

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KOVABETONIPINTAUS

TEKIJÄ Jere Salmela

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Rakennusmestarin tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Jere Salmela	
Työn nimi Kovabetonipintausta	
Päiväys 25.11.2021	Sivumäärä/Liitteet 23
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Maanrakennuspalvelu Mikko Lyytinen Oy	
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli kovabetonipintausten käyttö Kuopion Prisman pysäköintilaitoksen ajoradoissa ja -rampeissa. Kovabetonin käyttö Suomessa ja siitä saatavilla oleva tieto on melko vähäistä. Sirotteet ovat Suomessa kovabetonia yleisemmin käytetty materiaali betonilattioiden kulutuskestävyyden parantamiseen. Opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä tietoutta kovabetonista ja sen käytöstä sekä koota saatavilla olevaa tietoa.</p> <p>Opinnäytetyössä tutkittiin kovabetonia materiaalina sekä kovabetonoinnin työvaiheita. Työssä käsiteltiin myös tarvittavia laadunvarmistustoimenpiteitä. Opinnäytetyössä käytettiin teorian tiedon tukena työmaalla tehtyjä havaintoja kovabetonoinnista. Teorian tiedolla luotiin käsitys siitä, mitkä ovat betonilattioiden laatu-tekijät sekä mitä menetelmiä eri laatu-tekijöihin pääsemiseksi vaaditaan. Työmaalla havainnoitiin työmenetelmiä sekä niiden soveltuvuutta laadukkaan lopputuloksen aikaansaamiseksi.</p> <p>Työn tuloksena löydettiin soveltuvat työmenetelmät kovabetonipintausten toteuttamiseen. Kovabetonin paremmuus sirotteisiin verrattuna nousee esille etenkin kohteissa, joissa on korkeat tasaisuusvaatimukset lattioille tai lattiaan kohdistuu nastarengaskulutusta. Opinnäytetyötä voidaan käyttää tulevien kohteiden kovabetonointien työsuunnittelun tukena.</p>	
Avainsanat pysäköintilaitos, betonilattia, kulutuskestävyys	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Construction Management	
Author Jere Salmela	
Title of Thesis Hard Cementitious Topping in Parking Facility Floors	
Date 25 November 2021	Pages/Appendices 23
Client Organisation/Partner Maarakennuspalvelu Mikko Lyytinen Oy	
Abstract <p>This thesis discussed the usage of hard cementitious topping in Prisma Kuopio parking facility where hard cementitious topping was used to cover the driveways and ramps. In Finland this type of topping is rarely used and there is little knowledge available on it. A more popular option is to use dry shakes to improve wear resistance of concrete floors. The aim of this thesis was to increase the knowledge of hard cementitious toppings and collect available information.</p> <p>First, the properties of hard cementitious toppings and suitable working methods were studied. Also the required quality assurance actions were covered. Observations made on site were used in support of book learning. Literature was used to provide conception of the quality factors of concrete floors and which working methods are required to accomplish these quality factors.</p> <p>As a result, suitable working methods were found. When compared to dry shakes, the advantages of hard cementitious toppings come up in projects where high evenness requirements for floors takes place. Hard cementitious toppings are also a very notable option when studded tire wear is directed into floors. This thesis can be used as a support for work planning in future projects.</p>	
Keywords parking facility, concrete floor, wear resistance	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
1.1	Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet	5
1.2	Maanrakennuspalvelu Mikko Lyytinen Oy	5
2	TYÖKOHTEEN ESITTELY	6
3	BETONILATTIOIDEN LAATUTEKIJÄT	7
3.1	Rasitusluokka ja käyttöikä	7
3.2	Kulutuskestävyys	7
3.3	Pinnan laatu ja halkeilu	8
4	KOVABETONI	10
4.1	Kovabetoni materiaalina	10
4.2	Käyttökohteet	10
4.3	Alusrakenne.....	11
4.4	Alusrakenteen esikäsittely.....	12
4.5	Olosuhteet ja niiden hallinta	13
4.6	Massan sekoitus ja levitys.....	14
4.7	Jälkihoito.....	15
4.8	Työturvallisuus	16
4.9	Laadunvarmistus.....	18
5	MUUT LATTIAPÄÄLLYSTEET	20
5.1	Sirotteet	20
5.2	Silikaatti-impregnointi.....	20
6	POHDINTA.....	21
	LÄHTEET	22

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on lisätä tietoisuutta kovabetonista materiaalina sekä sen käytöstä lattiapinnoitteena. Lisäksi opinnäytetyön tavoitteena on lisätä omaa tietoutta yleisesti betonitöistä. Kovabetoni on melko vähäisesti käytetty materiaali ja siitä saatavilla oleva tieto on vähäistä, joten opinnäytetyön aihe on tärkeä. Opinnäytetyön toimeksiantaja on Maanrakennuspalvelu Mikko Lyytinen Oy. Opinnäytetyön aiheen sain tehdessäni harjoittelua Kuopion Prisman pysäköintilaitoksen työmaalla. Kyseiseen pysäköintilaitokseen tehtiin kovabetonipintaukset ajoradoille sekä ajorampeille.

Opinnäytetyön tavoitteena on koota olemassa olevaa tietoa kovabetonista sekä yleisesti betonilattioista. Tietolähteenä käytetään valmistajien verkkosivuja, tuoteselosteita, työohjeita sekä alan kirjallisuutta. Opinnäytetyön tavoitteena on tarkastella betonilattioiden laatutekijöitä sekä kovabetonointiin soveltuvia työmenetelmiä, joilla päästään laadukkaaseen lopputulokseen. Opinnäytetyössä käsitellään kovabetonointia aina alustan käsittelystä jälkihoitoon asti. Opinnäytetyön tukena käytetään tietolähteiden lisäksi myös kovabetonointien aikana työmaalla tehtyjä omia havaintoja.

1.2 Maanrakennuspalvelu Mikko Lyytinen Oy

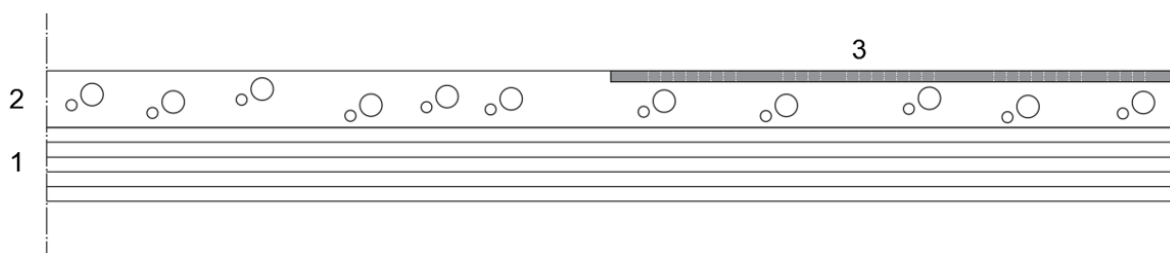
Opinnäytetyön toimeksiantajana on Maanrakennuspalvelu Mikko Lyytinen Oy. Maanrakennuspalvelu Mikko Lyytinen Oy on vuonna 1980 perustettu kuopiolainen rakennusalan yritys. Yrityksen palvelutarjontaan kuuluvat muun muassa teollisuushallit ja tuotantolaitokset, vaativat betonirakenteet, julkisen sektorin uudis- ja korjausrakentaminen, maa-, vesi- ja infrarakentaminen sekä KVR-hankkeet. Pohjois-Savon lisäksi Maanrakennuspalvelu Mikko Lyytinen Oy:n toiminta on laajentunut myös Pohjois-Karjalan ja Etelä-Savon alueille. Työntekijöitä yrityksellä on noin 25 (Maanrakennuspalvelu Mikko Lyytinen Oy julkaisuaika tuntematon.) Vuonna 2021 liikevaihtoa yrityksellä oli noin 12 miljoonaa euroa (Kauppalehti 2021).

2 TYÖKOHTTEEN ESITTELY

Tämä opinnäytetyö käsittelee kovabetonin käyttöä pysäköintilaitoksen lattiapinnoitteena. Kohdetyömaana toimi Kuopion Prisman pysäköintilaitos. Pysäköintilaitos on kolmikerroksinen ja siinä on noin 500 autopaikkaa. Pysäköintilaitoksen kokonaisala on noin 15 000 m². Kovabetonoitua aluetta kohdetyössä oli noin 3 000 m². Kovabetonipintausta tehtiin eniten liikennöidyille alueille. Näitä alueita olivat hallin pitkittäissuunnassa kulkevat ajoväylät sekä kerrosten väliset ajorampit.

Jokaisen kerroksen lattiat jaettiin liikuntasaumoin neljään osaan. Liittovalut toteutettiin lohkoittain ylhäältä alaspäin. Ensin valettiin lohkon 1 liittovalut ylhäältä alaspäin ja tämän jälkeen siirryttiin lohkolle 2. Kovabetonoinnit pyrittiin toteuttamaan kerroksittain, jotta välttyttiin turhalta valukaluston siirtelyltä. Kovabetonointien mahdolliset työsaumat sijoitettiin pilariväleihin keskitetysti, jolloin lopputuloksesta saatiin siisti. Kovabetonivalut katkeavat myös liikuntasaumojen kohdalla lohkojen välillä.

Kuvassa 1 on havainnollistettu kohteen välipohjarakenteen periaate. Kuvassa numerolla yksi merkitään kuorilaatta ja numerolla kaksi kuorilaattojen päälle tehtävää liittovalua. Numero kolme ilmaisee kovabetonipintausta. Kovabetonipintausta ei siis nostanut lattiapinnan korkoasemaa, vaan sille jätettiin liittovalun yhteydessä varaus.



KUVA 1. Kohteen välipohjarakenteen periaate (Salmela 2021, CC BY-SA)

3 BETONILATTIOIDEN LAATUTEKIJÄT

3.1 Rasitusluokka ja käyttöikä

Suunnittelukäyttöiän ja rasitusluokan valinta ovat ensimmäisiä tehtäviä suunniteltaessa betonirakennetta. Pysäköintilaitoksissa on huomioitava ympäristön aiheuttamien rasitusten lisäksi myös rakenteeseen kohdistuvat mekaaniset rasitukset. Mekaanista rasitusta pysäköintilaitoksessa aiheuttaa ajoneuvoilla liikkuminen. (Suomen Betoniyhdistys ry julkaisuaika tuntematon, a.)

Pysäköintilaitoksissa pysäköintitasojen yläpintojen käyttöikä on normaalilla betonilla rajallinen. Näiden kulutukselle alttiiden rakennusosien käyttöikää voidaan kuitenkin pidentää niiden kulutuskestävyyttä parantamalla. Kulutuskestävyyttä voidaan parantaa esimerkiksi käyttämällä pintasirotetta tai kovabetonikerrosta rakenteen yläpinnassa. (Suomen Betoniyhdistys ry julkaisuaika tuntematon, a.)

Betonirakenteeseen kohdistuu monia ympäristön aiheuttamia rasituksia pysäköintilaitoksessa. Pysäköintilaitoksen ollessa kylmä rakennus, esimerkiksi pakkasen pääsee vaikuttamaan betonirakenteisiin. Jos ajoneuvojen mukana kulkeutunut vesi pääsee imeytymään betoniin ja täyttämään betonin huokosverkoston, saattaa betonin rakenne rikkoutua veden jäätyessä. Betonista saadaan kuitenkin pakkasenkestävää lisäämällä siihen lisähuokostusainetta. Huokostusaineella betoniin syntyy enemmän ilmahuokosia, niin sanottuja suojahuokosia, joihin jäätyessään laajenevalla vedellä on mahdollista tunkeutua vaurioittamatta betonia. (Betoniteollisuus ry julkaisuaika tuntematon, a.)

Pysäköintilaitokseen kulkeutuu helposti talviaikaan myös suolapitoista loskaa, jonka sisältämät kloridit voivat tunkeutua betoniin. Tämä voi käynnistää raudoitteiden korroosion eli ruostumisen. Kloridirasituksen huomioimisessa tärkeää on pitää betonin halkeamaleveydet riittävän pieninä. (Betoniteollisuus ry julkaisuaika tuntematon, b.) Työmaalla halkeamaleveyksiin kyetään vaikuttamaan esimerkiksi huolellisella jälkihoidolla, jolla estetään betonin liian nopea kuivuminen.

Pysäköintilaitoksessa on siis tärkeää huomioida ympäristön aiheuttamat rasitukset ja suunnitella rakenteet nämä huomioiden oikeaan rasitusluokkaan. Esimerkiksi kylmässä pysäköintilaitoksessa sisäänajorampit ja tasot 30 metrin etäisyydellä sisääntulosta suositellaan suunniteltavaksi rasitusluokkaan XC3,4; XF2; XD2. Tämä merkintä tarkoittaa, että kyseinen rakenneosa on sateelta osittain tai kokonaan suojattu vaakarakenteen sekä siihen kohdistuu jäätyemis-sulamisasitusta ja muualta kuin merivedestä peräisin olevien kloridien aiheuttamaa teräskorroosiota. (Suomen Betoniyhdistys ry julkaisuaika tuntematon, a.)

3.2 Kulutuskestävyys

Hyvä kulutuskestävyys on pysäköintitasolle tärkeä ominaisuus. Kulutuskestävyys jaetaan luokkiin 1, 2, 3 ja 4. Näistä luokista 1 on kaikista vaativin. Kulutusluokan 4 mukainen lattia kyetään saavuttamaan betonilla, jonka lujuusluokka on C25/30. Luokkaan 4 päästään käsin hierretyllä ja viimeistellyllä pinnalla. Lisäksi vaaditaan työryhmän hyvää ammattitaitoa. Normaalilla betonilla tehtävissä lattioissa paras kulutusluokka, joka kyetään saavuttamaan, on kulutuskestävyysluokka 2. Tähän luokkaan päästään lujuusluokan C30/37 betonilla, jonka maksimiraekoko on 16 millimetriä. Luokassa 2 käsin hierretty pinta ei riitä, vaan pinta tulee joko liipata koneellisesti tai tehdä konehierto vähintään kaksi kertaa. (Suomen betoniyhdistys ry 2018a, 172–173.)

Vaativimpaan kulutusluokkaan 1 vaaditaan jo erikoisbetoneita. Riittävä kulutuskestävyys voidaan varmistaa esimerkiksi kuivasirotteilla tai erillisellä ohuella kovabetonipintauksella. Erikoisbetonia käytettäessä runkoaineena käytetään esimerkiksi kvartssia, metallia, piikarbidia tai elektrokorundia. Lisäksi betonipinta liipataan koneellisesti. (Suomen betoniyhdistys ry 2018a, 172.)

Pysäköintilaitoksissa, joiden ajoväylät ja muut alueet ovat runsaasti liikennöityjä, kohdistuu lattiaan voimakasta nastarengaskulutusta. Luonteeltaan nastarengaskulutus on sellaista, että betoni ei kestä kovinkaan pitkäaikaista rasitusta. Kovabetonilla tai sirotepintauksella kyetään pidentämään pysäköintilaitoksen lattioiden korjausväliä. (Suomen betoniyhdistys ry 2018a, 173.)

Käytettävän betonin lisäksi myös olosuhteilla sekä jälkihoidolla on suuri merkitys kulutuskestävyysvaatimusten saavuttamisen kannalta. Jos valuolosuhteet ovat epäedulliset, on erittäin vaikeaa saavuttaa kulutuskestävyysluokkaa 3 parempaa lopputulosta. Valutöitä suunniteltaessa on siis tärkeää ottaa huomioon materiaalivalmistajan asettamat olosuhterajoitukset betonille, jotta lopputuloksesta saadaan laatuvaatimukset täyttävä. Varhaisjälkihoito tulee suorittaa oikein, jotta oikea-aikainen lattian hierto on mahdollista. Lattian sopivat kovettumisolosuhteet varmistetaan riittävän pitkällä ja oikein toteutetulla jälkihoidolla. Jälkihoitoon soveltuu jälkihoitoaineen lisäksi parhaiten pinnan kastelu sekä suojaus käyttäen muovikalvoa tai suodatinkangasta. Kulutuskestävyysluokissa 1–3 jälkihoitoa jatketaan vähintään siihen asti, kunnes betoni on saavuttanut suunnittelulujuudestaan 80 %. (Suomen betoniyhdistys ry 2018a, 173.)

3.3 Pinnan laatu ja halkeilu

Betonilattioiden suoruus luokitellaan kirjaimin A₀, A, B ja C. Näistä A₀ on kaikista vaativin luokka. Pinnan suoruuden ja tasaisuuden vaatimukset riippuvat tilan suunnittelusta käyttötarkoituksesta. Lisäksi mahdolliset päällysteet saattavat vaatia tiettyä tasaisuuden tai suoruuden tasoa. Esimerkiksi pysäköintilaitoksessa betonilattian pinnan tasaisuudella on vaikutusta vedenpoiston toimivuuden kannalta. Teollisuushalleissa paikallaan olevat ja liikkuvat laitteet asettavat vaatimuksia lattian suorudelle. Myös lattiapinnan tasaisuus on esimerkiksi trukki liikenteen kannalta tärkeä ominaisuus. (Suomen betoniyhdistys ry 2018b, 409–411). Lattiapinnan tasaisuuden ja suoruuden kannalta yksi tärkeimmistä tekijöistä on huolellinen työn suoritus sekä hyvä laadunvarmistus. Betonivalun alusrakenteen ollessa tasainen ja suora, voidaan käyttää esimerkiksi tulkkia, jolla betonivalusta saadaan tasainen. Tulkin avulla varmistutaan myös siitä, että betonin materiaalivahvuus on riittävä. Tulkki voidaan tehdä esimerkiksi harjateräksestä ja muottilukosta.

Yksi betonin halkeilua aiheuttava tekijä on kutistuma. Tämä on betonille tyypillinen ominaisuus, joka on käytännössä mahdoton välttää. Kuivumiskutistuma aiheuttaa halkeamia betonilattiaan, kun kutistuma ei pääse tapahtumaan täysin vapaasti. Halkeamia voi syntyä myös esimerkiksi plastisen kutistuman ja liiallisen kuormituksen vuoksi. Betonilattian toteuttaminen ilman halkeilua on erittäin vaativaa ja se on harvoin perusteltua. Halkeaminen muodostuminen yleensä sallitaan, mutta halkeamaleveyksiä rajoitetaan siten, että betonilattian käyttötarkoituksen mukainen toiminta ja säilyvyys ei huonone ja halkeamilla ei ole vaikutusta ulkonäköön hyväksymättömällä tavalla. (Suomen betoniyhdistys ry 2018a, 24–25.)

Kuivumiskutistuma aiheutuu betonin kovettuessa siitä poistuvasta vedestä. Kutistuman määrään vaikuttavat esimerkiksi betonin koostumus sekä ympäristöolosuhteet. Betonin vesipitoisuuden lisääntyessä myös betonin kutistuminen lisääntyy. (Suomen betoniyhdistys ry julkaisuaika tuntematon, b.) Tämän vuoksi esimerkiksi veden lisääminen betonimassaan työmaalla ei ole järkevää. Työmaalla halkeaminen syntyä voidaan ehkäistä jälkihoidolla. Jälkihoidolla ehkäistään betonin vesipitoisuuden liiallinen lasku. Jälkihoitoa jatketaan siihen asti, kunnes betoni on saavuttanut riittävän lujuuden kutistumisesta johtuvien vetojännitysten kestämiseen.

Tärkeää on myös varmistaa ennen valua, että liikuntasaumalaitteet on asennettu suunnitelmien mukaisesti kohtiin. Liikuntasaumoihin kannattaa käyttää esivalmistettuja liikuntasaumalaitteita, koska ne ovat tukevia, pysyvät valun aikana paikallaan sekä kestävät pyörärasitusta hyvin. Lattia tulee myös olla erotettu irrotuskaistalla kaikista seinistä ja muista pystyrakenteista, kuten pilareista. Tällä estetään suunnittelemattomat pakkovoimat ja annetaan laatalle mahdollisuus kutistua vapaammin. Irrotuskaistana voidaan käyttää 10–20 millimetriä paksua solupolyeteenimattoa. Maanvaraisen lattian halkeilua kyetään estämään myös sahasaumojen avulla. Sopiva sahausajankohta on 16–40 tuntia betonilaatan valun jälkeen. Ajankohta on arvioitava tapauskohtaisesti, sillä esimerkiksi olosuhteet sekä betonilaatu vaikuttavat sopivaan ajankohtaan. (Suomen betoniyhdistys ry julkaisuaika tuntematon, c.)

4 KOVABETONI

4.1 Kovabetoni materiaalina

Kovabetonin historia juontaa juurensa 1960–70-luvuille, jolloin tehtiin jo paljon kovia runkoaineeksi sisältäviä ja erikoissuhteutettuja pintabetoneja, joita käytettiin yli 30 millimetrin kerroksina. 1980-luvulla markkinoille tulleet sirotteet syrjäyttivät kovat pintabetonit lähes kokonaan. Nykyaikaiset kovabetonipintaukset ovat kuitenkin yleistyneet monista syistä. Pinnan kulutuskestävyys on saatu entistä paremmaksi uusilla runkoaineilla, kuten korundilla, piikarbidilla ja metallisilla ainesosilla. Myös halkeiluriskiä on saatu minimoitua esimerkiksi massoihin lisätyillä kuiduilla. Nykyaikaiselle kovabetonimassalle kerrospaksuudeksi riittää jopa 5–15 millimetriä, joten niiden käyttö myös saneerauskohteissa on erittäin varteenotettava vaihtoehto. Ohut kerrospaksuus soveltuu hyvin kohteisiin, joissa on tilarajoituksia. Myös teollisuuskohteiden kasvaneet tasaisuusvaatimukset ovat tehneet kaksikerrosvaluista joissakin kohteissa lähes välttämättömiä. Tällöin yksistään sirotteiden käyttö ei ole soveltuva ratkaisu. (Matsinen 2008, 59–63.)

Kovabetonin tai vaihtoehtoisen pinnoitteen valintaan vaikuttavia tekijöitä on monia. Jos kovabetonimassa halutaan levittää pumppaamalla, on varmistettava massan soveltuvuudesta pumppaamiseen. Myös työryhmän mahdollinen aiempi kokemus tietystä kovabetonivalmisteesta kannattaa huomioida. Merkittävä tekijä valinnassa on myös kustannukset. Kustannuksia pohdittaessa ei pidä tarkastella pelkästään hankinnan ja työn hintaa. Sirotepintausta on halvempi materiaalina ja työn osalta, mutta sen lyhyempi käyttöikä nostaa helposti kustannukset korkeammaksi kuin kovabetonipintausten tekeminen. Pinnoitetyyppejä valittaessa tulee siis tarkastella sen kustannukset koko elinkaaren ajalta.

Kohteena olleessa pysäköintilaitoksessa käytettiin MasterTop 450 PG korundipohjaista kovabetonia. Kyseinen tuote on esisekoitettu lattiapäällyste. Tuote toimitetaan työmaalle kosteudelta suojatuissa säkeissä kuivatuotteena. Työmaalla tarvitsee vain sekoittaa kuiva-aines veden kanssa ja näin saadaan käyttövalmista kovabetonimassaa. MasterTop 450 PG:n sideaineena on portlandsementti, jota on vahvistettu polyakryylinitriili-kuiduilla. Runkoaines muodostuu mineraalirunkoaineista, joilla on korundin kanssa sekoitettuna korkea kovuus. Runkoaineen raekoko on 0–3,15 millimetriä. Tuote soveltuu sekä pumpattavaksi että kaadettavaksi. Tuotetta voidaan käyttää karkeiden ja epätasaisten betonilattioiden tasoitukseen 8–50 millimetrin paksuisena kerroksena, mutta sen optimaalinen kerrospaksuus on 10–30 millimetriä. Valmistajan ohjeiden mukaan käytetty tuote täyttää EN 206-1 mukaisesti luokitukset XC4, XF4, XD3 ja XA3. (Master Builders Solutions Finland Oy julkaisuaika tuntematon.)

4.2 Käyttökohteet

Kovabetonin tyypillisiä käyttökohteita ovat rakennukset, joiden latioilta vaaditaan hyvää kulutuskestävyyttä ja/tai tasaisuutta. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi pysäköintilaitokset sekä teollisuusrakennukset. Näiden vaatimusten saavuttamiseksi kovabetonipintausta on paras vaihtoehto. Edes nykyaikaisella laserlevitystekniikalla ei päästä yksikerrosvalulla tasaisuuden osalta samaan lopputulokseen kuin kovabetonipintaauksella on mahdollista päästä. Kovabetonipintausta soveltuu tiiviytensä vuoksi käytettäväksi myös elintarviketeollisuuden kohteisiin, joissa vaaditaan korkeaa hygieniaa. Tavallisen

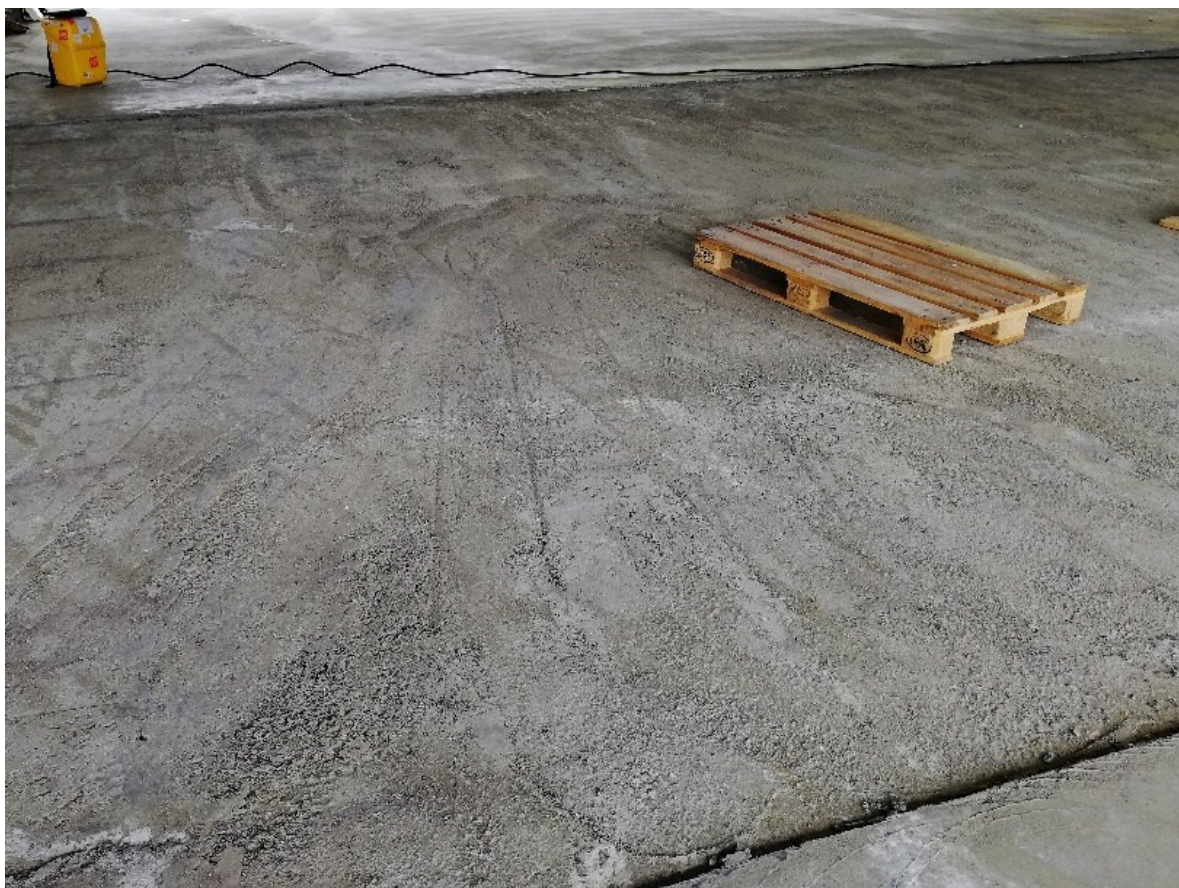
betonilattian tapaan kovabetonipintauksen tiiveyttä ja öljyä vastaan voidaan parantaa vielä entisestään silikaattipohjaisella impregnointiaineella. (Matsinen 2008, 59–63.)

Lisäksi kovabetonipintausta soveltuu korjausrakentamiseen erinomaisesti. Kuluneet ja vanhat betonilattiat, joiden kantavuus ei ole oleellisesti heikentynyt, voidaan korjata kustannustehokkaasti kovabetonipintauksella. Tällä menetelmällä säästytään olemassa olevan lattian piikkaamiselta ja kokonaan uuden lattian valamiselta. (EcoFloor Finland Oy julkaisuaika tuntematon.)

4.3 Alusrakenne

Kovabetonipintausta voidaan tehdä tuoretta tuoreelle -menetelmällä. Tällöin valettu betonipinta hierretään auki, kun se kestää kävelyn. Hiertoa tulee jatkaa kovabetonin levitykseen asti. Muuten työvaiheet ovat samat kuin kovettuneelle betonille valettaessa. (Fescon Oy 2021; Master Builders Solutions Finland Oy julkaisuaika tuntematon.) Työsuunnittelussa on tuoretta tuoreelle -menetelmää käytettäessä syytä huomioida kasvava resurssitarve. Kovabetonin levitykseen on lähes välttämätöntä varata oma työryhmä etenkin suurempia lattiavalukokonaisuuksia tehtäessä.

Kohteena olleessa pysäköintilaitoksessa kovabetonointi tehtiin kovettuneelle betonille. Kuorilaataston päälle tehtyyn liittovaluun rajattiin kovabetonoitava alue käyttäen kulmarautoja. Kovabetonoitavan alueen ulkopuolinen alue valettiin liittovalussa täyteen vahvuuteen. Kulmarautojen sisään jäänyt alue sen sijaan jätettiin kovabetonikerroksen verran eli kaksi senttimetriä vajaan (kuva 2). Kulmarautoja käyttämällä saatiin aikaiseksi siisti ja suora raja normaalin betonin ja kovabetonin välille. Kovabetonoitava alue jätettiin hiertämättä paremman tartunnan varmistamiseksi.



KUVA 2. Kulmarautoilla rajattu kovabetonialue (Salmela 2021, CC BY-SA)

Kulmaraudat kiinnitettiin kuorilaatastoon käyttämällä kierretankoa (kuva 3). Kuorilaattaan porattiin reikä, johon kierretanko lyötiin. Tämän jälkeen kulmarauta kiinnitettiin kierretankoihin kuusiomuttereilla. Molemmiin puolin kulmarautaa olevilla kuusiomuttereilla sekä tasolaserilla saatiin säädettyä kulmaraudan korkoasema oikeaksi. Kun kulmarauta oli asennettu oikeaan korkoon, varmistettiin sen paikallaanpysyvyys vielä hitsaamalla. Lisäksi katkaistiin kierretangon ylimääräinen osa, jotta se jäi kokonaisuudessaan betonipinnan alapuolelle.

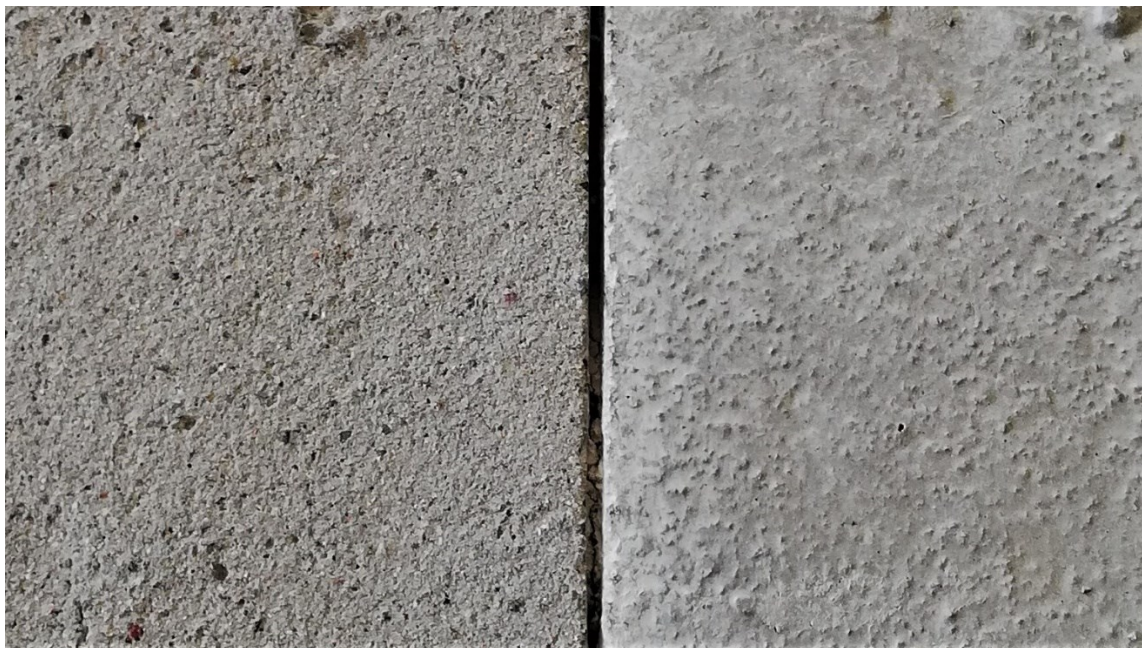


KUVA 3. Kulmaraudan kiinnitys kierretankoon (Salmela 2021, CC BY-SA)

4.4 Alusrakenteen esikäsitely

Kovabetonipintauksen riittävän tartunnan varmistamiseksi tulee alusrakenteena oleva kovettunut betoni esikäsitellä. Tartunnan kannalta esikäsitelymenetelmän tulisi olla sellainen, joka jättää betonin pintahuokoset avoimiksi. Tämänlaisia menettelyjä ovat sinkopuhdistuksen lisäksi esimerkiksi jyrshintä, hionta, hiekkapuhallus, happopeittaus, vesisuihkupuhdistus sekä liekkiharjaus. (Suomen betoniyhdistys ry 2010, 37–38.) Kohdetyömaalla suurin osa kovabetonialueista käsiteltiin sinkopuhdistuksella. Jyrshintää käytettiin vain ramppien alueella.

Sinkopuhdistuksessa alustaan singottavat metallihaulit poistavat huonolaatuisen pinnan. Singottu betonipinta on karhea, joten se soveltuu hyvin kovabetonipintauksen sekä muidenkin pintabetonilattoiden alustaksi. Sinkopuhalluksen etuna verrattuna jyrshintään on se, että sinkous ei vaurioita jäljelle jäävää betonipintaa. Sinkopuhalluksessa irtoava aines imetään suoraan säiliöön, joten se ei häiritse muita vieressä olevia työvaiheita. Mahdollisimman tasainen sinkoustulos varmistetaan ajamalla vähintään kahteen kertaan pinnan yli. Eri ajokerrat tulisi tehdä ristikkäisiin suuntiin. (Suomen betoniyhdistys ry 2010, 37; Suomen betoniyhdistys ry 2018a, 181.) Kuvassa 4 on selkeästi nähtävissä sinkopuhdistetun betonipinnan ero käsittelemättömään betonipintaan verrattuna. Sinkopuhalluksella on saatu poistettua betonin pinnasta sementtiliima sekä muu huonolaatuinen aines.



KUVA 4. Vasemmalla sinkopuhdistettu pinta, oikealla käsittelemätön pinta (Salmela 2021, CC BY-SA)

Jyrsintä jättää betonipinnan tavallisesti karheammaksi verrattuna singottuun pintaan. Jyrsinnän huonona puolena on se, että vain joihinkin jyrsintälaitteisiin on saatavilla yhteensopiva pölynimuri. Jyrsintä on siis harvoin täysin pölytön työvaihe. Kuten sinkopuhalluksessa, myös jyrsinnässä eri ajokerrat tulee tehdä ristikkäisiin suuntiin. Betonin pintahuokosten avoimuus voidaan varmistaa paineveysiuhkulla. Samalla alusta saadaan pestyä muusta liasta ja jyrsinnän mahdollisesti jättämästä säröil-leestä aineksesta. (Suomen betoniyhdistys ry 2018a, 181.)

4.5 Olosuhteet ja niiden hallinta

Olosuhteilla on suuri merkitys kovabetonoinnin onnistumisessa. Tärkeimpiä valuolosuhdetekijöitä ovat lämpötila, ilmavirtaukset, auringon paiste sekä ilmankosteus. Myös riittävään valaistukseen on syytä kiinnittää huomiota. Hyvien kovettumisolosuhteiden kannalta ihanteellinen tilanne on sellainen, jossa betonimassan, valutilan ja ympäröivien rakenteiden lämpötila on yhtäläinen ja tasainen. Lämpötilaerot lisäävät veden haihtumista tuoreen betonin pinnalta, jolloin jälkihoito voidaan joutua aloittamaan jo kesken hiertojen. (Suomen betoniyhdistys ry 2018a, 166–167.) Kohteessa käytetylle kovabetonille oli asetettu lämpötilaolojen suhteen vaatimukseksi 5–25 °C. Materiaalin, veden sekä ympäristön lämpötilan tuli olla tällä välillä. (Master Builders Solutions Finland Oy julkaisuaika tuntematon.)

Ilmavirtaukset kasvattavat plastisen kutistuman aiheuttaman halkeilun riskiä merkittävästi. Kosteuden haihtumisen aiheuttama lattiapinnan kuivuminen nopeutuu ilmavirtausten vuoksi. Ilmavirtaukset tulee minimoida peittämällä työnaikaiset aukot, sekä esimerkiksi avonaiset julkisivut. Viikon kuluttua valusta ilmavirtausten vaikutus kosteuden haihtumiseen alkaa olemaan merkityksetön. Myös alhainen ilmankosteus nopeuttaa kosteuden haihtumista tuoreesta betonimassasta. (Suomen betoniyhdistys ry 2018a, 167–169.) Kohteessa julkisivurakenne oli pinta-alaltaan noin kolmasosan avointa. Tämän vuoksi etenkin tuulisella ja sateisella kelillä julkisivua jouduttiin peittämään kevytpeitteitä käyttäen.

4.6 Massan sekoitus ja levitys

Massan sekoittamiseen voidaan käyttää esimerkiksi isoa tasosekoitinta tai laastipumppua. Valmistaja ilmoittaa kohteessa käytetylle kovabetonille sekoitussuhteeksi 2,7–3,3 litraa vettä 25 kilogrammaa kohti. Sekoitussuhteella, jossa vettä on 3,1 litraa, saadaan valmista laastia noin 12,5 litraa. Tällöin yhdestä 1000 kilogramman säkistä valmista laastia saadaan noin 500 litraa eli noin 0,5 kuutiometriä. Kahden senttimetrin kerrosvahvuudella yhdellä säkillä saadaan valettua noin 25 neliömetrin kokoinen alue. (Master Builders Solutions Finland Oy julkaisuaika tuntematon.)

Kohteessa tehtiin valuja joko tasosekoittimella ja kottikärryillä tai laastipumpulla. Näistä tasosekoitin oli käytössä useimmissa valuissa. Tähän syynä oli laastipumpun rikkoutuminen. Tasosekoittimella valunopeus oli keskimäärin 0,76 m³/h eli kahden senttimetrin kerrosvahvuudella noin 38 m²/h. Valunopeus on laskettu massan sekoituksen alusta betonin levityksen loppuun. Hiertoa ei siis ole huomioitu valunopeutta laskettaessa. Käytössä olleen laastipumpun teoreettinen pumppauskapasiteetti oli noin 20 l/min. Tämä tarkoittaisi siis yli 1 m³/h valunopeutta. Valunopeutta hidastaa kuitenkin esimerkiksi kuiva-ainessäkien vaihtaminen. Näistä kahdesta vaihtoehdosta voidaan todeta laastipumpun olevan parempi vaihtoehto työtehon sekä etenkin työergonomian kannalta.

Massan levittäminen aloitetaan levittämällä tartuntamassa. Käytettäessä MasterTop 450 PG kovabetonia ei tarvita erillistä tartuntamassaa, vaan tartuntamassana voidaan käyttää kyseistä tuotetta. Tartuntamassa levitetään alustaan huolellisesti käyttäen kovaa harjaa. Alustan tulee olla ennen tartuntamassan levittämistä kostea, mutta ilman seisovaa vettä. (Master Builders Solutions Finland Oy julkaisuaika tuntematon.) Alustan kosteuttamiseen soveltuu hyvin peseminen paineellisella vedellä, koska tällöin alustasta saadaan pois epäpuhtaudet. Alustan kosteudesta on etenkin pidemmissä valuissa huolehdittava myös kesken valun. Kohteessa tartuntamassan levittämiseen käytettiin hierontokoneeseen kiinnitettävää harjaosaa (kuva 5). Alustan kastelu kannattaa aloittaa jo edeltävänä päivänä.



KUVA 5. Kovabetonimassan levittäminen (Salmela 2021, CC BY-SA)

Tartuntamassan jälkeen levitetään toinen kerros pumppaamalla tai kaatamalla. Tässä vaiheessa on tärkeää huomioida, että tartuntamassa ei saa keretä kuivamaan, vaan valu tehdään märkää märälle periaatteella. Kovabetoni tasoitetaan käyttämällä esimerkiksi linjalautaa (kuva 5). Linjalaudalle voidaan käyttää ohjureina muun muassa sopivan paksuisia terästankoja, jolloin kerrospaksuudesta tulee kauttaaltaan tasavahva (kuva 5). Massan levittämisen jälkeen seuraava työvaihe on massan hierto. Kovabetonipinta voidaan myös halutessa esimerkiksi kiillottaa. (Master Builders Solutions Finland Oy julkaisuaika tuntematon.)

4.7 Jälkihoito

Betonilattian jälkihoidolla on merkittävä rooli lattiavalun onnistumisessa. Muutoin hyvin ja laadukkaasti tehty lattia voidaan pilata riittämättömällä tai huonosti tehdyllä jälkihoidolla. Tutkimukset ovat osoittaneet, että olosuhteiden ollessa vaativat, betonipinnan jälkihoito on syytä aloittaa jo oikaisuvaiheessa varhaisjälkihoidolla. (Suomen Betonilattaiyhdistys ry julkaisuaika tuntematon.) Kohteessa liittovaluja tehdessä levitettiin varhaisjälkihoitoaine ennen betonipinnan hierron aloittamista olosuhteiden niin vaatiessa.

Betonin jälkihoito on oikeiden ympäristöolosuhteiden varmistamista sekä betonirakenteen suojaamista ulkoisilta rasituksilta. Ensisijainen tarkoitus on ehkäistä betonipinnan liian nopeaa kuivumista. Liian nopea kuivuminen aiheuttaa plastista kutistumista, joka voi olla suuruudeltaan jopa kymmenkertainen verrattuna betonin kuivumiskutistumaan. Jälkihoidolla varmistetaan muun muassa betonilattian pinnan lujuus, tiiviys, vähäinen pölyävyys, vähäinen halkeilu sekä kulutuskestävyys. (Suomen Betonilattaiyhdistys ry julkaisuaika tuntematon.)

Jälkihoitomenetelmiä on useita erilaisia ja oikea menetelmä tulee valita aina tapauskohtaisesti. Valittaessa soveltuva menetelmä tulee huomioida jälkihoidon tavoitteet, olosuhteet, työmenetelmät, betonin ominaisuudet sekä pinnalle asetetut laatuvaatimukset. Varhaisjälkihoito voidaan toteuttaa betonipinnan oikaisun yhteydessä sumuttamalla betonipinnalle varhaisjälkihoitoainetta tai huolehtimalla pinnan kosteudesta vesisumun avulla. Vettä käytettäessä tulee kuitenkin huolehtia, että vettä ei suihkuteta liikaa. Betonipinnalle voidaan myös levittää muovikalvo. (Suomen Betonilattaiyhdistys ry julkaisuaika tuntematon.)

Varsinaiseen jälkihoitoon soveltuvat menetelmät ovat jälkihoitoaineen sumuttaminen viimeisen hiekkokerran yhteydessä, betonipinnan välitön suojaus muovikalvolla pinnan viimeistelyn jälkeen, kovettuneen pinnan kastelu ja muovikalvon tai tiiviin suojapeitteen levittäminen, pinnan pitäminen kosteana jatkuvalla kastelulla tai kasteltavan kankaan käyttö. Kankaaksi soveltuu esimerkiksi suodatin kangas. Jälkihoitoajan pituuteen on vaikutusta muun muassa olosuhteilla, ympäristöluokalla ja betonin kovettumisnopeudella. Tarvittava jälkihoitoaika tulee siis varmistaa aina tapauskohtaisesti. (Suomen Betonilattaiyhdistys ry julkaisuaika tuntematon.)

Kohteen liittovalujen jälkihoitoon käytettiin menetelmää, jossa kovettuneelle betonipinnalle levitettiin suodatinkangas ja se pidettiin kosteana (kuva 6). Itsessään tämä menetelmä on kuitenkin liian myöhäinen, joten tähän yhdistettiin myös jälkihoitoaineen levitys pinnan viimeistelyn jälkeen. Suodatinkangas levitettiin tapauskohtaisesti joko samana iltana tai valusta seuraavana päivänä. Kovabetonivalujen jälkihoitomenetelmänä oli pinnan viimeistelyn jälkeen levitetty jälkihoitoaine sekä seuraavana aamuna kastelu sekä muovikalvon levittäminen (kuva 7). Kohteessa betonoinnit ja niiden jälkihoito onnistuivat käytetyillä menetelmillä erinomaisesti. Halkeamien määrä oli vähäinen kokonaispinta-alaan nähden.



KUVA 6. Liittovalun jälkihoito (Salmela 2021, CC BY-SA)



KUVA 7. Kovabetonin jälkihoito (Salmela 2021, CC BY-SA)

4.8 Työturvallisuus

Hyvän työturvallisuuden varmistaminen alkaa jo suunnitteluvaiheessa. Rakennuttaja laatii turvallisuusasiakirjan, josta ilmenee hankkeessa ilmenevät vaara- ja haittatekijät. Asiakirjassa on myös työturvallisuutta sekä työterveyttä koskevat tiedot. Pääurakoitsija vastaa työmaan aikaisesta turvallisuussuunnittelusta. Pääurakoitsija laatii suunnitelmat, joilla rakennustyö, esimerkiksi kovabetonointi, toteutetaan mahdollisimman turvallisesti. (Työsuojeluhallinto 2021.)

Turvallisuuden ylläpitäminen on jatkuva prosessi. Turvallisuuden ylläpito pitää sisällään rakennustöiden turvallisuussuunnittelun, työhön opastamisen ja perehdyttämisen sekä yhteistoiminnan koko työmaan välillä. (Lehtinen & Rakennustieto Oy 2019.) Perehdyttämisen tarkoituksena on varmistaa muun muassa, että työntekijä tuntee työmaan, tiedostaa työhön liittyvät vaarat ja keskeiset turvallisuusohjeet, ymmärtää tarvittavien henkilönsuojainten merkityksen sekä tietää, kenelle puutteista ilmoitetaan ja, kuinka mahdollisessa onnettomuustilanteessa toimitaan. Perehdyttämällä pyritään siis varmistamaan yksittäisen työntekijän turvallinen työnsuoritus. (Ratu 5011. Työntekijän perehdytys (lomake) 2011, 1.)

Yksittäisen tehtävän turvallisuussuunnitteluun soveltuu esimerkiksi työn turvallisuussuunnitelma (TTS) -lomake. Lomakkeeseen kirjataan kaikki työtehtävän vaiheet. Tämän jälkeen jokaisen työvaiheen vaarat tunnistetaan ja kirjataan tavat, joilla tunnistetut vaarat hallitaan. Lomakkeeseen kirjataan myös työn vaaroille altistuvat henkilöt. (Työturvallisuuskeskus ry julkaisuaika tuntematon.) Työn turvallisuussuunnitelma käydään läpi työvaiheen aloituspalaverissa, jolloin työn vaarat ja keinot niiden hallitsemiseen saatetaan myös työryhmän tietoon.

Betoni ärsyttää ihoa, koska se on voimakkaasti emäksinen materiaali (pH 12–13). Tämän vuoksi onkin syytä varmistua siitä, että työryhmä tuntee betonin käsittelyyn liittyvät vaaratekijät ja noudattaa turvallista betonin käsittelytapaa. Tuoretta betonia käsiteltäessä tulee käyttää seuraavia henkilösuojaimia:

- suojakypärä
- suojalasit
- vedenpitävät suojakäsineet
- ihoa suojaavat housut ja paita
- kumisaappaat, joissa varvassuoja ja naulaanastumissuojaus
- polvisuojat tai vettä läpäisemätön suojus, jos työ edellyttää polvistumista tuoreeseen betoniin

(Suomen betoniyhdistys ry julkaisuaika tuntematon, d).

Normaalin betonin tapaan myös kovabetoni sisältää sementtiä, joten sekin on voimakkaasti emäksinen materiaali. Emäksisyytensä vuoksi tuore kovabetonimassa voi aiheuttaa ärsytystä iholla ja vakavimmassa tapauksessa jopa kemiallisen palovamman. Pitkää ihokosketusta sekä etenkin massan päätymistä silmiin on tärkeää välttää. Valmistaja ohjeistaa ihokosketuksissa pesemään ihon välittömästi vettä ja saippuaa käyttäen. Tuotteen päätyessä silmiin, tulee silmät huuhdella runsaalla vedellä sekä ottaa yhteys lääkäriin. (Master Builders Solutions Finland Oy julkaisuaika tuntematon.)

Käytettäessä pumppua betonivaluun tulee huomioda, että tukkiutuessaan letkuun muodostuu erittäin suuri paine. Letkun räjähtäessä sinkoutuva betonimassa sekä itse letku voivat aiheuttaa jopa hengenvaaran. Kohteessa kovabetonointiin käytetyn laastipumpun paine sai olla maksimissaan 30 Bar (Knauf Oy 2014). Tukkiutuessa letkuun kuitenkin syntyy painepiikki, jolloin paine letkussa voi nousta huomattavasti suuremmaksi.

Betonia hiottaessa vapautuu kvartsipölyä, jonka kansainvälinen syöpäjärjestö IARC on luokitellut syöpävaaralliseksi aineeksi. Kvartsipöly voi aiheuttaa myös silikoosia. Ensisijaisesti pölyäminen tulisi estää käyttämällä vähemmän pölyävää materiaalia tai työmenetelmää. (Työterveyslaitos julkaisuaika tuntematon.) Betonin hiontaan soveltuu kohdepoisto ja tarvittaessa hengityssuojaimen käyttö. Kohteessa käytetyssä hiontalaitteistossa käytettiin kohdepoistoa, jolla pölyn leviämistä ympäristöön pystyttiin vähentämään merkittävästi. Kovabetonimassaa sekoittaessa on syytä käyttää hengityssuojainta, koska kuiva-aines pölyää runsaasti.

4.9 Laadunvarmistus

Ennen kovabetonoinnin aloitusta pidetään aloituspalaveri. Aloituspalaverissa sovitaan työryhmän tai aliurakoitsijan kanssa työn toteutukseen liittyvät asiat. Sovittavia asioita ovat esimerkiksi varastoinnin ja suojausten hoitaminen sekä vastuuhenkilöt. Aloituspalaverissa käydään läpi turvallisuus- ja laatusuunnitelmat sekä aikataulu ja työajat. Myös laadunvarmistustoimenpiteet käsitellään aloituspalaverissa. Aloituspalaverista laaditaan muistio, joka liitetään osaksi työmaa-asiakirjoja. (Ratu 0404 Pintabetonityöt. Menekit ja menetelmät 2012, 15; Ratu 0405 Lattiatasoitetyöt. Menekit ja menetelmät 2012, 12.)

Ennen työvaiheen alkua työmaalla tarkastetaan koneiden ja laitteiden toimivuus ja sopivuus kyseiseen työvaiheeseen. Tarkastuksista tehdään kirjallinen merkintä esimerkiksi työmaapäiväkirjaan. Työkohteen valmius tarkastetaan, jotta voidaan varmistua työn suunnitelmien mukaisesta toteutuksesta. (Ratu 0404 Pintabetonityöt. Menekit ja menetelmät 2012, 15; Ratu 0405 Lattiatasoitetyöt. Menekit ja menetelmät 2012, 12.) Kohteessa koneiden ja laitteiden tarkastuksista laadittiin erillinen tarkastuskortti. Kovabetonipintausta varten alustan tulee olla käsitelty esimerkiksi sinkopuhdistuksella sekä puhdistettu ja kasteltu materiaalivalmistajan ohjeiden mukaisesti. Työmaalle varataan materiaaleille tarvittava varastointialue sekä siirto- ja nostokalusto (Ratu 0404 Pintabetonityöt. Menekit ja menetelmät 2012, 15; Ratu 0405 Lattiatasoitetyöt. Menekit ja menetelmät 2012, 12.)

Ensimmäinen osakohte tarkistetaan mallityönä. Mallityö tehdään samalla työryhmällä, materiaaleilla ja menetelmillä, joilla myös loput osakohteet tullaan tekemään. Mallityöstä tarkistetaan sen suunnitelmienmukaisuus ja teknisten sekä ulkonäöllisten laatuvaatimusten täyttyminen. Mahdolliset puutteet ja virheet korjataan ennen seuraavaan osakohteeseen siirtymistä. Mallityöstä tehdään muistio, joka liitetään osaksi työmaa-asiakirjoja. (Ratu 0404 Pintabetonityöt. Menekit ja menetelmät 2012, 15; Ratu 0405 Lattiatasoitetyöt. Menekit ja menetelmät 2012, 12.)

Työn aikana laatuun ja laadunvarmistukseen liittyvät asiat kirjataan esimerkiksi työmaapäiväkirjaan. Toteutuvan asennuksen laatua seurataan ja sitä verrataan hyväksytyyn mallityöhön. Mahdollisten laatupoikkeamien syyt selvitetään ja korjataan välittömästi. (Ratu 0404 Pintabetonityöt. Menekit ja menetelmät 2012, 15; Ratu 0405 Lattiatasoitetyöt. Menekit ja menetelmät 2012, 12.)

Työn valmistuttua asiakirjat arkistoidaan ja valmis työ tarkastetaan ennen sen luovutusta. Luovutus-tarkastuksessa kovabetonoinnista tarkistetaan sen suunnitelmienmukaisuus esimerkiksi pinnan laadun osalta. Luovutuksen yhteydessä urakoitsija luovuttaa rakennuttajalle kovabetonointia koskevat tarpeelliset dokumentit. (Ratu 0404 Pintabetonityöt. Menekit ja menetelmät 2012, 15; Ratu 0405 Lattiatasoitetyöt. Menekit ja menetelmät 2012, 12.)

Kohteessa kaikista kovabetonoitavista osakohteista täytettiin erillinen kovabetonointipöytäkirja. Pöytäkirjaan merkattiin muun muassa toimittajan tiedot, betonilaatu, betonointitapa, sääolosuhteet, jälkityöt sekä betonoinnin kesto. Pöytäkirjan avulla saadaan muun muassa laskettua valunopeus, jota voidaan hyödyntää tulevien kohteiden aikataulutuksessa. Pöytäkirjaan tehtiin myös merkintä kovabetonoitavan alueen alustasta sen tarkastamisen jälkeen. Sääolosuhteet merkattiin sekä betonoin-

nin alussa että lopussa. Tällä dokumentoitiin materiaalivalmistajan asettamien sääolosuhdevaatimusten täytyminen. Jälkitöistä dokumentoitiin pinnan hiertotapa, jälkihoitotapa sekä jälkihoidon kesto. Pöytäkirjaan merkittiin myös mahdolliset työn keskeytykset tai työssä ilmenneet ongelmat.

5 MUUT LATTIAPÄÄLLYSTEET

5.1 Sirotteet

Sirotteita käytetään betonilattian kulutuskestävyyden parantamiseen. Sirote levitetään hierron yhteydessä tuoreen betonin pintaan. Kuivasirote koostuu tyypillisesti sideaineesta, runkoaineesta sekä mahdollisista lisäaineista. Sirotteissa sideaineena toimii sementti ja runkoaineena käytetään kestäviä runkoaineita, joita ovat esimerkiksi kvartsi, korundi ja teräs. Lisäaineilla parannetaan tuotteen työstettävyyttä ja toimintaa. Sirotteeseen voidaan lisätä myös väriainetta, jolla betonilattian väriä saadaan muunneltua halutun kaltaiseksi. Sirote ottaa sitoutumisreaktion tarvitsemansa veden betonimassasta. Parhaan mahdollisen tartunnan varmistamiseksi hierto tulee ajoittaa oikea-aikaisesti. (Betoniteollisuus ry julkaisuaika tuntematon, c.)

Sirotteita käyttämällä on kuitenkin vaikea päästä yhtä hyvään lattian tasaisuuteen ja suoruuteen kuin kovabetonilla. Tämä johtuu siitä, että kovabetonia käytettäessä voidaan tehdä ns. kaksikerrosvalu, jolloin parhaan tasaisuusluokan saavuttaminen on helpompaa. Sirotteiden etuna on se, että hyvän kulutuskestävyyden omaavan lattian tekemiseen ei vaadita kahta valukertaa, vaan sirote levitetään jo valun yhteydessä.

5.2 Silikaatti-impregnointi

Betonilattian kulutuskestävyyden parantamiseen soveltuu myös silikaatti-impregnointi. Tämä tarkoittaa silikaattipohjaisen tiivistysaineen imeyttämistä betonipintaan. Silikaattipohjainen tiivistysaine reagoi betonissa olevan kalsiumhydroksidin kanssa ja tiivistää sekä kovettaa betonin noin 5–15 millimetrin syvyyteen asti. Silikaattikäsittely vähentää tai jopa poistaa lattian pölyävyyden. Lisäksi silikaattikäsittely estää esimerkiksi öljyn ja muiden erilaisten kemikaalien imeytymisen betonin huokosiin. (Betoniteollisuus ry julkaisuaika tuntematon, d.) Silikaattikäsittelyllä voidaan päästä kulutuskestävyysluokkaan 1 (Suomen betoniyhdistys ry 2018a, 24).

Kohteena olleeseen pysäköintilaitokseen silikaattikäsittely tehtiin alueille, joille kovabetonipintausta ei tehty. Käsittely tehtiin hiotulle betonipinnalle. Kuten sirotteilla, myös silikaatti-impregnoinnilla voidaan päästä hyvään kulutuskestävyysluokkaan kovabetonointia pienemmällä työmäärällä.

6 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä kovabetoniin materiaalina sekä löytää sille soveltuvimmat työmenetelmät. Opinnäytetyöhön pyrittiin sisällyttämään mahdollisimman paljon luotettavaa lähdetietoa omien havaintojen tueksi. Työmaalla tehtyjen havaintojen perusteella voidaan todeta, että työkohteessa käytetyt työmenetelmät kovabetonoinnissa kyseisellä materiaalilla olivat toimivia. Suosittelen massan levittämiseen ehdottomasti laastipumpun käyttöä sen vaivattomuuden vuoksi. Laastipumpulla päästään parempaan työtehoon kuin käyttämällä tasosekoitinta ja kottikärryjä. Laastipumppua käytettäessä myös työn kuormittavuus on huomattavasti vähäisempää. Käytettäessä toista kovabetonivalmistetta voivat kuitenkin poikkeavat työmenetelmät toimia paremmin.

Opinnäytetyön tekeminen ja työnjohtoharjoittelu lisäsivät huomattavasti omaa tietouttani kovabetonista sekä yleensäkin betonitöistä. Koen opinnäytetyön toimivan hyvänä tietolähteenä myös muille. Opinnäytetyöhön kerättiin tavoitteiden mukaisesti relevanttia teoriatietoa kovabetonista sekä betonilattioista, mitä työmaalla tehdyt havainnot ja huomiot tukevat ja täydentävät. Opinnäytetyö rajattiin käsittelemään pienempien alueiden, esimerkiksi ajoratojen, kovabetonointia. Suurempia valukokonaisuuksia tehdessä tarpeen olisi tarkastella suuremman ja tehokkaamman pumpun käytön tarvetta massan sekoitukseen ja levitykseen. Opinnäytetyöhön olisi voinut sisällyttää myös enemmän isompien alueiden valamiseen liittyvää asiaa, mutta aiheen rajaus tehtiin työkohteen mukaisesti. Opinnäytetyö valmistui aikataulussa ja sen sisältö muodostui suunnitellun kaltaisesti. Opinnäytetyöprosessi oli siis kokonaisuudessaan onnistunut.

Tämä opinnäytetyö tulee myös toimimaan esimerkkinä mahdollisille uusille opinnäytetöille kovabetonipintauksista. Jatkotutkimuksena olisi mielenkiintoista nähdä opinnäytetyö, jossa vertaillaan normaalin betonin ja kovabetonin kulumista pysäköintilaitoksen tai muun nastarengaskulutukselle alttiin lattian pinnassa.

LÄHTEET

- Betoniteollisuus ry julkaisuaika tuntematon, a. Todellisia ja luultuja ongelmia. Verkkajulkaisu. Betoni.com verkkopalvelu. <https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/ominaisuudet-ja-edut/ongelmia-ja-luuloja/>. Viitattu 30.9.2021.
- Betoniteollisuus ry julkaisuaika tuntematon, b. Betonin vaurioituminen. Verkkajulkaisu. Betoni.com verkkopalvelu. <https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/ominaisuudet-ja-edut/betonin-vaurioituminen/>. Viitattu 1.10.2021.
- Betoniteollisuus ry julkaisuaika tuntematon, d. Betonipintaiset lattiat. Verkkajulkaisu. <https://betoni.com/arkkitehtisuunnittelu/arkkitehtisuunnittelu/lattiat/betonipintaiset-lattiat/>. Viitattu 22.10.2021.
- Betoniteollisuus ry julkaisuaika tuntematon, d. Suojaus ja pölynsidonta. Verkkajulkaisu. <https://betoni.com/arkkitehtisuunnittelu/arkkitehtisuunnittelu/lattiat/suojaus-ja-polynsidonta/>. Viitattu 6.10.2021.
- EcoFloor Finland Oy julkaisuaika tuntematon. Kovabetonilattiat. Verkkajulkaisu. <https://ecofloor.fi/tuotteet/kovabetonilattiat/>. Viitattu 7.10.2021.
- Fescon Oy 2021. Fescotop F90K kovabetoni. Esite. <https://www.fescon.fi/tuotteet/fescotop-lattiasirotteet/1470/fescotop-f90k-kovabetoni>. Viitattu 11.10.2021.
- Kauppalehti 2021. Taloustiedot. Verkkajulkaisu. <https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/maanrakennuspalvelu+mikko+lyytinen+oy/03573525>. Viitattu 8.11.2021
- Knauf Oy 2014. PFT G 4 X Smart -tuotekortti. Esite. https://knauf.fi/fileadmin/user_upload/tuotekortit/tko_pft_g_4_x_smart.pdf. Viitattu 19.10.2021.
- Lehtinen Reijo S, Rakennustieto Oy 2019. Rakennushankkeen työturvallisuus 2019. Selkokirja. RT Tietoväylä verkkopalvelu. Rakennustieto Oy. <https://rt.rakennustieto.fi/etusivu>. Viitattu 18.10.2021.
- Maanrakennuspalvelu Mikko Lyytinen Oy julkaisuaika tuntematon. Verkkajulkaisu. <https://www.maanrakennuslyytinen.fi/>. Viitattu 28.9.2021.
- Master Builders Solutions Finland Oy julkaisuaika tuntematon. MasterTop 450 PG. Esite. https://assets.master-builders-solutions.com/fi-fi/mbs_mastertop_450_pg_fi.pdf. Viitattu 11.10.2021.
- Matsinen, Martti 2008. Betonilattiapinnoitukset osa 1 – Sementtipohjaiset pinnoitteet. Betoni-lehti 78 (4), 59–63. <https://betoni.com/betonilehti/42008/>. Viitattu 12.10.2021.
- Ratu 0404 Pintabetonityöt. Menekit ja menetelmät 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS, Talonrakennusteollisuus ry. <https://rt.rakennustieto.fi/etusivu>. Viitattu 21.10.2021
- Ratu 0405 Lattiatasoitetyö. Menekit ja menetelmät 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS, Talonrakennusteollisuus ry. <https://rt.rakennustieto.fi/etusivu>. Viitattu 21.10.2021
- Ratu 5011 Työntekijän perehdyttäminen (lomake) 2011. Helsinki: Rakennusteollisuus RT ry, Rakennustietosäätiö RTS. <https://rt.rakennustieto.fi/etusivu>. Viitattu 18.10.2021.
- Salmela, Jere 2021. Kohteen välipohjarakenteen periaate. Valokuva. 13.10.2021. Kuopio: Jere Salmelan kokoelmat.
- Salmela, Jere 2021. Kulmarautoilla rajattu kovabetonialue. Valokuva. 20.5.2021. Kuopio: Jere Salmelan kokoelmat.

Salmela, Jere 2021. Kulmaraudan kiinnitys kierretankoon. Valokuva 10.5.2021. Kuopio: Jere Salmelan kokoelmat.

Salmela, Jere 2021. Vasemmalla sinkopuhdistettu pinta, oikealla käsittelemätön pinta. Valokuva 29.6.2021. Kuopio: Jere Salmelan kokoelmat.

Salmela, Jere 2021. Kovabetonimassan levittäminen. Valokuva 5.8.2021. Kuopio: Jere Salmelan kokoelmat.

Salmela, Jere 2021. Liittovalun jälkihoito. Valokuva 13.5.2021. Kuopio: Jere Salmelan kokoelmat.

Salmela, Jere 2021. Kovabetonin jälkihoito. Valokuva 5.8.2021. Kuopio: Jere Salmelan kokoelmat.

Suomen Betonilattiyhdistys ry julkaisuaika tuntematon. BLY-3 Jälkihoito-ohje. Verkkojulkaisu. <http://www.bly.fi/File/bly-3.pdf?rnd=1290757363>. Viitattu 13.10.2021.

Suomen betoniyhdistys ry 2010. BY 54/BLY 12 Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2010. Helsinki: Betonova Oy.

Suomen betoniyhdistys ry 2018a. BY 45/ BLY 7 Betonilattiat 2018. Helsinki: BY-Koulutus Oy.

Suomen betoniyhdistys ry 2018b. BY 201 Betonitekniiikan oppikirja 2018. 6. painos. Helsinki: BY-Koulutus Oy.

Suomen betoniyhdistys ry julkaisuaika tuntematon, a. Betonin ja rasitusluokan valinta. Verkkojulkaisu. Betonitieto.fi verkkopalvelu. <https://www.betonitieto.fi/suunnittelijat/betonirakenteiden-suunnittelu-talonrakentaminen/rakenteiden-toteutus suunnittelu-ja-mitoitus/betonin-ja-rasitusluokan-valinta.html>. Viitattu 30.9.2021.

Suomen betoniyhdistys ry julkaisuaika tuntematon, b. Kuivumiskutistuma. Verkkojulkaisu. Betonitieto.fi verkkopalvelu. <https://www.betonitieto.fi/oppiminen/opetuksen-tukimateriaali/betonin-ominaisuudet-ja-valinta/kovettuneen-betonin-ominaisuudet/kuivumiskutistuma.html>. Viitattu 8.10.2021.

Suomen betoniyhdistys ry julkaisuaika tuntematon, c. Maanvarainen lattia. Verkkojulkaisu. Betonitieto.fi verkkopalvelu. <https://www.betonitieto.fi/suunnittelijat/betonirakenteiden-suunnittelu-talonrakentaminen/betonirakenteiden-luonnos-ja-konseptisuunnittelu/betonilattiat/maanvaraiset-lattiat.html> Viitattu 11.10.2021.

Suomen betoniyhdistys ry julkaisuaika tuntematon, d. Työturvallisuus betonitoissa. Verkkojulkaisu. Betonitieto.fi verkkopalvelu. <https://www.betonitieto.fi/tyomaat/betonitoiden-johtaminen-talonrakentaminen/tyoturvallisuus-betonitoissa.html#turvallisuussuunnittelu>. Viitattu 19.10.2021.

Työsuojeluhallinto 2021. Työolot, rakennusala. Verkkojulkaisu. Työsuojelu.fi verkkopalvelu. Päivitetty 21.9.2021. <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/rakennusala>. Viitattu 14.10.2021.

Työterveyslaitos julkaisuaika tuntematon. Kvartsi (kiteinen piioksidi). Verkkojulkaisu. <https://www.ttl.fi/kemikaalit-ja-tyo/kvartsi/>. Viitattu 20.10.2021.

Työturvallisuuskeskus ry julkaisuaika tuntematon. Työn turvallisuussuunnitelma (TTS). Pdf-tiedosto. https://ttk.fi/files/3660/Turvallisuussuunnitelma_lomake.pdf. Viitattu 19.10.2021.