



TEKNIKA JA LIIKENNE

Rakennustekniikka

Talonrakennustekniikka

INSINÖÖRITYÖ

NOPEASTI PINNOITETTAVA BETONI

Työn tekijä: Jesse Puhjo

Työn valvoja: Tapio Siirto

Työn ohjaaja: Jorma Kilpeläinen

Työ hyväksytty: __. __. 2008

**Tapio Siirto
TKL, lehtori**



ALKUSANAT

Tämä tutkimus on tehty insinöörityönä Helsingin ammattikorkeakoulun rakennusosaston talonrakennustekniikan opintosuunnalle. Tutkimus suoritettiin maaliskuu 2006 - toukokuu 2008 Peab Seicon Oy:ssä.

Työn valvojana toimi DI Tapio Siirto Helsingin ammattikorkeakoulusta ja ohjaajana Työpäällikkö Jorma Kilpeläinen Peab Seicon Oy:stä. Haluan kiittää heitä molempia saamistani tiedoista ja tuesta.

Lisäksi haluan kiittää kaikkia opinnäytetyöni toteutukseen osallistuneita henkilöitä.

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Jesse Puhjo	
Työn nimi: Nopeasti kuivuva betoni	
Päivämäärä: 30.9.2008	Sivumäärä: 33
Koulutusohjelma: Rakennustekniikka	Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka
Työn valvoja: DI Tapio siirto, lehtori Työn ohjaaja: Jorma Kilpeläinen, työpäällikkö	
<p>Rakentamisen sisävalmistusvaiheen pinnoitustyöt saattavat viivästyä, koska betonirakenteiden sisältämä kosteuspitoisuus on liian suuri. Useimmiten betonirakenteet pinnoitetaan jollakin muulla materiaalilla kuten parketilla ja vesieristeillä, joten betonin sisältämän kosteuden tulee olla riittävän pieni, jotta sisävalmistusvaiheen pinnoitustyöt voidaan aloittaa.</p> <p>Tässä insinööriyössä tutkittiin nopeasti pinnoitettavaa betonia ja kuinka sen käytöllä voidaan vaikuttaa betonirakenteiden kuivumisen nopeutumiseen. Nopeasti pinnoitettava betoni, eli NP-betoni on kehitetty betonilaaduksi, joka kuivuu erittäin nopeasti. NP-betoni kuivuu normaali betoneja 2-3 kertaa nopeammin. NP-betonilla on mahdollista pienentää rakenteiden kuivumisaikoja huomattavasti ja näin aikaistaa pinnoitustöiden alkua. NP-betoni on myös normaalisti kuivuvia betoneja kalliimpaa, joten massan käyttö kasvattaa rakennuskohteen betonoinnin kustannuksia.</p> <p>Työssä tutkittiin rakennuskohteita ja eri rakenteita joissa oli käytetty nopeasti pinnoitettavaa betonia. Tutkimuskohteissa nopeasti pinnoitettavaa betonia oli käytetty, jotta betonirakenteiden kuivuminen olisi nopeampaa eikä betonin sisältämän liian suurien kosteuspitoisuuksien taso tuottaisi rakentamiseen ongelmia. Tutkimuksessa verrattiin normaalistikuvien ja nopeasti pinnoitettavien betonien kuivumista samanlaisissa rakenteissa ja samanlaisissa olosuhteissa.</p> <p>Tutkimuksessa nopeasti pinnoitettavasta betonista ei saatu hyviä tuloksia betonin kuivumisen nopeutumisena. Tutkimuksessa löytyi myös paljon syitä NP-betonin huonontuneille kuivumisajoille, kuten jälkihoitomenetelmät, sekä kuivumisolosuhteet.</p> <p>Tässä insinööriyössä käsiteltiin milloin ja miten NP-betonia kannattaa käyttää, jotta kohonneista betonointikustannuksista saataisiin hyötyä pienentyneinä kuivumisaikoina.</p>	
Avainsanat: NP-betoni, betonin kuivuminen, suhteellinen kosteus,	

ABSTRACT

Name: Jesse Puhjo	
Title: Fast drying concrete	
Date: 30 September 2007	Number of pages: 33
Department: Civil Engineering	Study Programme: Building Engineering
Supervisor: Tapio Siirto, Lecturer Instructor: Jorma Kilpeläinen, Work manager	
<p>The aim of this graduate study in engineering was to research the benefits and weaknesses of fast drying concrete. This type of concrete is able to dry faster than normal drying concrete. Fast drying concrete dries two or three times faster compared to normal drying concretes. This feature has advantages such as removing the formwork early and thus progressing in the building process at record time. Fast drying concrete is more expensive than normal drying concretes. Therefore, using fast drying concrete raises also the construction expenses.</p> <p>In this research the target was to study different types of constructions and structures where fast drying concrete had been used. The main purpose was to compare fast drying concrete to normal drying concrete in similar structures and conditions.</p> <p>In this graduate study of engineering, good results were not obtained as regards fast drying of fast drying concrete. The study also showed that there were many causes for poor drying times, for example the aftercare process and drying conditions.</p>	
Key words: Fast drying concrete, Relative humidity	

SISÄLLYS

ALKUSANAT

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO.....	1
1.1 Tutkimuksen tausta.....	1
1.2 Tutkimuksen tavoite	2
1.3 Tutkimusmenetelmät	2
2 TIETOA BETONISTA.....	3
2.1 Betonin valmistus	3
2.1.1 Betonin kosteuspitoisuus	4
2.2 Betonin kosteustasapaino	4
2.3 Betoni ja kosteus	5
2.4 Betonin laatu.....	6
2.4.1 Betonilaadun vaikutus	7
2.5 Betonin lujuusluokan vaikutus kuivumiseen.....	7
2.6 Rakennetekniikan vaikutus betonin kuivumiseen	8
2.7 Betonin kuivatus.....	8
2.8 Betonin kuivumisen nopeuttaminen.....	9
3 NOPEASTI PINNOITETTAVAN BETONIN IDEA	10
3.1 NP-betoni.....	10
3.2 NP-betonin käytön perusteet	11
3.3 NP-betonin käyttökohteet.....	12
4 NP-BETONIN ESIMERKKIKOhteet	13
4.1 Paikallavaluholvit EASTEND.....	13
4.2 Työtekniikka.....	14
4.2.1 Tuloksien analysointi	15
4.3 Kelluvat lattiat EASTEND.....	19
4.3.1 Työtekniikka.....	19
4.3.2 Tulosten analysointi	20
4.4 Paikallavaluholvi EIRA.....	23

4.4.1 Kohteen yleistiedot.....	23
5 JOHTOPÄÄTÖKSET NP-BETONIN KÄYTÖSTÄ.....	28
6 NP-BETONIN JÄRKEVÄ KÄYTTÖ.....	30
7 NP-BETONIN HYVÄT OMINAISUUDET	30
8 NP-BETONIN HUONOT OMINAISUUDET	30
9 YHTEENVETO	31

1 JOHDANTO

Tämän insinööriyön tavoitteena on Peab Seicon Oy:n työmailta, sekä yhteistyökumppaneilta kerätyn aineiston pohjalta selvittää nopeasti kuivuvan betonin soveltuvuutta ja kannattavuutta käyttökohteissaan. Nykyajan koveneva kilpailu ja nopea rakentamisvauhti edellyttävät betonirakenteilta nopeaa kuivumista, jotta sisävalmistusvaiheen pinnoitus- ja päällystystyöt päästään aloittamaan. Rakentamisessa aika on rahaa, joten rakennushankkeet pyritään suorittamaan mahdollisimman lyhyessä ajassa valmiiksi. Hyvin usein juuri betonirakenteiden kosteudet ovat aikaisemman työn aloitusajankohdan esteenä sisävalmistusvaiheen pinnoitus ja päällystystöille. Tässä tutkimuksessa perehdytään nopeastikuivuvan betonin kuivumisominaisuuksiin, sekä näytetään onko nopeasti pinnoitettavasta betonista ollut hyötyä käyttökohteissaan.

1.1 Tutkimuksen tausta

Tässä insinööriyössä on perehdytty betonirakenteen kuivumiseen, sekä betonirakenteiden kuivumisen nopeuttamiseen tutkimalla nopeasti pinnoitettavan betonilaadun eli NP-betonin kuivumisominaisuuksia. NP-betoni kuuluu erikoisbetoneihin ja on erikoisominaisuuksiensa puolesta kalliimpaa betonia kuin normaalisti kuivuvat betoni laadut. Tässä tutkimuksessa selvitetään onko kalliimmalla erikoisbetonin käytöllä saavutettu hyötyä rakentamisen sisävalmistusvaiheen kuivumisajoissa.

NP-betonia on usein suositeltu eri tahojen osalta käytettäväksi hyvinkin erilaisiin betonirakenteisiin, joten myös allekirjoittaneen mielenkiinto nousi tämän tutkittavan betonilaadun ominaisuuksia kohtaan. Tästä betonilaadusta oli saatava lisää tietoa ja nähdä minkälaisia etuja NP-betonin käytöllä on saavutettu.

1.2 Tutkimuksen tavoite

Tässä työssä tuodaan esille NP-betonin käytöstä koituneet hyvät ja huonot puolet. Tutkimuksen tuloksena pyritään antamaan selkeä kuva NP-betonista, massan käyttökohteista, sekä kuivumisominaisuuksista erilaisissa olosuhteissa. NP-betoni kuuluu erikoisbetoneihin ja vaatii tiettyjä huomioitavia asioita, jotta NP-betonin ominaisuudet saataisiin käytettyä mahdollisimman tehokkaasti hyväksi, sekä saavutettaisiin haluttu lopputulos kuivumisaikojen suhteen. Tällä tutkimuksella tavoitellaan taloudellisesti järkevää NP-betonin käyttöä tulevaisuuden rakennushankkeita varten.

1.3 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelminä käytettiin rakennuskohteiden kosteusmittaustuloksien analysointia, sekä tutkittiin eri betonilaatujen kuivumisominaisuuksia. Tutkimuksessa käytiin läpi rakennuskohteiden betonin kuivumisaikoja, betonirakenteiden kuivumisolosuhteita, sekä työtekniikan ja työtapojen vaikutusta NP-betonin kuivumiseen. Betonin valmistajilla ja markkinoijilla on olemassa paljon tietoa, jonka mukaisesti NP-betonin kuivuminen tapahtuu, mutta oli mielenkiintoista tutkia, kuinka betonirakenteet kuivuvat vaihtelevissa rakennusaikaisissa olosuhteissa.

2 TIETOA BETONISTA

Betonia käytetään erilaisten rakennelmien rakentamiseen. Se on yksi maailman käytetyimmistä rakennusmateriaaleista tiilen, puun ja teräksen ohella. Betonilla on ylivertaisia ominaisuuksia verrattuna muihin perusmateriaaleihin. Rakenteen kestävyyttä voidaan säädellä erilaisille voimasuureille sopivaksi. /1/,/2./

2.1 Betonin valmistus

Betoni on eräänlaista keinotekoisesti valmistettua kiveä, jota tehdään liittämällä irrallista kiviainesta veden ja sementin avulla kiinteäksi, kovaksi massaksi. Betonin pääraaka-aineet koostuvat runkoaineesta, sementistä ja vedestä. Runkoaine kostuu raekooltaan vaihtelevasta kiviaineksestä tietyssä optimoidussa suhteessa. Valmiissa betonissa vesi esiintyy sidosvetenä. Betonin sideaine on sementti, joka on sen tärkein raaka-aine. Sementti muodostaa veden kanssa kovan rakenteen, joka liimaa betonin muut osat toisiinsa. Pääraaka-aineiden lisäksi käytetään betonissa usein lisä- ja seosaineita betonin ominaisuuksien lisäämiseksi. Lisä- ja seosaineilla parannetaan esimerkiksi betonin työstettävyyttä, tiiviyyttä, säilyvyysominaisuuksia sekä nopeutetaan lujoudenkehitystä ja kuivumista. /1/,/2./

Betonirakenteita usein vahvistetaan lisäksi teräksillä ja raudoitteilla, sillä pelkkä betoni kestää huonosti vetorasitusta, vain noin 1/10-osan betonin puristuskestävyydestä. Raudoitukset ottavat vastaan valmiissa teräsbetonirakenteessa vetorasitukset, kun taas betoni puristusrasitukset. Näitä kahta materiaalia voidaan käyttää yhdessä koska niillä on sama lämpölaajenemiskerroin. /1/,/2./

2.1.1 Betonin kosteuspitoisuus

Normaaliin rakennebetoniin sekoitetaan valmistusvaiheessa 180...200 l/m³ vettä, josta suurin osa tarvitaan betonimassan työstettävyyden varmistamiseen. Normaalin menetelmin tiivistettävä valmisbetoni sisältää runsaasti ylimääräistä vapaata kosteutta, jonka on poistuttava ennenkuin betoni voidaan pinnoittaa tiiviillä päällysteellä.

Osa betoniin sekoitetusta vedestä sitoutuu kemiallisesti reagoidessaan sementin kanssa ja osa täyttää betonin huokosia. Kemiallisesti sitoutuneen veden määrä on suoraan riippuvainen sementin määrästä. Täydellisessä hydrataatiossa, jolloin kaikki sementti on reagoinut eli hydrataatioaste = 1, on kemiallisesti sitoutuneen veden määrä suomalaisilla sementeillä noin 25% sementin määrästä. Käytännössä hydrataatio ei yleensä ole täydellistä, vaan hydrataatioaste jää välille 0,5...0,8 riippuen jälkihoidosta ja vesisementtisuhteesta. Se osa vedestä, joka ei sitoudu kemiallisesti, on sitoutunut fysikaalisesti betonin huokosiin. Mitä pienempiä huokokset ovat sitä tiukemmin vesi on niihin kiinnittynyt. Kaikkein pienimpiin huokosiin vesi on situotunut niin vahvoihin sidoksiin, ettei kyseinen vesi voi osallistua edes sementin hydrataatioon. /3,s.5./

2.2 Betonin kosteustasapaino

Huokoisena aineena betoni pyrkii kosteustasapainoon ympäristönsä kanssa. Jos betonin huokosilman suhteellinen kosteuspitoisuus on suurempi kuin ympäröivän ilman, betonista haihtuu kosteutta ympäröivään ilmaan ja betoni kuivuu. Jos betonin huokosilman suhteellinen kosteuspitoisuus on pienempi kuin ympäröivän ilman, kosteutta siirtyy ympäröivästä ilmasta betonin huokosilmaan ja betoni kastuu. Tasapainotilassa ympäristöstä siirtyy betoniin yhtä paljon kosteutta kuin betonista ympäristöön. Tasapainotilassa ympäristön kanssa oleva betonin kosteuspitoisuus riippuu suuresti betonin laadusta. Mitä suurempi betonin lujuusluokka on sitä enemmän siihen sitoutuu tasapainotilassa kosteutta. /4./

2.3 Betoni ja kosteus

Betoni on itsessään hyvin kosteutta kestävä materiaali, eikä kosteuden vaikutuksesta lahoa eikä siten menetä lujuuttaan. Tämä on huomattava etu rakennettaessa suomalaisissa hyvin vaihtelevissa olosuhteissa. Betoni myös lujittuu parhaiten sopivan kosteissa olosuhteissa.

Betonin korkea alkaalipitoisuus (korkea pH) rajoittaa myös mikrobikasvun syntyä. Betonin sisältämä kosteus voi kuitenkin aiheuttaa vaurioita betoniin kosketuksissa oleviin muihin materiaaleihin. Yleisempiä betonin kosteuden aiheuttamia vaurioita ovat lattiapäällystevauriot, kuten esimerkiksi päällysteen irtoaminen, värjäytyminen ja kemiallisten hajoamisreaktio-tuotteiden haihtuminen sisäilmaan eli emissiot. Lattiapäällysteiden alle sekä kerroksellisten rakenteiden, kuten esimerkiksi kelluvien lattioiden eristetilaan, voi kosteuden vaikutuksesta syntyä mikrobikasvustoa. Betonin kosteus on peräisin betonin valmistamiseen käytetystä vedestä sekä betonin kastumisesta rakennusaikana. Tuoreen betonin suhteellinen kosteus (RH) on noin 100%. Betonin kovettuttua betonin RH on välillä 90-98 % betonilaa- dusta riippuen. Kovettumisen jälkeen betoniin jää vielä ylimääräistä kosteutta, joka ajan kuluessa haihtuu betonin saavuttaessa tasapainokosteuden ympäristön kanssa (esim. 50-60 % RH). Rakennusaikana betonirakenteen ei tarvitse kuivua tasapainokosteuteen ympäröivän ilman kanssa, vaan tavoitekosteuden asettavat päällystemateriaalit. Useimmat päällystemateriaalit edellyttävät, että alustana olevan betonin RH on enintään 80...90 %. Siihen, miten nopeasti betonirakenne tämän raja-arvokosteuden alittaa, vaikuttavat mm. betonilaa- tu, rakenteen paksuus ja kuivumissuunnat sekä erityisesti kuivumisolosuhteet. /4./

Betonin suhteellisen kosteuden (RH) enimmäisarvo,%	Päällyste	Huomautuksia
80 Betonin pintaosien (2...3cm) oltava alle 75%	- Mosaiikkiparketti	Kosteusliikkeet Puulajikohtainen(esim. pyökki 80%, tammi 85%)
85	-Lautaparketit -Huopa-tai solumuovipohjaiset muovimatot -Kumimatot Korkkilaatat,alapinnassa kosteudeneriste Tekstiilimatot joissa alusrakenne(PVC,kumi ...)	Betonin pintaosat alle 75%RH Bakteeritoiminta, sienikasvu Vesiliukoisten liimojen kosteudenkestävyys
90	-Muovilaatat -Muovimatot (ei alustarakennetta) -Linoleum -Alustaan kiinnittämättömät puulattiat. Puun ja betonin välissä kosteudeneristys jonka alla kosteuden poistokanavointi	Kosteus voi aiheuttaa päällysteeseen muutoksia Liiman on kestettävä kyseinen kosteus. Vesiliukoisten liimojen kosteusraja 85%

Taulukko 1. Lattianpäällysteiden kosteusarvoja. /4./

2.4 Betonin laatu

Betonia on olemassa lukuisia eri laatuja erilaisille käyttökohteille ja -tarpeille. Betonia on suunniteltu erilaisiin paikkoihin ja tarkoituksiin. Betonin ominaisuudet vaihtelevat kestävyden, lujuuden, kuivumisen, työstettävyyden ja säilyvyyden suhteen. Betonin osaineiden valinnalla ja niiden seossuhteiden määrittämisellä on tärkeä merkitys betonin kaikkiin ominaisuuksiin. Betonin valmistustapa antaa antaa laajat mahdollisuudet säädellä betonin ominaisuuksia, joten sen käyttöalue rakentamisessa on erittäin laaja.

2.4.1 Betonilaadun vaikutus

Betonin koostumuksella on keskeinen osuus betonin kuivumisnopeuteen. Oikean koostumuksen omaavalla betonilla voidaan kuivumisaika 90% suhteelliseen kosteuspitoisuuteen pudottaa jopa kymmenesosaan siitä, mikä se on normaalilla rakennebetonilla. /3, s.8./

2.5 Betonin lujuusluokan vaikutus kuivumiseen

Lujuusluokkaa kasvattamalla betonissa aikaansaadaan ”sisäinen” kuivuminen, kun betonin kovettuessa vesi reagoi kemiallisesti ylimääräisen sementin kanssa. Alussa kuivuminen tapahtuu pääasiassa veden kemiallisen sitoutumisen kautta, mutta osa vedestä myös haihtuu. Kemiallisesti sitoutuneen veden määrä ja sitoutumisnopeus riippuvat betonin sementtimäärästä, sementtityypistä, sementin hienoudesta, vesisementtisuhteesta, lämpötilasta ja betonin huokoisilman suhteellisesta kosteuspitoisuudesta. Tämän jälkeen kuivuminen jatkuu pääosin haihtumalla, kun kemialliset reaktiot hidastuvat. Haihtumiskuivumisen nopeus riippuu betonin huokosrakenteesta, joka on pääasiassa riippuvainen betonin vesisementtisuhteesta. Vesisementtisuhteen kasvaessa kasvaa myös betonin huokoisuus. Koska lujuusluokan nosto yleensä alentaa vesisementtisuhdetta ja tekee betonista tiiviimpää, haihtuminen ja myös kuivuminen tältä osin hidastuvat. /3, s.9./

Mikäli betonin hydrataatiosta johtuva sisäinen kuivuminen ei ole riittävää, betoniin tiivistynyt rakenne saattaa johtaa siihen, että haluttua kosteustilaa ei saavuteta toivotussa ajassa hidastuneen haihtumisen vuoksi. tehtyjen tutkimuksien perusteella betonin vesisementtisuhteen tulee olla alle 0,45, jotta sisäinen kuivuminen pystyy korvaamaan haihtumisen hidastamisen. /3, s.9./

2.6 Rakeneratkaisun vaikutus betonin kuivumiseen

Valitulla rakeneratkaisulla on merkittävä vaikutus betonin kuivumisaikaan, koska kuivuminen normaalibetoneilla riippuu haihdutettavan veden pisimmästä mahdollisesta kulkumatkasta betonirakenteen sisältä betonin pinnalle. Yhteen suuntaan kuivuvilla rakenteilla tämä matka on yhtä kuin rakennepaksuus, ja kahteen suuntaan kuivuvalla rakenteilla puolet rakennepaksuudesta. Kuivumisaika kasvaa toisessa potenssissa rakennepaksuuteen nähden, eli rakennepaksuuden kaksinkertaistuessa kuivumisaika nelinkertaistuu. Esimerkiksi liitto-laatta kuivuu noin neljä kertaa hitaammin kuin samanpaksuinen kahteen suuntaan kuivuva rakenne. /3, s.10./

2.7 Betonin kuivatus

Betonin kuivumista voidaan parhaiten edesauttaa estämällä rakenteiden tarpeeton kastuminen rakennusaikana. Paikalla valettu holvi on tiivis ja estää alempien kerrosten kastumisen kun estetään veden valuminen LVI- ym. varausreikien kautta. Betonin kuivumisen voidaan katsoa useimmissa tapauksissa alkavan vasta kun vesikatto on tiivis ja rakennuksessa on lämpö päällä.

Mikäli rakenteet eivät ennätä kuivua päällystettävyyssosteuteen suunnitellussa ajassa on rakennusta lämmitettävä tehostetusti. Rakennuksen oma lämmitysjärjestelmä on tehokkain rakenteiden kuivattaja koska tällöin lämpövirta kiertää rakennuksessa tasaisesti.

Betonin lämpötilan nostaminen on tehokkain keino kuivattaa rakenteita. Lämpötilaa nostettaessa betonin sisäinen vesihöyryn osapaine kasvaa sekä betonin diffusiviteetti lisääntyy, jolloin betonista poistuu tehokkaasti vettä. Ympäröivän ilman suhteellisen kosteuspitoisuuden arvoksi riittää taso 45 - 50 % RH. Ilman kosteuden alentaminen ei tämän jälkeen merkittävästi vaikuta betonin kuivumiseen ja voi jopa hidastaa kuivumista koska rakenteen pintaosa kuivuu nopeasti ja kosteuden poistuminen syvemmältä rakenteesta hidastuu. Lämpötilan nostaminen rakennuksessa riittää suurimman osan vuotta pitämään rakennuk-

sen ilman kosteuden kuivumisen kannalta riittävän alhaisena. Ns. kosteuden kerääjiä käyttämällä ei rakenteita voida rakennustyömaalla juurikaan kuivattaa.

Rakenteiden kastumista runkotyön aikana tulisi välttää. Kuivumisvaiheessa betoniin imeytyvä vesi on kuivumisen kannalta oleellisesti haitallisempaa kuin betonin valmistusvaiheen seosvesi.

2.8 Betonin kuivumisen nopeuttaminen

Tavallisimmin käytettävät keinot betonin kuivumisen nopeuttamiseksi ovat:

- valitsemalla mahdollisimman jäykkä ja isolla runkoaineella oleva massa
- estämällä betonin tarpeeton kastuminen
- hiomalla betonin pinta auki sementtiliimasta
- nostamalla betonirakenteen lämpötilaa
- vesisementtisuhteen alentaminen betonissa lisäämällä sementtimäärää tai vähentämällä seosvettä tehonotkistimia käyttämällä, tästä seuraa useimmiten myös betonin lujuusluokan kasvu
- betonin huokoistaminen
- valitsemalla nopeasti kuivuva betonilaatu, eli NP-betoni
- välttämällä suunnittelussa paksuja yhteen suuntaan kuivuvia rakenteita
- luomalla hyvät rakennusaikaiset kuivumisolosuhteet.

3 NOPEASTI PINNOITETTAVAN BETONIN IDEA

Rakennusajan lyhentäminen pienentää rakennushankkeen kokonaiskustannuksia. Nopeute-
tussa tuotannossa hankkeen kokonaisaikaa voidaan lyhentää jopa 30% nykyisestä. Raken-
nusajan taloudellinen lyhentäminen tuotantoa nopeuttamalla voidaan toteuttaa esimerkiksi
työsuunnittelun ja lohkotekniikan avulla, lyhentämällä betonirungon pystytys- ja kuivu-
misaikaa sekä sisävalmistusvaiheita nopeuttamalla. Rakennusajan lyhentämisessä ovat
keskeisessä osassa nykyisiä betonilaatuja nopeammin kuivuvat ja kovettuvat betonit. Tämä
lisää materiaalikustannuksia, mutta tuotannon nopeutumisella saavutettava rakennusajan
merkittävä lyheneminen alentaa käyttö- ja yhteiskustannuksia. /3,s.5./

3.1 NP-betoni

NP-betoni eli nopeasti päällystettävä betoni on kehitetty kuivumaan normaalibetoneja pa-
remmin. Parempi kuivumisnopeus verrattuna normaalibetoneihin perustuu normaalia suu-
rempaan sementtimäärään ja alaisempaan vesimäärään. NP-betonin vesi-sideainesuhde on
noin 0,4, joka on noin puolet normaalibetonin vesi-sideainesuhteesta. Sementtiä se sisältää
nopeasti lujittuvan betonin verran, eli lujuuden kehitys on samaa luokkaa kuin Rapid-
betonilla, jopa hieman nopeampaakin. NP-betonin valmistuksessa käytetään notkistimia ja
huokostimia, jotta betonin työstettävyys säilyisi. Betonin huokoistus on noin 2%:n luok-
kaa, jossa ilmahuokokset toimivat puuttuvan veden sijasta notkistaen massaa. NP-betoni on
kuitenkin normaalibetoneihin verrattuna sitkeämpää ja hankalammin työstettävää. NP-
betoni on myös kittimäistä, joten sillä on taipumusta tarttua kiinni betonointi välineisiin.

Nopeamman kuivumisen lisäksi NP-betonien etuna on niiden tavanomaista betonia parem-
pi tiiviys, minkä seurauksen rakennusaikaisen veden imeytyminen ja siten myös kastumi-
sen vaikutus niiden kuivumisnopeuteen on vähäisempää verrattuna normaalibetoneihin.

NP-betoni kuivuu betonin valmistajien mukaan normaalibetoniin verrattuna noin 2-3 kertaa nopeammin hyvissä olosuhteissa, mikäli betonointi ja jälkihoito ovat onnistuneet suunnitellusti.

NP-betonia käytettäessä on kiinnitettävä erityistä huomiota betonin jälkihoitoon ja työsuorituksen onnistumiseen, sillä NP-betoni on erikoisbetoni. Hyvät kuivumisolosuhteet tehostavat myös näiden erikoisbetoneiden kuivumista. Näiden betoneiden jälkihoidosta annettuja ohjeita on noudatettava tavanomaista voimakkaamman halkeiluriskin vuoksi.

3.2 NP-betonin käytön perusteet

Betonin kuivumisella on erittäin tärkeä osuus rakentamisen aikatauluun, sillä valtaosa betonirakenteista päällystetään jollakin toisella materiaalilla. Etenkin sisätiloihin rajoittuvista betonilattioista ja -seinistä päällystetään vesieristeillä, laatoilla, sekä parketeilla. Useimmat päällystemateriaalit edellyttävät, että alustana oleva betoni on kuivunut tietyn suhteellisen kosteuden, eli RH-arvon alapuolelle ennen kuin päällystystyöhön voidaan ryhtyä.

Nykyajan nopeatahtisessa rakentamisessa on betonirakenteiden suhteellisen kosteuspitoisuuden kanssa ollut ongelmia ja päällystystöiden aloitus on saattanut siirtynyt juuri liian suuren betonin suhteellisen kosteuden johdosta.

Yleisimpien päällystemateriaalien raja-arvot ovat välillä 80...90 % RH:a. Erilaisten päällystemateriaalien raja-arvoja on annettu mm. SisäRYL 2000:ssa ja BLY7/by45 Betonilattiat julkaisuissa. Ensisijaisesti tulee noudattaa kuitenkin päällystemateriaalien valmistajien antamia ohjeita pintojen kosteuksille, sillä erilaisilla päällystemateriaalien kosteuden kosteudensietokyvyssä voi olla suuriakin tuotekohtaisia eroja.

3.3 NP-betonin käyttökohteet

NP-betonia voidaan käyttää lähes kaikkiin valuihin. NP-betonia onkin saatavilla erilaisia laatuja kullekin käyttökohteelle. Esimerkkeinä NP-betonin laaduista voidaan mainita nopeasti pinnoitettava lattiabetoni, nopeasti pinnoitettava saumausbetoni, sekä kaikkien kantavien rakenteiden betonina seinä- ja holvivaluihin. Tyypillisimpiä käyttökohteita joissa on käytetty NP-betonia ovat pintabetonilattiat, jälkivalukohteet, kuten esimerkiksi kylpyhuoneitilojen kaatolattiat. Erilaiset kuori- ja liittolaatat, massiivilaatat, saumaukset, paikallavaluholvit, sekä saneerauskohteiden lattiat.

Nopeasti kuivuvien betonilaatujen käyttökohteita ovat rakenteet, joiden halutaan kuivuvan nopeasti päällystämiskelpoiseksi tai joiden kuivumisolosuhteet ovat huonot, sekä erilaiset kerrosrakenteet, joissa betonista haihtuva kosteustuotto halutaan pitää mahdollisimman pienenä.

4 NP-BETONIN ESIMERKKIKOhteET

Tässä luvussa tutkitaan esimerkkikohteita, joissa on käytetty NP-betonia.

Esimerkkikohteena ovat Helsingin Herttoniemessä sijaitseva Eastend-alueen rivitalo projekti, sekä Helsingin Eirassa sijaitseva kerrostalokohde. Eastendin rakennustyömaalta tutkitaan kolmea rivitaloyhtiötä, As Oy Kanavanneitoa, As Oy Amiraalinrantaa ja As Oy Aallotarta. Eastendin rivitalotyömaissa on käytetty NP-betonia paikallavalu holveissa ja ensimmäisen kerroksen kelluvissa lattioissa.

Eirassa sijaitsevalla kerrostalotyömaalla on tutkimuksen kohteeksi valittu As Oy Eiranrantakallio, jossa NP-betonia on käytetty paikallavaluholveissa, sekä märkätilojen kaatolattioissa.

4.1 Paikallavaluholvit EASTEND

Tässä käsitellään Eastendin alueen kolmen rivitaloyhtiön paikallavaluholvien kuivumisaikoja. Eastendin ensimmäisenä rakennetun rivitaloyhtiö Kanavanneidon kaikki paikallavaluholvit valettiin NP-betonilla. Kahdessa seuraavassa rivitaloyhtiössä, Amiraalinrannassa ja Aallottaressa paikallavaluholvit valettiin normaalisti kuivuvalla Rapid-betonilla. Yhteensä paikallavalettavaa holvia on kussakin kolmessa rivitaloyhtiössä noin 1000 m². Rakenteeltaan paikallavaluholvi on kahteen suutaan kuivuva ja paksuus holvissa on 260 mm. Tulevat pinnoitukset tehdään suoraan holvin päälle tammiparketilla ja märkätilojen vesieristyksillä.

4.2 Työtekniikka

Betoni pumpattiin holville betonipumppuautolla. Valunopeus oli 20 m³/h ja betonia toimitettiin tehtaalta 5 m³ erissä vartin välein. Työryhmässä kaksi valumiestä, yksi vibramies ja betonin pumppaaja. Märkätilojen kaatolattiat valettiin samassa yhteydessä holviin. Holvin pinta tehtiin linjaripinnalle ja kaatolattiat teräслиipattiin.

Kanavanneidon paikallavaluholvit valettiin kesällä vuonna 2006, Amiraalin paikallavaluholvit valettiin talvella talvibetonointina vuonna 2007, sekä Aallottaren paikallavaluholvit tehtiin myös talvella vuonna 2008.



Kuva 1. Kanavanneidon holvia valetaan NP-betonilla kesällä vuonna 2006

4.2.1 Tuloksien analysointi

Rivitaloyhtiö Kanavanneidon kaikki paikallavaluholvit valettiin NP-betonilla. Valut suoritettiin touko-kesäkuussa 2006.

Taulukko 2. NP-betonin kuivuminen paikallavaluholvissa vuorokausina									
Työmaa: EASTEND, As Oy Helsingin Kanavanneito									
Rakenne: Paikallavaluholvi									
Rakenteen paksuus: 260mm									
Betoni: NP K30-2, # max 16mm, notkeus S3									
Kosteudet mitattu poratuista ja tulpatuista mittareista. Mittareit tulpatu muovitulpalla ja salpakitillä. Mittareiden tasaantumisaika 3 vrk ennen kosteusmittausta. Reikien syvyys noin 50 mm. Tavoite kosteus alle 90 % vesieristystä varten. Kosteusmittauskalusto: Vaisala näyttölaite HMI41 ja mittapää HMP42 Lämpötilakorjatut arvot lämpötilassa 20° C. Huomioitu mittavirhe ± 5 %.								L-tila korjaus	
Mittaus-piste	Lämmöt saatu päälle	Mittaus-päivä	Aika-väli (vko)	Suht. kost. (%)	Lämpötila (°C)	Mittauspisteiden paikka	Tulos	Suht.kost.(%)	Lämpötila (20 °C)
1	1.9.2006	9.10.2006	6	91,6	14,7	Huoneisto A1, holvi	Kostea	96,9	20
2*	1.9.2006	23.11.2006	15	85,8	31,3	Huoneisto A2, holvi	Pinnoitettavissa	~75	20
7	1.9.2006	9.10.2006	6	86,4	13,1	Huoneisto B9, holvi	Kostea	93,3	20
7	1.9.2006	23.11.2006	15	86,3	20,5	Huoneisto B9, holvi	Pinnoitettavissa	85,8	20
3	1.9.2006	9.10.2006	6	89,4	13,6	Huoneisto B4, holvi	Kostea	95,8	20
4	1.9.2006	18.12.2006	19	73,3	23,4	Huoneisto B5, holvi	Pinnoitettavissa	70	20
6	1.9.2006	9.10.2006	6	94,1	12,7	Huoneisto B8, holvi	Kostea	100	20
5	1.9.2006	18.12.2006	19	72,7	20,8	Huoneisto B7, holvi	Pinnoitettavissa	72	20
8	1.10.2006	9.10.2006	2	87,2	13,2	Huoneisto C11, holvi	Kostea	94,0	20
8	1.10.2006	18.12.2006	15	76,8	16,9	Huoneisto C11, holvi	Pinnoitettavissa	80	20
9	1.10.2006	9.10.2006	2	85,5	12,9	Huoneisto C15, holvi	Kostea	92,6	20
9	1.10.2006	18.12.2006	15	87,9	17,1	Huoneisto C15, holvi	Kostea	91	20
9	1.10.2006	15.1.2007	19	72,8	16,1	Huoneisto C15, holvi	Pinnoitettavissa	77	20
Max aikaväli, kun pinnoitettavissa: 19vko:a Min aikaväli, kun pinnoitettavissa: 15vko:a Aikavälien keskiarvo, kun pinnoitettavissa: 16,7vko:a									
* lämpötila muuntotaulukon ulkopuolella									

Rivitaloyhtiö Amiraalin kaikki paikallavaluholvit valettiin normaalisti kuivuvalla Rapid betonilla. Valut suoritettiin vuosien 2006-2007 vaihteessa.

Taulukko 3. Rapid betonin kuivuminen paikallavaluholvissa vuorokausina									
Työmaa: EASTEND, As Oy Helsingin Amiraalin ranta Rakenne: Paikallavaluholvi Rakenteen paksuus: 260mm Betoni: Rapid K30-2 , # max 16mm, notkeus S3									
Kosteudet mitattu poratuista ja tulpatuista mittareista. Mittareit tulpattu muovitulpalla ja salpakitillä. Tasaantumisaika 3 vrk. Reikien syvyys noin 50mm. Tavoite kosteus alle 90% vesieristystä varten. Kosteusmittauskalusto: Vaisala näyttölaite HMI41 ja mittapää HMP42 Lämpötilakorjatut arvot lämpötilassa 20° C. Huomioitu mittavirhe ± 5 %.								L-tila korjaus	
Mittaus-piste	Lämmöt saatu päälle	Mittaus-päivä	Aika-väli (vko)	Suht. kost.(%)	Lämpö-tila (°C)	Mittauspisteen paikka	Tulos	Suht.kost. (%)	Lämpö-tila (20°C)
1	1.4.2007	3.9.2007	20	81,7	24,1	huoneisto A2 holvi	Pinnoitettavissa	79,7	20
2	1.4.2007	3.9.2007	20	85,0	23,8	huoneisto B5 holvi	Pinnoitettavissa	83,1	20
3	1.5.2007	3.9.2007	16	80,9	21,8	huoneisto C6 holvi	Pinnoitettavissa	80,0	20
4	1.5.2007	3.9.2007	16	86,4	20,2	huoneisto C8 holvi	Pinnoitettavissa	86,3	20
5	1.5.2007	3.9.2007	16	87,0	20,5	huoneisto C9 holvi	Pinnoitettavissa	86,8	20
6	1.5.2007	3.9.2007	16	87,7	21,7	huoneisto D10 holvi	Pinnoitettavissa	86,9	20
7	1.5.2007	3.9.2007	16	90,9	24,7	huoneisto D11 holvi	Pinnoitettavissa	88,6	20
8	1.5.2007	3.9.2007	16	91,0	23,9	huoneisto D12 holvi	Pinnoitettavissa	89,1	20
9	1.5.2007	3.9.2007	16	86,3	25,0	huoneisto D13 holvi	Pinnoitettavissa	83,8	20
10	1.5.2007	3.9.2007	16	88,1	25,4	huoneisto D14 holvi	Pinnoitettavissa	85,4	20
Max aikaväli, kun pinnoitettavissa: 20vko:a Min aikaväli, kun pinnoitettavissa: 16vko:a Aikavälien keskiarvo, kun pinnoitettavissa: 16,8vko:a									

Rivitaloyhtiö Aallottaren kaikki paikallavaluholvit valettiin normaalisti kuivuvalla Rapid betonilla.. Valut suoritettiin vuosien 2007-2008 vaihteessa.

Taulukko 4. Rapid betonin kuivuminen paikallavaluholvissa vuorokausina									
Työmaa: EASTEND Helsingin Herttoniemi Aallotar									
Rakenne: Paikallavaluholvi									
Rakenteen paksuus: 260mm									
Betoni: Rapid K35-2, # max 16mm, notkeus S3									
Kosteudet mitattu 17.3.2008 poratuista ja tulpatuista mittareista. Mittareit tulpattu muovitulpalla ja salpakitillä. Tasaantumisaika 3 vrk. Reikien syvyys noin 50mm ja 100 mm.								L-tila korjaus	
Tavoite kosteus 90% vesieristystä varten.									
Kosteusmittauskalusto: Vaisala näyttölaite HMI41 ja mittapää HMP42									
Lämpötilakorjatut arvot lämpötilassa 20° C. Huomioitu mittavirhe ± 5 %.									
Mittaus-piste	Lämmöt saatu päälle	Mittaus-päivä	Aika-väli(vko)	Suht. kost.(%)	Lämpö-tila (°C)	Mittauspistein paikka	Tulos	Suht.kost.(%)	Lämpö-tila(20 °C)
1	1.4.2007	20.3.2008	-	91	12	huoneisto B5 holvi 50mm	Kostea	93,4	20
1	1.4.2007	20.3.2008	-	94,5	12,5	huoneisto B5 holvi 100mm	Kostea	96,7 5	20
2	1.3.2008	20.3.2008	-	-	-	huoneisto B6 holvi\$ 50mm	-	-	-
2	1.3.2008	20.3.2008	3	92	19	huoneisto B6 holvi 100mm	Kostea	93,3	20
3	1.3.2008	20.3.2008	3	91	16	huoneisto B7, välipohjaholvi 50mm	Kostea	92,2	20
3	1.3.2008	20.3.2008	3	94	17,5	huoneisto B7 holvi 100mm	Kostea	94,7 5	20
4	1.3.2008	20.3.2008	-	-	-	huoneisto B8holvi 50mm	-	-	-
4	1.3.2008	20.3.2008	3	87	17	huoneisto B8 holvi 100mm	Pinnoitettavissa	87,9	20
5	1.3.2008	20.3.2008	3	85	15,5	huoneisto B9 holvi 50mm	Pinnoitettavissa	86,3 5	20
5	1.3.2008	20.3.2008	3	86	15,5	huoneisto B9holvi 100mm	Pinnoitettavissa	87,3 5	20
6	1.3.2008	20.3.2008	3	83	18,5	huoneisto B10 holvi 50mm	Pinnoitettavissa	83,4 5	20
6	1.3.2008	20.3.2008	3	88	18,5	huoneisto B10 holvi 100mm	Pinnoitettavissa	88,4 5	20
7	1.3.2008	20.3.2008	3	87	17	huoneisto B11 holvi 50mm	Pinnoitettavissa	87,9	20
7	1.3.2008	20.3.2008	3	91	17	huoneisto B11 holvi 100mm	Kostea	91,9	20

Kosteusmittaustaulukoista ilmenee, että Aallottaren paikallavaluholvit ovat kuivuneet nopeiten, vaikka betonina on käytetty normaalisti kuivuvaa Rapid-betonia. Aallottaressa on myös saatu asuntojen lämmöt päälle aikaisemmin, jolloin betoniholvien kuivuminen on päässyt alkamaan näistä kolmesta kohteesta aikaisimmin.

Aallottaren paikallavaluholvien kuivumisnopeuteen on vaikuttanut eniten rakennuksen runkovaiheen nopeutuminen, jolla vesikattojen ja ulkoseinien asennus on saatu aikaisemmin valmiiksi.

Kanavanneidon ja Amiraalin vertailussa betoniholvien kuivumisajat ovat samaa luokkaa, noin 17 viikkoa. Amiraalissa kuitenkin betonin kosteus on reilusti alle tavoitekosteuden 90%. Mikäli kosteusmittaukset olisi otettu aikaisemmin Amiraalista, olisi Amiraalin tavoitekosteudet 90% saavutettu aikaisemmin kuin 17 viikkoa.

Kosteusmittaustaulukoista näkee myös, että Amiraalin sisälämpötilat ovat huoneistojen välillä vakioimmat ja lähellä 20 °C, mikä aiheutuu siitä, että runkovaihe ja vesikatot on saatu aikaisemmin valmiiksi verrattuna Kanavanneitton.

Kanavanneidon kohteessa huonoon NP-betonin kuivumiseen saattaa vaikuttaa myös puutteellinen betonoinnin jälkihoito. NP-betonien jälkihoito on erityisen tärkeää, sillä NP-betoni on erikoisbetoni, jonka ominaisuudet heikkenevät jälkihoitojen puuttuessa.

Näistä paikallavaluholvien kosteusmittauksien perusteella NP-betonin käyttäminen ei ole ollut perusteltavaa. Betonin kuivuminen on saatu alkamaan näissä tapauksissa vasta runkovaiheen päätyttyä, jolloin asuntoihin on saatu lämmöt päälle ja rakennuksen vaippa kiinni.

Aikana mikä kuuluu paikallavaluholvin valuista siihen, että huoneistoihin saadaan lämmöt päälle ja rakennuksen vaippa täysin kiinni, ehtii paikallavaluholvi kastumaan niin monta kertaa, että NP-betonin hyvät kuivumisominaisuudet on menetetty. Rakennusaikaisella kastumisella onkin merkittävä vaikutus betonirakenteiden kuivumiseen. Rakennusaikainen kastuminen ei sinänsä vaurioita betonia, mutta se hidastaa betonin kuivumista huomattavasti. Paikallavaletulla välipohjarakenteella ei ensimmäisen viikon aikana tapahtuva kastuminen merkittävästi lisää jo muutenkin kostean betonin kuivumisaikaa, mutta jos rakenteen kastuminen pääsee tapahtumaan jo rakenteen kuivumisen edettyä on kastumisen vaikutus suuri kuivumisaikaan.

4.3 Kelluvat lattiat EASTEND

Eastendin alueen rivitalojen alapohjat ovat rakenteeltaan kantavia ontelolaattarakenteisia. Ontelolaattojen päällä on 175 mm styroxia lämpöeristeenä. Eristeen päällä on 80 mm paksu pintabetonilattia. Pääosin yhteensuuntaan kuivuvan lattian kuivuminen on hidasta ja lattian halkeilu sekä nurkkien nousu ovat todennäköinen riski.

4.3.1 Työtekniikka

Kelluva lattia on betonoitu Kanavanneidossa A-talossa NP-betonilla ja B-,C-taloissa normaalilla lattiabetonilla. NP-betonista luovuttiin Amiraalissa ja Aallottaressa, sillä betonivalinta aiheutti pääosin vain lisäkustannuksia olemalla normaalilattiabetonia selkeästi kalliimpaa. Suurimmaksi ongelmaksi kelluvissa lattioissa muodostui lattian reuna-alueiden nousu, joten Amiraalissa kokeiltiin normaalisti kuivuvaa teräskuitubetonia kelluviin lattioihin. Teräskuitubetonista on saatu hyviä kokemuksia lattioiden nurkkien nousun vähentymisenä. Rivitaloyhtiö Aallottaressa kelluvat alakerran lattiat on betonoitu normaalilla lattiabetonilla.

Betoni pumpattiin betonipumppuautolla huoneistoihin. Valuryhmässä oli kaksi lattiavalumiestä. Lattiat hierrettiin ja kylpyhuoneen kaatolattiat teräslipattiin. Valetut lattiat suojattiin rakennusmuovilla seuraavana aamuna, ettei liian nopea kosteuden poistuminen betonilattiasta aiheuta lattioiden nurkkien nousua. Lattioiden muoveja pidettiin yhden viikon lattialla, jonka jälkeen lattioista hiottiin betoniliima pois.

4.3.2 Tulosten analysointi

Taulukko 5. Teräskuitubetonin kuivuminen kelluvissa lattioissa vuorokausina									
<p>Työmaa: EASTEND Helsingin Herttoniemi Amiraalin ranta Rakenne: Kelluvalattia Rakenteen paksuus: 80mm Betoni: K30-2, # max hieno 16mm, notkeus S3, teräskuituja 30kg/m³</p>									
<p>Kosteudet mitattu 3.9.2007 poratuista ja tulpatuista mittareista. Mittareit tulpattu muovitulpalla ja salpakitillä. Tasaantumisaika 3 vrk. Reikien syvyys noin 50mm. Tavoitekosteus alle 90% vesieristystä varten ja alle 80% parkettiasennusta varten. Kosteusmittauskalusto: Vaisala näyttölaite HMI41 ja mittapää HMP42 Lämpötilakorjatut arvot lämpötilassa 20° C. Huomioitu mittavirhe ± 5 %.</p>								L-tila korjaus	
Mittaus-piste	Lämmöt saatu päälle	Mittaus-päivä	Aika-väli (vko)	Suht. kost. (%)	Lämpö-tila (°C)	Mittauspisteinpaikka	Tulos	Suht.kost. (%)	Lämpötila (20 °C)
1	1.4.2007	3.9.2007	21	75,8	22,0	huoneisto A2 alakerran lattia	pinnoitettavissa	74,8	20
2	1.4.2007	3.9.2007	21	75,4	22,2	huoneisto A2 alakerran lattia	pinnoitettavissa	74,3	20
3	1.4.2007	3.9.2007	21	66,2	20,9	huoneisto B5 alakerran lattia	pinnoitettavissa	65,8	20
4	1.5.2007	3.9.2007	17	80,8	19,6	huoneisto C6 alakerran lattia	pinnoitettavissa	81,0	20
5	1.5.2007	3.9.2007	17	80,3	20,5	huoneisto C7 alakerran lattia	pinnoitettavissa	80,1	20
6	1.5.2007	3.9.2007	17	76,1	19,6	huoneisto C8 alakerran lattia	pinnoitettavissa	76,3	20
7	1.5.2007	3.9.2007	17	75,9	20,0	huoneisto C9 alakerran lattia	pinnoitettavissa	75,9	20
8	1.5.2007	3.9.2007	17	84,7	20,9	huoneisto D10 alakerran lattia	pinnoitettavissa	84,3	20
9	1.5.2007	3.9.2007	17	91,3	21,8	huoneisto D11 alakerran lattia	kostea	90,4	20
10	1.5.2007	3.9.2007	17	79,4	22,0	huoneisto D12 alakerran lattia	pinnoitettavissa	78,4	20
11	1.5.2007	3.9.2007	17	87,6	19,9	huoneisto D13 alakerran lattia	pinnoitettavissa	87,7	20
12	1.5.2007	3.9.2007	17	87,2	23,7	huoneisto D14 alakerran lattia	pinnoitettavissa	85,4	20
<p>Max aikaväli, kun pinnoitettavissa: 17vko:a Min aikaväli, kun pinnoitettavissa: 17vko:a Aikavälien keskiarvo, kun pinnoitettavissa: 17vko:a</p>									

Taulukko 6. NP-betonin ja Rapid betonin kuivuminen kelluvissa lattioissa vuorokausina									
<p>Työmaa: EASTEND, As Oy Helsingin Kanavanneito Rakenne: Kelluvalattia Rakenteen paksuus: 80mm Betoni: NP K30-2, # max hieno 16mm, notkeus S3 Rapid K30-2, # max hieno 16mm, notkeus S3</p>									
<p>Kosteudet mitattu poratuista ja tulpatuista mittareista. Mittareit tulpattu muovitulpalla ja salpakitillä. Mittareiden tasaantumisaika 3 vrk ennen kosteusmittausta. Reikien syvyys noin 50 mm. Tavoitekosteus 90% vesieristystä varten. Kosteusmittauskalusto: Vaisala näyttölaite HMI41 ja mittapää HMP42 Lämpötilakorjatut arvot lämpötilassa 20° C. Huomioitu mittavirhe ± 5 %.</p>								L-tila korjaus	
Mittaus-piste	Lämmöt saatu päälle	Mittaus-päivä	Aika-väli (vrk)	Suht. kost.(%)	Lämpö-tila(°C)	Mittauspisteinpaikka	Tulos	Suht.kost.(%)	Lämpö-tila(20°C)
1*	1.9.2006	9.10.2006	6	93,5	16,7	Huoneisto A2, alakerran lattia	Kostea	96,8	20
1*	1.9.2006	23.11.2006	15	90,5	22,9	Huoneisto A2, alakerran lattia	Kostea	87,6	20
1*	1.9.2006	18.12.2006	19	58,1	17,4	Huoneisto A2, alakerta	Pinnoitettavissa	61	20
2	1.9.2006	9.10.2006	6	91,6	13,0	Huoneisto B4, alakerran lattia	Kostea	98,6	20
3	1.9.2006	18.12.2006	19	76,5	23,7	Huoneisto B5, alakerta	Pinnoitettavissa	73	20
4	1.9.2006	18.12.2006	19	70,0	18,9	Huoneisto B7, alakerta	Pinnoitettavissa	71	20
5	1.9.2006	9.10.2006	6	90,6	12,9	Huoneisto B8, alakerran lattia	Kostea	97,7	20
6	1.10.2009	9.10.2006	2	89,8	13,3	Huoneisto C11, alakerran lattia	Kostea	96,5	20
6	1.10.2009	18.12.2006	15	73,0	15,5	Huoneisto C11, alakerta	Pinnoitettavissa	78	20
7	1.10.2009	9.10.2006	2	90,9	12,7	Huoneisto C15, alakerran lattia	Kostea	98,2	20
7	1.10.2009	18.12.2006	15	79,1	14,5	Huoneisto C15, alakerranlattia	Pinnoitettavissa	85	20
4	1.10.2009	15.1.2007	18	79,7	17,7	Huoneisto C15 alakerranlattia	Pinnoitettavissa	82	90
<p>Max aikaväli, kun pinnoitettavissa: 19vko:a Min aikaväli, kun pinnoitettavissa: 15vko:a Aikavälien keskiarvo, kun pinnoitettavissa: 17,5vko:a</p>									
* NP-lattiabetonilla valettu									

Taulukko 7. Normaalistikuivuvan lattiabetonin kuivuminen paikallavaluholvissa vuorokausina									
Työmaa: EASTEND Helsingin Herttoniemi Aallotar									
Rakenne: Kelluvalattia									
Rakenteen paksuus: 80mm									
Betoni: K30-2, # max hieno 16mm, notkeus S3									
Kosteudet mitattu 17.3.2008 poratuista ja tulpatuista mittareij'istä. Mittareiat tulpattu muovitulpalla ja salpakitilla. Tasaantumisaika 3 vrk. Reikien syvyys noin 40mm.								L-tila korjaus	
Tavoitekosteus alle 90% veiseristysia varten.									
Kosteusmittauskalusto: Vaisala näyttölaite HMI41 ja mittapää HMP42									
Lämpötilakorjatut arvot lämpötilassa 20° C. Huomioitu mittavirhe ± 5 %.									
Mittaus-piste	Lämmöi saatu pääle	Mittaus-päivä	Aika-väli (vrk)	Suht. kost. (%)	Lämpö-tila (°C)	Mittauspistein paikka	Tulos	Suht.kost. (%)	Lämpötila (20°C)
1	1.4.2008	20.3.2008	0	92	13	huoneisto B5, alakerran lattia 40mm	kostea	95,9	20
2	1.3.2008	20.3.2008	3	93	18,5	huoneisto B6, alakerran lattia 40mm	kostea	93,4 5	20
3	1.3.2008	20.3.2008	3	94	16	huoneisto B7, alakerran lattia 40mm	kostea	95,2	20
4	1.3.2008	20.3.2008	3	91	14	huoneisto B8, alakerran lattia 40mm	kostea	92,8	20
5	1.3.2008	20.3.2008	3	-	-	huoneisto B9, alakerran lattia 40mm	-	-	20
6	1.3.2008	20.3.2008	3	88	16,5	huoneisto B10, alakerran lattia 40mm	pinnoitet-tavissa	89,0 5	20
7	1.3.2008	20.3.2008	3	90	15	huoneisto B11, alakerran lattia 40mm	kostea	91,5	20

Käännettyjen lattioiden osalta ei NP-betonilla ollut kuivuminen yhtään nopeampaa kuin normaalilla lattia betonilla. Kuivuminen kesti keskimäärin 17 viikkoa ja kuivuminen lattioissa alkoi myöskin vasta kun huoneistojen lämpö on saatu pysymään lähellä 20°C. NP-betonin käyttö ei ollut perusteltua kelluvissa lattioissa, joiden valut alkoivat reilusti aikaisemmin kuin rakennuksen vaippa oli mahdollista saada täysin kiinni.

4.4 Paikallavaluholvi EIRA

4.4.1 Kohteen yleistiedot

Eiranrantaan on rakenteilla kolme Arkkitehtitoimisto Pekka Helin & CO:n suunnittelemaa paikalla valettavaan teräsbetonirunkoista kerrostaloa. Asunto Oy Helsingin Eiranrantapuis- to, Asunto Oy Helsingin Eiranrantakallio, sekä Asunto Oy Helsingin Eiranrantakanava.



kuva 2 Eiranrannan taloja.

Tässä insinööriyössä käsitellään As Oy Eiranrantakallion paikallavalettavan betonisen rungon kuivumista, sekä kylpyhuoneiden kaatovaluja. As Oy Eiranrantakallion betonirunko on kokonaan paikallavalettu. Rungon ensimmäisissä kerroksissa 1-3 on käytetty betonia normaalisti kuivuvaa Rapid-betonia. Kerrokset 4-8 on valettu NP-betonilla. Massavallinnat perustuvat siihen, että ensimmäiseksi valettavilla 1-3 kerroksella on enemmän aikaa kuivua, joten betoniksi on valittu normaalisti kuivuva Rapid-betoni. Kerrokset 4-8 on valettu NP-betonilla, sillä näiden kerroksien kuivumisaika tulevaan pinnoittamiseen on pienempi.

Rapid-betonia on käytetty tässä kohteessa nopeamman muottikierron saavuttamiseksi, sillä Rapid-betonilla on suurempi lujuudenkehitys kuin normaalisti kovettuvalla betonilla. NP-betonilla on myös suuri lujuudenkehitys, hieman suurempi kuin Rapid-betonilla.

Suuri osa Eiranrantakallion paikallavalurungosta on suoritettu talvibetonointina, joten Rapid- ja NP-betoni ovat hyviä massavallintoja, kun betonoidaan kylmissä olosuhteissa. Edut tulevat ilmi nopeammassa lujuuden kehityksessä, nopeammassa muottikierrossa ja massatuttavat myös enemmän hydrataatiolämpöä, josta on hyötyä betoinoitaessa talvella kylmissä olosuhteissa.

Taulukko 8. NP-betonin ja Rapid betonin kuivuminen paikallavaluholvissa vuorokausina									
Työmaa: EIRANRANTA, As Oy Eiranrantakallio									
Rakenne: Paikallavaluholvi									
Rakenteen paksuus: 300mm									
Betoni: Rapid K35-2, # max 16mm, notkeus S3 (1-3 krs:ta)									
NP K35-2, # max 16mm, notkeus S3 (4-8 krs:ta)									
Kosteudet mitattu näytepalamenetelmällä 22.2.2007, 4.4.2007, 30.5.2007									
Mittausvyvydet: bentonin pinta, 30mm betonissa, 40mm betonissa ja 60mm betonissa..									
Mittaus-piste	Lämmöi saatu päälle	Mittaus-päivä	Aikaväli	Mittausvyvyys	Näytepala 1		Näytepala 2		Keskiarvopyöristys RH%
					T(°C)	RH (%)	T(°C)	RH (%)	
9 2.krs Rapid	1.5.2007	22.2.2007	*	Sisäilma	-5,0	38,7			39
				Bet.pinta		69,6		64,1	67
				30mm		96,6		95,8	96
				60mm		96,5		99,9	98
10 2.krs Rapid	1.5.2007	22.2.2007	*	Sisäilma	-6,9	44,5			45
				Bet.pinta		68			68
				30mm		93,6		94,2	94
				60mm		97,0		96	97
11 3.krs Rapid	1.5.2007	22.2.2007	*	Sisäilma	-5,4	38,8			39
				Bet.pinta		60,6		58,8	60
				30mm		96,1		96,1	96
				60mm		99,3		98,6	99
12 3.krs Rapid	1.5.2007	22.2.2007	*	Sisäilma	-4,9	42,2			42
				Bet.pinta		62,3		63,3	63
				30mm		97,4		97,2	97
				60mm		99,99		98,5	99
23 3.krs Rapid	1.5.2007	4.4.2007	*	Sisäilma	4,8	31,5			32
				Bet.pinta		53,8			58
				30mm		91,0		92,6	90
				60mm		95,5		95,1	92
28 7.krs NP	1.5.2007	30.5.2007	4	Sisäilma	18,2	88,8			89
				Bet.pinta		85,2		86,6	86
				40mm		95,5		93,9	95
				60mm		94,6		95,0	95
29 6.krs NP	1.5.2007	30.5.2007	4	Sisäilma	20,4	78,7			79
				Bet.pinta		90,2		90,2	90
				40mm		91,7		90,4	91
				60mm		90,7		91,5	91
30 7.krs NP	1.5.2007	30.5.2007	4	Sisäilma	19,3	81,6			82
				Bet.pinta		88,9		90,3	90
				40mm		91,3		89,7	91
				60mm		91,2		91,6	91
31 8.krs NP	1.5.2007	30.5.2007	4	Sisäilma	20,3	75,8			76
				Bet.pinta		84,6		85,9	85
				40mm		90,3		89,9	90
				60mm		92,8		90,8	92

* = Kosteudet mitattu rakenteesta ennen lämpöjen saamista päälle.

Kosteusmittaustaulukosta nähdään ettei betonin kuivumisella ole juurikaan eroa kolmannen kerroksen normaalitkuivuvalla betonilla valetun ja seitsemännen kerroksen NP-betonilla valetun holvien kosteudella, vaikkakin huoneistojen lämpötilaerot ovatkin vahvasti NP-betonin eduksi. Jälkiviisautena voidaan sanoa, että kohteen monimutkaisen paikallamuuratun julkisivun ja isojen kaarevien lasien asennus, sekä monien muiden julkisivujen umpeensaamiseksi vaikuttavaa detaljia vei edellytykset hyviltä kuivumisolosuhteilta, sekä NP-betonin hyviltä kuivumisominaisuuksilta. Rakennuksen vesikaton, sekä ulkoseinien valmistuminen vaikutti myös oleellisesti huoneistojen sisälämpötiloihin ja tiiveyteen, joten tässä kohteessa eivät NP-betonin hyvät kuivumisominaisuudet päässeet esille.

Eiranrantakallion märkätilojen kaatovalut suoritettiin paikallavaletun holvin päälle. Kaatovalut on betonoitu NP-betonilla.

Taulukko 9. NP-betonin kuivuminen märkätilojen kaatolattioissa									
Työmaa: EIRANRANTA, As Oy Eiranrantakallio									
Rakenne: Märkätilojen kaatovalu									
Rakenteen paksuus: 100mm									
Betoni: NP K35-2, # max hieno 16mm, notkeus S3									
Kosteudet mitattu näytepalamenetelmällä 4.4.2007, 19.9.2007									
Mittaussyvytykset: bentonin pinta, 30mm betonissa, 40mm betonissa ja 70mm betonissa.									
Mittaus-piste	Lämmöt saatu päälle	Mittaus-päivä	Aikaväli	Mittaus-yyvyys	Koeputki 1		Koeputki 2		Keskiarvopyöritys RH%
					T(°C)	RH (%)	T(°C)	RH (%)	
24 3.krs NP	1.5.2007	4.4.2007	*	sisäilma	3,9	28,5			29
				bet.pinta		58,0			58
				40mm		90,2		90,2	90
				70mm		93,8		90,8	92
26 4.krs NP	1.5.2007	4.4.2007	*	sisäilma	6	33,8			34
				bet.pinta		65,3			65
				40mm		93,8		94,8	94
				70mm		96,8		96,0	96
56 2.krs NP	1.5.2007	19.9.2007	19	sisäilma	21,4	45,0			45
				Bet.pinta		65,7			66
				30mm		91,3		91,8	92
				70mm		95,9		95,6	96
57 2.krs NP	1.5.2007	19.9.2007	19	sisäilma	17,9	53,8			54
				bet.pinta		63,8			64
				30mm		92,7		91,5	92
				70mm		97,1		99,2	98
58 6.krs NP	1.5.2007	19.9.2007	19	Sisäilma	19,7	57,0			57
				Bet.pinta		68,3			68
				30mm		83,5			84
				70mm		90,6		89,2	90
59 6.krs NP	1.5.2007	19.9.2007	19	Sisäilma	22,4	47,3			47
				Bet.pinta		60,9			61
				30mm		81,9		80,9	81
				70mm		88,2		87,2	88
60 7.krs NP	1.5.2007	19.9.2007	19	Sisäilma	19,7	57,5			58
				Bet.pinta		62,8			63
				30mm		84,2		85,3	85
				70mm		92,8		94,2	94
61 7.krs NP	1.5.2007	19.9.2007	19	Sisäilma	22,1	72,8			73
				Bet.pinta		79,7			80
				30mm		89,1		89,5	89
				70mm		95,4		95,0	95

* = Kosteudet mitattu rakenteesta ennen lämpöjen saamista päälle.

Eiranrantakallion märkätilojen kaatovalujen kuivuminen on ollut hieman hitaampaa kuin Eastendin kohteiden 80 mm paksujen normaalilla lattiabetonilla betonoitujen kelluvien lattioden kuivuminen. NP-betonin käyttö ei ole ollut perusteltua märkätilojen kaatolattioissa, sillä kaatolattioiden valmistuminen valujen osalta on ollut huomattavasti aikaisempaa, kuin kohteen vaipan tiiveyden valmistuminen.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET NP-BETONIN KÄYTÖSTÄ

Tässä NP-betonin käytön tutkimuksessa olen tullut siihen tulokseen että pelkällä NP-betonin käytöllä ei pystytä luotettavasti saamaan suunniteltuja rakennusaikaisia kuivumisaikoja aikaiseksi. Pelkkä NP-betonin käyttö ei ole se ”juttu”, jolla rakenteiden kuivumisajat saadaan piennettyä. Esimerkkikohteiden kosteusmittaustuloksien perusteella ei NP-betonin käytöllä ole saavutettu hyötyä betonirakenteiden kuivumisen nopeutumisena. Tutkimuksessa on tullut myös esille betonointitekniikkapuutteiden vaikutuksesta kuivumisaikoihin. Kanavanneidon kohteen jälkihoitojen puuttuminen saattoi vaikuttaa osaltaan rakenteiden kuivumiseen epäedullisesti. NP-betonia käytettäessä on jälkihoitoon erityisesti panostettava. NP-betonin ominaisuudet heikkenevät oleellisesti puutteellisilla jälkihoidoilla.

Tässä tutkimuksessa esimerkkikohteiden NP-betonin kuivumisajat ja käyttökohteet eivät puoltaneet NP-betonin käyttöä, eikä massavalinnasta saatu hyviä kokemuksia pienentyneiden kuivumisaikojen suhteen. Tutkimuksessa ei tutkittu kohteita, joissa NP-betonin käytöstä on saatu hyviä kokemuksia. Valmistajien kuivumisaika-arvioiden perusteella NP-betonilla on 2-3 kertaa pienempi kuivumisaika normaalibetoneihin verrattuna hyvissä kuivumisolosuhteissa.

Betonirakenteiden kuivumiseen vaikuttaa todella monta tekijää, jotka on otettava kohteen työn suunnittelussa huomioon. Käytännössä perusteet betonirakenteiden kuivumiselle saadaan rakennuskohteen kosteudenhallintasuunnitelmalla, jossa käydään läpi rakennuskohde kokonaisuutena rakenteiden kuivumisen kannalta. Rakennusaikainen kuivuminen on huomioitava kokonaisuutena ja huolehdittava siitä että tekijät, jotka vaikuttavat rakenteiden kuivumiseen ovat kunnossa.

Rakennustyömaalla olosuhteet vaihtelevat suuresti. Betonirakenteet saattavat olla useita viikkoja ja kuukausia kylmässä, sekä kosteassa ympäristössä. Niin kauan kun betoniraken-

teet ovat kuivumisen kannalta epäedullisissa olosuhteissa betonin haitumiskuivumista ei tapahdu. Kaikki betoniin päässyt rakennusaikainen lisäkosteus hidastaa rakenteen kuivumista. Mitä myöhemmässä vaiheessa betoniin pääsee lisävettä, niin sitä hitaammin kosteus betonista poistuu. Betonin kuivuminen alkaakin vasta kun lisäkosteuden pääsy rakenteisiin on estetty, eli käytännössä tarvitaan rakennukseen valmis vesikatto, ulkoseinien aukot pitää olla ummessa ja rakennuksen lämmitys aloitettu.

Betonin ominaisuudet vaikuttavat siihen, että kuinka paljon betonista pitää haihtua kosteutta, jotta tietty haluttu betonin kosteuspitoisuus saavutetaan. NP-betonin nopeampi kuivuminen hyvissä olosuhteissa perustuu sen valmistuksessa käytettävään alhaisempaan vesimäärään, joka on normaalistikuivuviin betoneihin verrattuna noin puolet tarvittavasta vesimäärästä. NP-betonista ei siis tarvitse poistua kosteutta niin paljoa, kuin normaalistikuivuvilla betoneilla. NP-betonin suurempi huokosmäärä nopeuttaa betonin kosteuden haihtumista. NP-betonin ominaisuudet kuitenkin alkavat kääntymään NP-betonia vastaan kuivumisen kannalta, jos betoni on useiden viikkojen, jopa kuukausien ajan kosteissa ja kylmissä olosuhteissa. Tällöin NP-betonin kosteuspitoisuus nousee, joten kuivuminen saattaa olla jopa hitaampaa kuin normaalistikuivuvilla betoneilla. Kuivumisen hidastuvuus perustuu NP-betonin valmistuksessa käytettävään alhaiseen vesimäärään, joka toimii myös käänteisesti huonontaan betonin kuivumisominaisuuksia betonin ollessa epäedullisissa kylmissä ja kosteissa olosuhteissa. NP-betoni on normaalistikuivuvaa betonia tiiviimpää, joten sen kuivumiseen vaikuttavat kapilaarihuokokset muodostavat heikomman yhtenäisen kapilaariverkoston, jota pitkin kosteus poistuu betonista. Toisin sanoen, mitä tiiviimpää betonia, niin sitä kauemmin betonin kuivuminen kestää.

Kaikkein tärkeintä rakenteiden kuivumisessa on saada vesikatto nopeasti päälle, rakennuksen vaippa kiinni, lämmöt päälle, sekä hieman tuuletusta. Kohteessa työskenteleviäkin täytyy muistuttaa, että veden kanssa tulee olla varovainen, sillä kaiken mitä kastelet, niin kaikki se pitää myöskin kuivattaa.

6 NP-BETONIN JÄRKEVÄ KÄYTTÖ

NP-betoni soveltuu kohteisiin, joissa pystytään luomaan hyvät kuivumisolosuhteet betonirakenteille ennen valua tai viikon kuluttua betonivaluista. Betonin haihtumiskuivumista tapahtuu kun lämpötila on 20 °C tai suurempi. Pienemmissä lämpötiloissa haihtumiskuivuminen tapahtuu erittäin hitaasti. Tämä sääntö pätee kaikkiin betoneihin ja sääntö on syytä muistaa myös NP-betonia käytettäessä.

NP-betonia voidaan käyttää lähes kaikkiin valuihin, sekä kohteisiin ja järkevästi NP-betonia voidaan käyttää mm. saneerauskohteiden sisäpuolisissa rakenteissa ja uudiskoh-teissa, joissa voidaan ennen betonivaluja tai hyvin pian valujen jälkeen olla varmoja vesikat-
on ja ulkoseinien valmiusasteesta sekä riittävästä sisälämpötilasta.

7 NP-BETONIN HYVÄT OMINAISUUDET

NP-betoni soveltuu hyvin rakenteisiin, joilta vaaditaan nopeaa kuivumista. NP-betonin kuivuminen on hyvissä olosuhteissa normaalistikuivuviin betoneihin verrattuna 2-3 kertaa nopeampaa. NP-betonin lujuudenkehitys on Rapid-betonin luokkaa, hieman nopeampaa-kin, joten NP-betoni soveltuu kantaviin rakenteisiin, joilta vaaditaan nopeaa lujuudenkehi-
tystä.

8 NP-BETONIN HUONOT OMINAISUUDET

NP-betonin työstettävyys on huonompaa, kuin normaalistikuivuvien betonien. NP-betoni on kittimäistä ja betonipintojen laatuvaatimuksien saavuttaminen vaatii tekijöiltään enem-
män ammattitaitoa. Hydrataatiolämmön tuotto on suurempi kuin Rapid-betoneilla, joten lisätyötä betonointitekniikkaan aiheuttaa valettujen rakenteiden lämpötilojen huomiointi. NP-betonin hinta on normaalistikuivuvia betoneja kalliimpaa, joten kohteen betonointikus-
tannukset kasvavat. NP-betonia käytettäessä on tunnettava betonointitekniikkaa, sekä beto-
nirakenteiden kuivumisen perusteet ja panostettava erityisesti jälkihoitoon. NP-betoni ei
itsessään nopeuta kuivumisaikoja, ellei onnistunutta jälkihoitoa tehdä ja hyviä kuivumis-
olosuhteita saada luotua.

9 YHTEENVETO

NP-betonia ei kannata käyttää rakenteisiin, jotka ovat useita viikkoja alttiina kosteudelle. Betonirakenteen ensimmäisen viikon kastuminen ei vielä juurikaan vaikuta kuivumisaikoihin, mutta mikäli rakenne pääsee kastumaan jo kuivumisen edettyä on rakenteiden suunnitelluille kuivumisajoille tulossa viivettä.

NP-betoni soveltuu kohteisiin joissa pystytään varmistamaan hyvät kuivumisolosuhteet betonirakenteille jo ennen valua tai viikon sisään valusta. NP-betonia voidaan käyttää lähes kaikkiin valuihin. NP-betoni kuivuu noin 2-3 kertaa nopeammin hyvissä kuivumisolosuhteissa verrattuna normaalistikuiuviin betoneihin.

NP-betonia käyttäessä on syytä panostaa väli- ja jälkihoitoihin. Väli- ja jälkihoitojen ensisijaisena tarkoituksena on estää betonin liian aikainen kuivuminen. Liian aikainen kuivuminen kasvattaa rakenteen kuivumiskutistumisen aiheuttamaa halkeiluriskiä. Rakenteen halkeilusta aiheutuu useimmiten paljon ongelmia. Erityisesti NP-betoneilla jälkihoidon tärkeys liittyy myös betonirakenteen sisäiseen kuivumiseen. Ruiskutettavien nestemäisten jälkihoitoaineiden tarkoituksena on muodostaa betonin pinnalle kosteutta läpäisemätön kalvo. Oikea-aikainen jälkihoito suoritetaan pinnan hierron jälkeen tai hierron aikana. Hankalissa kohteissa ja olosuhteissa voidaan ns. välihoito suorittaa betonin tiivistyksen ja linjaroinnin aikana ja jatkaa jälkihoitoa pinnan hierron jälkeen. Jälkihoitoa jatketaan vähintään 5 vuorokautta peittämällä betonipinta tarvittaessa vielä muovipeitteellä. Muovin paikallaan pysyminen on syytä varmistaa, sillä varsinkin tuulinen sää haihduttaa nopeasti veden ja kosteuden betonin pinnasta. Jälkihoitoaineista kannattaa varmistua, että ovat ko ne itsestään haihtuvia vai pitääkö jälkihoitoaineet poistaa mekaanisesti. Poiketen muista betoneista NP-betonin jälkihoidossa ei saa käyttää vettä rakenteen kosteana pitämiseen, jälkihoidossa vain varmistetaan ettei rakenne kuivu liian nopeasti suojaamalla se vähintään 5 vuorokautta.

Huonoja puolia NP-betonissa ovat sen huonompi työstettävyys, joten betonipintojen laatuvaatimuksien saavuttaminen vaatii tekijöiltään enemmän ammattitaitoa. NP-betoni on myös kalliimpaa verrattuna normaalistikuiuviin betoneihin, joten kohteen betonointikustannukset nousevat NP-betonia käytettäessä.

Mikäli NP-betonia käytetään järkevästi, eli työmaan kosteudenhallintasuunnitelma toimii ja pystytään luomaan rakennusaikana hyvät kuivumisolosuhteet betonirakenteille, sekä betonoinnin jälkeen suoritetaan jälkihoito oikein, NP-betonin nopeammalla kuivumisella voidaan rakennusaikaa lyhentää ja sisävalmistusvaiheen kuivumisaikoja pienentää. Tätä kautta on mahdollista rakennusaikaisia kustannuksia alentaa.

Tässä tutkimuksessa on tarkoitus tuoda esille että pelkällä kalliimmalla NP-betonilla ei pystytä betonirakenteiden kuivumisaikoja pienentämään. Täytyy muistaa betonimassa valintojen perusteet kun halutaan pienentää rakenteiden kuivumisaikoja. Kannattaa valita mahdollisimman jäykkä massa ja isolla runkoaineen kivikoolla. Useimmissa tapauksissa on suositeltavaa käyttää runkoaineen maximi kokona 32 mm. Jälkihoidot on suoritettava huolellisesti. Betonipintojen hionta sementtiliimasta nopeuttaa kuivumista. Mikäli mahdollista kannattaa rakenne hioa joka suunnasta. Tärkeintä kuivumisen kannalta on saada rakennuksen vesikatto ja vaippa valmiiksi ja lämmöt päälle. Betonirakenteiden kuivuminen alkaa käytännössä vasta kun rakennuksen vaippa on täysin ummessa ja huoneistojen sisälämpötilat ovat 20 ° C tai yli.

NP-betonia käytettäessä kannattaa kuivumisaika arvioita tehdä betonirakenteille ja katsoa ensin, että kuinka kauan tietyille rakenteille on aikaa kuivua. Mikäli rakenteelle suunniteltu kuivumisaika, tai rakenneratkaisu vaatii NP-betonin käyttöä, on syytä varmistaa myös muilta osin että kohteeseen on mahdollista saada luotua hyvät olosuhteet NP-betonilla valuttujen rakenteiden kuivumiselle.

VIITELUETTELO

- /1/ Unto Siikanen, RAKENNUSAINEOPPI, Rakennustieto Oy, 2001, ISBN 951-682-611-3
- /2/ BY 201 Betonitekniikan oppikirja 2004, Suomen betoniyhdistys, Helsinki, ISBN 952-5075-61-3
- /3/ PAIKALLAVALUTEKNIikka OSA 8. 1995, RTT Rakennustuoteteollisuus ry, Lahden kirjapaino ja Sanomalehti Oy
- /4/ Suomen Betonitiedon kotisivut
<http://www.betoni.com/files/files/Yhteenvetoraportti.pdf>
Luettu 8.9.2008