

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU  
Rakennustekniikan koulutusohjelma / Betonirakentaminen

Eemi Skyttä

RASKAASTI KUORMITETUN MAANVARAISEN BETONILATTIARAKEN-  
TEEN TOTEUTUSVAIHTOEHDOT

Opinnäytetyö 2014

## TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka

SKYTTÄ, EEMI

Raskaasti kuormitetun maanvaraisen betonilattiarakenteen toteutusvaihtoehdot

Insinööriyö

41 sivua + 10 liitesivua

Työn ohjaaja

lehtori Sirpa Laakso

Toimeksiantaja

Jatke Oy

Huhtikuu 2014

Avainsanat

betonilattia, pinnoitus, raudoitus, kustannukset

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää, millaisilla rakenneratkaisuilla voidaan toteuttaa raskaasti kuormitettuja maanvaraisia betonilattiarakenteita. Esimerkkikohteiden kautta voitaisiin vertailla eri toteutusvaihtoehtojen kustannuksia. Lopputuloksena on kattava tietopaketti erityyppisistä raskaasti kuormitetuista betonilattiarakenteista ja kustannuksia selvittämällä helpotetaan järkevän raudoitusvaihtoehto valitsemista. Kustannusarviota ei voi soveltaa suoraan muihin kohteisiin, mutta sen avulla saa käsityksen vaihtoehtojen eroavaisuuksista.

Teoriaosuudessa esitetään eri rakenneratkaisuita raskaasti kuormitetuille betonilattiarakenteille ja niiden yleisimpiä käyttökohteita. Pinnoitteet ovat käsittelyssä mukana, sillä kulutuskestävyys on raskaasti kuormitetussa lattiassa erittäin tärkeää. Tietoa teoriaosuuteen on hankittu rakennusalan kirjallisuudesta ja internetistä.

Työn esimerkkikohteissa käsitellään maanvaraisen laatan kustannuksia ja valittuja rakenneratkaisuita ja selviää, että teräskuitubetonista rakennettu lattiarakenne on kustannustehokkain ratkaisu. Tietoa esimerkkikohteista ja kustannuksista on saatu Jatke Oy:n toteutuneista kohteista ja uusien kohteiden kustannusarvioista ja MJS-GROUP Oy:ltä. Työstä ilmenee, että teräskuitubetonin käyttö lisääntyy, kunhan saadaan laadittua yhteiset säännökset ja standardit sen käytölle.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Construction Engineering

SKYTTÄ, EEMI

Principles of implementation for Heavily Loaded

Ground-Supported Concrete Floor

Bachelor's Thesis

41 pages + 10 pages of appendices

Supervisor

Sirpa Laakso, Senior Lecturer

Commissioned by

Jatke Oy

April 2014

Keywords

concrete floor, coating, reinforcement, costs

The aim of this thesis was to determine which building method is suitable for heavily loaded ground-supported concrete floors. The costs of different building methods were to be compared through example cases. The result of the study is an extensive information kit on different types of heavily loaded concrete floor structures. With the help of cost evaluation presented it is easier to choose the best reinforcement method. Cost assessment cannot be applied directly to other projects, but it enables to understand differences between the methods. Different building solutions and their most common applications are presented in the theory part of the thesis.

The theory part shows different structural solution for heavily loaded concrete floor structures and most common application for them. Coatings are also included, because wear resistance is very important for heavily loaded floors. Information in theory part is from building trade literature and the internet.

Example cases of this thesis deal with costs of a ground supported slab and choice of structural solution. This part reveals that steel fiber concrete structure is the most cost efficient solution. Information from the example cases are from Jatke Ltd old projects, new projects quotations, and MJS-GROUP Ltd. The thesis shows, that use of the steel fiber concrete in structures will increase, when code of practice and standards are ready to use.

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
1.1	Opinnäytetyön tausta	6
1.2	Tavoitteet	6
1.3	Rajaukset	6
2	BETONIN JA BETONILATTIOIDEN HISTORIA JA TULEVAISUUS	7
3	BETONILATTIOIDEN RASITUKSET	8
3.1	Pysyvä kuorma	9
3.2	Muuttuva kuorma	9
3.3	Kuivumiskutistumat	9
3.4	Lämpötilan vaihtelut	9
3.5	Mekaaniset rasitukset	10
3.6	Ympäristörasitukset	10
4	BETONILATTIARAKENTEITA	10
4.1	Maanvarainen laatta ja paalulaatta	11
4.2	Pintabetonilattiat	12
4.3	Kelluvat lattiat	13
4.4	Raudoitus molemmissa pinnoissa	14
4.5	Keskeisesti jälkijännitetty	16
4.6	Teräskuitubetonilattiat	16
5	SAUMAT	18
5.1	Liikunta- ja työsaumat	18
5.2	Kutistumissaumat	19
5.3	Eryteisesti raskaasti kuormitetuille lattioille sopivia saumatyyppejä	19
5.4	Saumaton lattia	23
6	PINNOITTEET	23
6.1	Pinnoituksen tarkoitus	23

6.2	Pinnoitetyypit	24
6.3	Imetysaineet	26
6.4	Epoksit	27
6.5	Polyuretaanit	28
6.6	Akryylit	29
6.7	Sementtipolymeeripinnoitteet	29
6.8	Vinyyliesterit	30
6.9	Elastomeerit	30
6.10	Polyurea	30
6.11	Kuivasirotteet	31
7	ESIMERKKIKOhteet	34
7.1	John Deeren asiakaspalvelukeskus	34
7.1.1	Rakenteet	35
7.1.2	Kustannukset	37
7.2	Autokorjaamo Kouvolan Korjala alapohjarakenne ja sen kustannukset	38
8	YHTEENVETO	41
	LÄHTEET	42
	LIITTEET	
	Liite 1. Esimerkkikohde Taavetti, asemakuva	
	Liite 2. Esimerkkikohde Taavetti, pohjakuva ja kuitumitoitus	
	Liite 3. Nord Top 100 lattiasirotteen tuoteseloste	
	Liite 4. Esimerkkikohde Korjala, havainnekuva	
	Liite 5. Esimerkkikohde Korjala, julkisivut koilliseen ja lounaaseen	
	Liite 6. Esimerkkikohde Korjala, julkisivut kaakkoon ja luoteeseen	
	Liite 7. Esimerkkikohde Korjala, verkkoraudoituksen kustannusarvio	
	Liite 8. Esimerkkikohde Korjala, irtoraudoituksen kustannusarvio	
	Liite 9. Esimerkkikohde Korjala, teräskuitubetonin kustannusarvio	
	Liite 10. Esimerkkikohde Korjala, mattoraudoitteen (Bamtec) kustannusarvio	

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Opinnäytetyön tausta

Työ lähti kehittymään, kun olin yhteydessä Jatke Oy:hyn opinnäytetyön aiheesta ja yrityksellä oli käynnissä tai suunnitteilla työmaita, joissa lattiat toteutettiin maanvaraisina betonirakenteina. Suunnitteilla olevasta kohteesta ei laatan toteutustapaa vielä ollut valittu, mistä syntyi idea tutkia tarkemmin maanvaraisen laatan toteutusvaihtoehtoja ja kustannuksia. Työ tehtäisiin keräämällä rakennusvaiheessa olleesta kohteesta tietoja yleisesti lattiatyön suorituksesta ja toteutusmenetelmistä. Suunnitteilla olevasta kohteesta tehtäisiin kustannusarvio. Maanvarainen betonilaatta voidaan työ rakentaa perinteisesti raudoitettuna tai teräskuituraudoituksella. Urakoitsijan täytyy valita menetelmä, joka on järkevä toteuttaa ja tuottava, mutta menetelmän tulee täyttää rakennesuunnittelijan asettamat vaatimukset.

## 1.2 Tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli koota ja vertailla raskaasti kuormitettujen laattojen toteutustapoja ja kustannuksia. Vertailussa ovat mukana perinteisesti raudoitettu lattia ja teräskuitubetonilattia ja niiden toteutustavat. Esimerkkikohteen kustannusarviosta saataisiin vertailukohtia yrityksen omiin laskelmiin.

## 1.3 Rajaukset

Työhön liittyvä teoria on hankittu rakennusalan kirjallisuudesta, Internetistä, rt-korteista ja kustannuksiin liittyviä tietoja on saatu tilaajalta ja oman tutkimuksen perusteella. Työssä käsitellään raskaasti kuormitettuja maanvaraisia teräskuitubetonilattioita ja perinteisesti raudoitettuja lattioita, joita ovat irtoraudoitus, mattoraudoitus ja verkkoraudoitus. Mukana ovat myös pinnoitteet, koska kulutuskestävyys on olennaista raskaasti kuormitetuissa rakenteissa. Työssä esitellään kaksi esimerkkikohdetta, joista ensimmäisessä tutkitaan työn suoritusta ja toteutuneita ratkaisuja. Toisessa kohteessa vertaillaan maanvaraisen laatan eri toteutusvaihtoehtojen kustannuksia.

## 2 BETONIN JA BETONILATTIOIDEN HISTORIA JA TULEVAISUUS

Tonavan rannalta Jugoslaviasta on löydetty vanhin tunnettu betonirakenne. Se oli maanvarainen majan lattia ja noin 7 600 vuotta vanha ja sen rakenneaineina toimivat vesi, sora ja kalkki. Varhaisimmat kuvaukset betonin valmistuksesta tulevat 4 500 vuoden takaa egyptiläisiltä, mutta roomalaiset käyttivät ensimmäisenä vulkaanista sementtiä betonin valmistukseen tunnistettavasti Rooman kylpylä- ja amfiteatterirakennuksissa. Varhaisimpia betonin käyttökohteita olivat mm. Napolin satamalaiturit ja roomalaisten akveduktit. (Siikanen 2009, 131.)

Rooman imperiumin romahdettua betonin käyttö laski, koska tieto sen valmistamisesta hävisi Rooman mukana. Vaikka seuraavat viralliset dokumentit betonin käytöstä löytyvät vasta 1700-luvun lopusta, voidaan kuitenkin todistaa, että betonia on käytetty rakenteissa ajanjaksojen välillä. Esimerkiksi Salzburgissa 1100-luvulla valetun patsaan jalusta oli koostumukseltaan samankaltainen kuin 1700-luvun betonit. Portland-sementin varhaisemman version keksijä oli Joseph Aspin Tässä menetelmässä märkänä sekoitettu kalkkikivi ja saven kuivunut seos poltettiin. (Siikanen 2009, 132.)

Lattian rakentamiseen kehitettiin uusi menetelmä, jossa terästukien välit täytettiin betonilla. Menetelmän keksijä oli Tohtori Fox vuonna 1829 ja rakenteen ansiosta oli mahdollista rakentaa korkeita rakennuksia. Isaac Johnson teki seuraavan merkittävän läpimurron ja kehitti nykyisen kaltaisen Portland-sementin 1800-luvun puolessavälissä. Tämä aloitti nykyaikaisten betonirakenteiden kehityksen. Betonin käyttöä rajoitti vielä sen huono vetolujuus, mutta ratkaisuna oli lisätä betoniin teräksiä, jotka paransivat vetolujuutta. Nykyaikaiset betonirakenteet mahdollisti osaksi ienee Joseph Monierin tutkimukset, joissa hän keksi vahvistaa kukkaruukkuja rautalangoilla, tämä aloitti teräsbetonirakenteiden kehityksen. Rakennusosien kehitys jatkui aina suurempiin rakenteisiin ja lopulta hän sai patentin teräsrakenteiselle sillalle. (Siikanen 2009, 133.)

Teräsbetoni tuli suuren yleisön tietoisuuteen Pariisin maailmannäyttelyssä vuonna 1900. Francois Hennebique esitteli näyttelyssä monoliittisena valetun pilaripalkkirakenteen, joka oli merkittävä kehitysaskel teräsbetonirakenteille. (Siikanen 2009, 134.)

Suomessa Portland-sementtiä on mainittu käytettävän ensimmäisen kerran 1856, mutta nykyään tiedetään, että sitä on käytetty jo aikaisemmin Saimaan kanavan muurira-

kenteissa. Nykyaikainen sementin tuotanto alkoi Paraisilla 1914. Kantavissa rungoissa betonia käytettiin aluksi teollisuusrakennuksissa ja 1920-luvun lopussa myös asuinrakennuksissa. (Siikanen 2009, 135 - 137.)

Lattiarakenteissa maanvarainen laatta tuli yleiseen käyttöön kellarittomissa rakennuksissa 1950-luvulla. Maanvaraisia lattioita oli aikaisemmin käytetty kellarikerrosten lattioihin ja tuotantotiloihin, menetelmä yleistyi hyvin nopeasti ja se on nykyään käytettyin alapohjaratkaisu kantavilla maaperillä. Laatoissa, jotka ovat rakennettu 1960–1990 luvulla, on esiintynyt hyvin paljon kosteusvaurioita, johtuen virheellisistä rakennustavoista tai vääristä materiaaleista. (Maanvastainen betonilaatta 2008.)

Tulevaisuudessa maanvaraisia laattoja tullaan toteuttamaan yhä enemmän teräskuitubetonista. Kuitujen lisääminen betonin vahvistamiseksi on keksitty jo tuhansia vuosia sitten Egyptissä, mutta varsinainen kehitys alkoi 1800-luvun lopulla. Teräskuitubetonin laajempaan käyttöön siirryttiin vasta 1970-luvulla, Suomessa käyttö alkoi 1980-luvulla. Betoniin lisätyt teräskuidut korvaavat perinteiset raudoitteet. Kuituraudoitusta käyttämällä lattiatyö nopeutuu raudoitustyön jäädessä pois ja halkeilua on helpompi ehkäistä. Kustannukset ovat useasti pienemmät verrattuna perinteisesti raudoitettuun lattiaan, mutta kustannuksia on aina tarkasteltava tapauskohtaisesti. (Betonitekniikan oppikirja 2004, 410–533.)

Teräskuitubetonin uusia käyttökohteita ovat esimerkiksi paalulaatat, perustukset, kantavat laatat ja betonielementit ja kehityksen jatkuessa kaikki kantavat rakenneosat. Erityisesti lattioissa polymeerikuidun käyttö lisääntyy, minkä ansiosta plastisen halkeilun riski vähenee. Lattioita pyritään toteuttamaan mahdollisuuksien mukaisesti saumattomana ja tarvittavat työ ja liikuntasaumot toteutetaan valmiilla saumaraudoitteilla. (Matsinen 2013, 5 – 11.)

### 3 BETONILATTIOIDEN RASITUKSET

Betonilattiaan voi kohdistua fysikaalisia sekä kemiallisia rasituksia, jotka heikentävät sen kestävyyttä ja säilyvyyttä. Lattian rakennetta valittaessa tulisi käyttötarkoituksen ja loppukäyttäjän olla tiedossa viimeistään luonnossuunnitteluvaiheessa, tällä varmistetaan lattian toimivuus ja kestävyys. Aikaisella suunnittelulla voidaan valita käyttötarkoitukseen parhaiten sopivat materiaalit ja rakenteet ja lattian huoltoväli pitenee. (Betonitekniikan oppikirja 2004, 403.)

### 3.1 Pysyvä kuorma

Pysyvä kuorma koostuu rakenteiden kuten portaiden, väliseinien tai kiinteästi asennettujen laitteiden omapainosta. Laitteista aiheutuvat liikkeet ja värähtelyt tulee huomioida erikseen mitoituksessa. Pysyvistä kuormista pistekuormitukset ovat yleensä määrävin mitoituksen kannalta maanvaraisessa laatussa. Suuria pistekuormia voi aiheuttaa esim. varastohyllyjen jalat. (Betonilattiat 2014, 51.)

### 3.2 Muuttuva kuorma

Hyötykuormalla tarkoitetaan kuormia, jotka muuttuvat käytön aikana ja joiden paikka laatalta vaihtelee. Tällainen rasitus voi pitkällä aikavälillä aiheuttaa lattiaan halkeamia. Muuttavat kuormat ovat yleisimmin henkilökuormia, tavarakuormia ja liikennekuormia. Kuormat voivat esiintyä tasaisena pintakuormana tai pistekuormana, joka toimii määrävänä mitoituksessa. Usein suuria pistekuormia aiheuttaa trukkiliikenne, jonka mitoitukseen on olemassa valmiita taulukoita, mutta kuormat tulee aina tarkistaa tapauskohtaisesti. (Betonilattiat 2014, 51.)

### 3.3 Kuivumiskutistumat

Betonin kuivuessa laatan reunat käyristyvät, koska laatta kuivuu epätasaisesti ja lämpötilan vaihtelu aiheuttaa muodonmuutoksia. Jälkihoito ei juuri vaikuta kuivumiskutistumaan, vaan lähinnä siirtää sen alkua myöhäisemmäksi. Kuivumiskutistuman arvot vaihtelevat 0,5 mm/m–1,5mm/m kasvaa betonin koostumuksen ollessa runsaasti kuivuva. Kutistumisen estyminen esim. kitkan ja laattaan liittyvien jäykkien rakenteiden vuoksi aiheuttaa laatan yläpintaan vetojäännityksiä ja alapintaan puristusjäännityksiä. Nämä voimat saavat betonin usein halkeilemaan. Tekemällä alustan pintaan laakerointikerros kitkan määrää voidaan vähentää. Kuormitus kuten raskaat väliseinät ja raskaat rakennusvarastot, estävät kutistumista, eli lisäävät halkeiluriskiä. (Betonilattiat 2014, 140–141.)

### 3.4 Lämpötilan vaihtelut

Lämpötilan vaihtelu aiheuttaa muodonmuutoksia laatussa, jonka reunat käyristyvät kuten kuivumiskutistumassa. Lämpötilojen vaihtelusta aiheutuvat liikkeet ovat vaihte-

levia ja aiheutuvia rasituksia lisäävät vielä entisestään kutistumaliikkeet. (Betonilattiat 2014, 59.)

### 3.5 Mekaaniset rasitukset

Lattian pinnan kulumista aiheuttavat erilaiset liikkuvat pyöräkuormat, henkilökuormat ja lattiaa pitkin raahattavat taakat erityisesti varastorakennuksissa. Näistä kuormista voi lattiaan aiheutua myös iskuja ja hankausrasituksia. (Betoniteknikan oppikirja 2004, 403–404.)

### 3.6 Ympäristörasitukset

Ympäristörasituksia ovat betonin jäätyminen ja sulaminen, mikä aiheuttaa betonin rapautumista. Muita rasituksia ovat karbonatisoituminen ja kloridien aiheuttama teräskorroosioriski. Kemiallisia rasituksia esiintyy erityisesti teollisuusympäristöissä, haitallisimpina voidaan pitää syövyttäviä happoja. (Betonilattiat 2014, 63.)

Usein lattioihin ei kohdistu juurikaan ympäristörasituksia tai ne ovat vähäisiä, sillä lattiat ovat kuivissa sisätiloissa. Poikkeuksena voidaan pitää pysäköintilaitoksia, joihin kohdistuvat kaikki aiemmin mainitut rasitustyyppit. (Betonilattiat 2014, 63.)

## 4 BETONILATTIARAKENTEITA

Betonilattia käsite tarkoittaa laattarakenteen ylintä betonikerrosta, joka toimii kulutus-pintana sellaisenaan tai pinnoitettuna. Lattiarakenne voi toimia joko kantavana tai kantamattomana. Lattian tärkeimpiä ominaisuuksia on kantaa siihen kohdistuvat kuormat, tasaisuus, kulutuskestävyys ja hyvä ulkonäkö. (Betonilattiat 2014, 10.)

Tässä työssä käsitellään raskaasti kuormitettuja betonilattiarakenteita, jotka toimivat kantavana rakenteena, tai joita kuormitetaan mm. raskailla ajoneuvokuormilla, pysyvillä raskailla pistemäisillä kuormilla esim. varastohyllyn jaloista aiheutuvia. Kuormitustiedot on aina selvitettävä tapauskohtaisesti, mutta eurokoodissa EC1 on esimerkkejä erilaisista ajoneuvokuormista. Tietoa on saatavissa myös Betonilattiat 2014 julkaisusta. Mitoitusta tässä työssä ei juurikaan käsitellä.

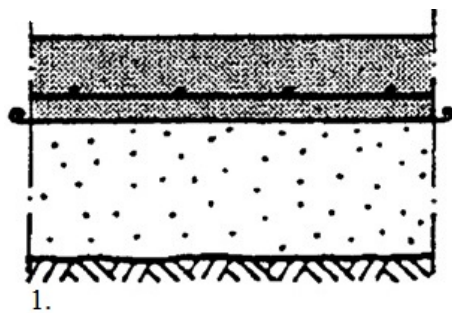
Lattiat jaotellaan tässä työssä toimitavan ja raudoitustavan mukaan.

Toimintatavan mukaan jaotteluihin kuuluvat maanvaraiset lattiat (paksuus > 140 mm), Pintabetonilattiat (paksuus > 80 mm) ja Kelluvat lattiat (paksuus > 140 mm)

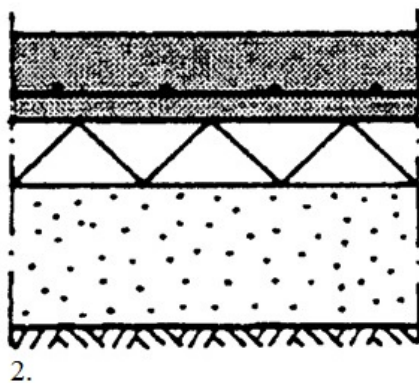
Raudoitustavan mukaan jaotteluihin kuuluvat rauditus molemmissa pinnoissa (paksuus > 140 mm), keskeisesti jälkijännitetty (paksuus > 140 mm) ja kuitube-tonilattiat (paksuus > 140 mm)

#### 4.1 Maanvarainen laatta ja paalulaatta

Maanvastainen laatta voi olla kantava tai ei-kantava. Rakenne valetaan eristekerroksen päälle, joka tukeutuu suorasti sora-alustaan. Rakenne voidaan myös toteuttaa ilman eristekerrosta, mutta molemmissa tapauksissa tulee käyttää oikeanlaista soraa kapillaarikatkona. Eri toteutustavat näkyvät kuvassa 1.



1. Maanvarainen laatta sora- alustalla
2. Lämpöeristetty maanvarainen laatta sora-alustalla

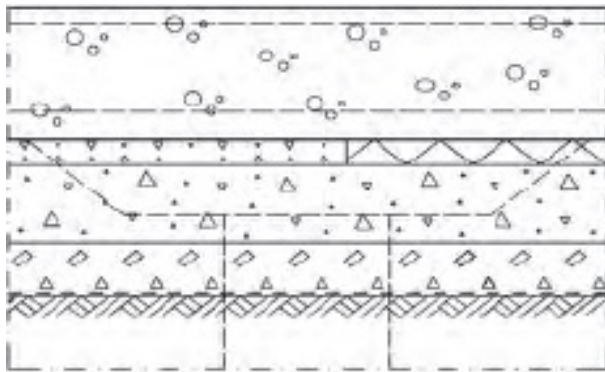


Kuva 1. Maanvaraisen laatan perustyyppit (Väisänen 2005, 76.)

Käytettäessä maanvastaista laattaa tulee maapohjan kantavuuden olla riittävän suuri koko rakennusosalta ja kantavuus lasketaan tapauskohtaisesti. Maaperän kantamattomuus johtaa liian suuriin painumiin ja rakennus voi vaurioitua.

Maanvarainen laatta on eristyksen kannalta järkevä rakenneratkaisu. Koska normaaleissa lämmitetyissä tiloissa lämpövirran suunta on alaspäin, kosteustekniseltä kannalta eristys tulee sijoittaa alapuolelle. Kevytsora-alustan päälle valettaessa tulee lattia erottaa alustastaan suodatinkankaalla tai muulla vastaavalla materiaalilla, mikä estää sorarakeiden nousun betonin pintaan valun yhteydessä. (Betoni lattiat 2002, 23.)

Maanvaraista paalulaattarakennetta käytetään, kun maapohjan kantavuus ei ole riittävä ja paalutus vie rakennuksen kuormat kantavaan maaperään asti. Useimmiten rakennetta käytetään teollisuus- ja varastorakennuksissa. Paalu sijoittuu laattarakenteeseen kuvan 2 mukaisesti. Käytettäessä lämmöneristettä laatan alla, siihen tulee leikata paalulle aukko. Yleisesti paalulaatat mitoitetaan perinteistä raudoitusta käyttäen, mutta teräskuitubetonin käyttö lisääntyy nopeasti. (Betoni lattiat–kortisto 2012, 20–21.)

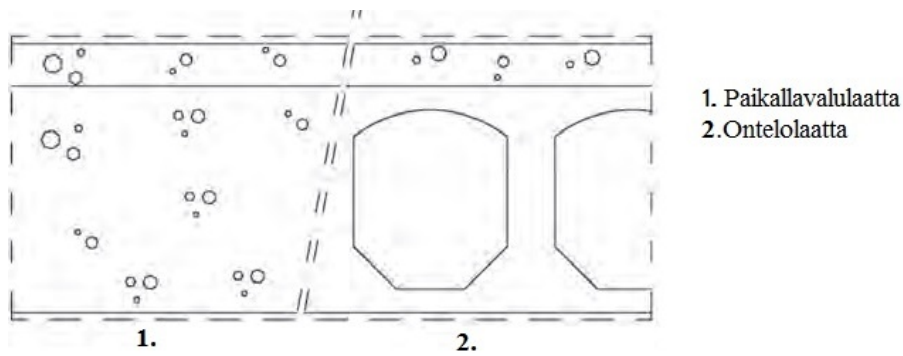


Kuva 2. Maavarainen paalulaatta (Betoni lattiat kortisto 2012, 20.)

#### 4.2 Pintabetoni lattiat

Pintabetoni lattia koostuu kahdesta osasta, ensin valetaan varsinainen laatta ja tämän jälkeen kovettuneen betonin päälle valetaan pintabetoni. Sitä käytetään yleisimmin lämpimien rakennusten välipohjissa ja kantavana rakenteena paikallavalulaattana tai ontelolaattana (kuva 3). (Betoni lattiat kortisto 2012, 28.)

Pintakerroksen tulee olla joko irti alustastaan tai koko laatan alalta kiinni. Kiinni olevan pintalaatan irtoamista alustastaan tulee välttää, sillä tämä aiheuttaa pintalaatassa halkeilua ja käyritymistä halkeaminen kohdalla. Raudoitusta käytetään pintalaatan yläpinnassa, kun laatan paksuus ylittää 60 mm, mikä vähentää halkeilua. Kutistumisraudoitus on mahdollista toteuttaa teräskuidulla tai makrokuidulla. (Betoni lattiat 2014, 11–12.)

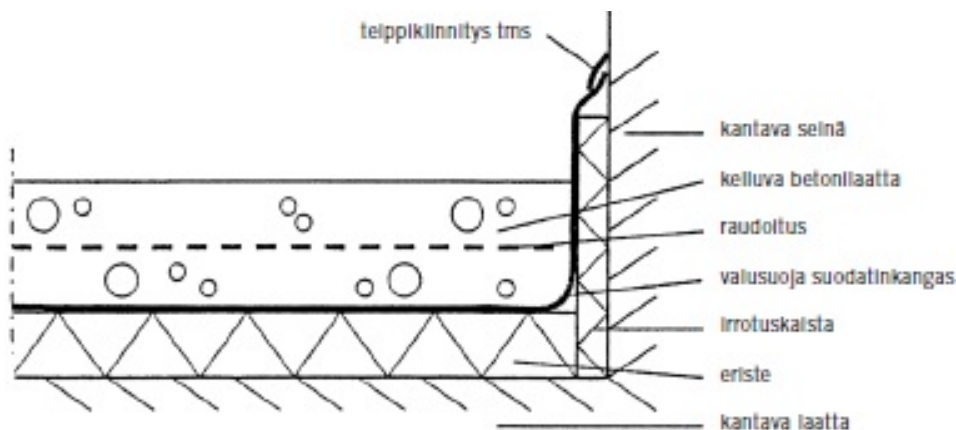


Kuva 3. Pintabetonilattian toteutusvaihtoehdot (Betonilattiat–kortisto 2012, 28.)

Pintabetonilattiatyypit voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään: alustaan kiinnitettyt raudoittamattomat, alustaan kiinnitettyt raudoitetut ja alustastaan irti laakeroidut raudoitetut lattiat. (Betonilattiat 2014, 11–12.)

#### 4.3 Kelluvat lattiat

Kun rakennuksen lattiarakenteille asetetaan erityisiä äänieristysvaatimuksia, tulee käyttää kelluvaa lattiarakennetta, jota voidaan soveltaa myös välipohjissa tai maanvaraisissa rakenteissa. Lattiarakenne muodostuu runkorakenteesta, jonka päälle asetetaan joustavasta materiaalista vaimennuskerros. Kerroksen ainevahvuudet tulee mitoittaa tapauskohtaisesti kuormien mukaan. Pintalaatta tulee vaimennuskerroksen päälle ja tarvittaessa pinnoitetaan käyttökohteen vaatimusten mukaisesti. Laatta tulee irrottaa kantavasta rakenteesta kuvan 4 mukaisesti. (Betoninen kelluva lattia 2002, 6–16.)

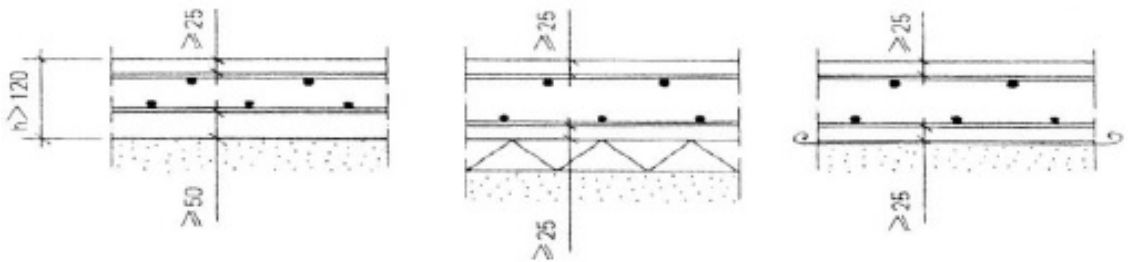


Kuva 4. Betonisen kelluvan lattian rakenne-esimerkki (Betoninen kelluva lattia 2002, 16.)

#### 4.4 Raudoitus molemmissa pinnoissa

Kun laattaaan kohdistuu suuria, yli 50 kN:n pistekuormia ja sen kokonaispaksuus ylittää 120 mm, raudoitus sijoitetaan ylä- ja alapintaan. Betonipeitteen paksuuden on oltava  $\geq 25$  mm, maanvaraisissa rakenteissa  $\geq 50$  mm (kuva 5.) (Betonilattiat 2002, 40.)

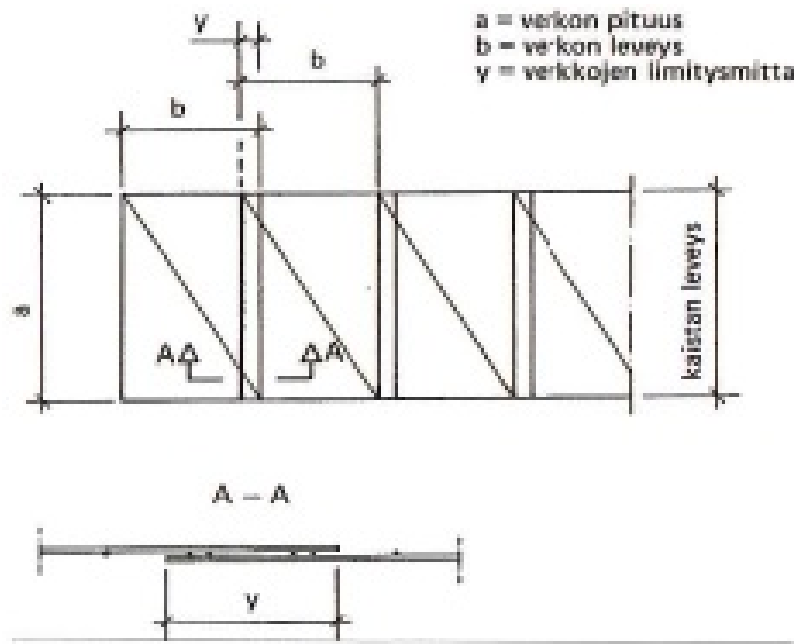
Perinteistä raudoitusta käytettäessä suositellaan käytettäväksi teollisia raudoitteita, kuten verkkoraudoitusta tai mattoraudoitteita etenkin isoissa kohteissa. Myös irtoraudoitus on mahdollinen, mutta se ei ole kustannustehokasta yleisimmissä tapauksissa. (Betonilattiat-kortisto 2012, 17.)



Kuva 5. Betonipeitepaksuudet ja raudoitteiden sijoitus eri tapauksissa (Betonilattiat 2002, 40)

Lattioiden yleisin raudoituspä on tankoraudoitus, joka voidaan tehdä irtotangoilla tai esivalmistettuja raudoitteita käyttäen. Valmiita raudoitteita ovat raudoitusverkot, kais-taraudoitteet ja mattoraudoitteet. (Betonilattiat 2014, 73.)

Raudoitusverkkoja on varastokokoja ja mahdollisesti kohdetta varten tuotettuja verkkoja. Varastoverkon mitat ovat 2 350x5 000 mm, teräksen halkaisija vaihtelee 5–12 mm ja tankojako on joko 150 tai 200 mm. Verkkoja tehdään myös erikoismitoilla, jolloin voidaan valita kohteeseen sopivat mitat ja tankokoot. Verkkojen limitys tapahtuu kuvan 6 mukaisesti. Maanvaraisen laatan raudoitus on monesti helpointa toteuttaa verkkojen avulla. (Betonilattiat 2014, 73–74.)



Kuva 6. Raudoitusverkkojen liittymisperiaate (Betonilattiat 2014, 74.)

Koska raudoituksen toteuttaminen irtotangoilla on hidasta verrattuna esivalmistettuihin raudoitteisiin, työn nopeuttamiseksi on syytä pyytää raudoitteet valmiiksi muotoiltuna. Vaikka raudoitus tapahtuu verkkoraudoitteilla, irtotankoja täytyy käyttää nurkkin ja reunojen vahvistamisessa. (Betonilattiat 2014, 73.)

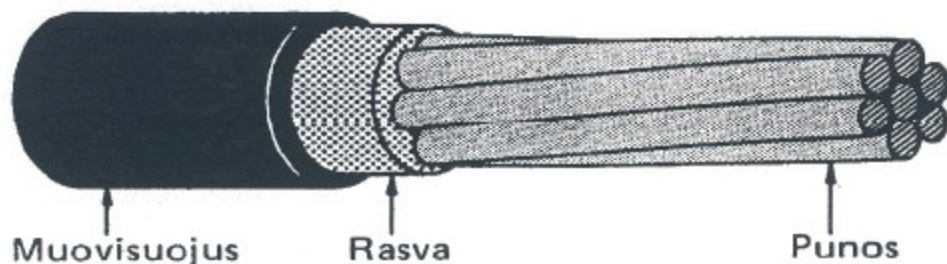
Kaistaraudoite on hitsattu raudoite, joka toimii yhdessä suunnassa. Raudoite rakentuu pääteräksistä ja sidetankoista, pituus vaihtelee 2–12 m ja leveys 1–2 m. Uutta teknologiaa edustavat mattoraudoitteet, joissa on samansuuntaisia betoniteräksiä, ne on hitsattu teräsvanteisiin ja teräksien jako on noin 1,5 m. Niiden kuljetus työmaalle on suhteellisen helppoa, koska raudoite on rullana. Kuljetus ja asennus vaativat koneellista nostokalustoa, mutta kun mattoraudoite on asennusvaiheessa nostettu laatan reunalle asennusvälikkeitten varaan, se saadaan rullattua auki ilman koneita. Yksi auki rullattu matto ei muodosta raudoituskokonaisuutta vaan vaaditaan toinen matto ensimmäisen päälle 90 asteen kulmassa. (Betonilattiat 2014, 74.)

Mattoraudoitteiden ominaisuuksia ovat betoniterästen välit 50–300 mm, niiden halkaisijat 8–32 mm ja vierekkäisten tankojen pituus ja halkaisija voi vaihdella. Leveys 2 000–15 000 mm ja yksittäisen maton maksimipaino 1 500 kg. (Betonilattiat 2014, 74.)

Käyttämällä mattoraudoitteita asennus tapahtuu nopeammin kuin perinteisessä raudoituksessa ja mahdolliset aukot voidaan huomioida. Valmistajan on myös helppo optimoida teräsmäärä rasiusten mukaisesti tietokoneohjelman avulla. (Betonilattiat 2014, 73–75.)

#### 4.5 Keskeisesti jälkijännitetty

Jälkijännittämällä laatta keskeisesti saadaan aikaan tiiviitä lattioita ja sitä käytetään usein erityisesti varistorakennuksissa, joissa saumoista olisi haittaa. Käyttökohteina myös ulkona olevat laatat, jalkakäytävät ja liikenneväylät. Halkeaman yleisin esiintymiskohta maanvaraisessa laatasta on saumassa ja keskeisellä jännittämällä mahdollistetaan lähes liikuntasaumaton rakenne. Jännittäminen parantaa samalla laatan piste-kuormakestävyyttä ja paksuutta voidaan ohentaa verrattuna jännittämättömään rakenteeseen. Maanvaraisissa laatoissa jännittäminen toteutetaan yleisimmin tartunnattomilla jänneteräksillä (kuva 7). Punos on asetettu muovikuoren sisään, joka on täytetty rasvalla. Näin teräksestä saadaan poistettua tartunta. (Betonilattiat 2014, 106–107.)



Kuva 7. Tarttumaton jänneteräs (Betonilattiat 2014, 107.)

#### 4.6 Teräskuitubetonilattiat

Nykyään on yleistä käyttää teräskuitubetonia lattiarakenteissa, mutta useat tutkimukset ja käyttökokemukset osoittavat, että teräskuitubetoni soveltuu myös kantaviin rakenteisiin sen plastisen käyttäytymisen ansiosta. Käyttöä on rajoittanut suunnitteluohjeiden puuttuminen. (Mandl 2014, 60.)

Euroopassa on useita kohteita joissa teräskuitubetonia on käytetty kantavissa laatoissa, perustuksissa ja muissa rakenteissa, mutta kohteissa on jouduttu tekemään täysmitta-

kaavaiset kuormituskokeet. Suomessa vastaavia rakenteita on lähinnä paalulaattakoh-teissa, joissa raudoitus on toteutettu teräskuidulla. (Mandl 2014, 61.)

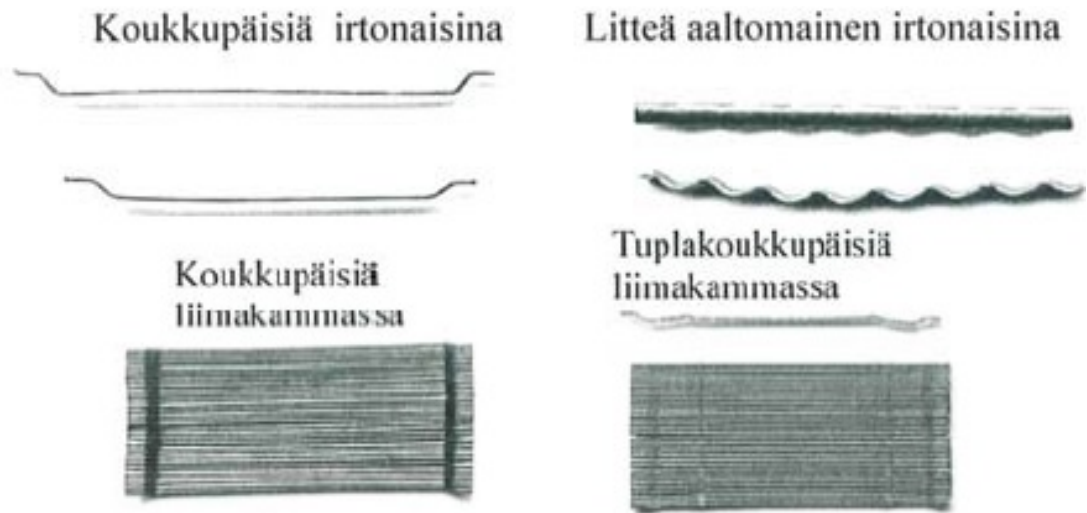
Jotta teräskuitujen käyttäminen kantavissa yleistyisi rakenteissa, tulisi suunnitteluoh-jeiden kehitystä jatkaa, vaikka uusia ohjeita on jo tulossa. Ensimmäinen virallinen te-räskuitubetonistandardi julkaistiin 2013 DAfStb-guideline „Stahlfaserberton``  
10/2013 amendments and modifications to EN1992-1-1 and EN 206-1 and DIN EN 13670 tämän tekijöinä toimivat saksalaiset. (Mandl 2014, 62.)

Toiminnallisesti teräskuitubetonin toiminta perustuu betoniin joka on halkeillut, tässä tilanteessa betonilla ei ole vetolujuutta. Teräskuidut ottavat vetorasitukset vastaan ja siirtävät ne halkeamien yli perinteisen raudoituksen sijasta. Perinteistä ja kuituraudoit-tusta verrattaessa suurin ero löytyy niiden murtumismekanismeista. Betonin haljetessa kuitu vetää itsensä ulos halkeamasta ja alkaa käyttäytyä plastisesti. Tässä tilanteessa kuormat siirtyvät ehjälle betonille. (Mandl 2014, 62.)

Käyttämällä teräskuitubetonia lattiatyö nopeutuu, koska raudoitustyötä ei tarvitse teh-dä ja valun yhteydessä tartuntalaastin harjaus pintabetonilattian alustaan helpottuu. Rakennusprojektissa teräskuitujen käyttö tuo siis huomattavia taloudellisia ja ajallisia hyötyjä verrattuna perinteiseen raudoitukseen. Kuitubetonirakenteen halkeilua pysty-tään hallitsemaan paremmin sitkeän rakenteen vuoksi. Kutistumishalkeamia joudutaan kuitenkin hallitsemaan liikuntasaumoilla ja oikealla jälkihoidolla. (Betonitekniiikan oppikirja 2004, 410.)

Käytettäessä teräskuituraudoitusta laatta on mahdollista toteuttaa saumattomana, kun saumojen välit ovat enintään 24 m, välien kasvaessa teräskuidun annostusta joudutaan lisäämään. (Betonilattiat 2002, 63.)

Yleensä kuituannostus on 30–60kg/m<sup>3</sup>, mutta kantavissa rakenteissa 50–100kg/m<sup>3</sup>. Yleisimpiä suomessa käytettyjä teräskuitutyyppejä (kuva 8), ovat irtonaiset koukkupäiset, litteät aaltomaiset koukkupäiset ja tuplakoukkupäiset liimakammassa. Pituus 15–60 mm ja paksuus 0,4–1,0 mm. Liimakammoissa kiinni olevat kuidut irtoavat kun betoni sekoitetaan. Usein luullaan, että kuidut ovat samanlaisia ja niiden ominaisuudet eivät eroa toisistaan, mutta jokaisella kuitutyypillä on omat myötäljuusarvonsa väillä 500–1700 N/mm<sup>2</sup>. (Teräskuitubetonirakenteet 2011, 13.)



Kuva 8. Suomessa yleisimmin käytettyjä teräskuitutyyppisiä (Teräskuitubetonirakenteet 2011, 13)

## 5 SAUMAT

Maanvaraisen perinteisesti raudoitettun- ja kuitubetonilaatan saumajaon määräävät rakennuksen muoto, leveys, lattiakanavoiden asemat ja erilaiset kone-, laite- ja säiliöperustuksien paikat. Pakkovoimien syntyminen estetään irrottamalla laatta pilareista ja seinistä liikuntasaumoilla käyttäen polystyreeniä tms. Liikuntasaumoja on sijoitettava rakenteellisten heikennysten kohdalle. Talvella valukaistan leveyttä voi rajoittaa lämmityskaapelit. (Betonitekniikan oppikirja 2004, 411.)

Saumajako tulee suunnitella mahdollisimman harvaksi, koska sauma on yleisin vaurion alkamiskohta. Käytönaikaisia vauriota minimoimalla rakennuksen korjauskustannukset pienenevät. (Betonitekniikan oppikirja 2004, 411.)

### 5.1 Liikunta- ja työsaumat

Liikuntasauma mahdollistaa laatan pitenemisen, lyhenemisen ja kiertymisen. Sauma pyritään toteuttamaan laatan koko matkalle. Sauman tulee siirtää saumarakenteen kautta pystysuuntaisia kuormituksia, rakennetyyppi täytyy huomioida tapauskohtaisesti. Toinen vaihtoehto on vahvistaa laatan reuna, jolloin estetään kynnyksen syntyminen saumakohtaan. (Betonitekniikan oppikirja 2004, 413.)

Valutyö pyritään aina suunnittelemaan ja toteuttamaan yhtäjaksoisesti. Työsaumoja tehdään jos valu joudutaan keskeyttämään, sauma tehdään valmistamalla muotti keskeytyskohtaan. Suunnittelematon työsauma tulee aina raudoittaa, tämä varmistaa riittävän vetolujuuden. Liikuntasaumaa pyritään aina pitämään myös laatan työsaumana, tämä voidaan toteuttaa huolellisella suunnittelulla. (Betonilattiat 2002, 70.)

## 5.2 Kutistumissaumat

Kutistumissauma mahdollistaa sauman avautumisen ja kulmanmuutoksen. Sauma voidaan tehdä valuvaiheessa pusku- tai ponttisaumalla, jotka katkaisevat laatan. Pusku- saumoissa käytetään liukuvia vaarnaraidoiteita laatan keskellä. Ponttisaumoissa kuormia siirtää itse pontti, menetelmällä laatat voivat liikkua myös sauman suuntaisesti. (Betonitekniikan oppikirja 2004, 413.)

Kutistumissauma on mahdollista tehdä myös sahaamalla kovettuneeseen betoniin ura, syvyys tulee olla 25 % laatan paksuudesta. Sahaus tulee suorittaa heti kun betoni on riittävästi kovettunut sahausta varten, tavallisesti n. 8–24 tuntia valun jälkeen. Kuormia siirtää betonin murtopinta, joka toimii vaarnan tavoin. Kun sahasaumojen välit ovat 8–9 m tai enemmän, eivät vaarnat kykene siirtämään kuormia saumojen suuren avautumisen vuoksi, näissä kohteissa tulee valuvaiheessa sahauskohtiin asentaa myös tappivaarnat. (Betonitekniikan oppikirja 2004, 413.)

## 5.3 Erityisesti raskaasti kuormitetuille lattioille sopivia saumatyyppejä

Tapitettu ja pontattu sauma (kuva 9), jota käyttämällä saavutetaan kaksi hyötyä, kulma voi muuttua ja sauma avautua, nämä yhdessä vähentävät laatan liikkeistä mahdollisesti aiheutuvia vaurioita. Ponttisauma ei kuitenkaan sovellu kohteisiin, joissa käytetään kovapyöräisiä trukkeja, koska jo pienikin sauman pykälä aiheuttaa sauman murenemisen kovien pyörien vaikutuksesta. (Teräskuitubetonirakenteet 2011, 32.)

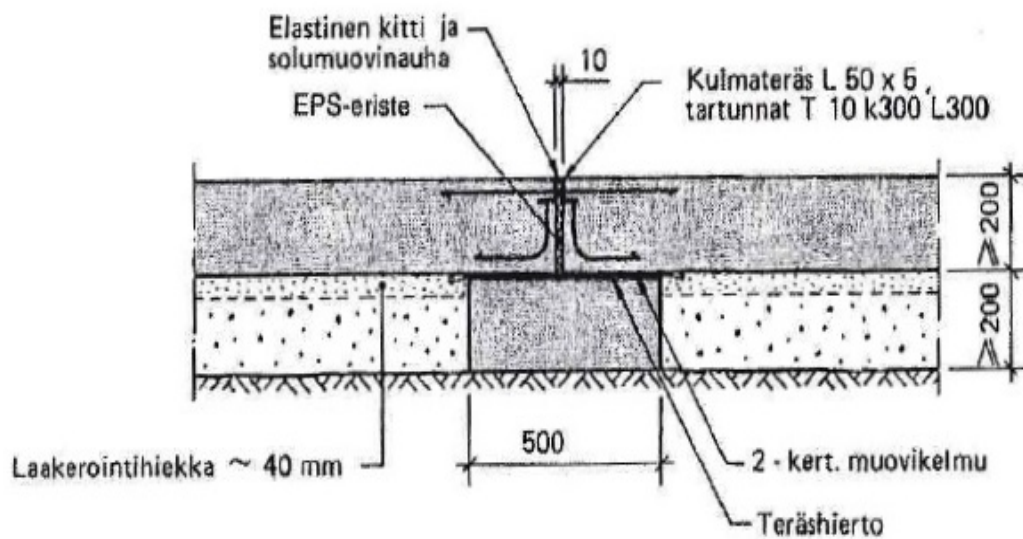


Työsaumapontti jolla mahdollistetaan alapinnan terästen jatkuvuus (kuva 11), voidaan myös käyttää tapituksen kansa, joka liukuu toisesta päästä.



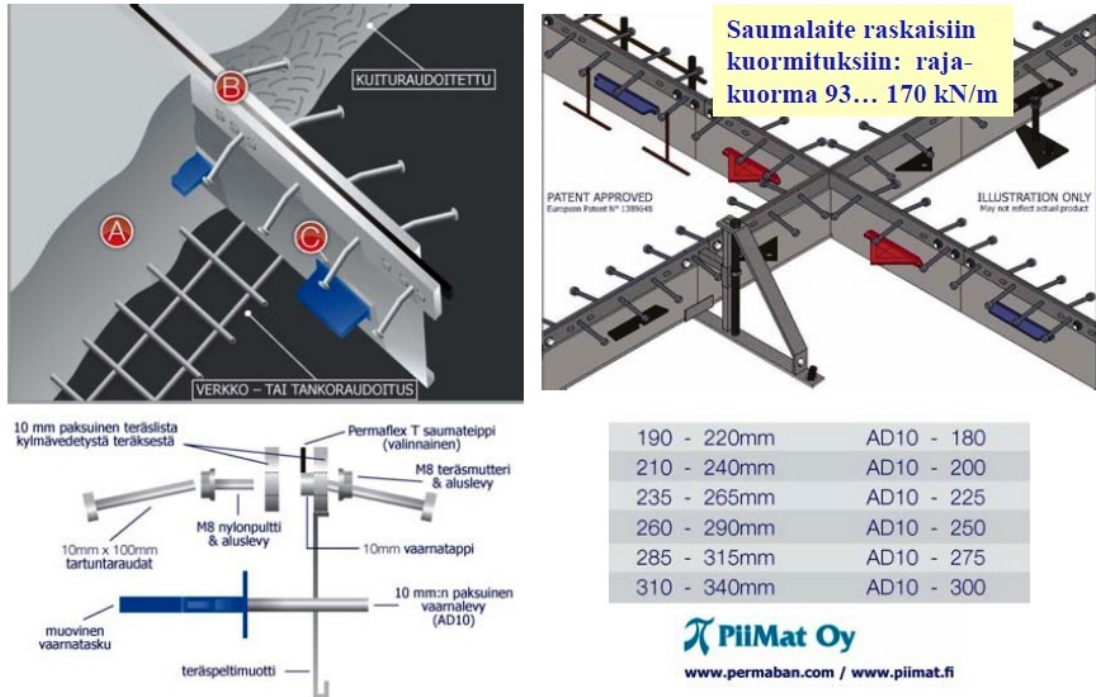
Kuva 11. Työsaumapontti (Meriläinen 2007, 73.)

Anturarakenteen käyttö (kuva 12) sauman alla on suositeltavaa, kun lattiaan kohdistuu suuria yli 50 kN:n liikkuvia pistekuormia. Antura jakaa kuormia ja sallii laatan kutistumis- ja lämpöliikkeet. Painumaero ongelmia ei esiinny tätä menetelmää käytettäessä. Reunat tulisi vahvistaa kulmateräksillä. (Betonilattiat 2002, 73.)

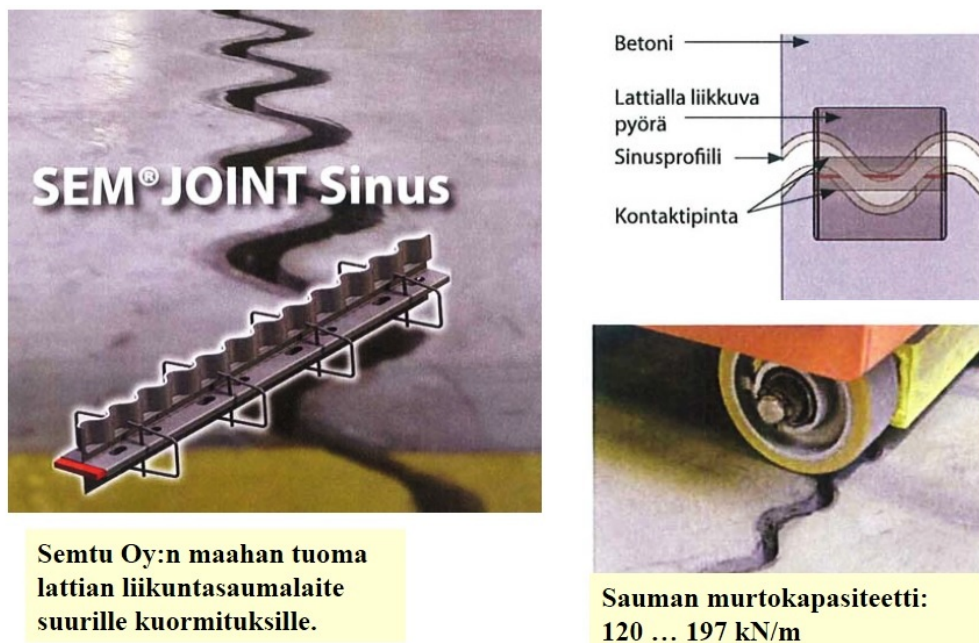


Kuva 12. Anturarakenne raskaasti kuormitetun sauman alla (Betonilattiat 2012, 73.)

Esivalmisteiset liikuntasaumalaitteet (kuva 13), (kuva 14), jotka on suunniteltu raskaille pyöräkuormille. Molempia voi käyttää perinteisen raudoituksen kanssa tai kuituraudoituksella. (Meriläinen, 23–24.)



Kuva 13. Liikuntasaumalaite raskaille kuormille (Meriläinen, 23.)



Kuva 14. Liikuntasaumalaite raskaille kuormille (Meriläinen, 24.)

Liikuntasaumavälit tulisi pitää mahdollisimman harvana ja noudattaa työsaumajakoa. Raskaasti kuormitettujen lattioiden saumoissa ei saisi päästä syntymään hammastusta, ponttisaumoissa tulee käyttää tapitusta. Saumat voidaan valaa suoraan toisiaan vasten, kunhan irrotus tehdään muottiöljyllä, näin sauman avautuminen saadaan minimoitua. (Meriläinen 2007, 75.)

#### 5.4 Saumaton lattia

Saumojen puuttuminen ei estä halkeilua kokonaan, mutta riittävän raudoituksen avulla se saadaan hallintaan ja halkeamat ovat erittäin pieniä. Käytännössä saumattomista rakenteista voidaan puhua vain alle 2 000 m<sup>2</sup>:n kohteissa, koska betonitehtaalla ja betonilattiaurakoitsijalla ei ole resursseja tehdä suurempia valuja. Jälkijännittämällä saadaan toteutettua suuriakin lattia-aloja. (Matsinen 2008, 56.)

Saumojen harventuminen tuo kuitenkin monia etuja verrattuna saumalliseen lattiaan. Kuormien siirtymistä saumojen yli ei tarvitse miettiä, joten kuormien sijoittelu on helpompaa. Saumat ovat yleisin vaurion alkamiskohta betonilatioissa, joten kunnossapidon tarve vähenee. Lattiarakenne saadaan nopeammin valmiiksi, kun voidaan tehdä valmiiksi suurempia alueita. (Matsinen 2008, 56.)

Suuressa saumattomassa lattiassa tärkein työvaihe on betonimassan levittäminen, joka tulisi tapahtua laserohjatulla levityskoneella. Perinteisen raudoituksen kanssa sen käyttö on hankalaa, kuitubetonilla valettaessa voi levityskonetta käyttää huoletta. Muita tärkeitä asioita, ovat irrotuskaistojen käyttö epäjatkuvuuskohdissa, lisäraudoituksen käyttö kulmapisteissä, valun pysyminen tuoreena ja työsaumojen huolellinen suunnittelu. (Matsinen 2008, 56.)

## 6 PINNOITTEET

### 6.1 Pinnoituksen tarkoitus

Käsitlemättömässä betonilattiassa voi ilmetä kulumista ja muita vaurioita riippuen käyttörasituksista ja olosuhteista. Tällöin huoltovälit tihtyvät ja kokonaisikä lyhenee. Pinnoituksella lattian kulutuskestävyyttä on mahdollista lisätä, ja saavuttaa

muita hyötyjä pinnoitetyypistä riippuen. Sopiva pinnoite määritellään aina tapauskohtaisesti ja sitä valittaessa tulee selvittää tilan käyttäjien tarpeet ja kokemukset. Suunnittelijan ja pinnoitustyön toteuttajan tulee tehdä yhteistyötä, näin voidaan varmistaa, käyttötarkoitukseen sopiva pinnoite. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2010, 11.)

Pinnoitteen valintatekijöitä:

- tilan liikennekuormat ja määrät
- kuormitustyyppi, sekä kolhujen ja iskujen voimakkuus
- kemialliset rasitukset
- lämpötila
- tasaisuusvaatimukset ja ulkonäkö
- säänkestävyys
- puhtaanpidettävyyys
- turvallisuus esim. palonkesto, antistaattisuus
- käyttöikä
- lattian/pinnoitteen paksuus
- pinnoittamisen aikataulu

(Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2010, 11.)

## 6.2 Pinnoitetyypit

Pinnoitteet voidaan jakaa koostumuksensa ja ominaisuuksiensa mukaan seuraaviin pinnoitetyyppeihin:

- pölynsidonta-aineet (maalit ja lakat)
  - kevyt käyttö
- liuotteettomat aineet (maalit ja lakat)
  - kevyt ja keskiraskas käyttö
- liuotteettomat pinnoitteet
  - keskiraskas käyttö
- monikerros pinnoitteet
  - keskiraskas ja raskas käyttö
- itsesiliävät pinnoitteet

- keskiraskas ja raskas käyttö
- hierrettävät pinnoitteet
  - keskiraskas ja raskas käyttö
- itsesiliävät massapinnoitteet
  - raskas ja erittäin raskas käyttö
- hierrettävät massapinnoitteet
  - raskas ja erittäin raskas käyttö

(Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2010, 15–16.)

Kuivasirotteita käsitellään vielä omana ryhmänään. Yleisesti raskaasti kuormitetuissa lattiarakenteissa pinnoitteena käytetään epokseja, polyuretaaneja, akryylejä, sementti-polymeeriseoksia ja kuivasirotteita. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2010, 15–16.)

Pinnoitteiden paksuuksia ja työmenetelmiä esitetään taulukossa 1.

Taulukko 1. Pinnoitteiden ominaisuuksia (Betonilattiat 2014, 34.)

Betonilattiat 2014

by 45 / BLY 7

Luokitus

**Taulukko 1.11** Betonipintaan levitettävät pinnoitteet

Tuoteryhmä	Keskimääräinen kuivakalvon paksaus	Levitystapa <sup>1)</sup>	Lattiaan kohdistuva rasitus <sup>2)</sup>
Pölynsidonta-aineet - fluatointi, silikaattikäsittelyt yms.	0	1,4	
Imeytyvät tuotteet - liuotin- tai vesiohenteiset - 2-komponenttiset epoksilakat - kosteuskovettuvat uretaanilakat	0...20 µm	2, (3), 4	pieni
Ohennettavat maalit ja lakat - 1-komponenttiset maalit - 2-komponenttiset epoksit ja kosteuskovettuvat polyuretaanit	40...100 µm	2, (3), 4	
Liutteettomat maalit, lakat ja pinnoitteet - epoksi- tai polyuretaanihartseja	100...500 µm	2	keskisuuri
Sementtipolymeerimassat	yli 1,0 mm	4 + 5	
Itsesiliävät muovimassat - kvartsi- tai luonnonhiekkatäyte	1,0...4,0 mm	4 + 5	
Hierrettävät muovimassat - kvartsihiekkä, väri tai luonnonhiekkä - sideaineena 2-komp. epoksit, akryylit, polyuretaanit tai polyesterit	yli 3,0 mm	4 + 6	suuri
Sementtipohjaiset tasoitteet - kvartsihiekkä, luonnonhiekkä, väri - sideaineena polymeerimodifioitu sementti	5 - 30 mm	4 + 7	kevyt – raskas

<sup>1)</sup> Levitystavat	1 harjaus	5 tasoitus piikkitelalla
	2 telaus	6 hierto
	3 ruiskutus	7 pumppaus
	4 lastalevitys	

### 6.3 Imetysaineet

Matalaviskositeettisiä, liuote- tai vesiohenteisiä polymeerilakkoja, jotka täyttävät betonin pintaosan huokosia ja sitovat pölyä. Lopputuloksena pinnalle jää hyvin ohut kalvo. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2010, 25.)

Fluatointi sitoo pölyä ja käyttökohteina ovat kuivien sisätilojen lattiat, missä esiintyy lievää kemiallista ja mekaanista räsitusta. Käsittelyllä betonin pinnassa oleva kalsiumkarbonaatti saadaan muutettua kovemmaksi ja pölyttömäksi kalsiumfluoridi- ja kalsiumsilikaattiyhdisteeksi. Koska lattiaan ei muodostu kalvoa kitkaominaisuudet eivät muutu. Betonin kosteudelle ei ole asetettu vaatimuksia, joten käsittely voidaan tehdä suhteellisen nopeasti betonoinnin jälkeen. Kosteus vaikuttaa ainoastaan aineen pääsyyn huokosiin. (Ilmonius 2009, 28–29.)

#### 6.4 Epoksit

Epoksihartseja käytetään pinnoittamisessa hyvin yleisesti. Hartseja on kahta eri tyyppiä suurimolekyylinen ja jäykkä bisfenoli A, jota joudutaan ohentamaan usein suuren viskositeetin takia. Uudempi tulokas bisfenoli F on taas pienimolekyylinen ja matalaviskoosinen, nämä uudet aineet ovat huomattavasti kehittyneempiä verrattuna vanhoihin aineisiin. (Hyttinen ym. 2002, 5.)

Kemiallisen verkottumisen ansiosta epoksihartsi kovettuu. Reaktiossa epoksiryhmät reagoivat kovetteen aminoryhmien kanssa ja lopputuloksena on kertamuovi, joka kestää hyvin kemiallista ja mekaanista räsitusta. Tyypillisimpiä epoksinpinnoitteita ovat pigmentoidut epoksit, pigmentoimattomat ja matalaviskoosiset hierontamassojen sideaineet. Hartsin ja kovetteen oikealla suhteella saadaan toteutettua pinnoite, joka kestää hyvin mekaanista räsitusta sekä voimakkaita kemikaaleja. (Hyttinen ym. 2002, 5.)

Epoksituotteet jaotellaan liuotteen mukaan kolmeen ryhmään vesiohenteiset, liuotinhohteiset ja liuotteettomat. Lakoissa, maaleissa ja itsesiliävissä massoissa käytetään vesiohenteisiä epokseja, näille kaikille pinnoitteille on yhteistä niiden vesihöyryn läpäisevyys. Betonissa oleva kosteus pystyy siirtymään pinnoitekalvon läpi höyrynä ja tämän ansiosta pinnoitetyötä voidaan mahdollisesti nopeuttaa. Käytettäessä vesiohenteista itsesiliävää massaa tulee muistaa sen voimakas kutistuminen. Liuotinhohteisten lakkojen yleisimpiä käyttökohteita ovat pohjustuslakit ja hierrettävien epoksinpinnoitteiden pintalakit. Pohjustuslakka muodostaa betonialustaan tiiviin kalvon, joka on tiukasti kiinni alustassaan. Betonialustan tulee olla kuiva, sillä kosteus ei pääse haihtumaan. Tuotteen valmistaja voi myös sallia käytön kostealla alustalla, mutta tämä tulee aina tarkistaa. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2010, 25–26.)

Kosteisiin alustoihin on omat kostean betonin pohjusteensa. Ne on suunniteltu tarttumaan kosteaan betonipintaan. Pohjusteet tekevät rakenteesta tiiviin ja mahdollinen rakenteeseen jäävä kosteus ilmenee ongelmina myöhemmin. Kosteiden alustoiden tuotteita voi käyttää kun betoni on saavuttanut vähintään 80 % suunnittelulujuudesta ja kosteuden poistuminen voidaan varmistaa vaihtoehtoisella tavalla. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2010, 25.)

Liuotteettomat epoksit kestävät pesuaineita, polttoaineita ja öljyjä, koska ne tarttuvat alustaansa hyvin. Pinnoitepaksuudet vaihtelevat 0,2–0,4 mm ja soveltuvat lievällä mekaaniselle rasitukselle. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2010, 25.)

Kovalle hankaavalla rasitukselle sopivat massapinnoitteina käytettävät itsesiliävät epoksit. Kemiallinen kestävyys on aina tarkastettava tapauskohtaisesti.

Kovaan mekaaniseen rasitukseen soveltuvat hierrettävät epoksinpinnoitteet ja oikealla pintalakkauksella saavutetaan myös suuri kemiallinen kestävyys. Alueilla joilla pinnoite voi mahdollisesti altistua korkeille lämpötiloille tulee käyttää 6 mm pinnoitepaksuutta. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2010, 26.)

Erikoispinnoitteita käyttämällä saadaan pinnoitteelle erilaisia ominaisuuksia kuten elastisuutta, sähkönsuojavuutta ja hiottavuutta. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2010, 26.)

## 6.5 Polyuretaanit

Polyuretaanityypit voidaan jakaa neljään tyyppiin: 1 – komponenttiset kosteuskovettuvat (lakat ja maalit), 2 – komponenttiset perustuvat isosyanaatin ja polyolin väliseen kemialliseen reaktioon (maalit ja pinnoitteet), 2 – komponenttiset perustuvat isosyanaatin ja polyolin väliseen kemialliseen reaktioon (maalit ja pinnoitteet) ja yhdistelmäpolyuretaanit. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2010, 26.)

Polyuretaania käytetään kun pinnoitteelta vaaditaan kulutuksenkestävyyttä, vesitiiveyttä, kemikaalien, öljyjen ja polttoaineiden kestävyttä. Polyuretaani on elastista ja iskukestävää ja se silloittaa halkeamia, joten se soveltuu pinnoitteeksi joustaville alustoille esim. asfaltti tai vaneri. UV -säteily saattaa aiheuttaa värisävyjen muutoksia joissain pinnoitteissa. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2010, 26.)

## 6.6 Akryylit

Akryylipinnoitteen toiminta perustuu tyydyttämättömiä kaksoissidoksia sisältävään akryylihartsiin, joka on liuotettu metyylimetakrylaattimonomeeriin. Seos verkotetaan peroksidilla, jolloin lopputuloksena on kestopuovia. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2010, 27.)

Akryylihartsin käyttötapoja on monia, pohjustinlakkana, sideaineena ja pintalakkana. Akryylilattiat toteutetaan yleisemmin hierrettävinä massoina ja pinnoitepaksuudet vaihtelevat 3–4 mm. Tällä kerrosvahvuudella lattian teko käyttövalmiiksi vie 5–6 tuntia. Akryylin levitys voidaan tehdä alhaisessa lämpötilassa, mutta tällöin tulee huolehtia alusta kuivuudesta. Akryylihartsia on mahdollista pigmentoida, tällöin sitä käytetään telattuna pinnoitteena tai itsesiliävänä massana, johon on lisätty pieni määrä kiviainesta. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2010, 27.)

Akryylihartsi kestää hyvin mekaanista rasitusta ja iskuja. Tartunta ominaisuudet alustansa, ovat erinomaiset. Käytettäessä aromaattisia ja kloorattuja liuottimia kemiallinen kestävyys muodostuu ongelmaksi. Lämpötilojen kesto riippuu tuotteesta, +60 °C–80 °C. Riittävä ilmanvaihto tulee huomioida käytettäessä akryylihohjaisia tuotteita, koska tämä vaikuttaa oleellisesti kovettumiseen. (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2010, 27.)

## 6.7 Sementtipolymeeripinnoitteet

Tässä uudessa teknologiassa yhdistetään sementtipohjaisten- ja polymeeripinnoitteiden hyvät ominaisuudet, sideaineena toimivat erikoissementin ja polymeerimuovien seos. Ominaisuuksista mainittavan arvoisia ovat:

- hyvä kulutuksenkestävyys
- erinomainen lämmönkestävyys
- kemiallinen kestävyys
- pinnan nopea kovettuminen
- käyttö mahdollista +5 °C lämpötilassa, tuoreen tai märän betonin päällä
- vesihöyryn läpäisevyys
- estää osmoottisen kuplimisen

Sementtipolymeeripinnoitteiden levitys voidaan tehdä hiertämällä tai itsesiliävää pinnoitetta käyttäen, riippuen valittavasta tuotteesta ja kohteesta. Pinnoitteen minipaksuus tulee olla vähintään 2 mm. (Betoni lattioiden pinnoitusohjeet 2010, 27.)

## 6.8 Vinyyliesterit

Telattavissa pinnoitteissa käytetään ohuita 0,5–1,0 mm kerroksia, mutta hierrettäessä paksuuden tulee olla yli 5 mm. Mahdollista toteuttaa ESD pinnoitteena, jolloin lattian sähkönjohtavuutta saadaan pienennettyä. Muihin polymeeripinnoitteisiin verrattuna vinyyliesterin mekaaniset ominaisuudet, lämmönkesto ja kemikaalien kestävyys on omaa luokkaansa. (Betoni lattioiden pinnoitusohjeet 2010, 27.)

## 6.9 Elastomeerit

Pinnoittamisessa käytettävät elastomeerit ovat yleisesti polyuretaanimassoja. Polyuretaanielastomeerit rakentuvat isosyaniitti ja polyoli osista, jotka vuorottelevat rakenteessa. Molemmilla osilla on omat ominaisuutensa isosyaniittit ovat kovia ja polyolit elastisia, yhdistelyllä saavutetaan ainutlaatuisia ominaisuuksia verrattuna muihin pinnoitteisiin:

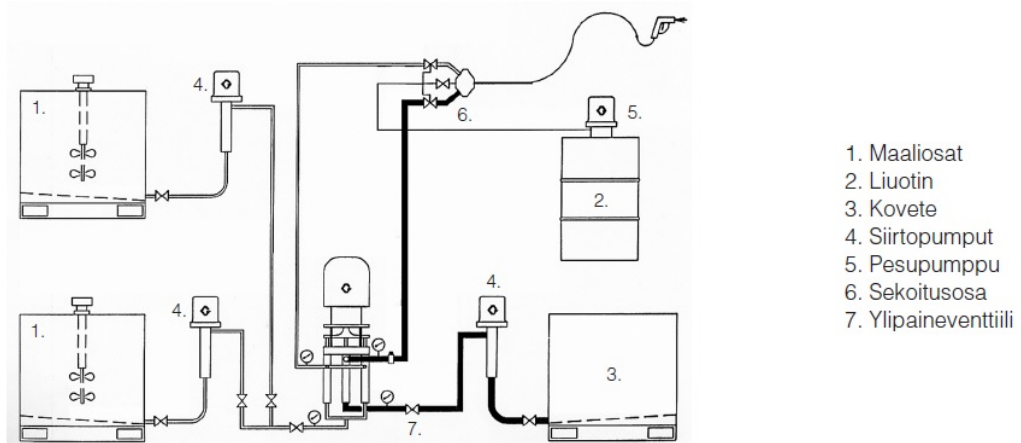
- kulutuksenkestävyys
- repimislujuus (suuri palautuva muodonmuutos)
- kemikaalien kestävyys
- kuormien kestävyys
- hapettumisen kestävyys
- kiinnitettävyyys
- materiaalin läpinäkyvyys

(Betoni lattioiden pinnoitusohjeet 2010, 27.)

## 6.10 Polyurea

Ei sisällä liuottimia tai haihtuvia ainesosia, on kaksikomponenttisia. Tuote perustuu isosyaniitin ja polyamiin reaktioon. Tärkeimpiä ominaisuuksia: suuri elastisuus 200 % – 1000 %, kemikaalien kestävyys, kulutuksen kestävyys ja lämpötilojen kestävyys. (Betoni lattioiden pinnoitusohjeet 2010, 27.)

Kovettumisaika hyvin lyhyt, joten levitys tapahtuu kaksikomponenttiruiskulla (kuva 15). Siinä kovete ja muoviosa tulevat erillisistä säiliöistä ja sekoitus tapahtuu vasta ruiskun päässä. (Niemi 2013, 15.)



Kuva 15. Kaksikomponenttiruiskun osat (Metallipintojen teollinen maalaus, 23.)

### 6.11 Kuivasirotteet

Käytetään erityisesti kovaa kulutuskestävyyttä vaativissa kohteissa, kuten teollisuus- ja varastolattiat, pysäköintihallit. Kuivasirotteet ovat yleisin keino parantaa lattian kulutuskestävyyttä, ne koostuvat erikoismenteistä ja kvartsi-, korundi ja muista runkoaineksista, joista tehdään seos. Levitys tapahtuu tuoreelle betonipinnalle käsin tai isommissa kohteissa koneellisesti ja kiinnitys tapahtuu hiertämällä, tästä muodostuu yhtenäinen rakenne betonin kanssa. Käyttämällä esim. kovabetonipintausta syntyy erillinen kalvo betonin päälle, joka voi irrota alustastaan. Sirotteita käyttämällä on mahdollista täyttää vaativimmat kulutuskestävyysluokat. (Piimat Oy 2014.)

Kuivasirotteen menekki vaihtelee kulutuskestävyysvaatimuksesta riippuen 3–8 kg/m<sup>2</sup>. Kulutuskestävyysluokkaa on hankala määritellä, sillä arvot koskevat sirottemateriaalia, ja arvoja ei voi enää määritellä kun sirote sekoittuu alusbetoniin. On kuitenkin tiedossa, että oikein tehty sirotelattia on kestävämpi kuin alusbetoni. Iskunkestävyyttä sirotepinta ei paranna se on huomioitava alusbetonia valittaessa, joka määrää iskujenkestävyyden. (Matsinen 2014.)

Kestoikää on vaikea määritellä, koska siihen vaikuttaa niin moni asia, valittu raaka-aine, kulutuksen tyyppi, lattiatyön suoritus ja jälkihoito. Erään arvion mukaan sirotepintausta kestää parkkihallikohteessa noin 10–25 vuotta. (Matsinen 2014.)

Lattioiden rasitusluokat ja niihin soveltuvat pinnoitetyypit esitetään taulukossa 2.

Taulukko 2. Rasitusluokat ja pinnoitetyypit (Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2010, 17.)

Rasitusluokka	Rasitusluokan kuvaus	Pinnoitetyypit
BC1 Hyvin lievä	Lievä mekaaninen tai kemiallinen rasitus: - kuivat tuotannon sisätilat	Pölynsidonta-aineet Ohennettavat maalit ja lakat Liuotteettomat maalit ja lakat
BC2 Lievä	Kevyt mekaaninen rasitus: - esim. jalankulkuliikenne - vesipesu ja tahranpoisto neutraaleilla pesuaineilla	Liuotteettomat maalit ja lakat
BC3 Kohtalainen	Jatkuva kohtalainen mekaaninen rasitus: - esim. jatkuvakevyt liikenne ja satunnainen trukkiliiikenne - kestää vesipesun ja tahranpoiston neutraaleilla pesuaineilla	Liuotteettomat pinnoitteet, kalvonpaksuus > 0,5 mm
BC4 Ankara	Kova mekaaninen rasitus: - esim. jatkuva haarukkatrukkiliikenne ja pistekuormarasitus - prosessikemikaalien roiskerasitusta < 30 °C - lämminvesirasitus 20...60 °C	Itsesiliävät massat, Kalvonpaksuus > 2 mm
BC5 – Mec Hyvin ankara, mekaaninen	Erittäin kova mekaaninen rasitus tai lämminvesirasitus: - esim. jatkuva raskas trukkiliiikenne ja suuri pistekuormarasitus - prosessikemikaalien roiskerasitusta < 30 °C - lämminvesirasitus 20...60 °C	Hiertomassat, Kalvonpaksuus > 4 mm, Sementtipolymeerimassat
BC5 – Chem Hyvin ankara, kemikaali	Voimakas kemiallinen rasitus: - väkevät epäorgaaniset hapot ja emäkset < 3 vrk - laimeat orgaaniset hapot ja emäkset < 28 vrk - ajoittainen kuumavesirasitus < 80 °C lämpöshokit - liuotinrasitus	Hiertomassat, Kalvonpaksuus > 5mm Sementtipolymeerimassat Vinyyliesterit Yhdistelmäpolyuretaanit Sideaine ja pintalakka valittava kemikaalirasituksen mukaan

	- kohtalainen mekaaninen rasitus	
BC6 Erikoisrasitukset	Erikoisrasitukset: - jatkuva kuumavesirasitus > 90 °C tai höyrypesu	Pinnoite on valittava vallitsevien rasitusten ja vaatimusten mukaan. Vinyyliesterit Yhdistelmäpolyuretaanit
BC7 Johtavat puolijohtavat ja eristävät pinnoitteet	Johtavat, puolijohtavat ja eristävät pinnoitteet	Pinnoite valittava rasitusten ja vaatimusten mukaan

Raskaasti kuormitetuissa lattioissa kunnossapitoväli on noin 5 vuotta, mutta tämä on vain ohjeellinen ja riippuu käytettävästä pinnoitteesta. Yleisimmin tällaisissa kohteissa käytetään epokseja, polyuretaaneja, akryylejä, sementtipolymeeriseoksia ja kuivasirotteita.

## 7 ESIMERKKIKOhteet

### 7.1 John Deeren asiakaspalvelukeskus

Ensimmäisenä esimerkkikohteena työssä käsitellään John Deeren uutta asiakaspalvelukeskusta Taavetissa. Asemapiirustuksessa (liite 1) näkyy rakennuksen sijoittuminen tontille. Yrityksellä on ollut toimipiste Taavetissa jo 30 vuotta, mutta tilat eivät enää vastanneet tämän päivän tarpeisiin, joten uusi investointi tuli tarpeeseen. Uuden toimipisteen sijainti säilyi Taavetissa, koska se on keskeisellä paikalla Kaakkois-Suomea ja siellä on helpompaa liikutella suuria metsäkoneita kuin suuressa kaupungissa.



Kuva 16. Taavetin asiakaspalvelukeskus havainnekuva (John Deere Oy 2014.)

Keskuksessa (kuva 16) myydään uusia ja käytettyjä metsäkoneita, huollot ja varaosat kuuluvat myös oleellisesti keskuksen toimintaan. Pääurakoitsijana toimii saksalainen Drees & Sommer AG, jonka aliurakoitsijana suomessa toimii Jatke Oy, lattioiden osalta toteutuksesta vastasi MJS-Group Oy.

### 7.1.1 Rakenteet

Rakennuksen kerrosala on 1 344 m<sup>2</sup>, lattiat toteutettiin teräskuitubetonilla Ultra Fiber 80/60. Betonin lujuus on C25/30, koska tässä kohteessa perinteinen raudoitus olisi tullut kalliimmaksi. Teräskuitumitoituksessa laatta mitoitettiin toimimaan ilman sahasaumoja täysin saumattomana. Laatan alapuoliset rakenteet ovat lämmöneriste ja sen pinnassa lattialämmitys ja alla sorapatja.

Pohjakuvassa (liite 2) on esitetty eri alueiden kuitumitoitusta, liikuntasauvojen sijoitumista ja lisäraudoitustarvetta. Toimistoalueen laatan paksuus on 100 mm ja kuituanostus 30 kg/m<sup>3</sup>. Valun jälkeen levitettiin vain jälkihoitoaine, koska pintamateriaaleina olivat laminaatti, parketti ja laatta. Varastossa jouduttiin käyttämään 150 mm:n laattaa suurempien kuormien vuoksi ja pienellä alueella 200 mm:n paksuutta. Kuituanostus nousi 35 kg/m<sup>3</sup>, pinnoitteena käytettiin NordTop 100 -lattiasiroetta (liite 3), noin 3–5 kg/m<sup>2</sup> ja sen päälle jälkihoitoainetta. Korjaamon laatan paksuus on 200 mm

ja kuituannostus  $35 \text{ kg/m}^3$ . Lattialta vaadittiin erityisen suurta kulutuskestävyyttä, sillä metsäkoneet aiheuttavat suuria pistekuormia  $100+100 \text{ kN}$ . Koko korjaamo pinnoitettiin NordTop 100 -lattiasirotteella  $4\text{--}5 \text{ kg/m}^2$ , mutta ajourien kohdalla siroteannostusta nostettiin  $8\text{--}9 \text{ kg/m}^2$ . Sirote määrän lisäyksellä ei saada nostettua kulutuskestävyyttä eikä puristuslujuutta, mutta kulutettavan kerroksen kasvaessa, joten se kuluu hitaammin pois kuin ohuempi kerros. Lattia viimeisteltiin vielä HTC Cure silikaatti käsittelyllä, jolla vielä parannetaan sirotteen kulutuskestävyyttä. Käsittely myös tiivistää lattiaa, jolloin öljyjen ja rasvojen imeytyminen estyy ja lattia on helpompi pitää puhtaana. Verkkoja ja lisäraudoituksia jouduttiin käyttämään laatan reunoissa, pilareiden, aukkojen, kaivojen ympärillä kuvat 17 ja 18.



Kuva 17. Lisäraudoitukset laatan reunoilla ja pilarin ympärillä



Kuva 18. Lisäraudoitukset kaivon ympärillä ja aukon kohdalla

Liikunta- työsaumat toteutettiin valusaumalistoilla (kuva 19), näin liitoksesta saatiin näkymätön.



Kuva 19. MJS tuplavalusaumalista

Kohteen rakennustyöt ajoittuivat pääosin talveen, mutta koska tänä talvena lunta ja pakkasta on ollut vähemmän kuin yleensä ei kohteessa esiintynyt niin paljon talviraikentamisen haasteita. Asiakaspalvelukeskus on valmis sisältä 17.4.2013 ja pihalta toukokuussa 2014.

### 7.1.2 Kustannukset

Käyttämällä teräskuitubetonia keskeisen verkon sijaan kokonaiskustannukset pienenevät. Teräskuidulla toteutetussa vaihtoehdossa liikuntasauvojen määrää harvennettiin alkuperäisestä, tästä johtuen teräskuitujen määrää kuutiossa jouduttiin lisäämään. Tarkkoja kustannuksia ei ollut mahdollista saada, mutta MJS-Group antoi arvion miten kustannukset muodostuvat 120 mm paksulla rakenteella, hinnat eivät ole tarkkoja. Raudoitusverkko 10–150 keskeisesti asennettuna (8,4 kg/m<sup>2</sup>) maksaisi 12,00 €/m<sup>2</sup> asennettuna materiaaleineen. Teräskuitubetoni kuituannostuksella 35 kg/m<sup>3</sup> (n.4,2

kg/m<sup>2</sup>) maksaisi noin 6,50 €/m<sup>2</sup>. Joten laatan toteuttaminen teräskuidulla maksaa 5,50 €/m<sup>2</sup> vähemmän kuin raudoitusverkolla tehty. Hinnat sisältävät pohjatyöt, materiaalit paitsi lämmöneristeet, jotka tulivat tilaajalta ja varsinaisen lattiatyön.

## 7.2 Autokorjaamo Kouvolan Korjala alapohjarakenne ja sen kustannukset

Toisena esimerkkikohteena työssä esitellään autoliikkeen toimipiste, havainnekuvasta (liite 4) näkyy eri tiloja ja niiden kokoja rakennuksessa. Julkisivukuvista (liite 5) ja (liite 6) näkyy, että rakennus on hyvin tyypillinen hallirakenne perinteisellä metallikasettipinnalla. Kohteen rakennustöitä ei ole vielä aloitettu, koska kustannusvertailua eri rakenteiden osalta ei ole tehty. Tässä työssä tarkoituksena on vertailla neljää eri raudoitustapaa ja niiden kustannuksia. Kantavaa teräskuitubetonipaalulaattaa ja perinteisesti raudoitettua kantavaa teräsbetonipaalulaattaa eri raudoitusvaihtoehdoilla. Kustannusarviosta saadaan vertailukohtia yrityksen omiin laskelmiin. Alapohjarakenteet (kuva 20) ovat samankaltaiset koko rakennuksessa. Kuormat ja niitä vastaavat materiaalit on otettu vastaavista toteutuneista kohteista, hyötykuorma on  $q_k = 5 \text{ kn/m}^2$ .

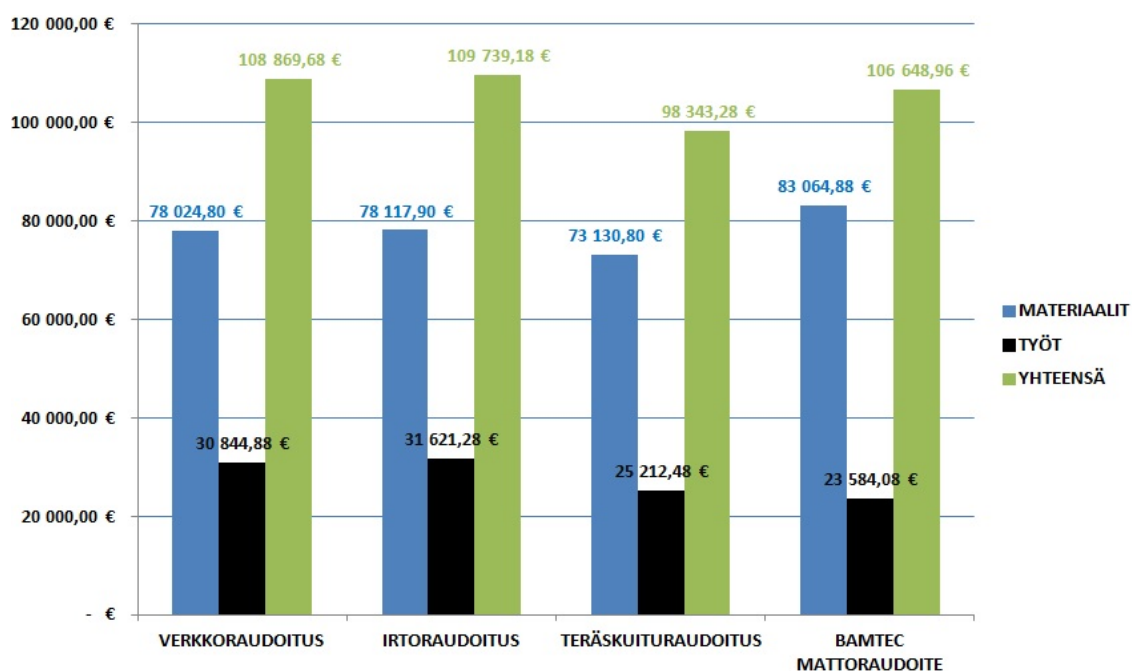
### ALAPOHJARAKENTEET

AP alapohja yleensä 0,16 W/m <sup>2</sup> K	-Lattianpäällyste ja pintakäsittely huoneselityksen mukaan 200 mm -Kantava teräsbetonilaatta BY45 luokka A-4-30 + lattialämmitys -Suodatinkangas N2 150 mm -Lämmöneriste, Thermisol EPS 200 Lattia, 50 mm + 100 mm 20 mm -Tasaushiekka -Suodatinkangas N2 -Koneellisesti tiivistetty sora > 300 mm
--	--

Kuva 20. Autokorjaamon alapohjarakenteet

Lattian kustannusarviossa on mukana materiaalit lämmöneristeestä betoniin ja töiden puolesta eristeiden asennuksesta lattian tasaukseen. Raudoituksen tai kuitujen määrä kussakin tapauksessa on saatu jo toteutuneista vastaavista kohteista, joten nämä määrät ei aivan pidä paikkaansa todellisuudessa. Keskinäisessä vertailussa ne ovat vertailukelpoisia. Materiaalien hinnat on saatu Jatke Oy:n omista laskelmista, mutta niissä osa on kustannusarvoista ja osa toteutuneista hinnoista. Töiden hinnat ovat yksikköhintoja yrityksen omista laskelmista ja toteutuneista työkustannuksista. Kustannusvertailussa mukana verkkoraudoitus, irtoraudoitus, mattoraudoitus (Bamtec) ja teräskuituraudoitus.

Kustannusvertailu (liite 7) ei vastaa toteutuneita kustannuksia, sillä materiaalien hintoja ja työkustannuksia on kerätty monesta eri lähteestä, mutta periaatetasolla se näyttää kunkin toteutusvaihtoehdon erot. Kustannuskaaviosta (kuva 21) ilmenee, kunkin vaihtoehdon materiaalin-, töiden kustannukset ja kokonaishinta. Muodostuneissa yksikköhinnoissa on huomioitu työnvaiheen kesto. Teräskuitubetonista toteutettu paalulaatta osoittautui halvimmaksi vaihtoehdoksi, siinä raudoitustyön ei tarvitse juurikaan käyttää aikaa, muuta kuin pakollisissa kohdissa. Suurimmat säästöt tulevat perinteisen raudoituksen pois jäännistä ja työn nopeammasta toteutuksesta.



Kuva 21. Raudoitusvaihtoehtojen kustannusarvio

Verkkoraudoitusta käytetään hyvin usein lattiarakenteessa, sillä urakoitsijat ovat tottuneet käyttämään sitä paljon. Työmenetelmät ja käytännöt, ovat tätä kautta saatu toimimaan mahdollisimman tehokkaasti, joten työtä tehdessä ei pitäisi tulla suuria ongelmia. Suuressa lattiarakenteessa verkkoja on helppo käyttää, sillä niitä ei jouduta muokkaamaan ja asennuksessa ei välttämättä tarvita ammattiraudoittajia. Verkolla rakenteesta saadaan jäykkä ja mittatarkka, koska se on helppo tukea oikeaan asemaan. Kohdissa joissa esiintyy suuria taivutusjännityksiä, tulee käyttää irtotankoja lisäraudoitteena. Verkkoraudoituksella on myös ongelmansa, alapinnan verkkojen kerrostuminen, ratkaisuna on käyttää pitkiä ylityksiä kahdella reunalla. Limitykset lisäävät raudan määrää neliometriä kohden. Käyristyminen ja halkeilu aiheuttavat mahdollisesti korjauksia työn valmistuttua, jos halutaan varmasti estää halkeilu, joudutaan raudoitusp määrää lisäämään vaikka kuormitus ei sitä vaatisi. Työturvallisuuden kannalta

verkkoraudoitus ei ole paras vaihtoehto, sillä raudoituskentän päällä liikkuminen on hankalaa ja työergonomia on huonoa. Työkustannuksissa mukaan tulevat kaikki työvaiheet lämmöneristeistä lattian tasaukseen.

Irtoraudoitteita käytettäessä tilataan raudoitteet valmiiksi muokattuina, jolla pyritään minimoimaan muokkausta työmaalla. Soveltuu hyvin kohteisiin, jotka eivät ole symmetrisiä, mutta käytetään usein pienemmissä selkeissä kohteissa. Raudoitustyön suunnittelu vaatii enemmän aikaa, sillä teräkset eri kohdissa joudutaan määrittelemään tarkasti optimoinnin takia. Teräsmäärän optimoinnilla päästään usein minimiraudoitukseen ja materiaalikuluja säästyy. Raudoitustyö on hitaampaa verrattuna verkkoraudoitukseen ja rullaraudoitteisiin ja työ vaatii ammattiraudoittajia. Kustannuksien kannalta suurin ero verrattuina muihin tapoihin tulee raudoitustyöstä. Huono työergonomia voi johtaa sairauspoissaoloihin ja viivästyttää aikataulua.

Mattoraudoitteita käytetään usein suurissa ja selkeissä kohteissa esimerkiksi paalulautoissa. Suunnittelussa teräsmäärä saadaan optimoitua ja mahdolliset aukot ja muut poikkeamat voidaan huomioida. Virheiden määrä asennuksessa pienenee, koska kerralla saadaan tehtyä suuria alueita ja mattoja on vaikea asentaa väärin. Asennustyö on huomattavan nopeaa ja saadaan tehtyä suuria alueita päivässä, näistä syntyvät suurimmat erot kustannuksissa verrattuna muihin perinteisiin raudoitteisiin. Riskinä voi olla toimituksen viivästyminen, sillä valmistajia vähän. Työmaalla asennukseen tarvitaan nosturia, joka voi mahdollisesti aiheuttaa vaaratilanteita.

Teräskuitujen käyttö yleistyy nopeasti, käytetään useimmin isoissa maanvaraisissa laatoissa. Teräskuituraudoitus vaatii aina erityisen suunnitelman, mutta sen hinta ei yleensä ole kovinkaan suuri. Lattian mahdollista käyritymistä ja halkeamia voidaan ehkäistä teräskuitujen käytöllä ja mahdollisia korjauskustannuksia ei tule. Liikuntasaumaraudoitteet voi tapauskohtaisesti jättää pois, mikä vähentää kustannuksia. Työn toteutus teräskuituraudoituksella on nopeaa, mutta teräskuitubetonin hinta on huomattavasti korkeampi kuin normaalin betonin. Raudoitustyön ja materiaalien jäädessä pois se teräskuitu on kustannustehokkaampi kuin perinteinen raudoitus. Lattia-työ täytyy tehdä suurta huolellisuutta noudattaen, jolloin vältetään teräskuitujen jääminen laatan pinnalle.

## 8 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli käsitellä raskaasti kuormitettujen maanvaraisen betonilattioiden toteutusvaihtoehtoja. Lopputuloksena syntyi tiivis tietopaketti eri vaihtoehtoista. Esimerkkikohteiden kautta voitaisiin vertailla kustannuksia ja näiden tulisi tukea yrityksen omia laskelmia. Opinnäytetyöhön löytyi materiaalia hyvin, mutta sitä oli sovellettava ja valittava tähän työhön valittavat asiat. Kustannusvertailu jäi osaksi hieman suppeaksi, mutta eri vaihtoehtojen erot voidaan havaita. Betonilattian toteutusvaihtoehtoa valittaessa olisi hyvin tärkeää tietää lopullinen käyttäjä, jotta pystytään valitsemaan tietyille kuormituksille parhaiten sopivat materiaalit ja rakennerrat-kaisut.

Tulevaisuudessa maanvaraisia laattoja toteutetaan yhä enemmän teräskuitubetonista; näin saadaan nopeutettua työtä ja kustannukset pienenevät. Teräskuitubetonin kehittyvä kovaa vauhtia, sitä kautta saadaan paremmin toimivia teräskuituja ja työmenetelmiä. Menetelmää käytettäisiin enemmän, jos sille laadittaisiin yhtenäiset ohjeet ja standardit, jotka uskon laadittavan muutaman vuoden sisällä. Perinteisten irtoraudoitteiden käyttö vähenee, mutta tietyissä ratkaisuissa niitä joudutaan käyttämään. Mattoraudoitteet nousevat kilpailemaan teräskuitubetonin kanssa, sillä niiden teräsmäärä saadaan optimoitua tarkasti ja asennustyö on nopeaa.

Esimerkkikohteessa autokorjaamossa vertailusta olisi voinut saada tarkemman, mutta nyt aika ei riittänyt lähempään tarkasteluun. Vertailussa tulee ilmi, että teräskuidulla toteutettu rakenne on halvin. Todelliset kokonaiskustannukset voivat olla eri luokkaa, sillä niihin vaikuttaa moni muuttuja: lattiatyön tekijä, olosuhteet, mahdolliset viivästytykset muissa rakenteissa yms. Kustannuksia laskettaessa on luotettava toteutuneista kohteista saatuihin esimerkkeihin, mutta kaikkeen ei voi varautua. Kustannukset rakennusvaiheessa saadaan pidettyä tavoitteessa neuvottelemalla materiaalientoimittajien kanssa hinnoista ja työn valvonnalla.

## LÄHTEET

Betonilattiat 2014. by45BLY7. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry.

Betonilattiat 2002. by45BLY7. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry.

Betonilattiat-kortisto 2012. Rakennustuoteteollisuus RTT ry, Betoniteollisuus ry, Betonilattiyhdistys ry. Saatavissa: <http://www.bly.fi/File/BLY-14.pdf?rnd=1356602833> [viitattu 24.2.2014].

Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2010. by54BLY12. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry.

Betoninen kelluva lattia 2002. by48BLY9. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry.

Betonitekniikan oppikirja 2004. by201. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry.

Hyttinen, Matti, Juvakka Asko, Tanninen Mauri, Vuorinen Pekka. Teollisuuslattioiden pinnoittaminen. Betoni 4/2002. Saatavissa: <http://www.betoni.com/betoni-lehti/arkisto/2002-4> [viitattu 10.3.2014].

Ilmonius, Timo 2009. Logistiikkatilojen betonilattiat ja pinnoitteet. Saatavissa: <http://www.theseus.fi/handle/10024/5408> [viitattu 14.3.2014].

John Deere Oy 2014. John Deere investoi Kaakkois-Suomen asiakastukeen. Saatavissa: [http://www.deere.fi/wps/dcom/fi\\_FI/our\\_company/news\\_and\\_media/press\\_releases/2013/april/taavetti/taavetti.page](http://www.deere.fi/wps/dcom/fi_FI/our_company/news_and_media/press_releases/2013/april/taavetti/taavetti.page) [viitattu 1.4.2014].

Maanvastainen betonilaatta 2008. Sisäilmayhdistys ry. Saatavissa: <http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/kunnossapito-ja-korjaaminen/maanvastaiset-rakenteet/maanvastainen-betonilaatta/> [viitattu 18.2.2014].

Mandl, Jürgen. 2014. Teräskuitubetonin käyttäminen kantavissa rakenteissa. Suom. Martti Matsinen. Betoni 1/2014, s. 60–68.

Matsinen Martti 2014. Kovabetonipintausta vs. sirotepintausta. Piimat Oy:n Lattiablogi 5.3.2014. Saatavissa: <https://piimat.wordpress.com/2014/03/05/kovabetonipintausta-vs-sirotepintausta/> [viitattu 14.3.2014].

Matsinen, Martti 2013. Tulevaisuuden tuulet betonilattioissa. Finsementti-valutalkoot 7.2.2013. Saatavissa: <http://www.slideshare.net/PiiMat/tulevaisuuden-tuulet-betonilattioissa> [viitattu 18.2.2014].

Matsinen, Martti 2012. Maanvaraiset betonilattiat saumoilla vai ilman. Betonipäivät 27.11.2012. Saatavissa: <http://www.slideshare.net/PiiMat/maanvarainen-lattia-saumoilla-vai-ilman>. [viitattu 3.3.2014].

Matsinen, Martti 2008. Saumattomat kuitubetonilattiat. Betoni 4/2008. Saatavissa: [http://www.betoni.com/Download/22234/BET0804\\_s\\_54-58.pdf](http://www.betoni.com/Download/22234/BET0804_s_54-58.pdf). [viitattu 26.2.2014].

Meriläinen, Teuvo 2012. Teräskuitubetonin käyttö. Luento Tampere-talo 22.3.2012. Saatavissa: <http://www.bly.fi/File/2012-5Merilainen.pdf?rnd=1356604168> [viitattu 17.2.2014].

Meriläinen, Teuvo 2007. Raskaasti kuormitettujen lattioiden liikuntasaumot. Betoni 1/2007. Saatavissa: [http://www.betoni.com/Download/22058/BET0701\\_s72-75.pdf](http://www.betoni.com/Download/22058/BET0701_s72-75.pdf) [viitattu 3.3.2013].

Metallipintojen teollinen maalaus 2009. Tikkurila Coatings. Saatavissa: [http://www.tikkurila.fi/files/5017/Metallipintojen\\_teollinen\\_maalaus\\_2009.pdf](http://www.tikkurila.fi/files/5017/Metallipintojen_teollinen_maalaus_2009.pdf) [viitattu 11.3.2014].

Niemi, Antti 2013. Maalaus-/hiekkapuhallustelineen suunnittelu. Saatavissa: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/61698/Niemi\\_Antti.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/61698/Niemi_Antti.pdf?sequence=1). [viitattu 11.3.2014].

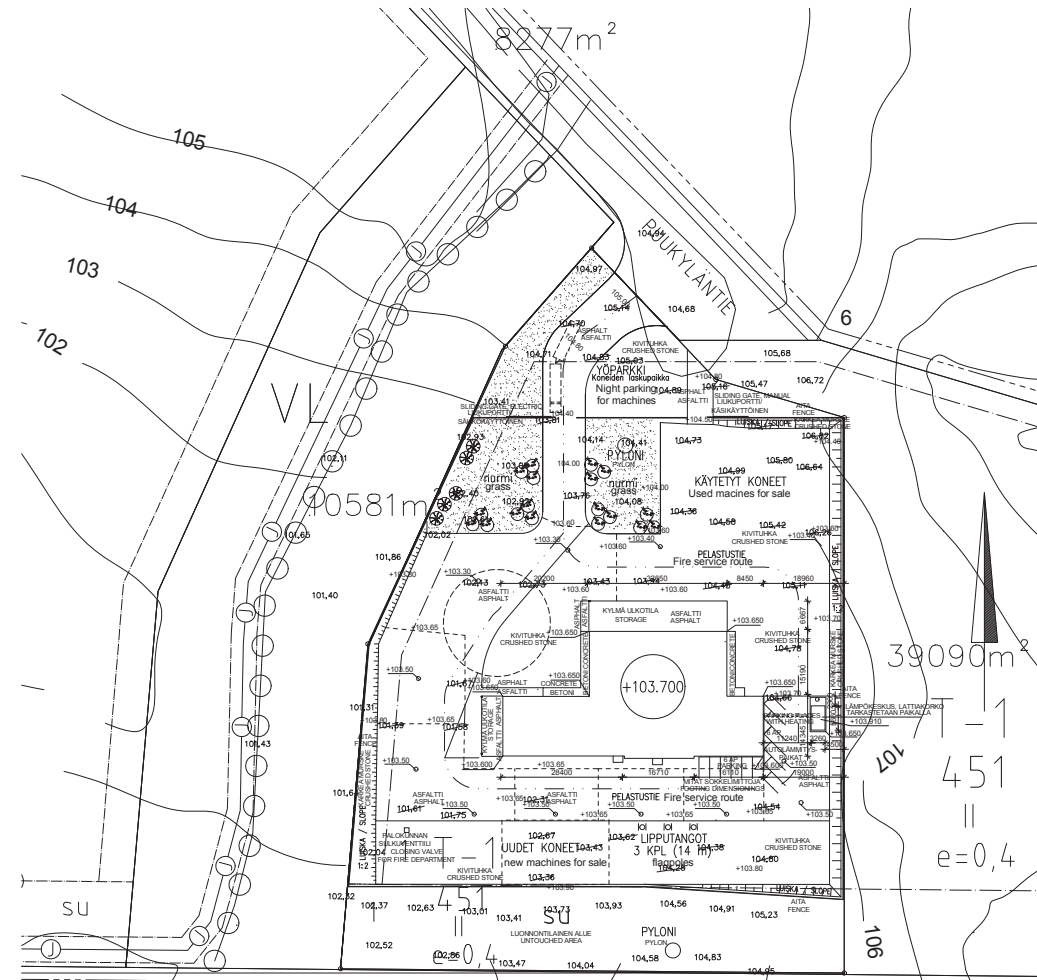
Piimat Oy 2014. Kuivasirote kovan kulutuksen betonilattiaan. Saatavissa: <http://www.piimat.fi/tuotteet/betonilattiat/kuivasirotteet> [viitattu 11.3.2014]

Siikanen, Unto. 2009. Rakennusaineoppi. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Teräskuitubetonirakenteet 2011. by56. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry.

Väisänen, Päivi 2005. Betoni perustietoa arkkitehtiopiskelijalle. Saatavissa:

[http://arkkitehtuuri.tkk.fi/oppituolit/ro/julkaisut/Betoni\\_web2.pdf](http://arkkitehtuuri.tkk.fi/oppituolit/ro/julkaisut/Betoni_web2.pdf) [viitattu 8.3.2014].



MERKINNÄT

- T-1** Teollisuus- ja varastorakennusten korttelialue.  
Alueelle saadaan sijoittaa myös yhdyskuntateknisen huollon tiloja sekä teollisuuslaitosten toimistotiloja. Alueella on kielletty sellainen rakentaminen ja muut toimenpiteet, joista voi aiheutua vesilain 1. luvun 18 § ja ympäristönsuojelulain 1. luvun 7 § ja 8 § tarkoitettuja seurauksia.  
Block area of the production and storage buildings.  
It's allowed to place in the area also premises for the service of infrastructure as well as office premises for the production plants.  
It's not allowed to build anything in the area or to take any other actions, leading to the consequences, which contradict to the prescriptions in the §18 of the first chapter of Water Act as well as prescriptions in §7 and §8 of the first chapter of the Law of Environmental Protection of Finland.
- Lähivirkistysalue. / Neighbouring recreational area
- 3m kaava-alueen ulkopuolella oleva viiva. / The line 3 metres out of the planned area
- Korttelin, korttelinosan ja alueen raja. / Boundary line of the block, a part of the block as well as of the area
- Osa-alueen raja. / Boundary line of a part of the area
- Ohjeellinen tontin raja. / Normalized boundary line of the plant
- 451** Korttelin numero. / Number of the block
- 1** Ohjeellinen tontin numero. / Number of the normalized plot
- PUKYLAANTIE** Kadun, tien, katuaukion, torin, puiston tai muun yleisen alueen nimi. / The name of a street, road, street square, square, park or any other public place.
- II** Roomalainen numero osoittaa rakennusten, rakennuksen tai sen osan suurimman sallitun kerrosluvun. / Roman numeral shows the biggest allowed number of floors of buildings, a building or its parts.
- e=0,4** Tehokkuusluku eli kerrosalan suhde tontin pinta-alaan. / building density rate = ratio of a building's total floor area to the size of the plot
- Ulkoilureitti. / Recreation route
- Rakennusala. / Construction zone
- Alueen sisäiselle huoltoliikenteelle varattu alueen osa. / Part of the area, reserved for the internal service traffic
- Yleisen tien suojaluokki varattu alueen osa. / Protective area for the public road
- Johtoa varten varattu alueen osa. / Area for the wires

**BASIC INFORMATION OF THE BUILDING**  
 PURPOSED USE: FOR THE PRODUCTION AND STORAGE UTILITIES AS WELL AS FOR THE OFFICE PREMISES  
 FIRE LOAD > 600 MJ/M<sup>2</sup> – < 1200 MJ/M<sup>2</sup>  
 FIRE LOAD < 600MJ/M<sup>2</sup> OFFICE PREMISES  
 FIRE CLASS OF THE BUILDING: P2  
 THE BUILDING HAS BEEN DIVIDED TO THE FIRE COMPARTMENTS.  
 DIVING COMPARTMENTS E-30. COMPARTMENTS, DIVIDED BY THE FLOORS AND ACCORDING TO THE PURPOSED USE  
 INTERNAL SURFACE LAYERS OF THE WALLS AND CEILINGS B=s1, d0  
 SURFACE LAYERS OF THE FLOOR COVERING A2-s1  
 THE BUILDING WILL BE EQUIPPED BY THE INDICATOR LIGHTS.  
 QUICK FIRE HYDRANTS AND FIRE-EXTINGUISHING EQUIPMENT ACCORDING TO THE INSTRUCTIONS OF THE EMERGENCY SERVICES  
 FIRE EXTINGUISHERS: 1/300M<sup>2</sup>  
 THE BUILDING WILL BE EQUIPPED BY MECHANICAL VENTILATION ACCORDING TO THE PART 02 OF THE NATIONAL BUILDING CODE OF FINLAND AS WELL AS TO THE VENTILATOR PLAN.  
 FLOOR AREA OF THE BUILDING IS 1344 M<sup>2</sup>.  
 AS THE FLOOR AREA IS UNDER 1500 M<sup>2</sup>, THERE IS NO OBLIGATION TO BUILD A SHELTER.

**CALCULATION FOR FLUE WALLING:**  
 THE NUMBER OF FLUE WALLING BLOCKS AND WINDOWS ARE CALCULATED ON THE BASIS OF 1 %  
 - SERVICE PREMISES 412,4 M<sup>2</sup> = 1 % x 412,4 = 4,1 M<sup>2</sup>  
 = three flue walling blocks (3 x 1,4 = 4,2 M<sup>2</sup>)  
 - WASHRIIHALI 112,2 M<sup>2</sup> = 1 % x 112,2 M<sup>2</sup> = 1,1 M<sup>2</sup>  
 = one flue walling block (1,4 M<sup>2</sup>)  
 - STORAUS 388,6 M<sup>2</sup> = 1 % x 388,6 M<sup>2</sup> = 3,9 M<sup>2</sup>  
 = three flue walling blocks (3 x 1,4 = 4,2 M<sup>2</sup>)  
 - OFFICE PREMISES 357,1 M<sup>2</sup> = 1 % x 357,1 M<sup>2</sup> = 3,6 M<sup>2</sup>  
 = two flue walling blocks = 2 x 1,4 = 2,8 M<sup>2</sup>  
 = two flue walling windows = (2 x 0,7 = 1,4 M<sup>2</sup>)  
 - VENTILATION MACHINE ROOM 96,8 M<sup>2</sup> = 1 % x 96,8 M<sup>2</sup> = 0,97 M<sup>2</sup>  
 = one flue walling block (1,4 M<sup>2</sup>)  
 - TECHNICAL PREMISES: FLUE WALLING THROUGH THE EXTERNAL DOOR

FLUE WALLING BLOCKS/ FLUE WALLING WINDOWS CAN BE OPENED MANUALLY ON THE LAUNCH-PADS PUSH-BUTTON IS PLACED IN THE ENTRANCE TAMBURO, BEING USED AS AN ATTACK ROUTE FOR THE FIRE DEPARTMENT.

PERUSTIETOJA RAKENNUKSESTA:

RAKENNUKSEN KÄYTTÖTÄRHEMÄ: TUOTO- JA VARASTOTILAT SEKÄ TOIMISTOTILAT  
 PALOKUORMA > 600 MJ/m<sup>2</sup> – < 1200 MJ/m<sup>2</sup>  
 PALOKUORMA < 600 MJ/m<sup>2</sup> (TOIMISTOTILAT)  
 RAKENNUKSEN PALOKUORMA: P2  
 RAKENNUKSESSA KÄYTTÖTÄRHEMÄSTÖN  
 PALOKUORMALUOKKA 1  
 RAKENNUKSEN KANTAVAT RAKENNUKSESSA R15/ R30  
 YÖPARKIN RAKENTETTU R15, YÖPARKIN LÄMMINERISTETTY LUOKKA A2,  
 OSASTON RAKENNUKSESSA B-10 (KERROS- JA KÄYTTÖKONEKÖNÄ)  
 SENEN JA KÄYTTÖKONEKÖNEN PINTAKERROKSET B=s1, d0  
 LATTIOIDEN PINTAKERROKSET A2-s1  
 RAKENNUKSEN VARUSTETUN MERKKIKODILLA.  
 KIRKONKÄYTTÖN JA LAUKASAMMUTUSALUSTO PELASTUSLITOKSEN OHJEIDEN MUKAAN.  
 KESKIMÄTTÄ 1/300 m<sup>2</sup>.  
 RAKENNUKSEN VARUSTETUN KONEELLISELLÄ LÄMMÄNHOIDOLLA  
 RAKENTAMISMAÄRÄKOKOELMAN OSAN O2 JA LÄMMÄNHOITOLAN MUKAAN.  
 RAKENNUKSEN KERROSLUKU 1344 m<sup>2</sup>  
 KERROSLAUN OLESSA ALLE 1500 m<sup>2</sup> EI SIVN YSTYSESUJUN RAKENTAMISVÄLIVOLLISUUTA.

SAVINPOSTOITUSKELMÄ:  
 SAVINPOSTOITUSKELMÄN JA -KUNTOIDEN MÄÄRÄ LASKETTUNA 15% NUKAAN.  
 HUOLTOTILA 412,4 m<sup>2</sup>: 1% x 412,4 m<sup>2</sup> = 4,1 m<sup>2</sup>  
 SAVINPOSTOITUSKELMÄ 3 KPL (3 x 1,4 m<sup>2</sup> = 4,2 m<sup>2</sup>)  
 PESUHALI 112,2 m<sup>2</sup>: 1% x 112,2 m<sup>2</sup> = 1,1 m<sup>2</sup>  
 SAVINPOSTOITUSKELMÄ 1 KPL (1,4 m<sup>2</sup>)  
 VARASTOT 388,6 m<sup>2</sup>: 1% x 388,6 m<sup>2</sup> = 3,9 m<sup>2</sup>  
 SAVINPOSTOITUSKELMÄ 3 KPL (3 x 1,4 m<sup>2</sup> = 4,2 m<sup>2</sup>)  
 TOIMISTOTILAT 357,1 m<sup>2</sup>: 1% x 357,1 m<sup>2</sup> = 3,6 m<sup>2</sup>  
 SAVINPOSTOITUSKELMÄ 2 KPL (2 x 1,4 m<sup>2</sup> = 2,8 m<sup>2</sup>)  
 SAVINPOSTOITUSKELMÄ 2 KPL (2 x 0,7 m<sup>2</sup> = 1,4 m<sup>2</sup>)  
 IV-KONEKONE 96,8 m<sup>2</sup>: 1% x 96,8 m<sup>2</sup> = 0,97 m<sup>2</sup>  
 SAVINPOSTOITUSKELMÄ 1 KPL (1,4 m<sup>2</sup>)  
 TEKNISET TILAT: SAVINPOSTOITUS ULKO-OVEN KAUITA  
 SAVINPOSTOITUSKELMÄ -LUUKUT OVAT LAUKASAMMUTUSALUSTO MANUAALISESTI AVATTAVIA  
 LAUKASAMMUTUSKOKOELMAN HÖRÖKIVESTIN TONNAN ULKO-OVEN VASTIKSILLA KÄYTTÖ

- MUUTOKSET ASEMAPPIRUSTUKSEEN
- LATTIAKOROKKA NOSTETTU
- TONTIN KOROKKOA JA SOKKELIKOROT KORJATTU
- TONTIN KALLISTUKSIA JA LUUSIKKA KORJATTU SEKÄ ATOJEN PAAKKOJA TARKENNETTU
- LISÄTTY KIVITUKKA JA MURSEPINNOITTEET
- TONTIN PINTAMATERIAALIN PAAKKOJA KORJATTU
- PYSÄKÖINTIPAIKAT POISTETTU
- TONTIN ULKOPORTTI JA TONIN SISÄÄNJOITE LISÄTTY
- AIDAN ULKOPUOLELLE LISÄTTY YÖPARKKI
- MUUTOKSET TILASTOIHIN
- KERROSLUKU KORJATTU
- SAVINPOSTOITUSKELMÄN KORJATTU HUONEIDEN PINTA-ALAT

LÄMPÖKESKUKSEN LATTIAKOROKKI TARKASTETTAVAN PAAKKAILLA				
A	28.02.2014	LISÄTTY LÄMPÖKESKUKSEN		SW
A	28.02.2014	KÄYTTÖKONEKÖNÄ KÄYTTÖTÄRHEMÄSTÖN		SW
KOKO TAIVETTI	RYHTYVA	TYÖNUMERO	RAKENNUKSEN TUNNUS	
RAKENNUSKORJAUS	RAKENNUSKORJAUS		PAIKKAPRISTUS	JÄSKEN
RAKENNUSKORJAUS JA OIKEUS	RAKENNUSKORJAUS		ASEMAPPIRUSTUS	MATTILAINEN
JOHN DEERE	PUKYLAANTIE			11500
54800 TAIVETTI				
ARILLA	ARK	13022	01	
28.11.2013	SIRPA WAHLBOM, rak.zak. ARK 1233			



# MJS-Group Oy

## TUOTESELOSTE

Hokkarinharjuntie 2 Puh. 0207 689340  
47710 JAALA Fax. 0207 689358

10.11.2008

## NORDTOP 100 LATTIASIROTE

### TUOTEKUVAUS

NordTop 100 lattiasirote on sementtipohjainen lattiasirote. NordTop 100 on valmiiksi sekoitettu lattiakovetin, joka levitetään tuoreelle betonille.

### KÄYTTÖKOHTEET

NordTop 100 lattiasirotetta käytetään lisäämään betonilaatan kulutuksenkestoa ja estämään pölyn muodostumista. Tyypillisiä käyttökohteita ovat mm:

- varastot, varastoalueet ja kuljetusreitit
- pohjakerrokset ja kellarit
- tehdashallit
- parkkihallit, autotallit
- huoltoasemat
- satamalaiturit, lastauslaiturit.

### EDUT

- paloluokiteltu
- kova kulutuksenkesto
- pölyämätön, tiivis pinta
- lisää pinnan iskunkestävyyttä
- lisää pinnan kemiallista kestoä öljyjä ja rasvoja vastaan
- tasainen ja luja pinta
- helppohoitoinen.

### KÄYTETTÄVÄ MÄÄRÄ

Keskimääräinen kulutus 3-5 kg/m<sup>2</sup>, riippuen alustalle asetetuista vaatimuksista, betonin laadusta ja työskentelyolosuhteista.

### KÄYTTÖOHJEET

#### Alustan esikäsittely

Betonin lujuuden tulee olla käyttötarkoitukseen sopivan ja kutistuman mahdollisimman pieni. Levitä betoni korkoon ja käytä tiivistämiseen tärypalkkia (tai käsivipraa). Tiivistämisessä on syytä olla huolellinen. Heti kun betonin plastisuus sallii, hierrä betoni käsin tai mekaanisesti. Jos betonissa on vapaata, erottunutta vettä, se poistetaan ennen hiertämistä kumisella letkulla tai lastalla hitaasti pinnan yli vetäen. Hiertäminen on hyvä aloittaa nopeasti kovetuville alueille, seinien, oviaukkojen, pilareiden ja toppareiden vierestä. Betoniin ei saa käyttää kalsiumkloridia, suolavettä tai suolaa sisältäviä runkoaineita.

Sirotteen levitys ja hiertäminen

Levitä sirote tasaisesti joko käsin tai sopivaa apuvälinettä hyväksi käyttäen.

Odota kunnes sirote on kauttaaltaan betonin sisältämän veden kostuttama (pinta on tummunut). Hierrä pinta matalakierroksisella hiertimellä mahdollisimman pian. Hierrä siten, että kosteus tulee sirotteen läpi ja muodostaa plastisen kerroksen laatan pinnalle. Käsin siroteltaessa levittäminen tehdään kahdessa erässä, ensin 2/3 sirotteen määrästä ja hierron jälkeen loput siten, että pinnasta tulee mahdollisimman tasainen. Toisen kerroksen hierto samoin, kuin ensimmäinen. Mikäli sirottelu tehdään koneella, koko määrä levitetään kerralla.

Sliippaus

Kun pinnan kovettuminen sallii, tulee pinta sliipata matalakierroksisella hiertokoneella, tasoitussiivet tasaisina. Lopullinen sliippaus myöhemmin samalla koneella, mutta korkeammalla kierrosnopeudella.

Jälkihoito

Kun lattiapinta kestää kävelyn pinta sumutetaan kauttaaltaan NordEpoX Jälkihoitoaineella sopivaa työmenetelmää käyttäen. Menekki n. 0,1 ltr/m<sup>2</sup>.

Saumojen sahaus

Saumat sahataan heti, kun se on mahdollista betonin lohkeamatta.

Kuivumisaika

Jalankulkuliikenne	1-2 vrk
Kevyt liikenne	7-10 vrk
Täysin kuivunut	28 vrk

**TEKNISET TIEDOT**

Olomuoto	Jauhe
Väri	12 vakioväriä
Puristuslujuus (1 vrk )	n. 30 MPa ( EN 196-1 )
vesimäärällä ( 7 vrk )	n. 65 MPa
3,25/25 kg ( 28 vrk )	n. 75 Mpa
Kutistuma (28 vrk)	1,25 % ( UNI 6555-73 )
Kulutuskestävyys (Böhme-testi)	7,8 cm <sup>3</sup> /50cm <sup>2</sup>
Raekoko	0 – 1,2 mm (saatavana 0-3 mm)
Pakkauskoko	25 kg:n säkki
Säilyvyys	min. 12 kk (suojassa kosteudelta ja pakkaselta)

**LUOKITUSTIEDOT**

Velvoittavat SFS-EN 13813 mukaan

Puristuslujuusluokka	<b>C70</b>
Taivutusvetolujuusluokka	<b>F6</b>
Kulutuskestävyysluokka	<b>1, by 45 kohta 1.4.2.2 mukaan</b>
paloluokka	<b>A1<sub>FL</sub>-S1</b>

**Työvälineiden pesu**

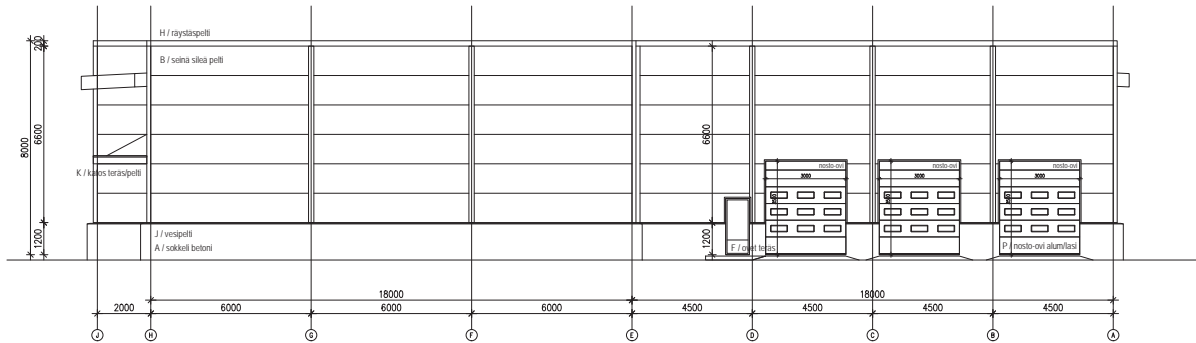
Vesi.

**Käyttöturvallisuus**

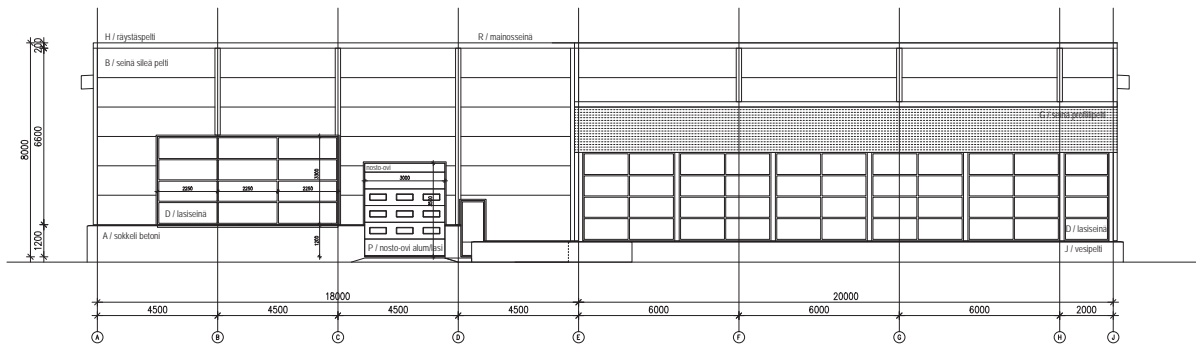
Katso tuotteen käyttöturvatieote.







JULKISIVU KAAKKOON



JULKISIVU LUOTEeseen

Julkisivumateriaali laajennus 1 (2011) ja rakennusvaihe 2 (2013)

- A - sokkeli, betoni, sileivoli, harmaa
- B - seinä, silicopelti, polttisandwich, PVDF, RR 20 white
- C - seinä, polttisandwich, PVDF, RR 41 dark silver
- D - seinä, lasiseinä, lasi kirkas 3k, listat ja profiilit pulverimaalattu alumiini, RAL 7016 Anthracite
- E - ovet, alumiini, lasi kirkas, listat ja profiilit pulverimaalattu alumiini, RAL 7016 Anthracite
- F - ovet, teräs, maalattu, RAL 7016 Anthracite
- G - profiilipelti Duotio 30A, RR 41 dark silver
- H - räystäät, muovipinnoitettu pelti, RR 20 white
- I - syöksytarvet, vesikourut, muovipinnoitettu pelti, RR 20 white
- J - vesipelti, muovipinnoitettu pelti, RR 20 white
- K - katokset, teräs, RAL 7016 Anthracite
- L - iv-säleikit, pelti, RR 20 white
- M - taitotikas, sinkitty
- N - epästeeleikki, alumiini, pulverimaalattu
- O - ovilunnauskäynnä, alumiini, pulverimaalattu
- P - nosto-ovi, alumiini, Micrograph-pinta, maalattu RAL 7016 Anthracite grey
- Q - taitto-ovi, alumiini, Micrograph-pinta, maalattu RAL 7016 Anthracite grey

ESK:	KORTTELINUMERO 11028	SOITINNUMERO 1	YHTEISÖN NIMI KORJALA
YHTEISÖN NIMI LUOKKAKENNUS	YHTEISÖN NIMI PÄÄRISTYS	YHTEISÖN NIMI KAAKKOON JA LUOTEeseen	YHTEISÖN NIMI 1/100
YHTEISÖN NIMI SUNI OY AUTOYKKÖSET	YHTEISÖN NIMI JULKISIVUT KAAKKOON JA LUOTEeseen	YHTEISÖN NIMI ARK	YHTEISÖN NIMI 1243 8
YHTEISÖN NIMI 12438.DWG	YHTEISÖN NIMI 20.11.2013	YHTEISÖN NIMI Timo Vuori	YHTEISÖN NIMI Timo Vuori

Paalulaattalattia 200 mm, verkkoraidoitus MÄÄRÄ YKS HINTA(€)/YKS YKS HINTA YHTEENSÄ(€)  
Lattia-ala 1560 m<sup>2</sup>

Materiaalit					
Eriste EPS-200 LATTIA 100MM	1 631	m <sup>2</sup>	9,20	m <sup>2</sup>	15 005,20
Eriste EPS-200 LATTIA 50MM reunakaista	416	m <sup>2</sup>	3,35	m <sup>2</sup>	1 393,60
Raidoitusverkko ylä- ja alapinnassa T12-k150, limitys 600mm	40 000	kg	0,7	kg	28 000,00
Betoni C25/30	312	m <sup>3</sup>	88	m <sup>3</sup>	27 456,00
Liikuntasauraidoiteet	76	jm	65	jm	4 940,00
Jälkihoitoaine	1 560	m <sup>2</sup>	0,8	m <sup>2</sup>	1 248,00
				yht.	<b>78 042,80</b>

**YHTEENSÄ 108 887,68 €** 69,80 € €/m<sup>2</sup>

MÄÄRÄ YKS HINTA(€)/YKS YKS HINTA YHTEENSÄ(€)

Työt					
Eristeiden asennus	2 048	m <sup>2</sup>	1,16	m <sup>2</sup>	2 375,68
Raidoitusverkkojen asennus	40 000	kg	0,35	kg	14 000,00
Liikuntasauvojen asennus	76	jm	8,6	jm	653,60
Liikuntasauvojen kittaus	76	jm	3	jm	228,00
Betonin pumppaus	312	m <sup>3</sup>	18	m <sup>3</sup>	5 616,00
Lattiatyö	1 560	m <sup>2</sup>	5,11	m <sup>2</sup>	7 971,60
				yht.	<b>30 844,88</b>

Paalulaattalattia 200 mm, irtoraudoitus MÄÄRÄ YKS HINTA(€)/YKS YKS HINTA YHTEENSÄ(€)  
Lattia-ala 1560 m2

Materiaalit					
Eriste EPS-200 LATTIA 100MM	1 631	m2	9,20	m2	15 005,20
Eriste EPS-200 LATTIA 50MM reunakaista	416	m2	3,35	m2	1 393,60
Raudoitus 12mm	36 941	kg	0,76	kg	28 075,16
Betoni C25/30	312	m3	88	m3	27 456,00
Liikuntasauraraudoitteet	76	jm	65	jm	4 940,00
Jälkihoitoaine	1 560	m2	0,8	m2	1 248,00
			yht.		<b>78 117,96</b>

**YHTEENSÄ** **109 739,24 €** 70,35 € €/m2

	MÄÄRÄ		YKS HINTA(€)/YKS	YKS	HINTA YHTEENSÄ(€)
<b>Työt</b>					
Eristeiden asennus	2 048	m2	1,16	m2	2 375,68
Raudoitustyö	36 941	kg	0,4	kg	14 776,40
Liikuntasauromojen asennus	76	jm	8,6	jm	653,60
liikuntasauromojen kittaus	76	jm	3	jm	228,00
Betonin pumppaus	312	m3	18	m3	5 616,00
Lattiatyö	1 560	m2	5,11	m2	7 971,60
			yht.		<b>31 621,28</b>

Paalulaattalattia 200 mm, teräskuituraudoitus MÄÄRÄ YKS HINTA(€)/YKS YKS HINTA YHTEENSÄ(€)  
Lattia-ala 1560 m2

Materiaalit					
Eriste EPS-200 LATTIA 100MM	1 631	m2	9,20	m2	15005,2
Eriste EPS-200 LATTIA 50MM reunakaista	416	m2	3,35	m2	1393,6
Teräskuitubetoni C28/35, 40kg/m3+ kuljetukset	312	m3	162	m3	50544
Liikuntasaumaraudoitteet	76	jm	65	jm	4940
Jälkihoitoaine	1 560	m2	0,8	m2	1248
				yht.	<b>73130,8</b>

**YHTEENSÄ** 98 343,28 € 63,04 € €/m2

Työt	MÄÄRÄ		YKS HINTA(€)/YKS	YKS	HINTA YHTEENSÄ(€)
Eristeiden asennus	2 048	m2	1,16	m2	2375,68
Liikuntasaumojen asennus	76	jm	8,6	jm	653,6
liikuntasaumojen kittaus	1 560	m2	5,11	m2	7971,6
Betonin pumppaus	312	m3	20	m3	6240
Lattiatyö	1 560	m2	5,11	m2	7971,6
				yht.	<b>25212,48</b>

Paalulaattalattia 200 mm, Bamtec mattoraudoite	MÄÄRÄ	YKS	HINTA(€)/YKS	YKS	HINTA YHTEENSÄ(€)
<b>Materiaalit</b>					
Eriste EPS-200 LATTIA 100MM	1 631	m2	9,20	m2	15 005,20
Eriste EPS-200 LATTIA 50MM reunakaista	416	m2	3,35	m2	1 393,60
Betoni C25/30	312	m3	88	m3	27 456,00
Bamtec mattoraudoite, 21,6 kg/m2	33 696	kg	0,98	kg	33 022,08
Liikuntasaumaraudoitteet	76	jm	65	jm	4 940,00
Jälkihoitoaine	1 560	m2	0,8	m2	1 248,00
				yht.	<b>83 064,88</b>

<b>YHTEENSÄ</b>	<b>106 648,96 €</b>	68,36 € €/m2
-----------------	---------------------	--------------

	MÄÄRÄ	YKS	HINTA(€)/YKS	YKS	HINTA YHTEENSÄ(€)
<b>Työt</b>					
Eristeiden asennus	2 048	m2	1,16	m2	2 375,68
Bamtecin asennus	33 696	kg	0,2	kg	6 739,20
Liikuntasaumojen asennus	76	jm	8,6	jm	653,60
liikuntasaumojen kittaus	76	jm	3	jm	228,00
Betonin pumppaus	312	m3	18	m3	5 616,00
Lattiatyö	1 560	m2	5,11	m2	7 971,60
				yht.	<b>23 584,08</b>