katkaista pusku- tai ponttisaumalla, tai betonilaattaan voidaan sahata halkeaman mahdollistava ura. Ponttisaumaa ei suositella käytettäväksi alle 120 mm laattapaksuuksille. (Betonitekniikan oppikirja 2004, 413–414.)

Puskusaumat varustetaan liukuvin vaarnarudoitein, jotka sijoitetaan laatan keskelle. Ponttisaumoissa kuormia laatasta toiseen siirtää pontti. Kuviossa 11. on esitetty vaarnarudoite ja kuviossa 10. ponttisauman leikkaus. On tärkeää huomata, että pusku- ja ponttisaumat eivät ole käyttökelpoisia ratkaisuja, kun betonilaatalla on kovapyöräistä trukkiliikennettä. Kovapyöräiselle trukkiliikenteelle suositeltava liikuntasäumatyyppi on esitetty kuviossa 12. (Betonitekniikan oppikirja 2004; 413. Betonilattiat 1997, 66.)

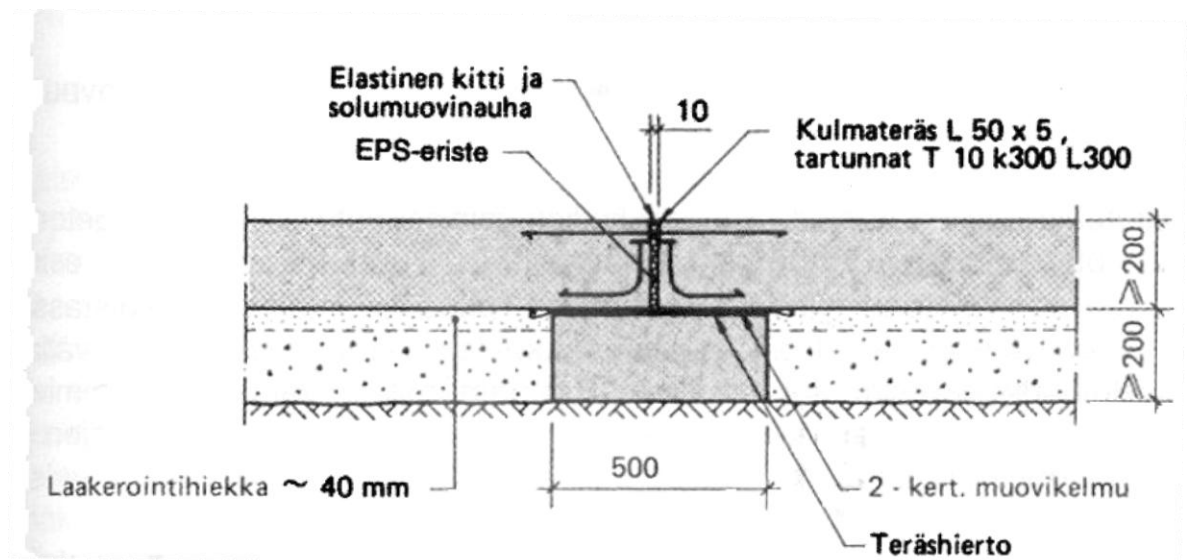


Kuvio 10. Ponttisauma. (Betonitekniikan oppikirja 2004, 414.)

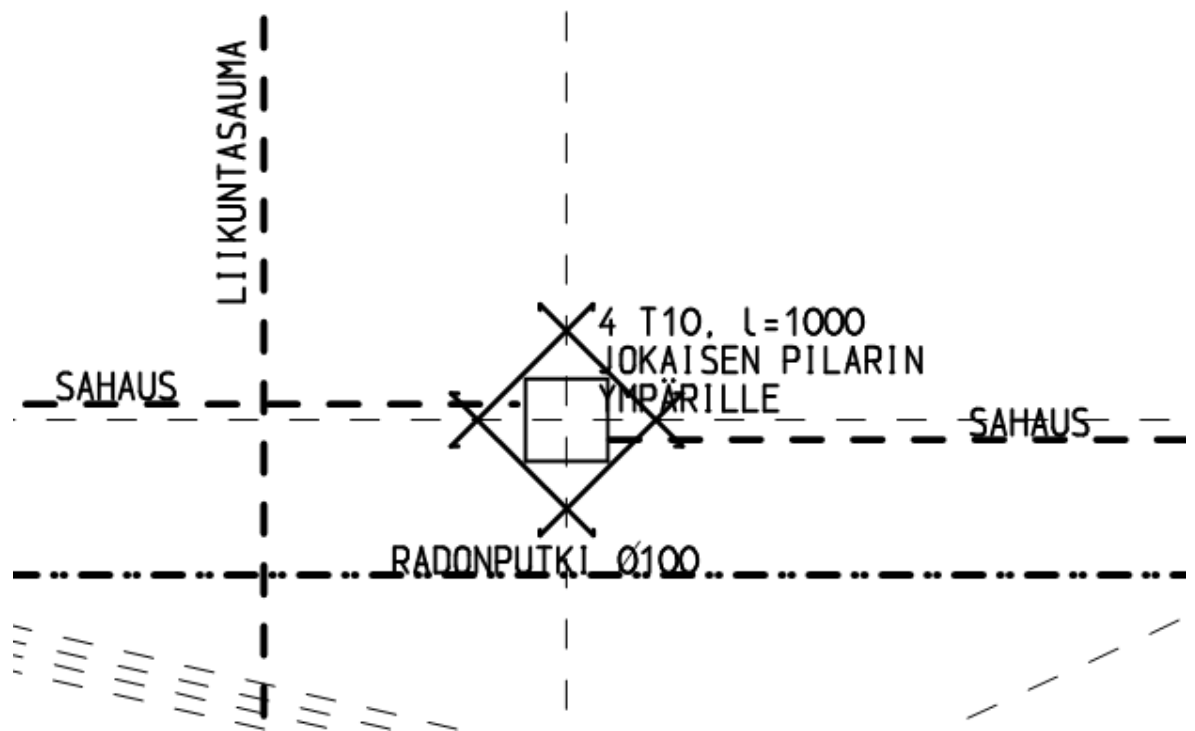


Kuvio 11. Vaarnarautoite. (Betonitekniikan oppikirja 2004, 414.)

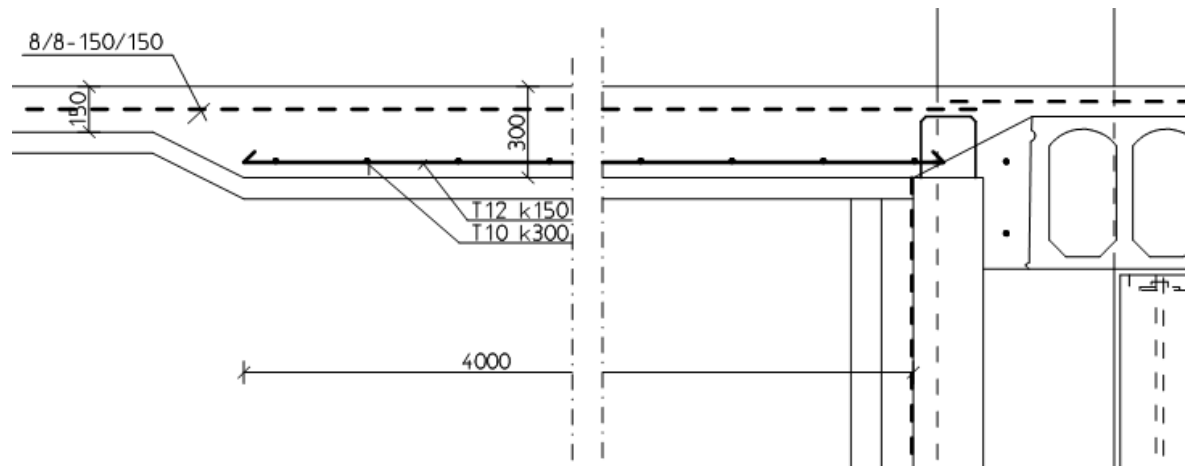
Kuviossa 10. kohta 1 on mahdollisesti käytettävä saumamassa, 2 on laatan kulman vahvistus, 3 on tartuntateräkset, 4 on peltimuotti ja 5 vaarnana toimiva teräslevy (levyvaarna). (Betonitekniikan oppikirja 2004, 414.)



Kuvio 12. Liikuntasauva kovapyöräiselle raskaalle trukkiliikenteelle. (Betoniteknii-
kan oppikirja 2004, 415.)



Kuvio 13. Pilarin ympäristön vahvistaminen raudoittein, sekä sahaus- ja liikun-
tasaumalinjoja. (Ylinen 2010)

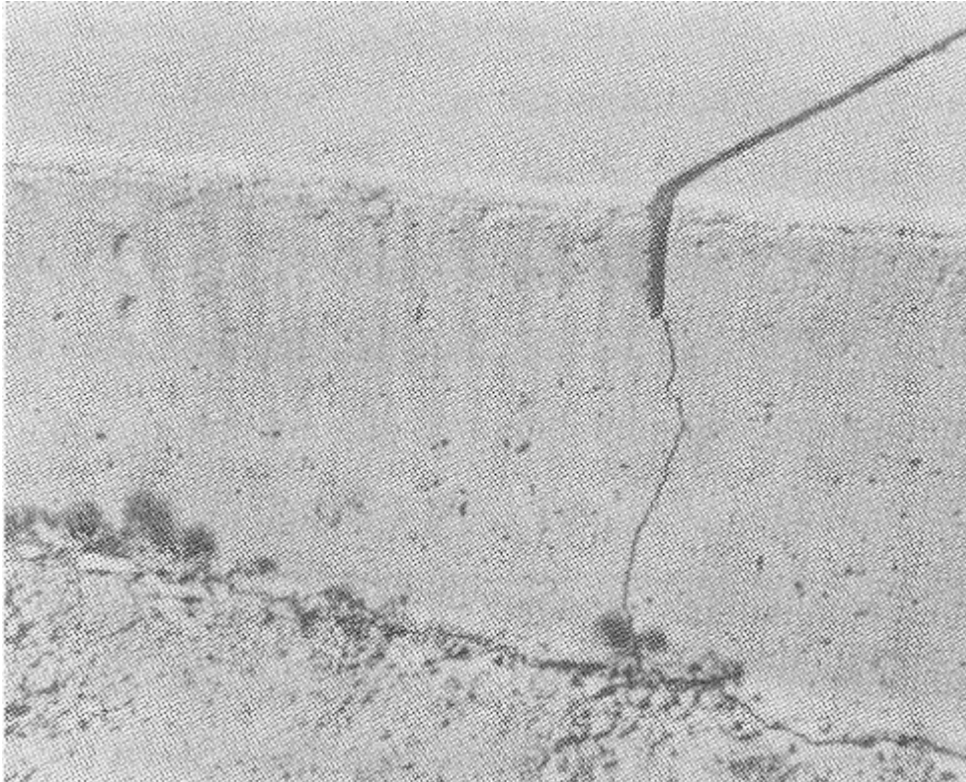


Kuvio 14. Teräsbetoni-laatan vahvistaminen. (Ylinen 2010)

Muita käytettäviä keinoja ovat lisäraudoitteet. Kuviossa 13. on esitetty pilarin ympäristön lisäraudoitus Purso Oy:n piirustuksissa. Lisäksi siinä on nähtävillä sahaus- ja liikuntasaumalinjojen sijoituksia.

Kuviossa 14. on esitetty yksityiskohta paikasta, jossa maanvarainen laatta liittyy ontelolaattojen kannattamaan laattaan. Kuvan osoittamassa kohdassa laattaa on vahvistettu paksuntamalla rakennetta ja lisäämällä raudoitusta paksunnoksen alapintaan. Myös alemmasta kerroksesta nouseva sokkeli-elementti on tartuntaraudoituksin liitetty laattaan muodostaen näin yhtenäisen rakenteen.

Kuviossa 15. on esitetty periaatepiirros sahaamalla toteutetusta kutistumissaumasta. Kutistumissauman sahaus tulee toteuttaa varsin aikaisessa vaiheessa, 8–24 tuntia, valun jälkeen.



Kuvio 15. Sahaussauman toiminta. (Rinta-Seppälä 1991, 35.)

Betonimassan valinnalla on halkeilun estämiseen keskeinen asema. Kappaleessa 4.3 on käsitelty vesisementtisuhdetta. Veden sijasta muokattavuuden parantamiseksi voidaan käyttää tarkoitukseen kehitettyjä betonin lisäaineita, notkistimia. Näiden käyttö tulee suunnitella betonin valmistajan kanssa etukäteen, mahdollisten betonin lujuusominaisuuksien heikkenemisen takia. Toinen massan valinnassa huomioitava asia on runkoaineena käytettävän kiviaineksen suurin raekoko. Suuri maksimiraekoko estää sementtikiven kutistumisesta aiheutuvaa koko rakenteen kutistumista. Lattioissa käytettävän betonimassan runkoaineen maksimi raekoko ei saa ylittää 33 % koko laatan halkaisijasta. (RIL 1995, 42–46, 117.)

Työmaan olosuhteilla ja niiden riittävällä huomioinnilla on suuri merkitys betonin halkeilun estämisessä. Yleisin tapa, jolla betonille taataan oikeat olosuhteet sitoutua, on lämmitys. Varsinkin kesällä lämpötilat, joissa betonia valetaan ja annetaan sitoutua, muodostavat tarpeen reagoida veden liian nopean haihtumisen estämiseksi. Tällä tarkoitetaan jälkihoitoa, jota on käsitelty tarkemmin kappaleessa 5. (Merikallio ym. 1997, 11.)

5 BETONILAATTOJEN JÄLKIHOITO

5.1 Lattiapinnat

Purso Oy:n hallilaajennuksen betonilaatat voi käytännössä jakaa kahteen osaan, ensimmäiseksi osaksi voidaan katsoa kappaleessa 2 käsitellyt suoja-altaat ja al-lasrakenteet ja toiseksi varsinaisen tuotantotilan lattiapinnat. Työselosteessa tuo-tantotilojen lattioiden pinnoitteeksi on määritelty Mastertop 100 -kuivasirote valmis-tajan ohjeen mukaan levitettynä.

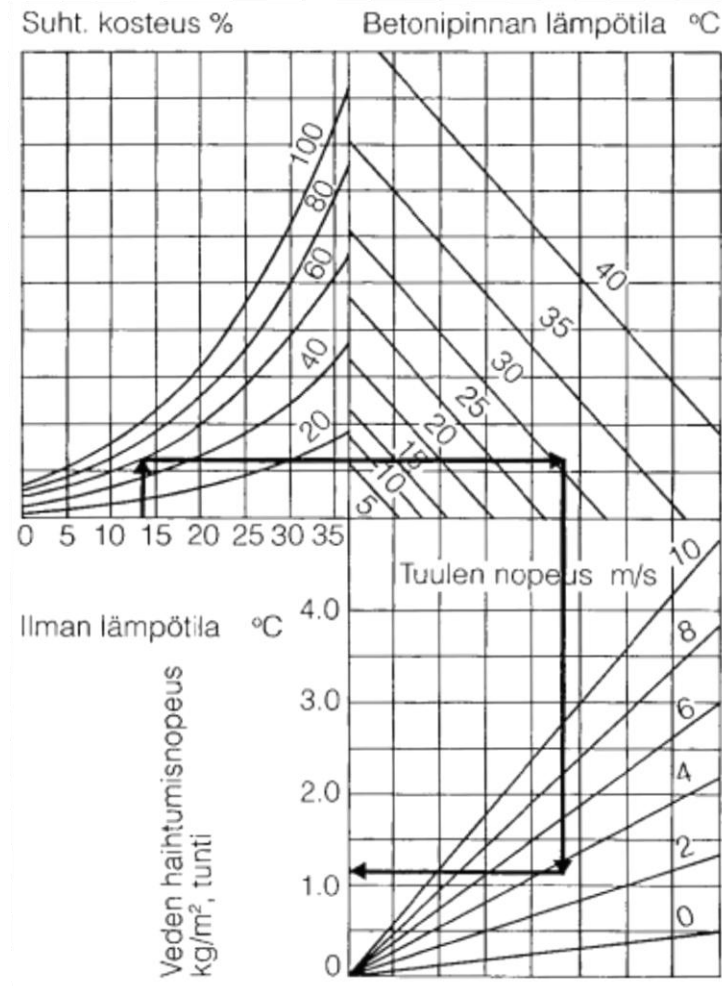
Mastertop 100 on mineraalirunkoaineinen betonin hirtovaiheessa pinnalle lisättä-vä lattiankovetin. Tuotteella luvataan betonille noin kaksinkertaista kulutuksenkes-tävyyttä normaaliin betonipintaan verrattuna, helppoa puhdistettavuutta ja öljytuot-teiden kestävyyttä. Mastertop 100 -kuiva-aines sirotellaan betonipinnalle ennen hirttämistä. Vaaditusta sirotteen määrästä riippuen tämä työvaihe toteutetaan jaet-tuna 1–3 hirttokertaan. (BASF Oy 2010 [Viitattu 9.4.2011].)

5.2 Jälkihoito

Jälkihoidolla suodaan valetulle betonirakenteelle suotuisat olosuhteet sitoutua ja kovettua. Näin varmistutaan siitä, että rakenteesta tulee toiminnallisesti ja ulko-näöllisesti annetut vaatimukset täyttävä. Tämä aikaansaadaan estämällä liiallinen ja liian nopea veden haihtuminen betonin pinnasta ja takaamalla betonille oikea kovettumislämpötila. Jälkihoitoon kuuluu rakenteen suojaaminen sateelta, tuulelta, auringonpaisteelta, virtaavalta vedeltä ja kylmältä, veden haihtumisen estäminen ja rakenteen kastelu sekä oikeasta kovettumislämpötilasta huolehtiminen. Jälki-hoidon tarkoitus on aikaansaada niin tiheä halkeamaverkko, ettei sitä silmällä ero-ta. Vastakohtana olisi huomattavasti harvempi halkeamaverkko, jossa myös hal-keamaleveydet ovat suurempia. Tällöin myös rakenne on huomattavasti vaurioi-tuneempi. (Merikallio ym. 2007,11; Betonitekniikan oppikirja 2004, 331, 430.)

Jälkihoitoa suunniteltaessa on tärkeää huomioida, ettei valun pinta saa päästä liikaa kuivumaan ennen jälkihoidon aloitusta. Tästä syystä parhaaseen tulokseen

päästään, kun jälkihoito aloitetaan heti tai viimeistään tunnin kuluessa hie-tojen päättymisestä. Olosuhteiden ollessa vaikeat jälkihoito voidaan aloittaa jo valun aikana. Varhaisjälkihoidon aloittaminen on suositeltavaa, kun veden haihtumisnopeus on $1 \text{ kg/m}^2\text{h}$ tai yli. Veden haihtumista betonirakenteesta voidaan arvioida kuvion 16 nomogrammin avulla. (Betonilattiyhdistys, 2)



Kuvio 16. Veden haihtumisen mitoittaminen (Betonilattiyhdistys, 2.)

Kuvion 16. nomogrammissa on lähtöarvona käytetty ulkolämpötilaa 13 °C , betonipinnan lämpötilaa 30 °C ja tuulennopeutta 4 m/s . Nomogrammin avulla voidaan päätellä, että veden haihtumisnopeus on n. $1,2 \text{ kg/m}^2$ tunnissa. Tämä arvo ylittää, aiemmin mainitun, suositeltavan varhaisjälkihoidon tarpeen rajan. Voidaan todeta, että valettava rakenne vaatii tässä tapauksessa varhaisjälkihoitoaineen käyttöä.

Kuten edellä on käynyt ilmi, jälkihoito voidaan jakaa kahteen eri vaiheeseen, eli varhaisjälkihoitoon ja varsinaiseen jälkihoitoon. **Varhaisjälkihoito** aloitetaan jo ennen kuin lopullinen tulos on saavutettu ja näin turvataan jälkihoidon aloittamiselle suotuisat olosuhteet. Se voidaan toteuttaa vesisumutuksen avulla, jolloin betonipinta pidetään kosteana käyttämättä kuitenkaan liikaa vettä, levittämällä pintaan väliaikaisesti ennen hierontaa muovikelmu tai suihkuttamalla betoniin varhaisjälkihoitoainetta. Myöhemmin varsinaisessa **jälkihoidossa** betonipinta suojataan tai pidetään kosteana veden haihtumisen ehkäisemiseksi. Käytettäviä menetelmiä ovat jälkihoitoaineen sumuttaminen viimeisen hierontokerran yhteydessä, suojaaminen betonipinta muovikelmulla välittömästi pinnan viimeistelyn jälkeen tai pinnan pitäminen kosteana jatkuvan kastelun tai kasteltavan juutti- tai suodatinkankaan avulla. (Betonilattiatyhdistys, 1-2)

Jälkihoidon kesto riippuu pitkälti olosuhteista. Suositeltu vähimmäisaika on viikko, mutta vaativammissa rakenteissa ja olosuhteissa jälkihoitoa tulee jatkaa, kunnes tavoitellusta loppulujuudesta on saavutettu suurin osa. (Merikallio ym. 2007,11; RIL 1995, 78.)

5.3 Jälkihoitoaineen käyttö

Nestemäiset ruiskutettavat jälkihoitoaineet toimivat muodostamalla betonin pinnalle kosteutta läpäisemättömän kalvon. Jälkihoitoaineen käytössä tulee olla tarkka ja annosmäärät tulee mitoittaa tuulen haihduttavuuden mukaan. Jälkihoitoaineiden ominaisuuksissa on vaihtelua, jonka takia aineiden ominaisuudet tulee varmistaa valmistajalta tai myyjältä ennen käyttöä. On tärkeää huomata, että jotkut jälkihoitoaineet ovat itsestään haihtuvia ja toiset vaativat mekaanisen poiston valmiin betonin pinnalta. Pintaan jäänyt jälkihoitoaine voi heikentää pinnoitteiden, maalien ja päällysteiden tartuntaa. (Merikallio ym. 2007, 11.)

Kohteen tuotantotilojen lattioihin käytettävän lattiankovettimen käyttöselosteessa suositellaan käytettäväksi Masterkure 113 jälkihoitoainetta. Sitä on tarkoitus ruiskuttaa betonipinnalle heti pinnan viimeistelyn jälkeen. Masterkure 113 jättää betonin pintaan pysyvän kalvon ja sitä on mahdollista käyttää myöhemmin myös pinnan ylläpidossa pölynsidonta-aineena. (BASF Oy 2010.)

Olosuhteiden vaatiessa, suositellaan kuivasirotteen tuoteselosteessa käytettäväksi myös Masterkure 111 CF –varhaisjälkihoitoainetta. Erittäin haastavissa olosuhteissa tätä toimenpidettä tulisi toistaa aina jokaisen työvaiheen jälkeen. (BASF Oy 2010)

6 LAADUNTARKKAILU

6.1 Laaduntarkkailu

Laaduntarkkailulla ja laatutekniikalla pyritään takaamaan toteutetusta työstä käytötarkoitukseen hyvin soveltuva tuote. Ensisijaisena tavoitteena pidetään asiakkaan tarpeisiin vastaamista. Asiakkailla tarkoitetaan tässä yhteydessä kaikkia tuotteen valmistusvaiheisiin välillisesti liittyviä tahoja, sekä lopputuotteen käyttäjää. Tällä ilmaisulla tarkoitetaan sitä, että edellisen työvaiheen työnlaatu aiheuttaa lisätyötä ja -kustannuksia seuraavan työvaiheen suorittajalle. Varsinaisella laaduntarkkailulla varmistetaan, että tuote joka lopuksi luovutetaan käyttäjälle, on säädettyjen viranomaisasetusten ja -määräysten mukainen ja näin ollen toteutettu hyväksyttävästi yleisiä laatuvaatimuksia noudattaen.

Rakentamisen valvonta voidaan jakaa kahteen eri osa-alueeseen. Virallinen osa on kelpoisuuden, eli vaatimustenmukaisuuden, toteaminen, jossa betoninormit toimivat määräävänä tekijänä. Toinen osa on laadunvalvonta, jolla tarkoitetaan valmistajan, elementtitehtaan ja rakentajan suorittamaa oman tuotannon valvontaa ja laadun ohjausta. Kuviossa 17. on esitetty malli laaduntarkkailun jaosta ja päämääristä. Betoniteollisuudella on Suomessa keskitetty laadunvarmistus. Valvonta-tehtävää tällä hetkellä suorittaa Inspecta Sertifiointi Oy, joka toimii ulkopuolisena ja puolueettomana toimijana. (Betonitekniikan oppikirja 2004, 152-153.)



Kuvio 17. Betonirakenteen valvonnan osat ja päämäärät (Betonitekniikan oppikirja 2004, 153.)

6.2 Betonityönjohtaja

Rakenteiden valmistusta johtaa tuotantovaiheessa betonityönjohtaja, jolla tulee olla tehtävän vaativuuden mukainen pätevyys. Betoniteollisuudessa vaativuudet on jaoteltu kolmeen eri rakenneluokkaan, joista ensimmäinen luokka on vaativin. Ensimmäisessä rakenneluokassa rakenteet ja rakenneosat, joiden suunnittelun katsotaan vaativan erityistä pätevyyttä tai joiden valmistaminen niiden rakenteellisen toiminnan varmistamiseksi edellyttää erityistä huolellisuutta. Vaativiksi katsotaan jännitetyt rakenteet ja esimerkiksi tavanomaisesta poikkeavat suuret tai mo-

nikerroksiset elementtirakenteet. (Fise Oy 2011 [Viitattu 1.5.2011]; Betoninormit 2004, 12.)

Näihin luokituksiin on liitetty vastaavat betonityönjohtajan pätevyudet. Ensimmäisen luokan rakenteissa betonityönjohtajalta vaaditaan vähintään teknillisen oppilaitoksen, ammattikorkeakoulun tai vastaavan ulkomaisen oppilaitoksen rakennusosaston insinöörin tutkinto, johon on sisällytetty määrättyssä laajuudessa betonirakenteiden suunnittelua ja toimintaa käsittelevät kurssit. Alemman tutkinnon suorittaneella tulee olla vastaavat tiedot betonirakenteen toiminnasta ja suunnittelusta. (Betoninormit 2004, 12.)

Toisen rakenneluokan työnjohtajalta vaaditaan vähintään teknillisen oppilaitoksen rakennusosaston teknikkotutkinnon, ammattikorkeakoulun rakennusmestari­tutkinnon tai vastaavan ulkomaisen tutkinnon. (Betoninormit 2004, 12.)

Kolmannen rakenneluokan työssä vaatimuksena on, että betonityönjohtaja omaa riittävän tietämyksen betonin ominaisuuksista ja valmistuksesta. Toisen rakenneluokan työnjohtajalta vaaditaan vähintään teknillisen oppilaitoksen rakennusosaston teknikkotutkinnon, ammattikorkeakoulun rakennusmestari­tutkinnon tai vastaavan ulkomaisen tutkinnon. (Betoninormit 2004, 12.)

Betonirakentamisen perustana olleita rakenneluokkia ollaan tulevaisuudessa poistamassa. Rakenneluokat tullaan korvaamaan toteutusluokilla, joissa vaativuuden järjestys on muutettu päinvastaiseksi rakenneluokkiin verrattuna. Toteutusluokissa 1. luokka on yksinkertaisin ja 3. luokka vaativin. Toteutusluokkien pohjana on seuraamusluokitus, jossa mahdollisen rakenteen vaurion aiheuttamat seuraamukset on luokiteltu vastaavasti kuin toteutusluokissa. Toteutusluokat määräytyvät siis suoraan seuraamusluokan mukaan. (RakMK B2 työryhmä 2010)

Henkilöpätevyyksiin tämä vaikuttaa siten, että nykyinen betonityönjohtajan pätevyys poistuu. Betonityönjohtajan pätevyys siirrettäisiin Rakennusmääräyskokoelman osaan A1, nimikkeellä kantavien rakenteiden erityisalan vastuullisen työnjohtajan pätevyys. (RakMK B2 työryhmä 2010)

6.3 Betonin valmistuksen laadunvalvonta

Betonin valmistuksessa valvontatoimenpiteet kohdistuvat osa-aineisiin, betonin koostumukseen, betonimassaan ja kovettuneeseen betoniin. Valmistuksessa pääpaino on jatkuvassa laadunvalvonnassa. Tilanteissa, joissa halutaan selvittää osa-aineiden kelpaavuutta betonin valmistukseen ja löytää betonille oikea koostumus, tehdään ennakkokokeita ennen varsinaista betonointia.

Ennakkokokeilla selvitetään, millä koostumuksella suunnitelmien edellyttämät ominaisuudet saavutetaan. Tavallisesti tarkastellaan puristuslujuutta, vedenpitävyyttä ja pakkasenkestävyyttä. Myös lisäaineiden vaikutusta ja annostelua tutkitaan ennakkokokeissa. Käytettävä koebetoni valmistetaan samalla koostumuksella kuin itse rakennebetonikin ja massasta mitataan notkeus ja tarvittaessa ilmapitoisuus. Koekappale-erän tulee olla riittävän suuri, että saadaan luotettava käsitys betonimassan ominaisuuksista, suositeltava määrä tietyn ominaisuuden määrittämiseksi on kuusi koekappaletta. Koetuloksista lasketaan yleensä vertailuarvo, kuten puristuslujuuden määrittämisen yhteydessä tehdään, jolla määritetään koerän vaatimustenmukaisuus.

Jatkuvassa valmistuksessa olevien betonilaatujen valvonnan tekee betonin valmistaja. Tehtävien koekappaleiden määrä riippuu valmistettavan betonin määrästä ja näytteenottojen enimmäisaikavälistä. Valmistaja saa testata nämä kappaleet itse, mutta vuosittain on kuitenkin tehtävä puristuslujuuden tasotarkistukset hyväksytyssä testauslaitoksessa. Otettavista näytteistä tutkitaan edellä mainitun puristuslujuuden lisäksi, notkeus, koostumus ja ilmamäärä. Valmisbetonitehtaan laadunvalvonta tarkistaa käytettävät raaka-aineet päivittäin. (Betonitekniikan oppikirja 2004, 160-161)

6.4 Betonityön laadunvalvonta

Laadunvalvonta betonointityössä koostuu pääosin betonityönjohtajan valvonnasta työnsuorituksen aikana. Tärkeimpiä asioita on betonimassan laadunvalvonta, työryhmien työskentely, raudoitusten käyttäytyminen ja muottien muodonmuutosten seuraaminen. Betonityönjohtajalla on valvonnan apuvälineenä ja laadunvalvonta-

asiakirjana käytettävissään betonointipöytäkirja. (Betonitekniikan oppikirja 2004, 330.)

Betonimassan laatua seurataan sekä silmämääräisesti, että ajoittain tehtävillä mitauksilla. Silmämääräisellä tarkastelulla varmistetaan, että käytettävän betonimassan ominaisuudet ovat tilatun kaltaiset. Lisäksi betonimassasta otetaan ajoittain rakennekoekappaleet, joilla tehtävillä kokeilla voidaan osoittaa tehdyn betonirakenteen kelpoisuus betonimassan sitouduttua. (RIL 1995, 79; Betonitekniikan oppikirja 2004, 331.)

Betonikoekappaleiden tekemisen yhteydessä käytettävästä massasta mitataan betonin notkeus ja lämpötila. Myös tarvittaessa tehtävä ilmamäärän mittaus on helppo tehdä rakennekoekappaleen valmistuksen yhteydessä. (Betoninormit 2004, 142; RIL, 1995, 79.)

Betonin pakkasenkestävyyden ja vesitiiviyyden määrittämiseen käytettävien rakennekoekappaleiden muodoista ja määristä on sovittava erikseen rakennuttajan, valvontaviranomaisten ja tutkimuslaitoksen kanssa. (RIL 1995, 80.)

Betonoinnin jälkeen, betonimassan sitoutuessa, betonin lujudenkehitystä seurataan tarkastelemalla betonirakenteen lämpötilaa. (Betoninormit 2004, 142.)

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön aiheet liittyvät kaikki yhteen samaan päämäärään: kuinka valmistaa laadukas betoninen laattarakenne, joka on myös vedenkestävä. Käyttämäni lähdeteaineisto korosti poikkeuksetta huolellisuutta valua edeltävissä valmistelutöissä, itse valutyössä sekä jälkihoidossa. Betonityöjohtajan asema on tärkeä, koska työsuoritusten valvontavastuu kuuluu hänelle. Valvontavastuuta on jaettu myös tilaajaa edustavalle valvojalle sekä työmaan rakennesuunnittelijalle.

Suomessa betonityöjohtajia luokitellaan heidän saamansa koulutuksen mukaan. Tämä takaa tilaajalle helpon tavan varmistua siitä, että valvonta on kunnossa ja siten myös perusedellytykset toimivalle rakenteelle.

Laatan vesitiiveyden vaatimuksena on hyvin suunniteltu rakenne. Rakenteen suunnittelussa on otettava huomioon rakenteen toimivuus sekä toteuttamiskelpoisuus. Erilaiset betonin lisäaineet parantavat betonin vesitiiveyttä. Näillä saavutettu hyöty voi kuitenkin muodostua pienemmäksi kuin tuotteen kustannukset.

Halkeilun estämisessä pääpaino on valun jälkeen suoritettavalla jälkihoidolla. Jälkihoidolla voidaan ehkäistä olosuhteiden luomia muutosvoimia laatan rakenteessa.

Jälkihoidon lisäksi merkittävä osa on betonimassan valinnalla. Kun betoniin valittu runkoaine on oikean kokoista ja betonin vesi-sementtisuhte on alhainen, se ehkäisee suuresti sementtikiven kutistumista ja kutistumasta rakenteeseen muodostuvia voimia.

Betonointityön laadunvalvonta perustuu työn aikaiseen ja jälkeiseen dokumentointiin. Näin voidaan todentaa jälkikäteen rakenteen kelvollisuus käyttötarkoitukseen. Tätä dokumentointia voidaan täydentää valutyön aikana otetuilla koekappaleilla sekä tarvittaessa valmiista rakenteesta porattavilla rakennekoekappaleilla.

LÄHTEET

- Asb-yhtiöt. 2010. Penetron tekninen tiedote. [Verkkosivusto]. [Viitattu 13.03.2011]. Helsinki: Asb-Yhtiöt. saatavana: <http://www.asb.fi>
- Asb-yhtiöt. 2009. Penetron Admix Liquid -tuotetiedote. [Verkkosivusto]. [Viitattu 19.3.2011]. Helsinki: Asb-Yhtiöt. saatavana: <http://www.asb.fi>
- Basf Oy. 2010. Mastertop 100 –tuotetiedote. [Verkkosivusto]. [Viitattu 3.6.2011]. Riihimäki: Basf Oy. Saatavana: www.basf-cc.fi
- Betonilattiyhdistys. Betonilattioiden jälkihoito bly-3. [Verkkosivusto]. [Viitattu 28.3.2011]. Jämsänkoski: Suomen Betonilattiyhdistys ry. Saatavana: <http://www.bly.fi>
- Betonyhdistys. 1997. Betonilattiat 1997, bly 7, by45. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.
- Betonyhdistys. 2004. Betoninormit 2004, by50. Helsinki: Betonitieto Oy.
- Betonyhdistys. 2004. Betonitekniikan Oppikirja 2004, by201. Helsinki: Betonitieto Oy.
- Betoniteollisuus ry. Jälkihoito. [Verkkosivusto]. [Viitattu 28.3.2011]. Helsinki: Betoniteollisuus ry Saatavana: <http://www.betoni.com>
- Fise Oy. 2011. 1-Luokan betonirakenteiden työnjohtajan pätevyysvaatimukset. [Verkkosivusto]. [Viitattu 1.5.2011]. Helsinki: Fise Oy. Saatavana: www.fise.fi
- Merikallio, T, Niemi, S & Komonen, J. 2007. Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.
- Okaria Oy, 2010. Työsauma- ja liikuntasauvanauha tuotetiedot. [Verkkosivusto]. [Viitattu 19.3.2011]. Kaarina: Okaria Oy Saatavana: <http://www.okaria.fi>
- Orantie, K, Ritola, J & Kronlöf, A. 2006. Kalliotilojen ruiskutettavat vesitiiviit komposiittirakenteet. [Verkkosivusto]. [Viitattu 26.3.2011]. Espoo: VTT Saatavana: <http://www.vtt.fi>
- Profiili. 2010. Purso osaa alumiinin. [Verkkosivusto]. [Viitattu 7.5.2011]. Oulu: Novia Finland Oy. Saatavana: www.profiilimedia.fi
- Purso Oy. 2011. Lehdistötiedoite 15.2.2011. [Verkkosivusto]. [Viitattu 7.5.2011]. Siuro: Purso Oy. Saatavana: www.purso.fi

- Purso Oy. Yritysesittely. [Verkkosivusto]. [Viitattu 7.5.2011]. Siuro: Purso Oy Saatavana: www.purso.fi
- Rakennusinsinöörien liitto RIL ry. 1995. Betonityöohjeet, RIL 149-1995. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry.
- Rakennustoimisto Pekka Kynnös Oy. Yritysesittely. [Verkkosivusto]. [Viitattu 7.5.2011]. Hämeenkyrö: Rakennustoimisto Pekka Kynnös Oy. Saatavana: www.kynnos.fi
- Repo, Harri. 2011. Hyviä uutisia! Purso investoi Suomeen. [Verkkosivusto]. [Viitattu 7.5.2011]. Helsinki: Talentum Media Oy. Saatavana: www.tekniikkatalous.fi
- Rinta-Seppälä, J. 1991. Betonilattioiden tuotantomenetelmät 1991, bly5. Helsinki: Suomen betonilattiyhdistys ry.
- Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 2009. Kovettuneen betonin testaus. osa 8: Paineellisen veden tunkeutumasyvyys. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- Tiehallinto, 2002. Betonirakenteet, halkeamien korjaaminen, yleiset laatuvaatimukset. [Verkkosivusto]. [Viitattu 16.4.2011]. Helsinki: Tiehallinto. Saatavana: www.tiehallinto.fi
- RakMK B2 -työryhmä, 2010. Betonirakenteita koskevien ohjeiden muutokset. [Verkkosivusto]. [Viitattu 30.5.2011]. Helsinki: Valtion ympäristöhallinto. Saatavana: www.ymparisto.fi
- Ylinen, K, 2010. Työselitys, Purso Oy anodisointilaitos. Ikaalinen: Insinööritoimisto Ylinen Oy.

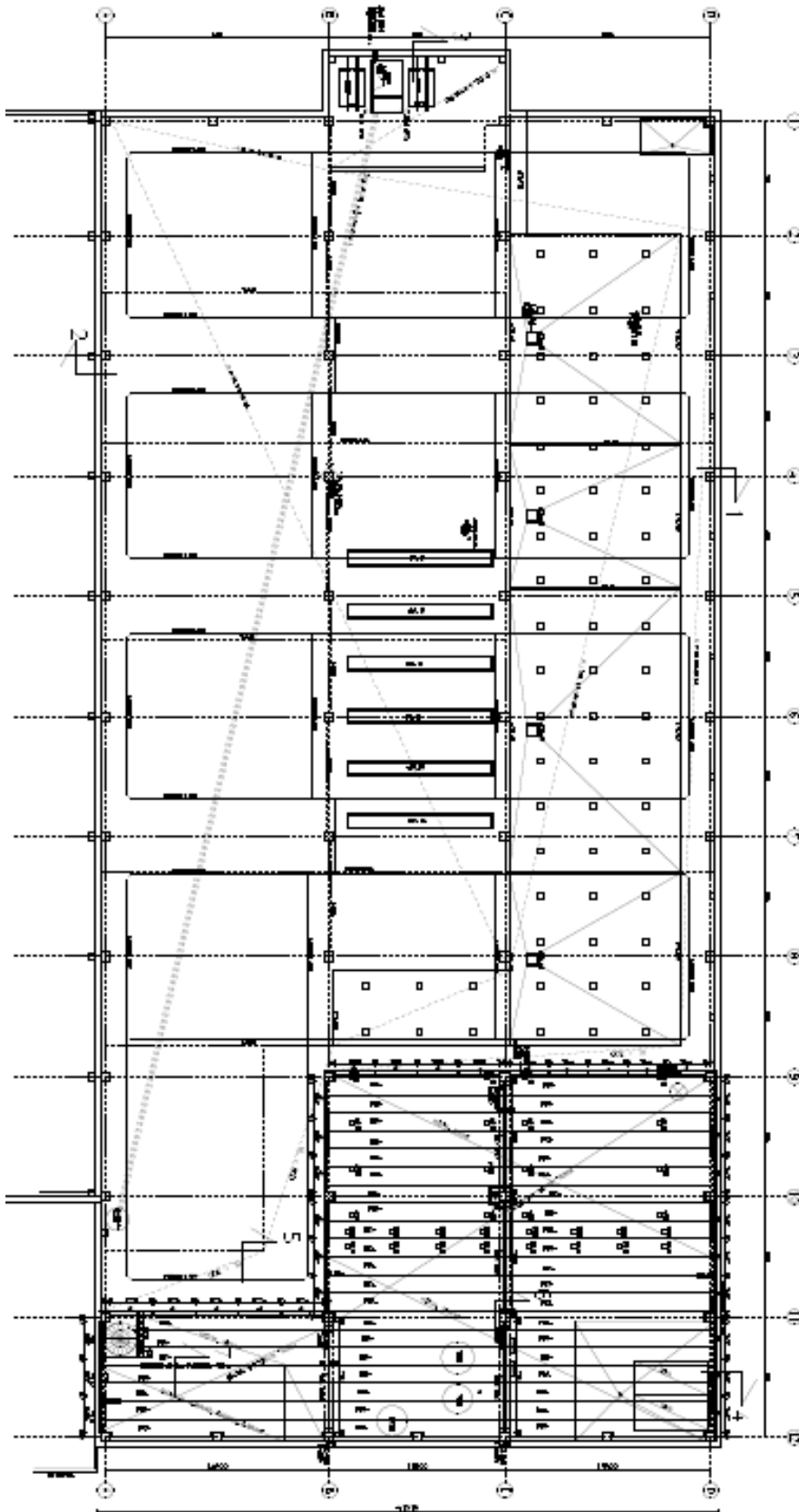
LIITTEET

Liite 1. 1. kerroksen lattia

Liite 2. Leikkaus 1

Liite 3. Leikkaukset 6 ja 7

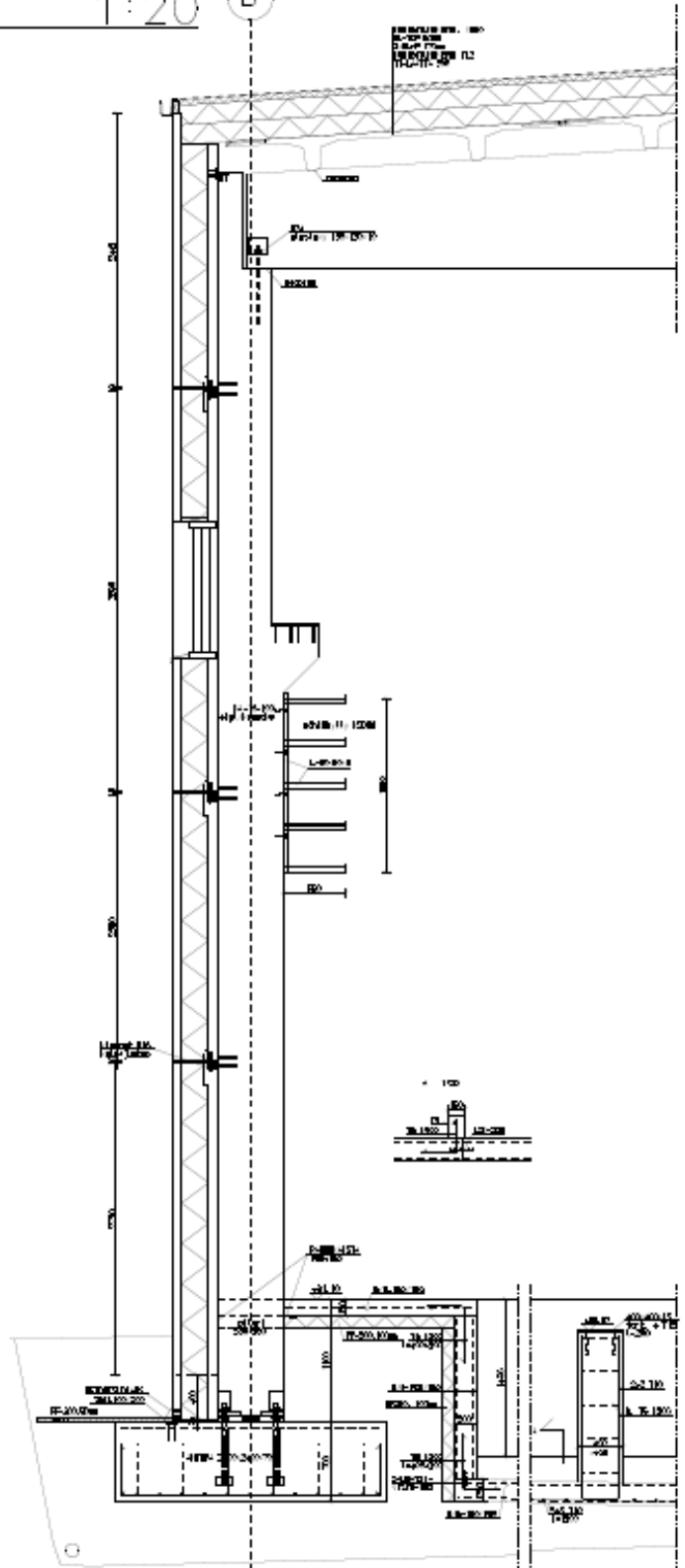
Liite 1. 1. kerroksen lattia



Liite 2. Leikkaus 1

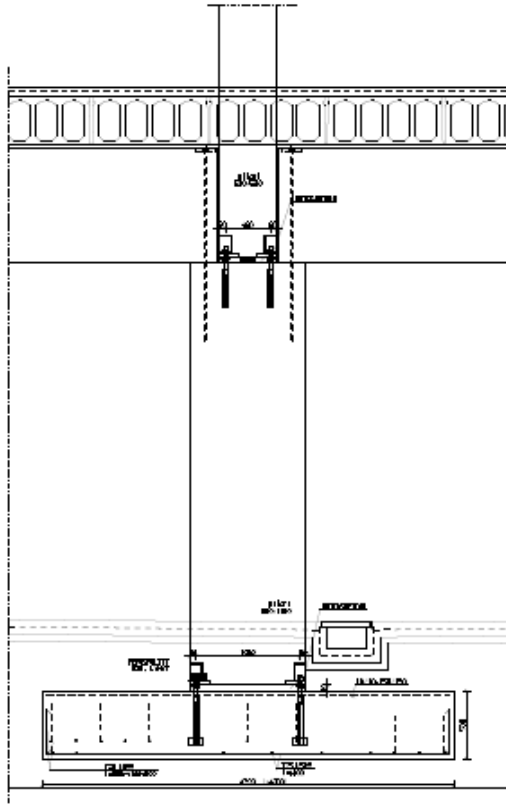
1 1:20

D



Liite 3. Leikkaukset 6 ja 7

6 1:20



7 1:20

