CONTESTA

Betonilattiapäivät 2012

Betonilattian laatuun vaikuttavat tekijät

Aki Schadewitz

CONTESTA

Betonilattioiden laatuongelmia

- Käsitellään vain eräitä viime aikoina esiintyneitä yleisimpiä laatuongelmia
- Rakennusalan lehdissä on ollut useita kirjoituksia betonilattioiden ongelmista lähiaikoina
- Betonilattioiden kutistuman hallinnasta on valmistunut uusi diplomityö (Jasmiina Hietala)
- Betoniyhdistyksessä NT-116 toimikunta ratkoo betonin kutistumisen hallintaa

Ongelmat eilen ja tänään

- Samat ongelmat ja vauriotyypit toistuvat vuosikymmenestä toiseen jopa syklisesti
- Uusia ongelmatyyppejä ilmenee vain harvoin
- Viimeisen 3 – 4 vuoden aikana ovat erilaiset lattiavauriot olleet poikkeuksellisen yleisiä
- Yleisin vauriotyyppi on eri syistä johtuva betonin halkeilu

Ongelmat tänään

- Erityisesti suurissa hallikohteissa on betonilattioissa ollut huomattavan paljon vaurioitumisia viime vuosina
- Rakennetyyppinä on näissä yleisimmin maanvarainen betonilaatta
- Kiinnitettyjen pintabetonilaattojen vauriot ovat yleinen kesto-ongelma
- Pintasirotteiden yleistyminen on tuonut esille uuden ongelmatyypin, pinta irtoaa “lauttaantumalla”

Ongelmat tänään

- Betonisilla mosaiikkilaatoilla päällystettyjen lattioiden vaurioitumisia on ollut muutamia tapauksia
- Betonin kaltaisista komposiittimateriaaleista tehdyissä saumattomissa lattioissa on muista lattiatyypeistä poikkeavia ongelmia
- Valmistus, kokemukset ja tietämys ovat edellisistä vielä vähäisiä, joten niitä ei tässä yhteydessä käsitellä tarkemmin
- Saumattomat betonilattiat ovat tulossa, mahdollisista ongelmista on meillä vielä vähän kokemuksia

Tiukat aikataulut urakoitsijoille haaste

- Rakentamisen aikataulut ovat merkittävästi kiristyneet
- Sopimusneuvottelussa saatetaan urakoitsijaa “kiristää” sitoutumaan kilpailutuksessa ilmoitettua merkittävästi lyhyempään aikatauluun
- Onko silloin kyseessä haaste vai epärealistinen toiveajattelu ?
- Kiire on aina hyvän laadun tuottamisen pahin este

Tiukat aikataulut urakoitsijoille haaste

- Tiukoista aikatauluista johtuen joudutaan lattioita tekemään usein erittäin epäedullissa olosuhteissa
- Aina ei ole edes kattoa päällä, eikä seiniäkään
- Suuria aukkoja pidetään avoimina muiden urakoitsijoiden materiaalihuollon vuoksi
- Eilen valetulle laatalle kiirehtivät muut urakoitsijat saksilavoineen jo tänään

Ongelmana usein olosuhteet

- Talven ja kesän lämpötilaero voi olla hyvin suuri, huomioitava työskentelytavoissa
- Kylmänä vuodenaikana lämpötilaerojen aiheuttamat ongelmat ovat erittäin suuri haaste
- Hallissa ilman ja valualustan lämpötila on usein matala ja betonimassa lämmitettyä
- Lämpimän massan pinnasta haihtuu vettä erittäin herkästi, jos sitä ei estetä

Ongelmana usein olosuhteet

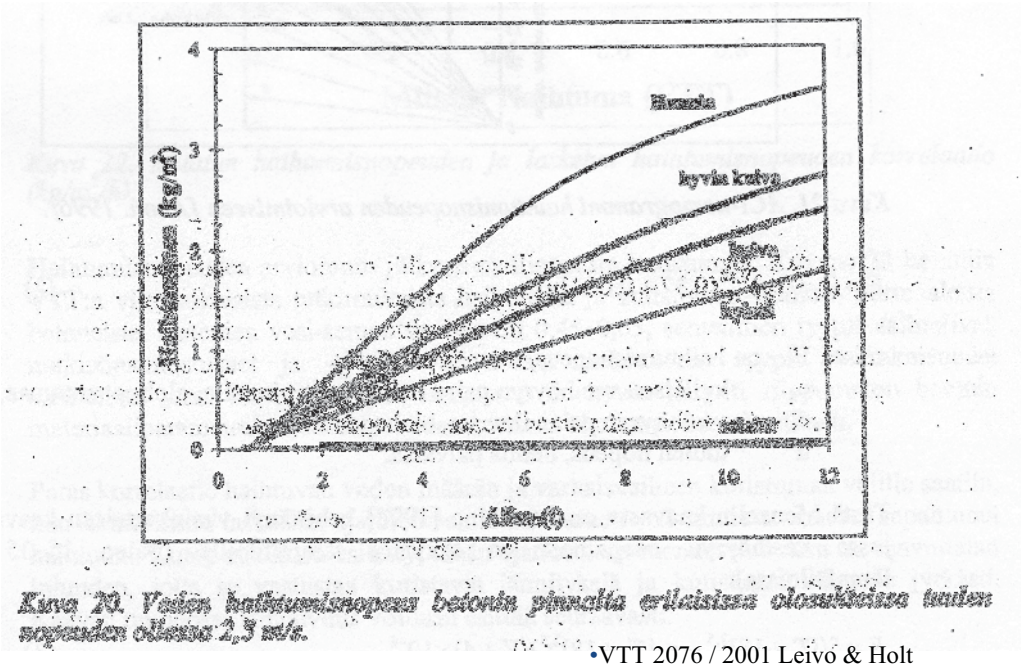
- Laatan maata vasten oleva alaosa jäähtyy ja sitoutumisen alkaminen viivästyy
- Valutilan lämmittämisen vuoksi sitoutuminen alkaa laatan pinnassa pohjaa nopeammin
- Pinta myös kuivuu nopeammin jos haihtumista ei ole estetty, seurauksena pinnan kuivuminen ja plastinen kutistuminen
- Pinnan hierto pakko aloittaa vaikka pohja hieman "hyllyy"

Ongelmana usein olosuhteet

- Kesähelteellä kiviaineksen ja massan lämpötilat saattavat nousta merkittävästi
- Sementin reaktiot kiihtyvät, plastisen kutistumisen vaara on suuri, jos pintaa ei ole suojattu
- Kylmänä kautena massan ja ilman suuri lämpötilaero edistää veden haihtumista laatan pinnalta
- Ilmavirtaukset aiheuttavat plastisessa vaiheessa voimakasta haihtumista ja halkeilua kaikissa olosuhteissa

CONTESTA

Ongelmana usein olosuhteet

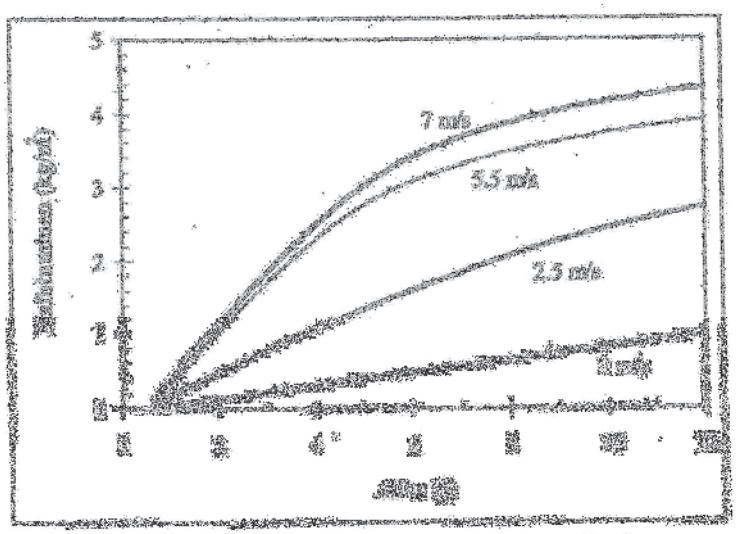


Kuva 20. Vaalan halkeamaleveyteen betonin pinnalla erilaisissa olosuhteissa tuulen nopeuden ollessa 2,5 m/s.

•VTT 2076 / 2001 Leivo & Holt

CONTESTA

Ongelmana usein olosuhteet

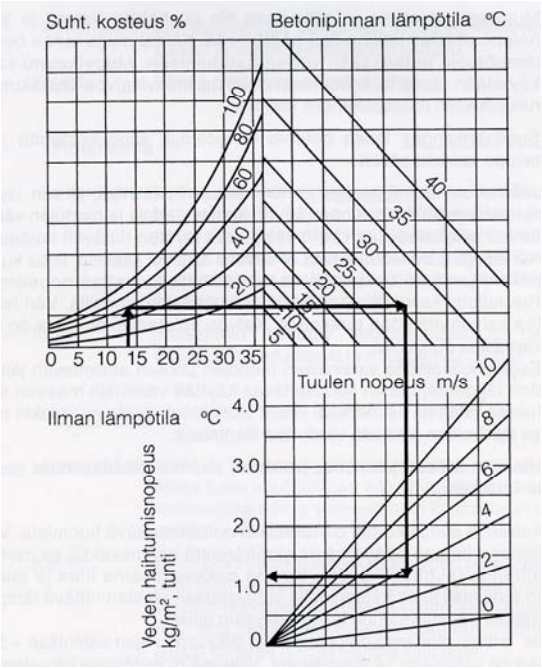


•VTT 2076 / 2001 Leivo & Holt

Ongelmana usein olosuhteet

- **Plastisessa vaiheessa syntyneet halkeamat kasvavat ja etenevät usein kovettuneessakin betonissa**
- **Voidaan estää varhaisella jälkihoidolla, joka on aloitettava jo oikovedon aikana**
- **“Lisätyövaihe”, jota on vierastettu, mutta jonka tarve on alettu tunnistaa**

Olosuhteiden huomioon ottaminen



Veden haihtumisen nopeutta ja haihtuvan veden määrää voidaan arvioida olosuhteiden avulla

*** Ilmavirtaukset eliminoitava !**

Kuva: By 45 / BLY 7

kohta 3.4.6 Jälkihoito

Betonin koostumus

- Betonin koostumuksen on oltava kaikessa suhteessa kohdallaan
- Pumpattavuus ja helppo levitettävyys eivät saa olla ainoat kriteerit
- Betonin koostumus on nykyisin usein riskialtis kutistumishalkeilulle
- Kiviaineksen maksimiraekoko on pienentynyt ajan kuluessa merkittävästi

Betonin koostumus

- Tarpeettoman korkeita lujuusluokkia on vältettävä
- Korkea lujuus ei ole lattiassa useinkaan tärkein tavoite, kutistumariskit saattavat kasvaa
- Pinnan kovuutta voidaan parantaan kuivasirotteella
- Työn nopeuttamiseksi tilataan joskus suunniteltua korkeampaa lujuusluokkaa, sementin sitoutumisen alkaminen ei kuitenkaan nopeudu

Betonin koostumus

- Betonin kutistumiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota jo etukäteen
- Betonin kutistuvan osan, pastan määrän on oltava mahdollisimman pieni
- Betonilattiaohjeessa by 45 suositellaan pastan maksimimääräksi 320 l / m^3
- Vauriotapauksissa usein 350 - 400 l / m^3, kyseen-alainen “ennätys” 420 l / m^3

Betonin koostumus

- Vesi-sementtisuhteet ovat viime vuosina kasvaneet riskirajoille ja ylikin. Ennen pärjättiin v/s-suhteella 0,50 - 0,60, nykyisin ovat usein luokkaa 0,65 - 0,70.
- Vastaavasti vesimäärät olivat 150-180 l/ m^3, nykyisin jopa reilusti yli 200 l/ m^3
- Väitetään virheellisesti, että muuten vesi ei riitä mm. kuivasirotteen kastelemiseen
- Notkeiden massojen tiivistäminen jää usein puut-teelliseksi, ylimääräinen ilma kasvattaa kutistumaa

Betonin koostumus

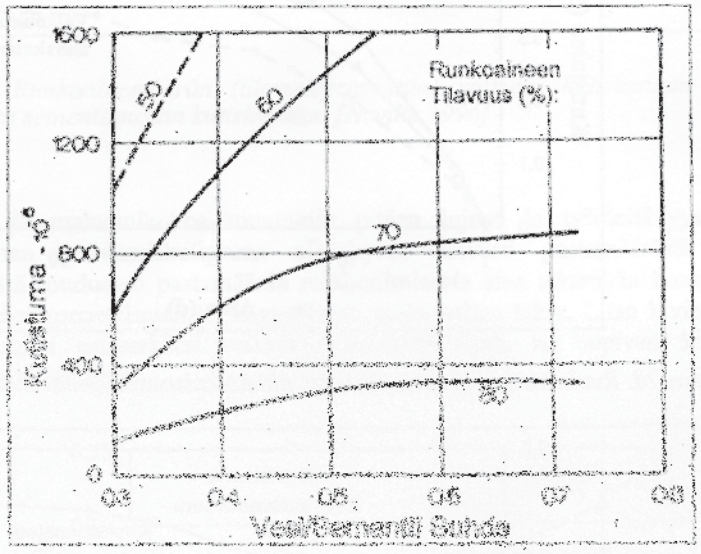
- Notkeat massat ovat helppoja levittää, työmaalla tästä yleensä pidetään
- Ovat kuitenkin erottumisherkkiä, isot kivet vajoaa laatan alaosaan, laatasta tulee epähomogeeninen
- Yläosan rikastuminen hienoaineksilla aiheuttaa poikkileikkaukseen kutistumaeroja ja halkeilua

Betonin koostumus

- Kiviaineksen määrän oltava mahdollisimman suuri ja rakeisuuskäyrät pistettävä muutenkin kohdalleen
- Kiviaineksen maksimiraekoon on oltava mahdollisimman suuri, mielellään välillä 16 - 32 mm
- Raekokoa # 32 mm esiintyy enää hyvin harvoin
- Kiviaineksen maksimiraekoko on nykyisin enintään # 16 mm, sitäkin vain kourallinen

CONTESTA

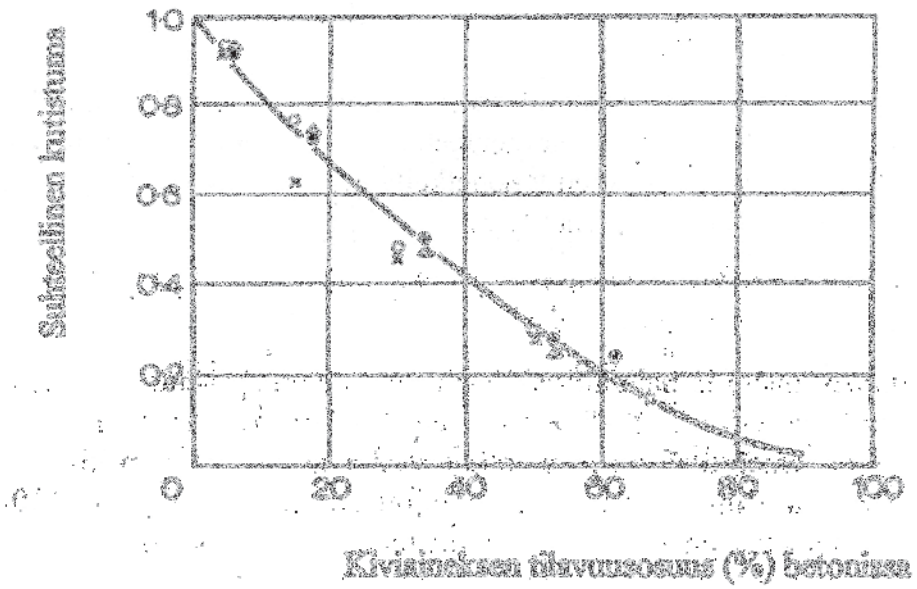
Kiviaineksen määrä ja betonin kutistuminen



Kuva 30. Betonin kutistuman ja vesisementtisuhteen yhteisvaikutuksen kuivumiskutistumaan (Nordin 1994).

CONTESTA

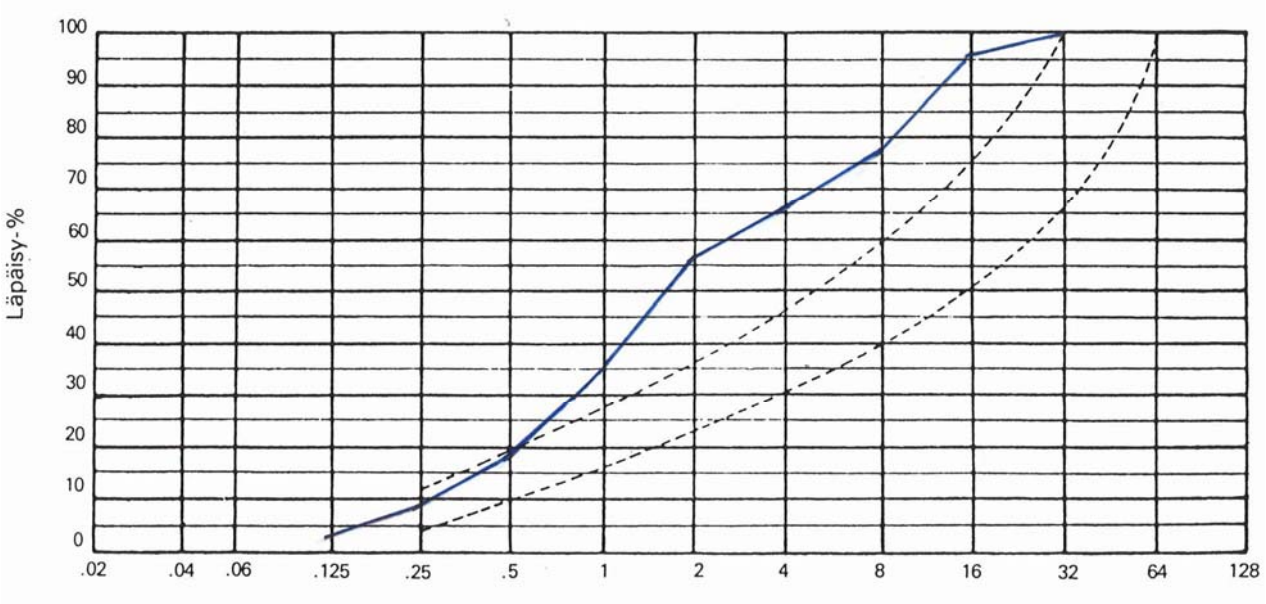
Kiviaineksen määrä ja betonin kutistuminen



RT 25.9.1995

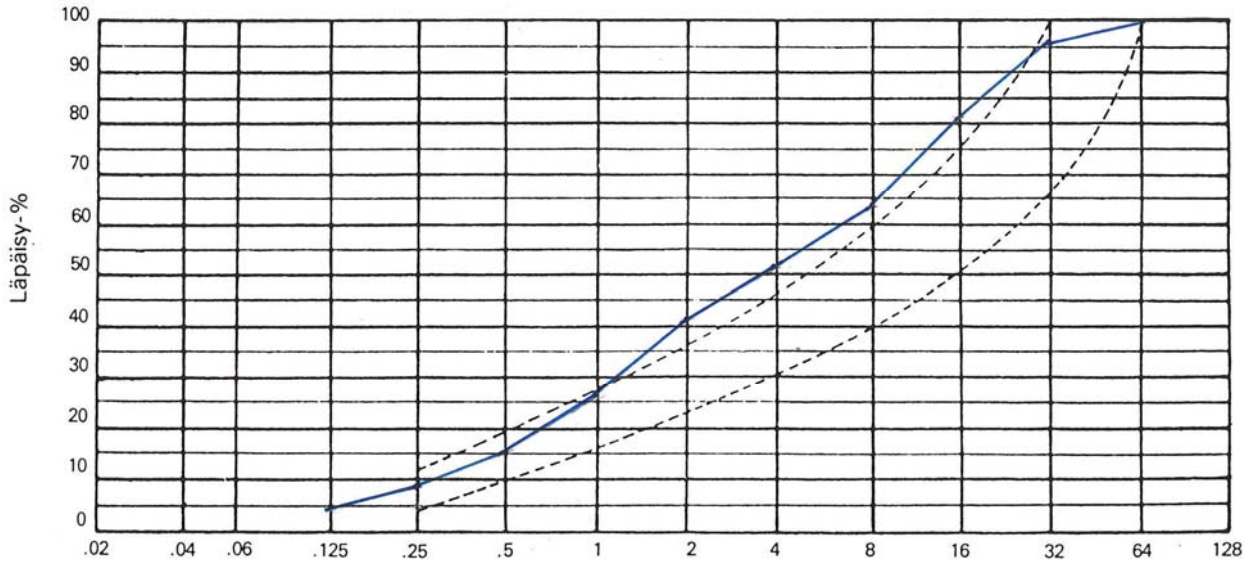
CONTESTA

Kiviaineksen rakeisuuskäyrä (huono)



CONTESTA

Kiviaineksen rakeisuuskäyrä (parempi)



Betonin koostumus

- **Massan siirto pumppaamalla koetaan liian usein ainoaksi oikeaksi siirtotavaksi**
- **Johtaa usein liian notkeisiin massoihin, joissa saattaa olla samanaikaisesti notkistava lisäaine ja paljon vettä**
- **Kutistuminen ei pienene notkistimella, jos vettä ei samalla vähennetä**
- **Ylinotkeita massoja vältettävä erottumisvaaran ja suuren kutistumisen vuoksi**

Massan levittäminen dumpperilla ja valukourulla

Kuva: Lemminkäinen
Betonilehti 4 2011

Kuva: Martti Matsinen
Betoni lehti 4 2008

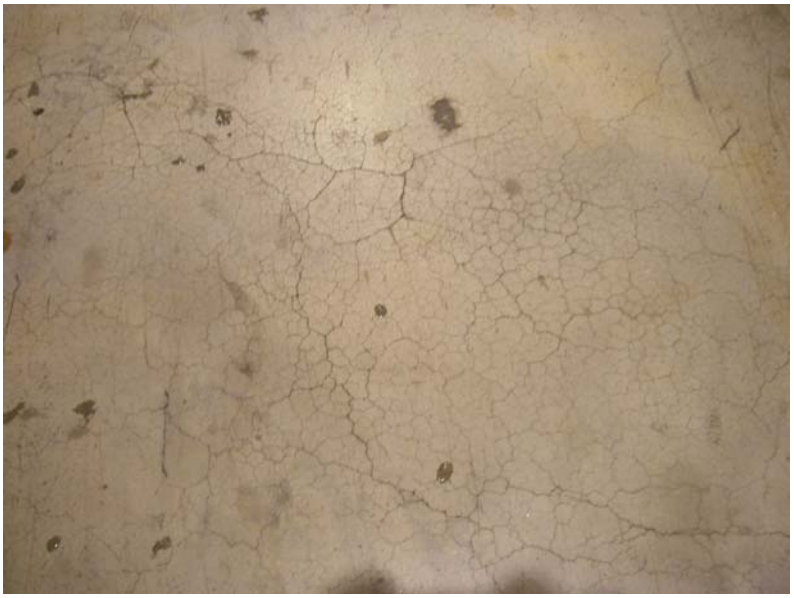
CONTESTA

Jälkihoito, kutistuminen

- Jälkihoitoa tarvitaan estämään betonin liian aikaista kutistumista, jolloin sen vetolujuus on vielä liian heikko
- Kutistumisen varhainen vaihe kestää valuhetkestä yhden vuorokauden ajan, pitkäaikainen vuosia
- Voimakkainta se on plastisessa vaiheessa ennen betonin sitoutumista
- Varhainen kutistuminen voi olla suuruudeltaan kymmenkertainen myöhempään kutistumiseen verrattuna
- Lattioissa heti oikovedon jälkeen suoritettava varhainen jälkihoito olisi siksi usein välttämätöntä

CONTESTA

Plastisen vaiheen kuivumiskutistumien



Tyypillinen plastisen vaiheen kuivumiskutistumisen aiheuttama tiheä verkkohalkeilu

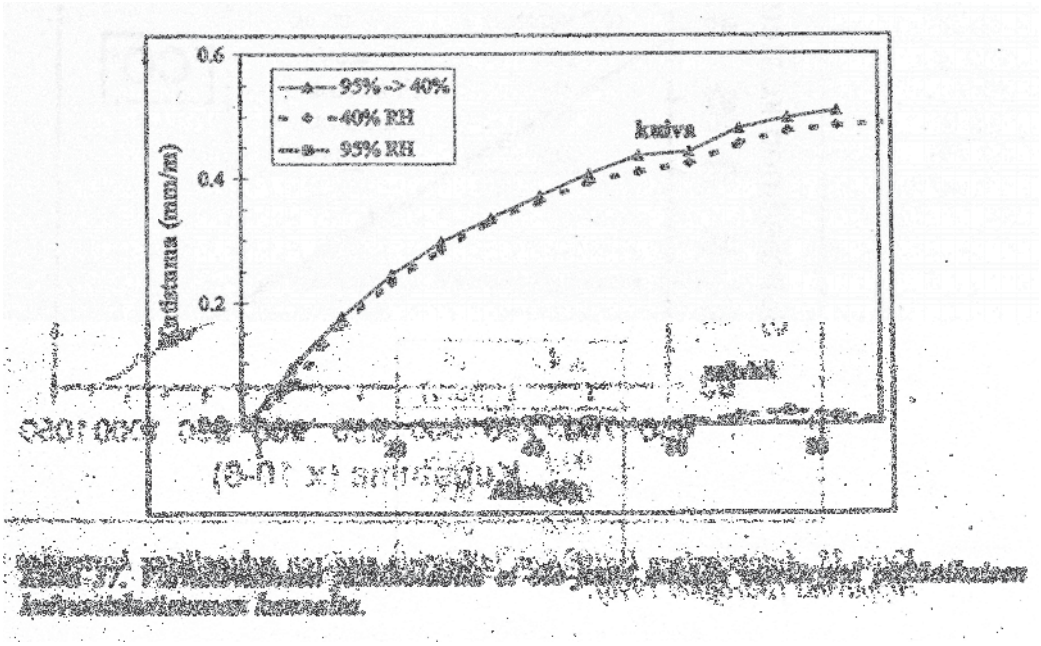
CONTESTA

Jälkihoito, kutistuminen

- Varhaista kutistumista voidaan pienentää merkittävästi materiaali- ja työteknisin keinoin
- Lopullinen jälkihoito on aloitettava heti kun pinta sen vahingoittumatta kestää
- Jälkihoidolla voidaan vaikuttaa ainoastaan varhaiseen kutistumiseen ja halkeamien syntymiseen
- Jälkihoidon suoritustavasta riippumatta, ei sillä voida vaikuttaa pitkäaikaisen kutistuman syntymiseen. Se syntyy varmasti.
- Kutistumisen määrä riippuu betonin koostumuksesta

CONTESTA

Jälkihoito, kutistuminen



- VTT 2076 / 2001 Leivo & Holt

Maanvaraiset betonilaatat

- **Ruutukoko on suurentunut merkittävästi, kutistumishalkeilun ja käyristymisen riski kasvanut**
- **Työ- ja liikuntasaumojen suunnitteluun ja toteuttamiseen on suhtauduttava entistä tarkemmin**
- **Laatan irrotus muista kiinteistä rakenteista tehtävä huolellisesti, usein tehty puutteellisesti**
- **Alustan oltava riittävän tasainen ja kantava**

Betonilaatta irrotettava muista rakenteista

Pilaria ei ole irrotettu laatasta, virhe on peitetty elastisella kitillä.

Betonilaatta irrotettava muista rakenteista

Seiniä ei ole irrotettu laatasta, kutistumahalkeama syntyy kohtaan, jossa laatta on kapeimmillaan

Maanvaraiset betonilaatat

- **Raudoitusverkko usein liian kaukana yläpinnasta, merkittävä vaikutus pinnan halkeiluun ja halkeamaleveyteen**
- **Halkeamaleveys näkyvässä pinnassa on sitä pienempi, mitä ylempänä verkko sijaitsee**
- **Pelkän keskeisen verkon käyttö lisää raudoituksen sijainnin poikkeamariskiä**

Maanvaraiset betonilaatat

- Teräskuitujen määrä usein “alakantissa”, kuidut eivät toimi toivotulla tavalla
- Kuitumäärät alle 30 kg/ m^3 kyseenalaisen vähäisiä määriä, halkeiluriski kasvaa
- Kilpailu isosta kuitukaupasta saattaa johtaa tarpeettoman rohkeaan mitoitukseen
- Kuitujen määrä saattaa vaihdella eri osissa lattiaa, annos-telun tarkkuus joskus heikkoa

Sirotepintaiset lattiat

- Ongelmana joskus sirotteen tartunnan häiriöt tai irtoaminen pölisemällä
- Sirote on usein levitetty kuivuneelle alustalle, jota ei ole varhaisjälkihoidettu
- Joudutaan kostuttamaan sumuttamalla jos ei saa vettä alustasta riittävästi, peli usein menetetty !
- Pintaosan irtoaminen tapahtuu kuitenkin yleensä 5-10 mm alustabetonin puolelta ”lauttaantumalla”

Sirotepintaiset lattiat, lauttaantuminen

- Suojaamaton alustan pinta kuivuu epäedullisissa olosuhteissa nopeammin kuin vettä nousee tilalle
- Kylmissä olosuhteissa laatan pohjaosan sitoutuminen hidastuu lämmön siirtyessä maaperään
- Sirotteen ja alustan pintaosan muodostama tiivis kuiva kerros irtoaa ”lauttana” koneellisen hierron kiertoliikkeen vaikutuksesta
- Irtoaminen, joka ilmenee kopona ja halkeamina, havaitaan vasta kovettuneesta betonista

Sirotepintaiset lattiat, lauttaantuminen

- Irtoavan kerroksen alle muodostuvaan saumaan nousee joskus hiertoliikkeen vaikutuksesta vettä
- Sirotevalmistajat eivät suosittele runsasta huokostamista lattiamassoissa, ei tarpeen muutenkaan
- Vähäinen huokostaminen parantaa lattiamassan laatua ja työstettävyyttä
- Nykyiset huokostimet tekevät pientä kuplaa, joissa pieni noste => eivät nouse ja kasaannu helposti

Sirotepintaiset lattiat, lauttaantuminen

- **Irtoamisen syitä arvioidaan tutkimuksissa joskus väärin**
- **Usein väitetään syyksi ilmahuokosten erottumista kuivan kerroksen alle, vaikka huokosten liikkumisesta syvemmällä betonissa ei olisi mitään merkkejä**
- **Jos lisähuokoset lähtevät liikkeelle, näkyisi se myös suurten kivirakeiden alapintoihin syntyneinä kasautumina**
- **Syitä voidaan selvittää betonin mikrorakenteesta ohuthietutkimuksella**

Sirotepintaiset lattiat

Pinta irtoaa pohjabetonin puolelta levynä

Sirotepintaiset lattiat

Pinta irtoaa pohjabetonin puolelta levynä

Sirotepintaiset lattiat

Pinta irtoaa pohjabetonin puolelta levynä

CONTESTA

Ohuet pintabetonilattiat (50 – 100 mm)

- **Ohutta pintalaattaa vaikea täryttää, haittaa kunnollisen tartunnan muodostumista**
- **Keskeinen raudoitusverkko jää usein liian alas, ei estä halkeilemista eikä rajoita halkeamaleveyttä**
- **Raudoitusverkon tulisi olla lähellä yläpintaa**
- **Alustan pinnan esikäsittelyssä karhennus ja puhdistaminen usein puutteellista**
- **Ohut pintalaatta on herkkä kylmän alustan aiheuttamille haitoille**
- **Tartuntaprimereiden ja pölynsidonta-aineiden käyttö alustan pinnalla on kyseenalaista**

CONTESTA

Ohuet pintabetonilattiat

Raudoitusverkko liian syvällä, massan ominaiskutistuma suuri. Halkeamat ulottuvat pinnasta raudoitusverkkoon asti

Epoksipinnoitetut maanvaraiset lattiat

- Tiivis tai läpäisevä epoksi
- Primeri pinnoitteen alla tiivis tai läpäisevä
- Alla lämmöneriste tai eristämätön
- Huonetila jäähdytetty tai jäähdyttämätön
- Otettava huomioon, että maaperän kosteus aina lähes Rh 100 %

Epoksipinnoitetut maanvaraiset lattiat

- Tiivis primeri ja pinnoite sallivat kosteuden poistumisen ainoastaan alaspäin
- Jos tila on jäähdytetty eikä laatan alla ole lämmöneristystä, tulee varmasti kuplimisongelmia
- Vesihöyryn osapaine voi laatan alla olla korkeampi kuin huonetilassa => kosteus pyrkii ylöspäin
- Tässä toimivat ainoastaan vesihöyryä läpäisevät pinnoitteet

CONTESTA

Epoksipinnoitetut maanvaraiset lattiat

- **Jos kosteus läpäisee primerin, mutta ei pinnoitetta, syntyy helposti osmoosi-ilmiö**
- **Suolatasapaino pyrkii tasoittumaan primerikalvon kahden puolen**
- **Näin syntynyt osmoottinen paine irrottaa pinnoitteen, johon syntyy vettä sisältäviä kuplia**

CONTESTA

Epoksipinnoitetut maanvaraiset lattiat

Epoksipinnoite kuplii

Epoksipinnoitetut maanvaraiset lattiat

Kuplissa on vettä

Epoksipinnoitetut maanvaraiset lattiat

Epoksipinnoite on poistettu. Kuplien kohdilla kalkkisuotoa ja suoloja

Mosaiikkibetoniset laattalattiat

- **Laatat usein kokoa 300 x 300 x 40 mm^3**
- **Kantava rakenne paikalla valettu betonilaatta tai ontelolaatasto**
- **Laatat asennetaan alustalle levitetyn ja tiivistetyn maakostean betonimassakerroksen päälle**
- **Asennusmassa: kiviaines 0-8 mm, sementtiä ≥ 350 kg/m^3**

Mosaiikkibetoniset laattalattiat

- **Asennusohjeet ovat yleensä kunnossa**
- **Vaurioita aiheutuu yleensä mm. siitä, että:**
  - Ei noudateta asennusohjeita riittävän tarkasti
  - Asennusmassan puutteellisesta tiivistymisestä
  - Asennusmassakerroksen liiallisesta paksuudesta tai huomattavista paksuuseroista
  - Asennusmassa jää osittain kuivaksi paksussa kerroksessa
  - Asennusmassa on alkanut sitoa ennen käyttöä

Mosaiikkibetoniset laattalattiat

Asennusmassakerros laatan alla on pettänyt

Mosaiikkibetoniset laattalattiat

Asennusmassakerros laatan alla liian paksu. Ei tiivisty eikä kovetu riittävästi.

Paksuus suositus työ-ohjeissa 30-50 mm.

Mosaiikkibetoniset laattalattiat

Asennusmassakerroksen tiivistyminen ja kantavuus laatan alla vaihtelee.

Yhteenveto

- **Rakentamisen aikataulut uuteen tarkasteluun**
- **Lattioiden teon ajoitusta on harkittava tarkoin**
- **Lattiabetonien koostumukset kuntoon**
- **Olosuhdehallinnan suunnittelua, seurantaa ja toteutusta parannettava**
- **Varhaisesta jälkihoidosta käytäntö**
- **Teräskuitujen määrän mitoitusta ja ohjeiden soveltamista tarkennettava**
- **Myös suoritusporrasta on koulutettava paremmin**
- **Työmenetelmiä ja laitteita kehitettävä edelleen**