Lattiabetonin valinta

Ari Mantila, diplomi-insinööri, jaospäällikkö, Betoniteollisuus ry
Seppo Petrow, diplomi-insinööri, Betoniteollisuus ry

1 Betonilattia on näyttävä ja kestävä. Suojakäsiteltynä se on myös helppohoitoinen. Kuvassa taidehallin lattia.

2 Pysäköintihalleissa betonilattiaan kohdistuu kova kulutus ja ulkobetonirakenteissa lisäksi suola- ja pakkasrasitus. Kuvassa on pysäköintihallin hierrettyyn betonilattiaan pölynsidonta tehty silikaattikäsittelyllä.

1 Yleistä

1.1 Betonilattioiden toteutuksen haasteita

Betonilattioiden toteutus on edelleen haastavaa päätellen viime aikoina lukuisista esiin tulleista rakennusvirheistä. Kehitystä on tapahtunut niin materiaali- kuin työmenetelmissäkin ja näistä on tehty lukuisia julkaisuja ja oppaita. Suunnittelussa rakenteita ja niiden toimintaa voidaan analysoida entistä tarkemmin ja helpommin sekä ottaa entistä tarkemmin erilaiset rakentamisen ja käytön aikaiset tekijät huomioon. Lukuisat betonilattioiden kohdalla sattuneet rakentamiset virheet osoittavat, että lattiaa ei aina koeta rakenteena, jonka laatuun tulisi panostaa, vaikka se on yksi kovimmin rasitetuista rakennuksen osista. Tietoa ja taitoa kyllä on ja useita hyviä esimerkkejä on kohteista, joissa lopputulos on huippuluokkaa.

Optimaaliset ratkaisut löytyvät parhaiten, kun kunkin osapuolen erikoisasiantuntemus hyödynnetään hankkeen eri vaiheissa suunnittelusta toteutukseen. Onnistunut betonirakenne on hyvän yhteistyön tulos ja jokainen työvaihe on osa ketjua, jossa jokainen lenkki vaikuttaa lopputuloksen. Betonilaadun valinnalla voidaan vaikuttaa usein merkittävästi kokonaiskustannuksiin, vaikka betonimassan hinta muodostaa näistä useimmiten pienen murto-osan. Betonilattioissa työnsuoritus, olosuhteiden hallinta ja jälkihoito ovat merkittävässä roolissa, kun halutaan varmistaa laadukas, toimiva ja taloudellinen lopputulos.

Betonilattioiden toteutuksessa yleisimmät korjaustarvetta aiheuttavat virheet liittyvät halkeiluun, reunojen ja nurkkien nousuun, pinnan tasaisuuteen, erilaisiin pintojen virheisiin, värin tasaisuuteen ja mekaanisiin ominaisuuksiin (esim. pintabetonilattioissa tartunta). Varsin merkittävä ylläpitoon liittyvä kustannuserä on kutistumis- ja liikuntasaumat, joiden suunnittelua ja toteutusta ei useinkaan hallita. Puutteellisesta suunnittelusta ja toteutuksen laiminlyönneistä aiheutuu merkittäviä kustannuksia. Laadun kustannuksella saavutetut säästöt menetetään usein moninkertaisesti virheiden korjauksissa ja käytön aikana ylläpitokustannuksissa.

Toteutusvirheistä voi aiheutua myös terveydellisiä haittoja. Maapohjan kosteus voi tunkeutua lattiarakenteisiin, aiheuttaen päällystysrakenteissa kosteus- ja homevaurioita sekä terveydelle haitallisia päästöjä sisäilmaan. Lattian puutteellinen tiiviys (saumat, halkeamat, läpiviennit) voi aiheuttaa radonpitoisuuden nousua sisäilmaan.

Seuraavassa esityksessä pyritään antamaa käytännön ohjeita, joilla erilaisten betonilattioiden toteutusvaiheen virheitä voitaisiin välttää. Halkeilun rajoittaminen on erityisen tärkeää kohteissa, joissa betoni jää näkyväksi pinnaksi (sirotepinta, hierretty pinta, hiottu pinta).

1.2 Lattioiden suunnittelu

Kun rakennuttaja on määritellyt lattialta vaadittavat ominaisuudet, rakennesuunnittelija määrittelee kovettuneelta betonilta vaadittavat ominaisuudet:

- lujuus- ja toteutusluokka (tarvittaessa myös maksimiraekoko)
- suunnittelukäyttöikä ja rasitusluokat (mahdollinen P-lukuvaatimus)
- suojaavan betonipeitteen paksuus
- toleranssit ja pintaluokat
- muut vaatimukset

Suunnittelijan ei ole tarpeen määritellä betonin koostumusta, sillä esimerkiksi säilyvyyden vaatima betonin suhteutus (minimisementtimäärä, sideainetyyppi ja vesisementtisuhde ja vähimmäislujuus) määräytyy suunnitelmissa esitettyjen rasitusluokkien mukaan perustuen standardeissa ja viranomaisohjeissa esitettyihin vaatimuksiin. Jos suunnitelmissa on tarvetta ottaa kantaa betonin koostumukseen, kannattaa tämä tehdä suunnittelijan ja betonin toimittajan yhteistyönä.

Rasitusluokilla kuvataan betonirakenteen säilyvyyteen vaikuttavia ympäristön aiheuttamia rasituksia. Näiden avulla rakennesuunnittelija määrittelee betoniin kohdistuvat säilyvyysvaatimukset. Oikeiden ja järkevien

Artikkelin kuvat: Betoniteollisuus ry, Piimat Oy, Dyny Oy

1

2

3

4

5

3 Valmiita saumaraudoitteita käyttämällä siirretään reunakuormat sauman yli. Saumattomien lattioiden käyttö on lisääntynyt erityisesti laajoissa, yhtenäisissä tiloissa.

4 Lattiavaluissa betoni levitetään ja tasataan vielä usein käsin.

5 Laaja-alaisissa lattioissa betonin tasaus ja hierto tehdään koneellisesti. Lattiapinnan hierto kuuluu oleellisena osana pinnan viimeistelyyn. Betonilattioissa työnsuoritus, olosuhteiden hallinta ja jälkihoito ovat merkittävässä roolissa, kun halutaan varmistaa laadukas, toimiva ja taloudellinen lopputulos.

6 Hierron jälkeen lattian pinta kastellaan ja levitetään jälkihoitopeitteet halkeilun minimoimiseksi. Betonin jälkihoidolla ei voida vaikuttaa kuivumiskutistumaan, mutta sillä voidaan ratkaisevasti vaikuttaa ajankohtaan, jolloin kutistuminen käynnistyy.

6

rasitusluokkien valinta on tärkeää rakenteen säilyvyyden, toteutuskelpoisuuden ja taloudellisuuden kannalta. Ohjeita rasitusluokkien valintaan erilaisissa kohteissa ja olosuhteissa löytyy betonirakenteiden suunnittelustandardista SFS-EN 1992-1-1 ja betonin materiaalistandardista SFS-EN 206 ja yksityiskohtaisia esimerkkejä eri rakennustyypeille julkaisusta by51 Betonirakenteiden käyttöikäsuunnittelu. Rasitusluokkavaatimusten valinta on syytä miettiä todellisten olosuhteiden mukaisesti ja rakennusosakohtaisesti, siten että betonirakenteen säilyvyysominaisuudet ovat riittävät. Toisaalta tarpeeton ylimitoitus voi johtaa korkeampiin kustannuksiin ja usein toteutuksen kannalta vaativampiin betonilaatuihin, joissa esimerkiksi varhaishalkeiluriski on suuri ja pumpattavuusominaisuudet huonot. Erityisesti tämä koskee pakkas-suolarasitettuja ja kemiallisesti rasitettuja rakenneosia.

Betonipintaisilta lattioilta voidaan edellyttää määrättyä värisävyä tai pintastruktuuria, joilla voi olla vaikutusta sementtityypin, lisäaineiden sekä seos- tai runkoaineiden valintaan sekä työmenetelmiin. Erityisesti värien osalta joudutaan usein tekemään ennakkokokeita ja värimalleja, joihin on varattava yleensä muutama viikko.

Rakennesuunnittelulla vaikutetaan ratkaisevasti lattioiden halkeiluun, nurkkien nousuun ja muihin muodonmuutoksiin. Betonin valinnalla voidaan määrätyissä rajoissa vaikuttaa betonin lopullisen kuivumiskutistuman suuruuteen ja rakennekosteuden kuivumisnopeuteen. Betonin jälkihoidolla ei voida vaikuttaa kuivumiskutistumaan, mutta sillä voidaan ratkaisevasti vaikuttaa ajankohtaan, jolloin kutistuminen käynnistyy. Erityisen vaarallista on, jos jälkihoito laiminlyödään betonin sitoutumisen ja kovettumisen alkuvaiheessa, jolloin betonin vetolujuus on olematon. Tällöin lattiarakenteen rakennesuunnittelussa oletettuja betonin mekaanisia ominaisuuksia ei ole saavutettu (vetolujuus, puristuslujuus, kimmomoduuli jne.) ja rakenteeseen syntyy hallitsemattomia halkeamia ja muodonmuutoksia, kuten nurkkien nousua. Jälkihoidon ensisijaisena tehtävänä on turvata betonin lujuudenkehitys ja estää veden poistuminen betonista, kunnes rakennesuunnittelun lähtökohtana olleet betonin mekaaniset ominaisuudet on saavutettu.

1.3 Työmaatoteutus ja betonin valinta

Työmaan valinnat keskittyvät pääosin valukohtaisesti haluttuihin betonimassan omaisuuksiin, joita betonimassan notkeus, maksimiraekoko, lisäaineiden käyttö sekä rakenteen lujuudenkehitys tai kuivumisnopeus eri olosuhteissa. Myös työmaan valitsemat siirto- ja työmenetelmät voivat aiheuttaa vaatimuksia betonin koostumukselle.

Toisaalta standardit ja viranomaismääräykset voivat rajoittaa työmaan valintamahdollisuuksia. Esimerkiksi rasitusluokista johtuvat vaatimukset voivat johtaa betonin koostumukseen, joka käytännössä estää betonin siirron pumppaamalla.

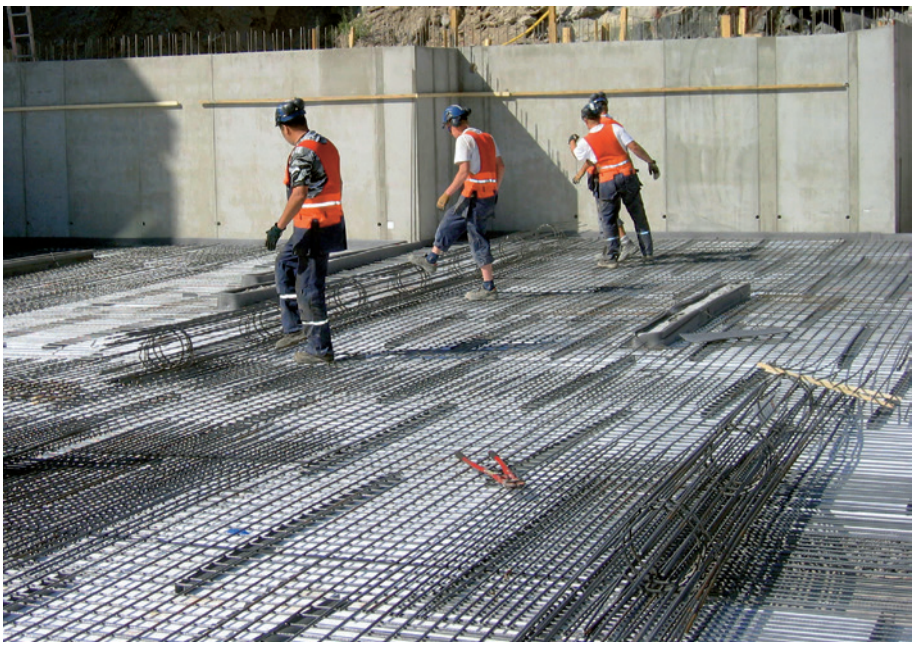
Esimerkkejä työmaan betonin valintaan vaikuttavista asioista:

- toteutusaikataulut; betonin kovettumisnopeus, kuivumisnopeus
- betonointimenetelmät
- betonimassan siirto työmaalla
- olosuhteet, suojaus ja jälkihoitomenetelmät
- rakenteen mitat, muoto ja sijainti

1.4 Betonin toimittaja

Betonin toimittaja vastaa siitä, että asiakkaan kanssa sovitut kovettuneelta betonilta vaadittavat ominaisuudet saavutetaan standardien mukaisilla testeillä osoitettuna. Näiden vaatimusten ja käytettävissä olevien raaka-aineiden perusteella betonin toimittaja suunnittelee betonien koostumukset. Betonin toimittaja vastaa myös betonimassan laadusta siihen asti, kun se on luovutettu asiakkaalle eli yleensä työmaalla massan purkuvaiheeseen asti.

Valmiin betonirakenteen vaatimuksenmukaisuuden arvioinnissa on otettava huomioon, että siihen vaikuttaa betonimassan ominaisuuksien lisäksi betonin siirrot työmaalla, betonoinnin työnsuoritus, olosuhteet, jälkihoito ja muut rakenteen toteutukseen liittyvät työvaiheet.



7 Rullaraudoitteiden käyttö nopeuttaa laatan raudoitustyötä.

8 Raudoitettu betoniholvi valetaan pumpulla.

1.5 Lattiabetonoinnin suunnittelu

Paras lopputulos saavutetaan, kun betonin valinta tapahtuu suunnittelijoiden, työmaan ja betonin toimittajan yhteistyönä. Samalla sovitaan myös siirto- ja työmenetelmistä ja siitä, miten varaudutaan olosuhteiden muuttumiseen tai häiriötilanteisiin. Sopivia teknisiä ratkaisuja voidaan hakea jo tarjousvaiheessa sekä tavanomaisesta poikkeavissa kohteissa voidaan sopia ennakkokokeista ja/tai mallilattian teosta.

Työmaan (tai merkittävän valun) **aloituskokous** on luonnollinen paikka käsitellä betonin valintaan ja työmaasiirtoihin liittyviä asioita. Yleensä hyvin onnistuneen betonilattian taustalla on aloituspalaveri, johon on osallistunut suunnittelija, pää- ja lattiaurakoitsija, betonin toimittaja sekä tilaajan edustaja ja tarvittaessa myös betonipumppausurakoitsija. Palaverissa varmistetaan, että osapuolilla on yhdenmukainen käsitys rakenteen laatuvaatimuksista ja niiden saavuttamiseen tarvittavista työmenetelmistä, olosuhteista ja materiaalivalinnoista. Tarpeen mukaan sovitaan myös valualustan katselmukset.

Hyvään toimintatapaan kuuluu myös lopetuskokous, jossa arvioidaan valintojen, toteutuksen ja yhteistyön onnistuminen sekä jatkossa kehitystä vaativat asiat. Yhteisenä tavoitteena tulee olla, että ongelmien salailun sijasta mahdollisista virheistä opitaan ja ne vältetään jatkossa.

Onnistuneen betonityön lähtökohtana on huolellisesti etukäteen laadittu betonointisuunnitelma, jossa otetaan huomioon esimerkiksi:

- työturvallisuus (putoamissuojaus, tarvittavat henkilösuojaimet, sähköturvallisuus, liikkuvat koneet, pumppauksen vaatimukset, jne.)
- muotit, raudoitus, varaukset, valu- ja tiivistysaukot
- betonoinnissa tarvittava kalusto, sähkön ja veden saanti, valaistus, tarvittaessa tuulisuojaus ja lisälämmitys
- jälkihoito ja eristys-/suojausmateriaalit
- tarvittaessa lujuudenkehityksen seuranta (rakenteen lämpötilan seuranta)
- jako betonointiosiin, työsaumat
- perustiedot betonin ominaisuuksista
- betonointimenetelmä, betonin siirto
- aikataulu, betonointinopeus, betonimenekki, henkilövahvuudet, varautuminen häiriöihin (toimenpidesuunnitelma), mahdolliset ennakko- tai laadunvalvontakokeet
- ennakkovarmistus erikoisbetonilaatujen tai betonin suuren toimitusnopeuden saatavuudelle
- talvityöhön ja erityismenetelmiin liittyvät toimenpiteet erityisesti lattiabetonoinneissa
- suunnitelmien ja määräysten edellyttämät mahdolliset lisävaatimukset.

Työmaan lattiabetonin valinnassa tulisi lähtökohtana olla betonilaatu, jonka kuivumiskutistuma on mahdollisimman pieni. Valinnassa joudutaan käytännössä tekemään kompromisseja toteutusaikataulujen, siirtomenetelmien ja valuominaisuuksien kanssa.

1.6 Betonitöiden työturvallisuus

Normaalien työmaan työturvallisuustoimenpiteiden lisäksi on muistettava, että betoni on voimakkaasti emäksisenä materiaalina ihoa ärsyttävä. Betonointiin osallistuvien henkilöiden tulee tuntea betonin käsittelyyn ja siirtomenetelmiin liittyvät vaaratekijät ja noudattaa tuoreen betonin turvallista käsittelytapaa, sillä pahimmillaan väärästä käsittelystä voi aiheutua vaarallisia kemiallisia palovammoja, jotka voivat syntyä vaatteiden alla ilman kipuaistimusta.

Suojaus ja toimintaohjeita löytyy esimerkiksi osoitteesta:

http://www.betoni.com/paikallavalurakentaminen/betonin-kayttoturvallisuus.

Betonointitöissä ja tuoreen betonin käsittelyssä käytettävät suojavälineet ovat:

- suojakypärä
- turvalasit tai suojavisiiri roiskeita vastaan
- vedenpitävät suojakäsineet
- pitkälahkeiset housut
- polvisuojukset tai vettä läpäisemätön matto, suojalevy tms., jos työskentely edellyttää polvistumista betonivaluun
- kumisaappaat, joissa on varvassuojaus ja naulaan astumissuojaus.

Suomessa betonisiirroista työmaalla suoritetaan lähes 80 % betonipumpulla. Betonin pumppaus on tehokas menetelmä betonin siirrossa, mutta siihen liittyy myös riskitekijöitä, joihin tulee varautua.

Betonipumppausta ja muuta työmaatoimintaa koskevaa työturvallisuusaineistoa löytyy esimerkiksi osoitteesta:
http://www.betoni.com/turvallisuusnew-page/ladattavaa-materiaalia

2 Betonin perusominaisuudet ja valinnat

2.1 Lujuusluokka, suunnittelukäyttöikä ja rasitusluokat

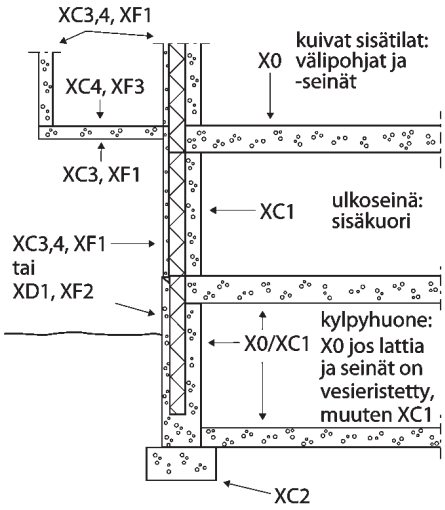
Suomessa normaalisti käytettävä lujuusluokka-alue on C20/25 ... C50/60. Lujuusluokkamerkinnässä ensimmäinen luku tarkoittaa lieriölujuutta ja toinen luku vastaavaa kuutiolujuutta. Betonin lujuusluokaksi valitaan suunnitteluasiakirjoissa (yleensä rakennepiirustuksissa) esitetty rakenteen kantavuuden edellyttämä lujuusluokka. Toteutusaikataulujen takia saatetaan käyttää edellistä korkeampia lujuusluokkia.

Erityisesti vaativissa olosuhteissa rakenteen säilyvyyden varmistamiseksi esitetään standardeissa ja viranomaisohjeissa rasitusluokkiin ja suunnittelukäyttöikään liittyen vaatimuksia esimerkiksi vesisementtisuhteelle, minimisementtimäärälle ja sideainetyypeille (ks. standardi SFS 7022). Tällöin voi tulla eteen tilanne, jossa em. vaatimukset edellyttävät korkeampaa lujuustasoa kuin suunnitelmissa määritelty lujuusluokka. Tästä seuraa, että rakenteen ylimääräinen lujuus jää rakenteellisesti hyödyntämättä. Tällainen tilanne voi tulla vastaan esim. pysäköintilaitosten tai teollisuuslaitosten lattioissa, joissa rakenteeseen kohdistuu pakkas-suolarasitus, kemiallinen rasitus tai suolarasitus.

Rakenteeseen kohdistuvia rasitusluokkia on yleensä useampia samanaikaisesti, jolloin valitun betonin koostumuksen tulee täyttää näissä rasitusluokissa esitetyt tiukimmat vaatimukset. Betonin toimittajalta saa tietoa betonin laatuvaihtoehdoista, jotka täyttävät valitun suunnittelukäyttöiän mukaiset rasitusluokkayhdistelmän vaatimukset.

Betonissa aikaisemmin erikseen määritelty lisäominaisuus, pakkasenkestävyys (säänkestävyys), otetaan nykyisin huomioon rasitusluokkavaatimuksissa (XF-luokat). Normaalit pakkasenkestävät betonit on tarkoitettu rasitusluokkiin XF1 ja XF3, joissa rakenteeseen kohdistuu jäädytys-sulatusrasitus ilman kloridirasitusta, sekä P-lukubetonit rasitusluokkiin XF2 ja XF4, joissa jäädytys-sulatusrasitus ja kloridirasitus kohdistuvat rakenteeseen samanaikaisesti. Kloridirasitus voi olla peräisin joko merivedestä tai esimerkiksi jäänsulatusaineista kuten maantiesuolasta. Rasitusluokka voi myös asettaa rajoituksia betonissa käytettäville sideaineille, joista lisätietoa löytyy standardin SFS 7022 taulukosta 2-FI.

Lujuusluokan määrittelemä lujuustaso saavutetaan normaalisti 28 vrk:n iässä +20°C:n lämpötilassa. Lämpötilan ollessa tätä alhaisempi betonin lujuudenkehitys ja myös sitoutuminen



9 Esimerkki asuinrakennuksiin suositeltavista rasitusluokista.

10 Varasto- ja teollisuusrakennuksissa kutistumasaumat tehdään sahaamalla.

11 Kuvassa kutistumissaumat on sahattu logistiikkahallin hierrettyyn betonilattiaan.

10

11

Taulukko 1. Betonimassan notkeusluokitus ja tyypillisiä käyttökohteita

Notkeus-luokka	Painuma, cm	Sanallinen kuvaus	Tyyppirakenne
F6 (S5)	*)	Itsetiivistyvä (IT)	Vaikeasti tiivistettävät rakenteet tai nopeammat ja tasaisemmat lattiavalut
S4	16–21	Nesteytetty	Ahtaat rakenteet
S3	10–15	Vetelä	Ohuet laatat
S2	**5–9**	**Notkea**	**Suositeltava perusnotkeus**
S1	1–4	Jäykkä	Kovabetonilattia
–	0–1	Maakostea	Laatoitusalusta

*) Itsetiivistyvällä betonilla notkeus mitataan leviämäkokeella

hidastuvat ja vastaavasti korkeammissa lämpötiloissa nämä kiihtyvät. Laadunarvosteluiäksi voidaan sopia myös 7 vrk, kun tarvitaan nopeampaa lujuudenkehitystä tai 91 vrk, kun halutaan hillitä rakenteen kovettumisesta aiheutuvaa lämmönkehitystä, esimerkiksi massiivisissa rakenteissa. Lujuuden ja lämmönkehitys voidaan arvioida etukäteen tätä varten kehitetyillä tietokoneohjelmilla, joista saa lisätietoja betonin toimittajilta.

2.2 Betonimassan notkeus ja työstettävyys

Betonimassan valinnassa perusperiaatteena tulisi olla mahdollisimman jäykkä notkeus ottaen kuitenkin huomioon betonin siirto- ja tiivistystapa, valettavan rakenteen mitat, raudoitustiheys sekä vallitsevat olosuhteet. Pienet yksittäiset ja hankalasti valettavat kohdat eivät saa johtaa koko rakenteen valamiseen liian notkealla ja hienolla massalla. Mitä notkeampaa betonimassa on, sitä kutistuvampaa ja kalliimpaa se on. Samalla betonin erottumisriski kasvaa ja yleensä myös sitoutumisaika pitenee, varsinkin viileissä olosuhteissa. Kun betonointityö edellyttää suurta notkeutta, tulee valita notkistettu betoni, jossa lisävesi on korvattu notkistin lisäaineella. Tiheästi raudoitetuissa ja muissa ahtaissa rakenteissa voidaan käyttää nesteytettyä tai itsetiivistyvää betonia, mutta tällöin pitää varmistaa muottien tiiviys ja kestävyys (pystyrakenteissa suurempi valupaine).

Kun XF -rasitusluokkien betoneissa käytetään nesteytettyä notkeusluokkaa, tulee varoa liian tehokasta tiivistystä. Betonissa oleva ilma saattaa pyrkiä nousemaan ylöspäin ja liian voimakkaalla täryllä tiivistettäessä voi valun pintaan jopa nousta sementtivaahtoa.

Työmaalla betonin notkeutta ei saa lisätä sekoittamalla betonimassaan vettä, koska tällöin betonin lujuus ja muut ominaisuudet heikkenevät. Tarvittaessa työmaalla voidaan käyttää notkistin lisäainetta, jonka sekoittuminen pitää varmistaa pitämällä betoniauton säiliön pyörimisvauhti riittävän nopeana ja sekoitusaika riittävän pitkänä. Notkistavan lisäaineen lisäys ei heikennä betonin ominaisuuksia, ellei sitä lisätä niin runsaasti, että betonimassa erottuu. Lisänotkistuksista huolimatta betonimassa on käytettävä sideaineen laadusta riippuen noin pari tunnin sisällä valmistuksesta, jottei siihen synny sementin kovettumisreaktioiden häiriintymisestä aiheutuvaa lujuuskatoa. Työstöaikaa voidaan pidentää käyttämällä betonissa hidastin lisäainetta.

Suuri hienoainesmäärä tai notkistimella aikaansaatu suuri vedenvähennys voi tehdä notkeastakin betonimassasta sitkeää, vaikeasti työstettävää ja pumpattavaa. Tällöin massa voi tuntua jäykemmältä kuin sen notkeusluokka todellisuudessa on. Ongelma korostuu, kun betonimassan liike pysähtyy esimerkiksi pumppaustauon aikana, koska notkistin lisäaine toimii nimenomaan massan ollessa liikkeessä. Hankalasti pumpattavia betoneita kannattaakin kierrättää hitaasti pumpun putkistossa taukojen aikana.

2.3 Betonin maksimiraekoko

Betonin normaalit kiviaineksen maksimiraekoot ovat (4), 8, (12), 16 ja 32 mm. Korkeammissa lujuusluokissa (yli C35/45) normaalisti pienin maksimiraekoko on vähintään 12 mm.

Betonin maksimiraekooksi valitaan mahdollisimman suuri raekoko, ottaen huomioon valettavan rakenteen mitat, raudoitustiheys ja betonimassan siirtotapa. Maksimiraekoko saa olla korkeintaan 40 % rakenteen paksuudesta ja 80 % raudoitustankojen vapaasta välistä. Lattioissa betonipinnan hiertomenetelmä saattaa myös vaikuttaa maksimiraekoon valintaan.

Tarpeettoman pientä raekokoa on syytä välttää sementtiliimamäärän, betonin viruman, kutistuman ja halkeilutaipumuksen lisääntymisen sekä toisaalta myös korkeamman betonihinnan vuoksi. Liian pienen raekoon haitat ovat siis samanlaisia kuin käytettäessä liian notkeaa betonia.

Taulukko 2. Ohjeellisia betonimassan vähimmäisominaisuuksia asuinrakennusten lattioissa.

Rakenne	Lujuus-luokka	Maksimi rae-koko, mm	Notkeus	Lisätietoja
Maanvarainen laatta	C20/25	16	S2, S3	
Autotallin lattia, lämmin tila	C35/45	16	S2	Kulutuskestävyys ja tiesuolan vaikutus
Pintalattiat 30…50 mm 50…80 mm	 C20/25 C20/25	 8, 12 16	 S3 S2	Valetaan kantavan betonilaatan päälle
Kelluvat pintalattiat	C20/25	8, 12, 16	S3, S2	Pienempi raekoko ja notkeampi massa lisää riskiä halkeiluun ja nurkkien nousuun

12 Hiottu ja saumaton puutarhamyymälän varastotilan lattia on kestävä ja helppohoitoinen. Suojakäsittelynä on litiumsilikaattikäsittely.

3 Lattioihin soveltuvat betonityypit

Betonilaatujen saatavuus on varmistettava paikallisesti. Mikäli joudutaan tekemään ennakkokokeita, pitää näille varata riittävästi aikaa, esimerkiksi pakkasenkestävyyskokeisiin tarvitaan useita kuukausia.

3.1 Betonilattioiden luokitus

Suunnitelmissa betonilattioiden laatuvaatimukset esitetään betonilattioiden luokitusjärjestelmän (ks. by45/ BLY 7 Betonilattiat 2014) mukaisella tavalla. Esimerkiksi luokitusmerkinnässä B-3-III kirjaintunnus osoittaa suoruusvaatimuksen, keskimmäinen numero kulutuskestävyysvaatimuksen ja viimeisenä oleva viimeisenä oleva roomalainen luku vaatimuksen sallitulle halkeamaleveydelle. Lisäksi merkinnässä voi olla kirjaintunnus T, jos kohde on suunnitelmissa määritelty vaativaksi.

Käytettävillä työmenetelmillä, betonilaaduilla, rakennevahvuuksilla sekä olosuhteilla on suuri vaikutus saavutettavissa olevaan laatuluokkaan. Lattiabetonin laatua valittaessa luokiteltujen vaatimusten lisäksi muita huomioitavia tekijöitä voivat olla esimerkiksi lattioiden päällystettävyys tai pinnoitettavuus sekä valuolosuhteet. Betonilattioissa tarpeettoman korkeita lujuusluokkia tulisi välttää.

Kulutuskestävyysvaatimuksen vaikutus:

- Kulutuskestävyysluokat 1 ja 2 edellyttävät kovabetonilattiaa tai pintasirotteen tai vastaavan tuotteen käyttöä.
- Kulutuskestävyysluokka 3 saavutetaan tavanomaisella kiviaineksella tehdyllä betonilla esim. C25/30-lujuusluokan erikoissuhteutetulla lattiabetonilla, jolle suoritetaan työmaalla imukäsittely, betonitehtaalla 2–3 notkeusluokan tehonotkistus tai vaihtoehtoisesti korkeamman lujuusluokan erikoissuhteutetulla lattiabetonilla.
- Normaaleilla 8 mm:n maksimiraekoon lattiabetoneilla saavutetaan yleensä korkeintaan luokan 4 mukainen kulutuskestävyys.
- Betonilaadun lisäksi kulutuskestävyyteen vaikuttavat oleellisesti pinnan hiertomenetelmä, -aika ja -ajankohta sekä jälkihoidon tehokkuus.

Lattiabetonin valinnassa on syytä noudattaa edellä mainittuja notkeuden ja maksimiraekoon suosituksia, sillä tarpeettoman pienen maksimiraekoon käyttö on erittäin yleinen syy halkeiluongelmiin. Maksimiraekoon oikealla valinnalla vähennetään lattioiden kutistumaa, nurkkien käyristymistä ja halkeiluriskiä. Samoja ongelmia aiheuttaa myös liian notkea betoni, joka myös hidastaa sitoutumista erityisesti viileässä, mikä kasvattaa riskiä aloittaa hierto liian aikaisin. Liian aikaisesta hierrosta on seurauksena huokoinen ja lujuudeltaan heikko betonipinta.

Sirotepintaisissa lattioissa ei suositella yli C30/ 37-lujuusluokkia, koska niissä veden erottuminen pintaan on vähäistä eikä pintasirote saa betonista riittävästi kosteutta kovettuakseen eikä myöskään tartu kunnolla alustaansa. Tämä korostuu tuulisissa olosuhteissa, joissa valun pinta kuivuu nopeasti.

3.2 Rakennebetonin käyttö lattioissa

Useimpia rakennebetonilaatuja voidaan usein käyttää myös lattioissa, mutta niiden pinnan hierto on hankalampaa ja hitaampaa. Normaali

13

13 Maanvaraiset betonilattiat voidaan jakaa kahteen tyyppiin: kutistumasaumalliset ja kutistumasaumattomat – käytännössä puhutaan sahasaumatuista ja saumattomista lattioista. Saumattomat lattiat ovat lisänneet suosiotaan, koska niillä saavutettuja etuja ovat: pienemmät vaurioriskit, hyllyjen ja koneiden vpaampi sijoittelu, lattian huoltojen väheneminen ja helpottuminen sekä trukkien ja muiden siirtovälineiden huoltojen väheneminen.
Kuvassa saumaton varastotilan lattia.

rakennebetoni saavuttaa nimellislujuutensa + 20 °C:ssa 28 vuorokauden ikäisenä.

Erikseen tilattavia lisäominaisuuksia ovat muun muassa:

- kovettumisnopeus (nimellislujuus joko 7 vrk:n tai 91 vrk:n kohdalla)
- notkistus lisäaineella
- työstettävyysajan pidentäminen (hidastin)
- betonimassan lämpötila (lisälämmitys)

Suositeltavaa on kuitenkin käyttää käyttökohteeseen paremmin soveltuvia lattiabetoneita.

3.3. Lämpimien tilojen lattiat ilman suolarasitusta

Normaali tai nopeastisitoutuva lattiabetoni
Lattiabetonilla on hyvä työstettävyys, vähäinen veden erottuminen ja rakennebetoneja nopeampi sitoutuminen ja parempi pinnan hierrettävyys. Normaalisti sitoutuvaa lattiabetonia suositellaan käytettävän yli +15 °C:n lämpötiloissa ja tätä viileämmille alustoille nopeasti sitoutuvaa lattiabetonia. Käytettäessä imubetoni-menetelmää pitää betonin koostumuksen olla suhteutettu tavanomaista karkeammaksi.

Lattiabetonin käyttökohteita ovat yleensä päällystettävät betonilattiat, joille ei ole asetettu erikoisvaatimuksia esimerkiksi pintalattiat, maanvaraiset ja kelluvat lattiat sekä liittolaatat ja muut hierrettävät vaakarakenteet. Sitä voidaan käyttää myös ns. puhdasvalupintaisissa pystyrakenteissa.

Tehonotkistettu lattiabetoni
Tehonotkistettu lattiabetoni on tarkoitettu kulutusta kestäviin ja pinnoitettaviin lattioihin. Tehonotkistetun lattiabetonin käyttökohteita ovat erityisesti kulutusrasitetut lattiat, joissa työläämpi imukäsittely korvataan 2–3-notkeusluokan tehonotkistuksella. Tuotetta voidaan käyttää myös pinnoitettavissa lattioissa ja se soveltuu hyvin sirotepintaisiin lattioihin, joilla on parhaimmillaan saavutettavissa jopa 1-luokan kulutuskestävyys.

Tehonotkistuksella pienennetään vesimäärää ja lisätään notkeutta 1–3 notkeusluokkaa riippuen kulutuskestävyysvaatimuksesta, näin kutistuma pienenee ja tuotteella voidaan korvata kevyt imukäsittely. Toisin kuin normaalissa notkistuksessa tehonotkistuksessa valitaan lähtösuhteutus notkean lujuusluokan mukaan ja siitä vähennetään vettä, joka korvataan tehonotkistimella. Tällöin betonin lujuus kasvaa riippuen tehonotkistuksen määrästä suuruusluokaltaan noin 3–4 MPa/notkeusluokka.

Viileällä säällä suuri notkistin annostus hidastaa sitoutumista.

3.4 Säänkestävät lattiabetonit
Työstöominaisuuksiltaan säänkestävä lattiabetoni soveltuu parhaiten hierrettäviin vaakarakenteisiin, joihin kohdistuu pakkasrasitus, mutta ei suolarasitusta (rasitusluokat XF1 ja XF3).

Mikäli rakenteeseen kohdistuu pakkas-suolarasitusta (rasitusluokat XF2 ja XF4), kuten esim. usein pysäköintirakennuksissa, käytetään P-lukubetonia tai erikoissuhteutusta. Näiden

betonilaatujen siirto pumppaamalla linjaa pitkin aiheuttaa hankaluuksia, mikä pitää ottaa huomioon työnsuunnittelussa ja toisaalta kyseisten rasitusluokkien käyttö suunnitelmissa pitää perustua todelliseen tarpeeseen, ei varmuuden maksimoimiseen.

Säänkestävät betonit tulee käyttää kohtuullisen ajan sisällä massan valmistuksesta, sillä pitkään kestävissä valuissa jatkuva massan sekoitus ja notkistus työmaalla voivat muuttaa säänkestävyysominaisuuksia. Säänkestävä lattiabetoni vaatii erittäin huolellista varhaisjälkihoitoa ja pinnan liian voimakas kuivuminen on estettävä varhaisjälkihoidolla.

Sirotepinta ja säänkestävä betoni ei ole suositeltava yhdistelmä, koska se vaatii työnsuoritukselta erityistä tarkkuutta ja erityisen hyviä olosuhteita. Mikäli pintahierto aloitetaan raskaalla hiertokoneella valun alaosan ollessa vielä plastinen, voi betonissa olevaa ilmaa nousta hierretyn pintakerroksen alle irrottaen sen alusbetonista.

3.5 Erikoisbetonit lattioihin

Nopeammin päällystettävä betoni

Nopeammin päällystettävät betonilaadut soveltuvat kaikkiin betonirakenteisiin, joilta edellytetään normaalia nopeampaa rakennekosteuden kuivumisnopeutta, näille on ominaista myös nopea varhaislujuuden kehittyminen. Betonilaatua valmistetaan normaalisti lujuusluokkiin C25/30 ja C30/37.

Suuren hienoaines- ja lisäainemäärän vuoksi betonimassa on sitkeähkö työstää ja se menettää nopeahkosti työstettävyyttään, eikä sitä siksi käytetä hitaissa valuissa eikä lisälämmitettynä.

Valu vaatii erittäin huolellisen varhaisjälkihoidon suojaamalla. Kun pyritään nopeaan rakennekosteuden kuivumiseen, pintoja ei saa jälkihoitaa kastelemalla ja ne on suojattava sateelta.

Tyypillisiä käyttökohteita ovat mm. liittolaatat, pinta- ja kallistuslattiat, massiivilaatat, kelluvat laatat sekä elementtisaumaukset ja kosteudelle aralla materiaalilla pinnoitettavat rakenteet.

Itsetiivistyvä lattiabetoni

Tuotteen saatavuus on tarkistettava betonitoimittajalta. Betonilaadun lujuusluokka on normaalisti C30/37 ja se soveltuu rasitusluokkiin X0 ja XC1.

Itsetiivistyvä lattiabetoni on erittäin notkeaa ja hyvin leviävää betonia, jota ei tarvitse erikseen tiivistää täryttämällä. Pinnan hiertoa ei välttämättä tarvita, vaan pinta tasataan jo valuvaiheessa erikoistyövälineillä. Itsetiivistyvän lattiabetonin käyttöön harjaantunut työporukka pääsee normaalilattiabetonia selvästi tasaisempaan lopputulokseen, mikä vähentää tasoitteen tarvetta. Betoniin voidaan tarvittaessa lisätä kuituja, mutta se ei sovellu käytettäväksi yhdessä sirotteen kanssa. Itsetiivistyvän betonin asianmukainen jälkihoito on erittäin tärkeää.

Itsetiivistyvää lattiabetonia käytetään kohteissa, joissa lattia- tai holvivalu suoritetaan nopeasti ilman tiivistystä ja halutaan minimoida tasoitustarvetta. Käyttökohteita esimerkiksi pinnoitettavat betonilattiat, joille ei ole asetettu erikoisvaatimuksia, kuten massiiviset välipoh-

14 Maanvaraisen betonilattian valu käynnissä pumppaamalla. Valuvaiheessa on tärkeää eri työvaiheiden riittävä miehitys, työn oikea ajoittaminen ja valvonta.

15

jat, pintalattiat, maanvaraiset ja kelluvat lattiat sekä liittolaatat.

Teräs- tai polymeerikuitulattiabetoni
Lattiabetonilaatu, johon valmisbetonitehtaalla on sekoitettu teräs- tai polymeerikuituja tai niitä yhdessä.

Teräskuidut korvaavat verkkoraudoituksen ja parantavat betonin vetolujuutta, dynaamisten kuormien kestävyyttä sekä sitkeää murtokestävyyttä. Kelluvissa pintalattioissa teräskuitubetoni myös pienentää nurkannousuja. Kuitumäärä mitoitetaan tapauskohtaisesti ollen tyypillisesti noin 30 kg/betoni-m^3. Tietyissä käyttökohteissa saattaa olla mahdollista käyttää teräskuitujen vaihtoehtona makropolymeerikuituja, joiden käyttöön ollaan vasta totuttelemassa.

Mikropolymeerikuidut vähentävät tuoreen betonin plastista kutistumaa ja plastista halkeilua parin ensimmäisen päivän aikana, mutta eivät vaikuta pitkäaikaishalkeiluun. Ne eivät korvaa jälkihoitoa, eivätkä kokonaan kompensoi huonojen olosuhteiden vaikutusta betonin halkeiluun.

Molempien kuitutyyppien yhdistelmällä saadaan parhaiten vähennettyä sekä varhais- että pitkäaikaishalkeilua.

Teräskuitubetonin tyypillisiä käyttökohteita ovat maanvaraiset laatat, ohuet pintalattiat ja kelluvat lattiat. Teräskuitubetoni soveltuu hyvin myös kulutuskestävyyttä vaativiin sirotepintaisiin lattioihin, tällöin vältytään valutyötä haittaavilta verkkoraudoituksilta.

Erikoissuhteutettu lattiabetoni
Erikoissuhteutuksessa betonin koostumus on räätälöity tapauskohtaisesti tavoiteltujen betonin erikoisominaisuuksien saavuttamiseksi esimerkiksi:

- Erikoisrunkoaineista valmistettu kovabetoni (korkealujuusbetoni) 1-luokan kulutuskestävyyden aikaansaamiseksi.
- Polymeeribetoni, jonka tartunta on normaalia lattiabetonia parempi esimerkiksi ohuisiin pintavaluihin lattian korjaustöissä.
- Lattiabetoni, jossa käytetään kutistumaa kompensoivaa lisäainetta halkeilun minimoimiseksi.

Erikoissuhteutukset laaditaan yleensä tapauskohtaisesti ja niiden saatavuus vaihtelee suuresti. Erikoissuhteutuksien yhteydessä ennakkokokeisiin on varattava riittävästi aikaa jopa useita kuukausia,.

Värillinen lattiabetoni
Väribetonit ovat betonilaatuja, joihin on sekoitettu tietty määrä väripigmenttiä värjäämään betonin sementtikivi halutun väriseksi. Sementtilaatu valitaan tapauskohtaisesti, sillä valkosementillä saadaan aikaiseksi puhtain värisävy, mutta yleensä sen käyttö vaatii betonin toimittajilta erikoisjärjestelyjä. Betonin värisävyyn vaikuttaa mm. betonin koostumus, käytetty kiviaines, muottipinnan materiaali ja kuluneisuus, muotin kosteus, muottipaine, tärytysaika sekä betonin kovettumis- ja kuivumisnopeus. Kostea betonipinta on sävyltään tummempi kuin kuiva ja pinta yleensä vaalenee hieman ajan mittaan, mutta ei kuitenkaan haalistu.

Värisävy voidaan joutua hyväksyttämään etukäteen, jolloin on varattava aikaa ennakkokokeita varten.

Väribetonin hinta vaihtelee merkittävästi värisävyn mukaan. Erikoistapauksissa voidaan myös käyttää värillisiä runkoaineita, mutta tällaisen betonin saatavuus on erittäin rajoitettu ja vaatii yleensä erikoisjärjestelyjä betonitehtaalla kiviainessiilojen määrän ollessa rajallinen.

4 Valmisbetonin tilaus ja vastaanotto

Häiriöttömän ja onnistuneen betonoinnin eräs edellytys on, että betonin toimitus tehtaalta työmaalle tapahtuu ajallaan ja suunnitellusti. Tämä puolestaan edellyttää, että betonin tilaus on hoidettu ajoissa ja betonin toimittajalle on annettu täsmälliset tiedot käyttökohteesta ja -tarkoituksesta sekä toimitusajankohdasta, jotta toimitus pystytään suunnittelemaan ja toimituskapasiteetti varaamaan ajoissa. Tilaus suositellaan tekemään betonin osalta viimeistään edellisenä päivänä klo 14 mennessä ja esimerkiksi betonipumpuilla markkinatilanteesta riippuen varausaikasuositus on noin viikko.

Isoissa ja vaativissa valuissa kannattaa ennakkotilaus tehdä mahdollisimman aikaisin toimituskapasiteetin varmistamiseksi. Erikoisbetoneja tilatessa pitää vielä varautua erikoisraaka-aineiden hankintaan tai mahdollisiin ennakkokokeisiin.

15 Kestävä ja helposti hoidettava lattiapinta saadaan, kun pinta hiotaan eli lattia kiillotetaan. Sen jälkeen lattiaan levitetään pintaa tiivistävää ainetta ja lopuksi lattia suojakäsitellään silikaatti- tai litiumsilikaattikäsittelyllä.

Täsmällisen toimitusajan varmistamiseksi toimituksen aloitus kannattaa tilata ns. varmana tilauksena, jotta betonin toimittaja pystyy varaamaan siihen riittävästi kapasiteettia ja suunnittelemaan toimitukset.

Mikäli tilaus on tehty ns. toimitusvarauksena ja aloitus varmistetaan puhelinsoitolla, pitää työmaan varautua siihen, että tehtaan kapasiteetti on soittohetkellä käytössä ja asiakas joutuu odottamaan sen vapautumista. Myös liikenneruuhkat voivat hidastaa toimitusta, jos toimittava tehdas ei ole voinut ennakolta varautua pidempään kuljetusaikaan. Betonin toimittaja tekee valmisbetonitehtaalle päivän toimitussuunnitelma edellisen päivän lopussa, jolloin varataan myös kapasiteetit. Jos tehtaan kapasiteetin varausaste on korkea, yhdenkin työmaan aloituksen siirtyminen saattaa sekoittaa koko päivän toimitukset ketjureaktiona.

Tehtaan toimitusruuhka keskittyy yleensä aamuun ja iltapäivän alkuun, jolloin toimitusvarausten tekijät voivat joutua odottamaan pidempäänkin tehtaan valmistus- tai kuljetuskapasiteetin vapautumista. Nopeamman toimitusvauhdin voi varmistaa ajoittamalla valun näiden ulkopuolelle tai sopimalla riittävän ajoissa riittävän toimituskapasiteetin varaamisesta. Joillakin betonitehtailla voi olla ympäristöluvasta johtuvia rajoituksia toiminta-ajalle, joten toimitukset normaalityöajan ulkopuolella on syytä varmistaa ennakkoon.

Myös toimitusmäärä pitää pyrkiä arvioimaan mahdollisimman tarkasti, sillä isot viimehetken muutokset voivat aiheuttaa toimittavalla tehtaalla vaikeuksia raaka-aineiden riittävyyden osalta. Esimerkiksi sementtitoimitus voi tyypillisesti kestää paikkakunnasta riippuen 4–5 tuntia siitä, kun se on tilattu.

Valmisbetonin tilauksen yhteydessä mainittavat asiat ja toimitusehdot kannattaa selvittää etukäteen esim. yrityksen kotisivuilta tai myynnistä.

Betonin vastaanottajan on tarkastettava vastaanottohetkellä kuormakirjasta, että ao. betonierä on tilauksen mukainen (käyttöikä, rasitusluokat, lujuusluokka, määrä, lisäainemerkinnät jne.). Samoin tulee todeta silmämääräisesti havaittavat asiat kuten maksimiraekoko, notkeusluokka ja betonin mahdollinen erottuminen. Virheistä ja puutteista on heti ilmoitettava betonitehtaalle.

Taulukko 3. Pumppulinjan minimiläpimitta.

Betonilaatu	Maksimi raekoko, mm	Läpimitta, mm (tuumaa)		
		100 mm (4")	75 mm (3 ")	63 mm (2,5 ")
Rakennebetoni	8			X
Rakennebetoni	12, 16		X	
Rakennebetoni	32	X		
Lattiabetoni	8, 12			X
Lattiabetoni	16		X	
Lattiabetoni	32	X		
Lujuusluokat >C30/37	8, 16		X	
Teräskuitubetonit		X	X	
P-lukubetonit, >P-30		X		

5 Betonin kuljetus ja siirto

5.1 Kuljetuskalusto

Betonin kuljetukseen työmaalle käytetään yleisimmin erikokoisia pyörintäsäiliöautoja, joissa varustuksena on tyypillisesti valukouru tai siirtokuljetin. Yleisimmin pyörintäsäiliöautojen suurin kuormakoko on 7, 8 tai 9 m^3, mutta suurimmissa perävaunulla varustetuissa autoissa kuormakoko voi olla jopa 12 m^3. Valupaikan sijainnista riippuen kuorma voidaan purkaa autosta suoraan muottiin tai työmaan siirtovälineeseen.

Auton valukourussa betoni valuu maan vetovoimasta omalla painollaan ja sitä voidaan käyttää lähinnä maanpintaan tai sen alle tapahtuviin valuihin, jotka ovat korkeintaan 3–6 m:n päässä autosta.

Hihnakuljettimella kuormaa voidaan purkaa myös ylöspäin, jopa toiseen kerrokseen, noin 10–14 m:n päähän autosta. Hihnakuljettimen saatavuus on varmistettava etukäteen.

Pidempiin tai korkeammalle tapahtuviin siirtoihin voidaan käyttää nosturia ja nostoastiaa. Kustannustehokkuutensa vuoksi yleisin betonin siirtotapa on kuitenkin betoni pumppaus.

Allassäiliöautoja on nykyään hyvin vähän käytössä, joten sen saatavuus on varmistettava etukäteen.

Työmaalla pitää ottaa huomioon, että betoniauto on lastattuna raskas ja siten työmaatien tulee olla riittävän kantava, riittävän leveä ja esteetön autotyypistä riippuen 3,4–3,9 m:n korkeuteen asti. Tilavaatimukset ovat kalusto- ja kuormakokokohtaisia. Ajotien kaltevuus saa olla enintään 10 % ja talvella ajotien on oltava hiekoitettu.

5.2 Betonipumput

Betonin siirto autobetonipumpulla on yleisin tapa, koska sillä voidaan siirtää betonia työmaalla nopeasti pitkiäkin matkoja niin vaakakuin pystysuuntaan.

Isommat autobetonipumput ovat raskaita ajoneuvoja, jotka vaativat hyvät ja kantavat ajotiet sekä pystytyspaikalla leveyssuunnassa riittävästi tilaa tukijalkojen levittämiseksi (jopa 12 m) ja tukijalkojen alla tulee kaatumisen estymiseksi olla riittävän tukeva maapohja. Työturvallisuuden varmistamiseksi tukijalkojen käyttö täysimääräisesti avattuna on pakollista. Sisätiloissa on otettava huomioon myös puomin avaamisen vaatima tila korkeussuunnassa (pumpputyypistä riippuen n. 5–9 metriä).

Autobetonipumppujen puomin ulottuvuus riippuu pumpputyypistä, vaihdellen vaakasuunnassa välillä 17–51 m ja pystysuunnassa 21–55 m, erikokoisten autobetonipumppujen saatavuus vaihtelee suuresti paikkakuntakohtaisesti.

Tavallisten autobetonipumppujen lisäksi käytetään kuljetuspumppuautoja, joihin on asennettu pumpun lisäksi pyörintäsäiliö. Kuljetuspumppuauto pystyy siten kuljettamaan betonikuorman ja pumppaamaan sen työmaalla. Kuljetuskapasiteetti on normaalisti 5 m^3 ja puomin ulottuvuus vaakasuunnassa välillä 11–25 m ja pystysuunnassa välillä 16–29 m. Kuljetuspumppuauto on hyvä vaihtoehto pienissä 1–2 kuorman valuissa, erityisesti jos sen oma kuorma riittää valun suorittamiseen, mutta siihen voi myös tuoda lisäkuormia tavallisella pyörintäsäiliöautolla.

Pienissä valuissa betonimäärää arvioitaessa on muistettava, että pumpun perään jää noin 0,3–0,4 m^3 betonia, jota ei pystytä pumppaamaan valukohteeseen.

Pumppausetäisyyttä voidaan pidentää merkittävästi käyttämällä erikseen rakennettavaa jatkolinjaa, joka voidaan rakentaa joko teräsputkista tai kumiletkusta. Jatkolinjan maksimipituus riippuu linjan halkaisijasta, pumpputyypistä sekä erityisesti pumpattavasta betonilaadusta, joten se on tarkistettava tapauskohtaisesti. Käytännössä maksimipituudet ovat parhaimmillaan teräsputkilinjaa käytettäessä vaakasuunnassa 200 m ja pystysuunnassa 70 m. Erityistapauksissa näidenkin ylittäminen on mahdollista, mutta vaatii sopivaa kalustoa ja huolellista ennakkovalmistelua. Linjan rakentaminen ja purkaminen tapahtuu työmaahenkilöstön ja pumppuauton kuljettajan yhteistyönä. Mikäli mahdollisesta linjan räjähdyksestä aiheutuu henkilövaaraa tai vahinkoa ympäristölle, linja on suojattava esimerkiksi sidotulla pressulla. Pumppulinjojen minimiläpimitoille on annettu vähimmäisarvot taulukon 3 mukaan, jotta varmistettaisiin pumppauksen onnistuminen ja vältettäisiin vaaralliset linjojen räjähtämiset.

Talvivaluissa on muistettava, että yleensä betonipumpuilla on työturvallisuussyistä asetettu työskentelyn pakkasrajaksi –15 °C, tuulisissa paikoissa tämäkin voi olla liikaa.

5.3 Muu kalusto

Lattioiden valuissa myös torni- ja autonosturin sekä nostoastian käyttö tietyissä tilanteissa on mahdollista**.** Työmaalla betonin kuljetuksiin voidaan käyttää dumpperia, joka soveltuu erityisesti lattiavaluihin hallimaisissa rakennuksissa.

16 Hiottu ja suojakäsitelty betonilattia on kestävä ja helposti puhtaana pidettävä. Käsittely tekee lattian pinnan tiiviimmäksi nesteiden imeytymistä vastaan ja myös parantaa pinnan kulutuskestävyyttä.

6 Betonin laadunvalvonta

Valmisbetoni ei kuulu CE -merkintämenettelyyn, koska betonistandardi SFS-EN 206 ei ole harmonisoitu, vaan valmisbetonin tuotehyväksynnässä noudatetaan yleensä kansallista varmennustodistusmenettelyä. Ympäristöministeriön hyväksymä toimielin myöntää betonin valmistajalle varmennustodistuksen ja laadunvalvonnan varmentaja suorittaa jatkuvaa tuotannon kelpoisuuden valvontaa. Tällöin asiakkaan tehtäväksi jää tarkistaa, että betonin toimittajalla on hyväksytty varmennustodistus.

Joissakin tapauksissa tilaaja edellyttää laadunvalvontaa myös työmaalla, esimerkiksi ilmapitoisuuden mittauksia. Näissäkin voidaan usein tilaajan kanssa sopia, että muutamin pistokokein todetaan ilmamäärän mahdollisen muutoksen suuruus kuljetuksen ja pumppauksen aikana.

Lujuuskoekappaleiden teko työmaalla ei normaalisti ole tarpeen ja se voi antaa betonin lujuudesta harhaan johtavaa tietoa, koska työmaalla ei yleensä ole laboratoriota vastaavia säilytysmahdollisuuksia koekappaleille.

Betonivalun lämpötilan mittauksiin esimerkiksi lujuuden kehityksen arviointia varten on olemassa myös automaattisia rekisteröintilaitteita, joista saa lisätietoa betonin toimittajilta.

Kirjallisuutta

/1/ SFS-EN 206, Betoni. Osa 1: Määrittely, ominaisuudet, valmistus ja vaatimustenmukaisuus
/2/ By 50, Betoninormit 2012
/3/ By 45, Betonilattiat 2014
/4/ By54/BLY12, Betonilattioiden pinnoitusohjeet 2010
/5/ Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet, Suomen Betonitieto Oy, Lattian- ja seinänpäällysteliitto, 2007
/6/Betonilattiat-kortisto, Rakennustuoteteollisuus RTT ry, Betoniteollisuus ry, Betonilattiayhdistys ry, 2012
(saatavana ja ladattavissa: www.betoni.com / Betonilattiat-kortisto pdf -tiedosto)