



Timo Kuukkola



Timo Kuukkola

1.2 Helsingin Kampin bussiterminaalin lattioiden kulutusrasitus on kova ja lisäksi bussien pyörien mukana kulkeutuvat tiesuolat lisäävät kloridirasitusta merkittävästi. Lattiat on tehty sirotepintaaisina.

3 Kampin bussien paikoitusruutujen reunat on vahvistettu teräsreunuksin. Kovaa kulutusta kestävä harmaa sirote-lattia edellytti erikoisrunkoaineisia sisältävän sirotteen käyttämistä ja kohteessa tuotteeksi valittiin korundia sisältävä Neodur HE2.

Liikennöidyissä kohteissa samoin kuin kovan kulutuksen teollisuusaltoissa yksi tärkeimpiä suunnittelutekijöitä on pinnan kulutuskestävyys. Yleisimpänä menetelmänä kulutuskestävyyden varmistamiseksi on pintasirotteen käyttäminen. Tässä artikkelissa käsitellään Kampin bussiterminaalin pohjalta tekijöitä, jotka tulee huomioida pintasirotetta valittaessa ja sirotepintaa tehtäessä erityisesti rakennesuunnittelijan ja arkkitehdin sekä lattiaurakoitsijan kannalta.

KAMPIN BUSSITERMINAALI

Kampin bussiterminaalissa jo itse lattiabetonin valinta oli vaativa toimenpide. Runkorakenteiden betonille on asetettu 100 vuoden käyttöikävaatimus, jona aikana karbonatisoituminen tai kriittinen kloridipitoisuus ei saa saavuttaa raudoitusta. Diplomi-insinööri *Teuvo Meriläinen* on käsitellyt kohteen betonilaadun valintaa jo aiemmin (Betoni 2/2004), joten sitä ei tässä artikkelissa käsitellä.

Vaikka perusbetoni on tehty täyttämään korkeat vaatimukset, on riski ongelmille bussiterminaalin lattioissa silti suuri. Bussien kulutusrasitus on kova

ja lisäksi bussien pyörien mukana kulkeutuvat tiesuolat lisäävät kloridirasitusta merkittävästi. Tekniikan lisensiaatti *Aki Meuronen Insinööritoimisto Aaro Kohonen Oy:stä* tutki eri vaihtoehtoja riskin poistamiseksi ja päätyi pintasirotteen käyttämiseen tuoreen betonin pinnassa.

Suomessa ei pintasirotteiden eri tyypeille ole mitään erityisiä vaatimuksia ja näin tässä kohteessa jouduttiin turvautumaan Saksassa käytettyihin vaatimuksiin. Tarjouskyselyssä asetettiin vaatimukset käytettävän sirotteen kovuudelle (Mohs >7), taivutuslujuudelle (>10 MPa), puristuslujuudelle (>70 MPa) ja kulumiselle (< 7 cm³/50 cm²). Kaikkien näiden arvojen täyttäminen edellytti erikoisrunkoaineisia sisältävän sirotteen käyttämistä ja kohteessa tuotteeksi valittiin korundia sisältävä Neodur HE2.

KOVAN KULUTUKSEN BETONILATTIA

Betonilattian kulutuskestävyysluokat ja niiden mitausperusteet on määritelty Betonilattiaohjeissa (BLY 7 / by 45). Kulutuskestävyys jaetaan ohjeissa neljään luokkaan, 1-4, joista 1 on vaativin. Teollisuuskohteissa, joissa kulutuskestävyys on merkittävä laatuksiteeri, ei tulisi käyttää huonompaa laatu-luokkaa kuin 2. Vaativimmissa kohteissa suositellaankin yleensä käytettäväksi kulutuskestävyysluokkaa 1 ja vähemmän vaativissa teollisuuskohteissa luokkaa 2. Mikäli kohteessa ei ole liikennekuormia eikä siellä käytetä kovapyöräisiä trukkeja, voidaan harkinnan mukaan käyttää myös kulutuskestävyysluokkaa 3.

Betonilattiaohjeen rakentamista koskevassa osassa on käsitelty tapoja saavuttaa eri kulutuskestävyysluokat. Luokkaa 1 ei ohjeiden eikä käytännön kokemustenkaan mukaan ole mahdollista saavuttaa kuin siroteilla tai erillisellä 10...20 millimetrin kovabetonipinnalla.

Kovabetonipinta voidaan tehdä ns. tuoretta-tuoreelle-menetelmällä tai jälkivaluna. Kovabetonipintaa tehtäessä käytetään samoja korkealuokkaisia materiaaleja kuin pintasirotteissa eli sementtiä ja erikoisrunkoaineisia. Näiden lisäksi kovabetonit sisältävät muitakin lopputulosta parantavia raaka-aineita, kuten polypropyleenikuitua. Kovabetonit ovat Keski-Euroopassa sirotteita yleisempi tapa tehdä kulutuskestäviä, erittäin tasaisia lattioita (Superflat Floors). Tässä artikkelissa keskitytään kuitenkin sirotelattioihin.



3

Myös kulutuskestävyysluokkaan 2 pääsemiseksi suositellaan pintasirotetta tai kovabetonipintaa mutta siihen voidaan päästä huolellisella työllä ja oikealla betonivalinnalla myös normaalia 30...70 millin pintabetonia käyttämällä.

RASITUSLUOKAT

Saksalaisissa normeissa (DIN 18560) teollisuuskohteiden rasitusluokan määrittelyssä mennään pidemmälle kuin Suomessa. Siellä rasitusluokkia on kolme (kuva 4). Trukkityypin luokitus perustuu puh-taisiin pyöriin. Mikäli pyöriin tarttuu likaa tai siruja, jotka lisäävät lattiaa kulutusta, tulee se huomioida rasitusluokan valinnassa.

SIROTETYYPIN VALINTA

Pintasirotetta käytettäessä voidaan hankkia pelkkää kovaa runkoainesta ja sekoittaa siihen työmaalla sementti. Tämä on kuitenkin nykyään erittäin harvinaista, sillä lopputulokseen vaikuttaa oleellisesti myös käytettävän sementin laatu sekä sementin ja runkoaineksen sekoitusuhde. Niinpä suositellaan ja myös käytetään tuotteita, joissa sementti ja runkoaines ovat valmiiksi sekoitettuna. Näin vältetään myös riski vääristä sekoitusuhdeista, joita työmaolosuhteissa helposti tulee.

Serotetyypin valinnassa tulee mielestäni yhdistää suomalaiset ja saksalaiset ohjeet. Suomalaisen ohjeiden mukaan päätettäisiin milloin sirotepinta yleensä on tarpeellista eli käytännössä kulutuskestävyysluokan 1 ja 2 lattioissa. Saksalaisten normien mukaan taas päätettäisiin sirotepintatyyppi.

Rasitusluokka	Trukkityyppi	Teollisuustyyppi
I (raskas)	Teräs- tai polyamidipyörät	Metallirakenteiden käsittelyä ja liikuttelua lattiapinnalla, yli 1000 henkilön päivittäinen jalankulku
II (keskiraskas)	Uretaani- tai umpikumipyörät	Puu-, paperi- tai muovirakenteiden käsittelyä ja liikuttelua lattiapinnalla, 100-1000 henkilön päivittäinen jalankulku
III (kevyt)	Ilmatäytteiset kumipyörät	Asennustyötä pääasiassa pöytäpinnalla, alle 100 henkilön päivittäinen jalankulku

4

PINTASIROTTEET VOIDAAN KARKEASTI JAKAA KOLMEEN TYYPIIN.

Perussirotteet sisältävät vain luonnonkiviaineksiä, yleisimmin kvartsia. Nämä sopivat kevyemmin kuormitettuihin sirotelattioihin eli saksalaisen määrityksen mukaan luokan III teollisuuslattioihin.

Kovan kulutuskestävyyden sirotteet sisältävät pölyämättömän, vedenhioman jokikvartsin lisäksi joitain kovia runkoaineksiä, kuten korundia ja metallurgiateollisuuden tuotteita. Näiden tuotteiden kevyys ja kulutuskestävyys ovat huomattavasti paremmat kuin perussirotteilla. Niinpä niitä tulisi käyttää rasitusluokan II teollisuuslattioissa ja mielestäni ne sopivat myös luokan I lattioihin kohteissa, joissa ei ole kovaa isku- tai laahausrasitusta. Tämä siksi, että parhaat näistä sirotteista sisältävät myös sitkeyttä antavia aineosia, kuten diabaasia.

Kolmas tyyppi on ns. metalliset sirotteet, joissa em. materiaalien lisäksi on metallisia raaka-aineita, jotka vielä lisäävät kulutuskestävyyttä sekä myös iskujen ja laahauksen kestävyttä. Nämä ovat omiaan rasitusluokan I lattioille. Metallisirotteita

4

Saksalaisissa normeissa (DIN 18560) teollisuuskohteiden lattioissa rasitusluokkia on kolme.



PiltMat Oy



PiltMat Oy

6

valittaessa on tärkeä varmistaa, että käytettävä sirote on ruostumaton.

SIROTEPINNAN VÄRISÄVY

Vaikka suurin osa sirotelattioista tehdään sementinharmaata perussävyä käyttäen, on myös värillisten sirotelattioiden käyttö lisääntynyt. Heti alkuun on todettava, ettei värillinen sirotelattia ole esteetinen eli ns. Design-lattia. Tämä johtuu siitä, että kyseessä on materiaali, jonka lopulliseen sävyyn vaikuttaa useita eri tekijöitä.

Perussävy, sementinharmaa, muodostuu suoraan käytettävistä raaka-aineista ja vaihtelee hieman materiaalitoimittajasta riippuen. Sävy ei myöskään ole täysin vakio edes saman toimittajan tuotteilla, koska kyseessä ovat luonnonmateriaalit, joissa itsessään on pieniä sävyeroja. Näin ollen onkin tilaajan ja arkkitehdin perussävyä käyttäessään hyväksyttävä, että kyseessä on harmaa betonilattia, jonka eri kohdissa voi olla pieniä sävyeroja.

Värillisiä sirotteita käytettäessä sirotteen värisävy on paremmin hallinnassa. Tämä johtuu siitä, että yleensä käytetään sementtinä valkosementtiä ja värisävy hoidetaan pigmenttien avulla. Näin itse tuotteen värisävy on hyvin hallinnassa. Sävyerot tulevatkin vasta työmaalla. Muiden muassa alustan kosteuden vaihtelu, hiertoajankohdan valinta, lisäkestutus, hierron määrä ja hierron voimakkuus ovat tekijöitä, jotka vaikuttavat lopullisen pinnan värisävyyteen. Kun nämä asiat vaihtelevat laajan lattiapinnan eri kohdissa, vaihtelee myös värisävy lattian eri kohdissa, vaikka itse sirote onkin tasavärinen. Myös värillisten sirotelattioiden osalta tuleekin ymmärtää, että kyseessä on yleissävy, jossa saattaa olla pieniä sävyeroja lattian eri alueilla. Käytännössä nämä erot näkyvät vain juuri valmistuneessa lattiassa ja katoavat, kun lattia on ollut jonkin aikaa käytössä.

Värillisten sirotelattioiden osalta on myös tiedotettava, että eri valmistajalla on eri värikartat. Jotta materiaalivalinnassa oltaisiin tasapuolinen, tulee värisävy tarjouspyyntöasiakirjoissa määritellä joko yleisnimitykseenä (vaalean harmaa, punainen tms.) tai mikäli käytetään jonkin valmistajan värikoodeja, tulee hyväksyä toisen valmistajan vastaava värisävy.

SIROTEMÄÄRÄN MÄÄRITTELY

Valmistajat antavat tuotteilleen suositeltavat käyttömäärät. Nämä määrät pohjautuvat valmistajan omiin sekä puolueettomiin tutkimuksiin ja tuotteen

lujuus- ja muut arvot on määritelty näitä suositusarvoja käyttäen. Siksi minimimääriä ei tulisi koskaan alittaa. Ylärajaan taas vaikuttaa työtekniikka ja alusbetoni. Se määräytyykin oikeastaan vasta työmaalla, vaikka kokeneet lattiarakoitsijat osaavat sen arvioida ennakkoon.

Sirotemäärää määrittäessään suunnittelijan on valmistajan ohjeiden lisäksi otettava huomioon lattian rasitusluokka ja sirotteen tiheys. Rasitusluokan osalta normaaleissa teollisuuslattioissa voidaan käyttää valmistajan minimisuositusmääriä mutta rasitetuimmissa lattioissa tulee ennen sirottemäärän määrittämistä keskustella valmistajan kanssa.

Tiheys on asia, jonka merkitys usein unohtetaan. On tapauksia, joissa urakoitsija on tarjonnut kohteen tietyllä kg/m²-määrällä sirotteesta riippumatta. Jos esimerkiksi käytetään sirotetta 6 kg/m², tarkoittaa se korundipitoisella sirotteella noin 4 mm:n pintakerrosta mutta metallipitoisella sirotteella vain noin 2,3 millin pintakerrosta. Tällä asialla on oleellinen vaikutus lattian kestävyYTEEN. Vaikka metallinen kestäkin paremmin, kumooa ohuempi kerros paremman kestävyYDEN vaikutuksen.

TYÖTEKNIikka

Sirotelattioissa työtekniikka ei käytännössä eroa normaalin betonilattian valutyöstä ennen kuin ollaan itse sirotevaiheessa. Oikean siroteajankohdan valinta on tärkeä vaihe hyvän lopputuloksen aikaansaamiseksi. Yksi hyvä nyrkkiääntö on, että sirotteen levitys aloitetaan, kun betonin pinta juuri kestää kävelyä. Tässä vaiheessa tehdään ensimmäinen levyhierto, jonka jälkeen pinnalle levitetään tasainen kerros sirotetta, tuotteesta riippuen noin 60 - 100 % arvioidusta kokonaismäärästä. Odotellaan hetki, jotta sirote kostuu (tummuu), jonka jälkeen se hierretään huolellisesti yhtenäiseksi rakenteeksi alusbetonin kanssa.

Hierron jälkeen levitetään pinnalle lisää sirotetta, annetaan sen kostua ja hierretään sitten pintaan kiinni. Tätä toistetaan niin kauan kuin sirote kostuu. Kun kaikki sirote on levitetty ja hierretty pintaan, sliipataan pinta siipien avulla. Myös sliippaus tulee tehdä useampaan kertaan, jolloin pinnasta saadaan lujempi ja tiiviimpi.

Viimeisen sliippauksen jälkeen on tärkeää huolehtia pinnan jälkihoidosta. Betonilattioiden jälkihoito-ohjeen (BLY 3) mukaisesti. Kulutusrasitettujen lattioiden jälkihoitoon suositellaan jälkihoitoai-

5,7

Kovan kulutuksen lattiat ovat yleensä muutenkin ankarasti rasitettuja. Tämä tulee huomioida sekä laatan paksuuden että betonin lujuuden valinnassa.

6,8

Värillisiä sirotteita käytettäessä sirotteen värisävy on paremmin hallinnassa, koska yleensä käytetään sementtinä valkosementtiä ja värisävy tehdään pigmenttien avulla.



7 PiiMat Oy

8

neen levittämistä välittömästi sliippauksen jälkeen ja jälkihoidon jatkamista kastelun ja muovien avulla normaaliolosuhteissa vähintään 2 viikon ja kosteissa olosuhteissa vähintään 1 viikon ajan.

MUUTAMA SANA BETONISTA

Kampin kohteessa alusbetonin suunnitteluun ja suhteutukseen käytettiin kohteen vaativuuden vuoksi paljon aikaa. Myös muut kovan kulutuksen lattiat ansaitisivat hieman panostusta alusbetonin suunnitteluun. Sirotepintojen kannalta on muutama tärkeä asia huomioitava betonin valinnassa.

Kovan kulutuksen lattiat ovat yleensä muutenkin ankarasti rasitettuja. Tämä tulee huomioida sekä laatan paksuuden että betonin lujuuden valinnassa. Sirotepinta ei kannata rasituksia, mikäli alusbetoni murenee alla.

Betonin lujuuden kasvaessa vesisementtisuhte pienenee. Tämä tarkoittaa sitä, että myös vesimäärä käytännössä pienenee. Sirotteen sisältämä sementti kuitenkin vaatii vettä sitoutuakseen. Mikäli alusbetonissa ei ole riittävästi vettä joko alun perin alhaisen vesimäärän tai liian nopean kuivumisen vuoksi, tulee sirotepintaa hieman kastella. Tämän suhteen pitää kuitenkin olla erittäin varovainen, sillä lisävesi alentaa lujuutta. Suositeltava tapa on sumuttaa vettä kevyesti ylöspäin siten, että se laskeutuu tasaisesti pinnalle, mutta ei missään nimessä muodosta lammikoita. Tämä sumutus tulee tehdä juuri ennen sirotteen levittämistä.

Huokostettuja betonilaatuja käytettäessä tulee myös olla varovainen. Jos huokosiin jää ilmaa, joka lämpimässä pyrkii nousemaan ylöspäin, tulee sillä olla aikaa poistua. Mikäli pinta on jo sliipattu erittäin tiiviiksi, ei ilma pääse poistumaan vaan saattaa jopa aiheuttaa vaakasuuntaisia halkeamia sirotepinnan alle tai alusbetonin sisään. Myös sellaiset siroteet, joissa on paljon hienoaainesta, estävät ilman poistumista, vaikkei niitä ole vielä täysin sliipattukaan. Muutoin siroteita voi huoletta käyttää myös huokostettujen betonien kanssa, kuten usein tehdäänkin ulos valettavissa, säänkestävyyttä vaativissa pinnoissa.

KEHITYSAJATUKSIA

Kuten edellä totesin, ei Suomen lattiaohjeissa ole mitään selkeää määrittystä millaisia siroteita ja millaisia siroteitä kulutusrasitetuissa lattioissa tulisi käyttää. Tämä saattaa kaikki osapuolet han-

kalaan tilanteeseen. Urakoitsijat pyytävät tarjouksia eri toimittajilta ja täysin erityyppisistä tuotteista, jotka kaikki täyttävät vaatimuksen "sirotepinta". Näin tilaaja ei lopulta tiedä saiko hän sellaisen lattiain mitä halusi. Suunnittelija on siis avainasemassa hakiessaan ratkaisua, joka täyttää tilaajan toivomukset ja joka on riittävän tarkasti määritelty, jotta urakoitsijat olisivat samalla viivalla tarjoustahdessään. Onneksi vaativassa Kampin kohteessa suunnittelijat olivat hereillä, mitä ei läheskään kaikissa kovan kulutuksen lattioissa tapahdu.

Euroopassa sirotelattioita yleisemmin käytetään kovabetonilattioita, joiden avulla varmistetaan paitsi erinomainen kulutuskestävyys myös huipputasaisuus. Myöskään Betonilattiaohjeen mukaan ei tasaisuusluokkaan A0 ole mahdollista päästä kuin erillisellä kovabetonipinnalla. Tätä ei kuitenkaan Suomessa ole riittävästi tiedostettu eikä kovabetonilattioita tehdä niin usein kuin ohjeiden mukaan olisi tarpeellista.

Toiveena olisikin, ei yksin kirjoittajan, vaan myös useiden keskustelukumppanieni, että esimerkiksi Betoni-lehden tekniseen nurkkaan laadittaisiin selkeät sirote- ja kovabetonilattioiden suunnittelu- ja työohjeet.

CONCRETE FLOORS FOR AREAS OF HARD WEAR – KAMPPI BUS TERMINAL

High traffic volumes and industrial conditions make the wear resistance of the surface one of the most important design criteria for floors. The most common method to improve wear resistance is to use granolithic toppings. This article discusses the factors to be taken into consideration when selecting and implementing a granolithic topping, particularly from the point of view of the structural designer and the architect, as well as the floor contractor. The article is based on experience gained from the Kamppi bus terminal in Helsinki.

In the new Kamppi bus terminal in Helsinki the concrete used in the frame structures is expected to have a lifetime of 100 years. No carbonisation or critical chloride concentrations may reach the reinforcement during this time.

Even with the base concrete of extreme high standards, the floors of the terminal are still risk areas. The busses cause a lot of wear stress as such, and the road salt carried onto the floors on the tires significantly increases chloride stress.

As no specific requirements have been laid down in Finland for various grades of granolithic toppings, the re-

quirements specified in Germany were applied in the Kamppi project. The invitation to tender defined the required hardness (Mohs >7), bending strength (>10 MPa), compression strength (>70 MPa), and wear resistance (<7 cm³/50 cm²) of the topping. In order to meet all these requirements, special aggregates had to be used in the topping. The topping selected for the terminal was Neodur HE2, which contains corund.

Wear resistance classes for concrete floors and their measurement grounds have been defined in the Guidelines for concrete floors (BLY 7 / by 45). The guidelines define four wear resistance classes, 1-4, with class 1 the most demanding. In industrial facilities where wear resistance is an important quality criterion the quality class should be at least 2. Wear resistance class 1 is usually recommended for all floors in demanding areas, and class 2 for less demanding industrial areas. If the floor is not subjected to traffic loads or forklift trucks with hard tires, wear resistance class 3 can also be possible.

Granolithic toppings can be divided into three types. Basic toppings contain only natural materials, usually quartz. Wear-resistant toppings contain dust-free, water-ground river quartz as well as some hard aggregates, such as corund and metallurgical products. The third type comprises so-called metallic toppings, which in addition to the materials described above also contain metallic raw materials, which further improve their wear resistance as well as resistance to impacts and dragging.

Although most of the granolithic floors are realised in cement-grey basic colour, the use of coloured floors is also becoming more popular. The cement is usually white cement and the colour is produced with pigments.

The recommended amounts are specified by the manufacturers, but the exposure class and the density of the topping shall also be taken into consideration.

In order to achieve a good end-result, the topping has to be applied at the right time. A good rule of the thumb is to start the application of the topping when the concrete is just hard enough to walk on. The topping is carefully rubbed into the base concrete to create a uniform structure. This is repeated for as long as the topping becomes moist. When the topping has been applied and rubbed into the surface, the surface is trowelled several times. It is recommended that a curing agent is applied immediately after trowelling on floors subjected to hard wear and that curing is continued by wetting and covering the floor with plastic for at least 2 weeks in normal conditions and for 1 week in wet conditions.