

VAAKAVALUT

2025

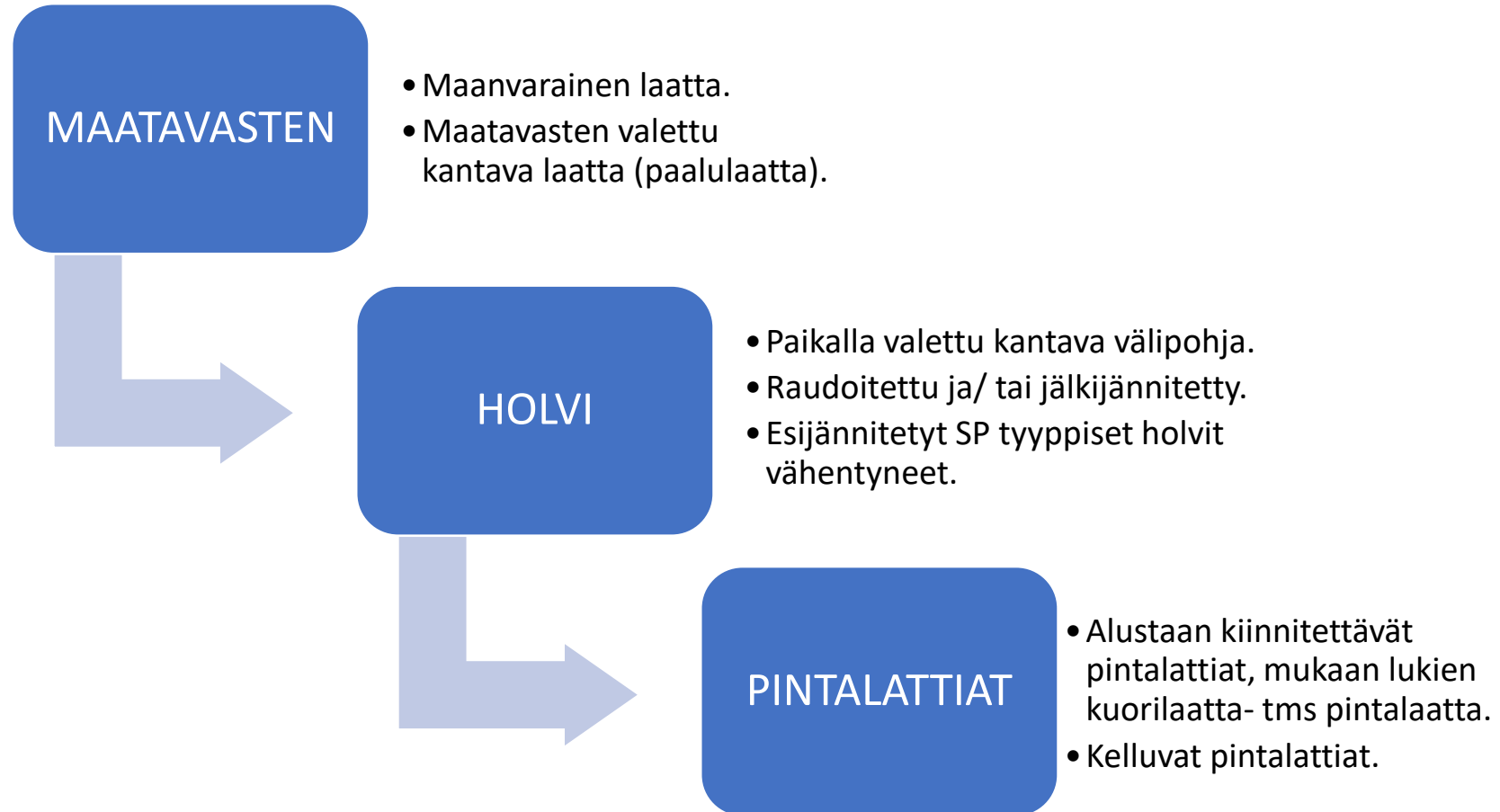
BY 45/ BLY 7 2018



BY 47 BETONIRAKENTAMISEN LAATUOHJEET 2019



VAAKAVALUJA



BETONILATTIOIDEN VAATIMUKSET



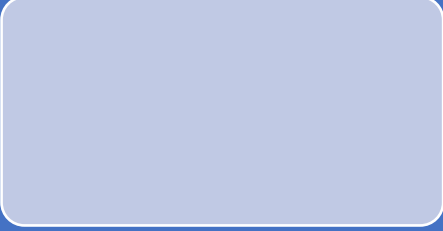
KÄYTTÖIKÄ JA RASITUSLUOKAT

- BETONILATTIAN KÄYTTÖTARKOITUS
- MAHDOLLISET PINNOITUKSET



BETONILATTIAN VAHVUUS

- KELLUVAT LATTIAT
- PINTABETONIT



PINTABETONI- JA MAANVARAISEN BETONILATTIAN HALKEAMALUOKAT

- PINNOITETTAVAT
- ESTEETTISET BETONILATTIAT

BETONILATTIA RASITUSLUOKAT JA KÄYTTÖIKÄ.

- BETONILATTIOIDEN RASITUSLUOKAT JA KÄYTTÖIKÄ ASETTAA VAATIMUKSIA LATTIABETONEILLE, KAIKKI RASITUSLUOKAT EI OLE TYÖSTETTÄVYYDEN KANNALTA EDUKSI.
- ESIM. PERUS LATTIABETONISSA XC 1 RASITUSLUOKKA 100V KÄYTTÖIÄSSÄ.
 - VÄHIMMÄISLUJUUS C20/25
 - VÄHIMMÄISSEMENTTIMÄÄRÄ 160 KG/M3
 - VESISEMENTTISUHDE ENINTÄÄN 0,9 V/S

BETONILATTIA RASITUSLUOKAT JA KÄYTTÖIKÄ

- ESIM 2. RASITUSLUOKKA XC 3, 100V.
 - VÄHIMMÄISLUJUUS C30/37
 - VÄHIMMÄISSEMENTTIMÄÄRÄ 250 KG/M³
 - VESISEMENTTISUHDE ENINTÄÄN 0,6 V/S
-
- ESIM 3. RASITUSLUOKKA XD1, 100V.
 - VÄHIMMÄISLUJUUS C30/37
 - VÄHIMMÄISSEMENTTIMÄÄRÄ 300 KG/M³
 - VESISEMENTTISUHDE ENINTÄÄN 0,5 V/S (rajatapaus kuivasiroitteelle)

BETONILATTIA RASITUSLUOKAT JA KÄYTTÖIKÄ

- AGGRESSIIVINEN KEMIALLINEN RASITUS
- -RASITUSLUOKKA ILMOITETAAN XA 1-3, XA 2-3 EI KUIVASIROITETTA!
- ESIM. XA 3.
- VÄHIMMÄISLUJUUS C40/50
- VÄHIMMÄISSEMENTTIMÄÄRÄ 330 KG/M³
- VESISEMENTTISUHDE ENINTÄÄN 0,4 V/S

BETONILATTIA ALOITUSPALAVERI

Osallistujat:

- Pääurakoitsija
- Tilaaja jos ei pääurakoitsija
- Tilaajan betonilattian vastuuhenkilö
- Betonintoimittaja
- Rakennesuunnittelija, suunnittelukokous voi olla myös erikseen.
- Puhdasvalupintoihin sovitaan aloituskokouksessa mallien valmistus ja katselmukset joissa myös arkkitehti mukana.

Asialista:

- Työturvallisuus -> TTS tai vastaava -> Ilmanvaihto ja erityisvaatimukset kohteessa.
- Rakennetyypit.
- Pintamateriaalikaavio.
- Liikunta- ja työsauma suunnitelmat. Suunnittelukokous voi olla myös erikseen.
- Valujen vaatimukset.
- Betonilaatujen valinta. Kutistuma, lujuuden kehitys, rakenteen kuivuminen, mahdolliset kuidut ja annostelut, työstettävyys, pumpattavuus, lujuudenkehityksen tarve jne.
- Valmistelevien töiden vaatimukset.
- Aikataulu- ja päivätuotanto. Työryhmien resurssit. Hyvä sopia myös varausajoista ja tilaajalle olisi hyvä velvoittaa mitattu m2 määrä valujen tilauksen yhteydessä.
- Puhdasvalupintojen malli tai mallien sopiminen.
- Olosuhteet ja olosuhteiden todennus.
- Betonin siirtomenetelmät.
- Logistiikka.
- Kaluston määrä ja nostotarpeet.

Valusuunnitelma:

- Vaativassa ja poikkeuksellisen vaativan luokan betonointiin on olemassaoleva vaatimus tehdä betonointisuunnitelma. Sekoitetaan usein betonityösuunnitelmaan joka on koko kohteen suunnitelma.
- Valusuunnitelma -> betonointisuunnitelma rakenneosaan tai yksittäiseen betonivaluun. Pää toteuttajan edustajat voi kyseisiä vaatia. Lattiaurakoitsijan työryhmille suunnitelman teosta on selkeitä etuja vaikka työryhmissä usein vanhoja ammattilaisia. Usein tyydytään toteamaan -> näin on aina tehty.

Mestan vastaanotto:

- Alustaan kiinnitettävissä rakenteissa alustan tartunta. Betonin kutistuma pieneksi ja alustaan hyvä tartunta. Onko vetolujuudelle vaatimusta.
- Raudoitteiden sijainti ja toimivuus. Suojaetäisyyksien toteutuminen.
- Kelluvien pintalattioiden vähimmäisvahvuudet. Uudet ohjeet By45/ BLY 7.
- Kelluvien pintalattioiden laakerikerroksen toimivuus. Hyödynnetään sahasaumoja.
- Olosuhteet. Huomioitava sideainekoostumus. Esim. CEM3 tyyppisiin tulevaisuuden sideaineellisiin lattiabetoneihin olosuhteiden merkitys kasvaa.
- Tiedostetaan kelluvat ja alustaan kiinnitettävät rakenteet.

Valutyön ennakko työsuunnitelmat



Betonin
siirtotapa.

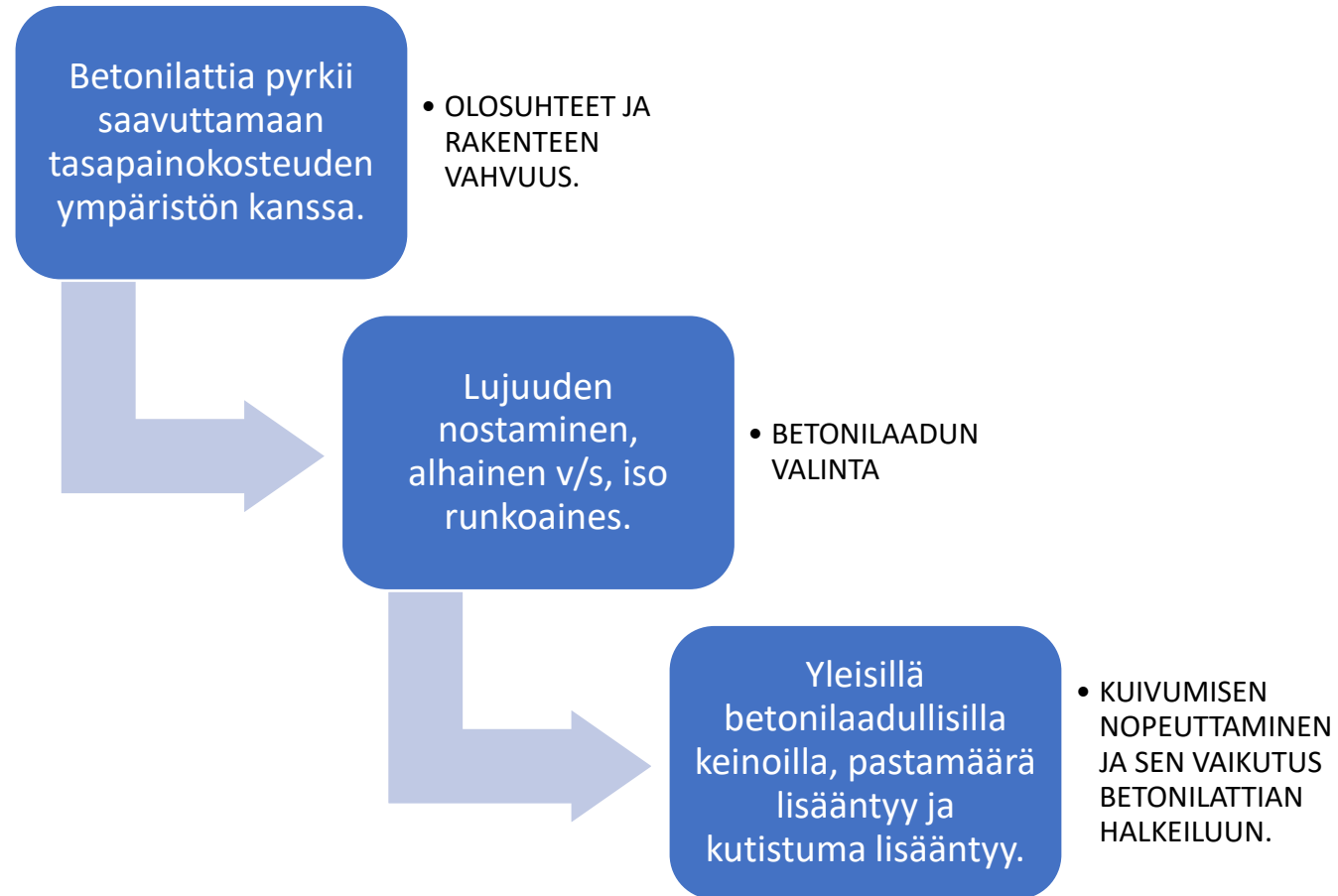
Betonilattian
tiivistys ja
työryhmä.

Olosuhteet.

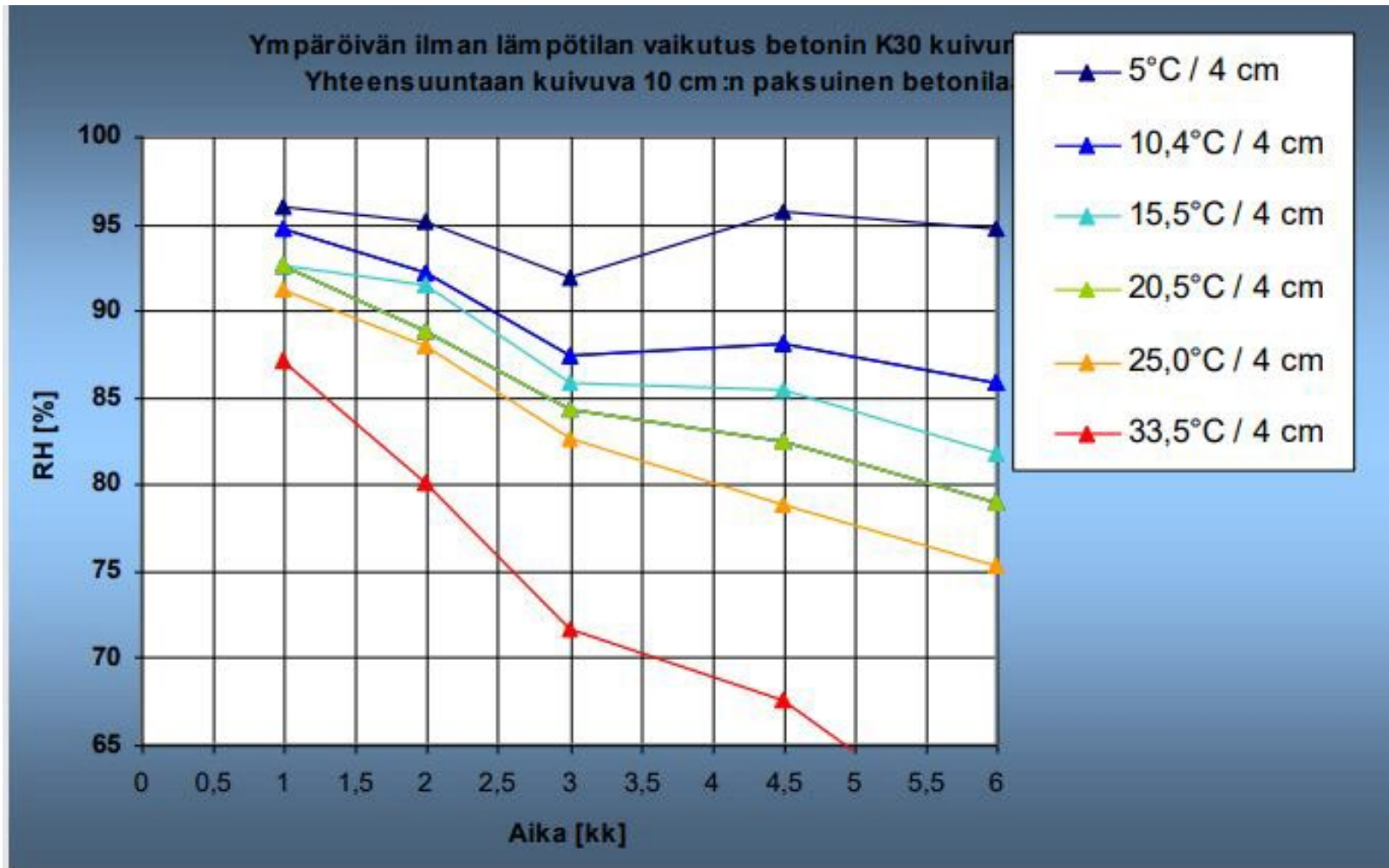
Valmistelutyön merkitys onnistuneeseen
valuun.



BETONILATTIAN KUIVUMINEN



C25/30 normaali betonilaadun kuivuminen 100 mm laatatassa erillaissilla lämpötiloilla.



Betonin kuivumiseen vaikuttavia asioita.

Rakenteen vaikutus

- Rakenteen paksuus
 - paksuus x 2, kuivumisaika x 4
- Rakenteen kerroksellisuus
 - holvi kahdessa kerroksessa + 30 %
- Kuivuminen yhteen / useampaan suuntaan
 - kahteen suuntaan → yhteen suuntaan x 4
- Pinnan "avonaisuus"
 - ylimääräinen tavara
 - pöly ja lika
 - pinnan hionta

Olosuhteiden vaikutus

Tavoitteena on luoda työmaalle sellaiset olosuhteet, että rakenteet kuivuvat suunnitellussa aikataulussa ilman kohtuuttomia lisäkustannuksia

Olosuhdehallintaan kuuluu

- rakenteiden kastumisen estäminen
- rakennekosteuden kuivattaminen

Betonilattioiden pintatyö = pinnan tiivistys ja lujitus. Betonilattian pinta voi olla esteettisesti vaativa.



Kuva 3.17. Pinnan tiivistykseen ja lujittamiseen käytetään hiertokoneita (edessä käsin ohjattava ja taustalla päältä istuttava).

By 45/ Bly 7 2018 pysäköintitalojen kulutusrasitus taulukko 4.3. Tästä tullut uusi taulukko.

Taulukko 4.3. Suositeltavat menetelmät pysäköintitalojen tasojen ja ramppien kulutuskestävyyden varmistamiseksi. Menetelmät on esitetty suositeltavuusjärjestyksessä. Taulukossa on esitetty myös taulukon 4.2 mukaiset kulutuskestävyysvaatimusluokat.

	Yksityinen pysäköintitalo	Julkinen pysäköintitalo	Julkinen pysäköintitalo Alueet, joissa paljon liikennettä
Alue I Kova kulutusrasitus	Luokka 2 · sirotepinnoite, A9 · silikaattikäsittely · betonipinta; korjausväli noin 25 v	Luokka 1 · sirotepinnoite, A6 · silikaattikäsittely · betonipinta; korjausväli 10...25 v	Luokka 1 · sirotepinnoite, A3 · kovabetoni, A6
Alue II Kohtuullinen kulutusrasitus	Luokka 2 · silikaattikäsittely · betonipinta; korjausväli noin 25 v	Luokka 2 · sirotepinnoite, A9 · silikaattikäsittely · betonipinta; korjausväli noin 25 v	Luokka 1 · sirotepinnoite, A6 · kovabetoni, A9 · silikaattikäsittely · betonipinta; korjausväli noin 25 v
Alue III Muut alueet	Luokka 3 · betonipinta; uusimisväli noin 25 v	Luokka 2 · silikaattikäsittely · betonipinta; uusimisväli noin 25 v	Luokka 2 · sirotepinnoite, A9 · silikaattikäsittely · betonipinta; korjausväli noin 25 v

By 45/ Bly 7 2018 kulutuskestävyysluokat

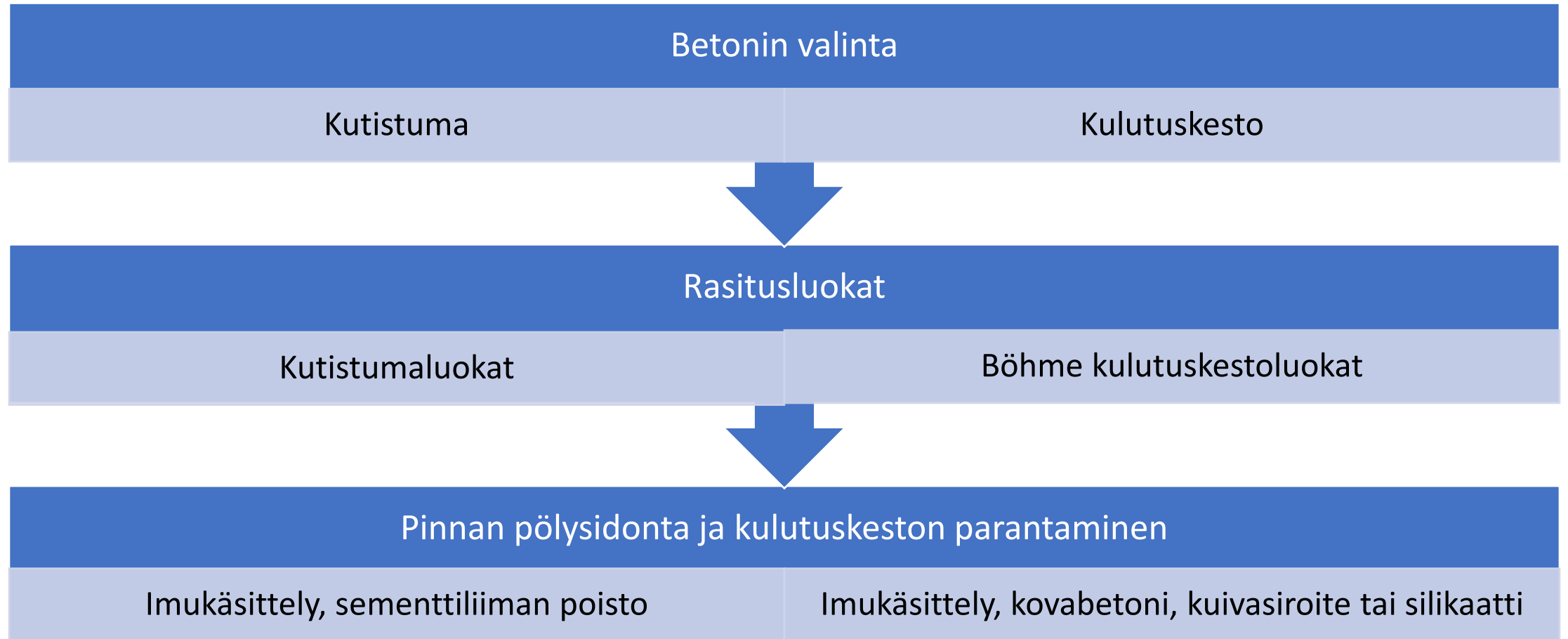
Taulukko 4.2. Betonilattian kulutuskestävyysluokat ja -vaatimukset 3 kuukauden iässä sekä työmenetelmiä näiden vaatimusten saavuttamiseksi. Kulutuskestävyys voidaan tarvittaessa testata standardin EN-SFS 13892 mukaisella Böhme-kokeella. Taulukossa on annettu Böhme-kokeessa eri luokissa sallittuja lattian kulumisarvoja.

Kulutuskestävyysluokka	Lattian kuormitukset	Työmenetelmä, jolla vaatimus saavutetaan.	Böhme luokitus: sallittu kuluminen [cm ³ /50 cm ²]
1	Erittäin raskaan teollisuuden trukkikuormitus, umpikumi-pyörät, kuorma ≤ 80 kN. Teräspyörät, pintapaine ≤ 4 N/mm ² . Metallirakenteiden käsitte-lyä lattialla. Jalankulkuliikenne yli 1000 henkilöä/pvä.	10...20 mm:n paksuinen erikoisbetoni. Kulutuskes-tävyysluokka A6. Koneliip-paus tai konehierto vähin-tään 2 kertaa. 30 mm:n kovabetonilattia C40/50. - Betoni C25/30 + sirote-pintaus. Kulutuskestävyys-luokka A6. Koneliippaus tai konehierto vähintään 2 kertaa.	≤ 6 (A6) ≤ 3 (A3), kun kuormitus iskevä tai laahaava
2	Raskas metalliteollisuus, huoltohallit, ilmarengas-paine ≤ 10 bar, teräspyörän pintapaine ≤ 2 N/mm ² . Umpikumipyörät. Jalankulku 100...1000 henki-löä/pvä.	- Betoni C30/37, maksimi-raekoko vähintään 16 mm ja koneliippaus siivillä sileäksi tai konehierto vähintään 2 kertaa. - Betoni C25/30 + sirote-pintaus. Kulutuskestävyys-luokka A9 + koneliippaus tai konehierto vähintään 2 kertaa. - Betoni C25/30, kovettu-neen lattian pintahionta siten, että sementtiliima poistuu ja runkoaine on tasaisesti näkyvissä, hiotun pinnan silikaattikäsittely.	≤ 9 (A9)
3	Keskimääräinen kuormitus, trukkikuormat ≤ 40 kN, rengaspaine ≤ 6 bar. Ilma-täytteiset kumipyörät. Jalan-kulku alle 100 henkilöä/pvä.	Hyvällä ammattitaidolla tehdyt koneella hierretyt lujuusluokan C25/30 lattiat.	≤ 12 (A12)
4	Kevyesti liikennöidyt ja kuormitetut tilat, trukki-kuorma alle 10 kN, rengas-paine ≤ 3 bar.	Hyvällä ammattitaidolla tehdyt lujuusluokan C25/30 lattiat.	≤ 15 (A15)

Vanha koestusmenetelmä, pyörökoe.

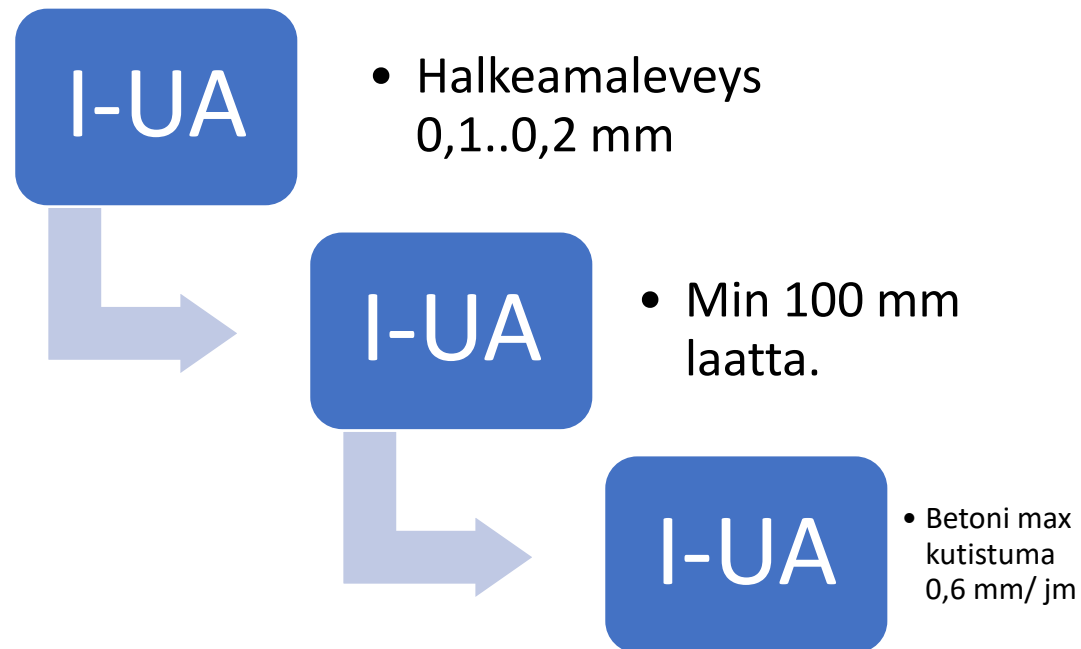


PYSÄKÖINTITILOJEN ENNAKKOSUUNNITELMAT

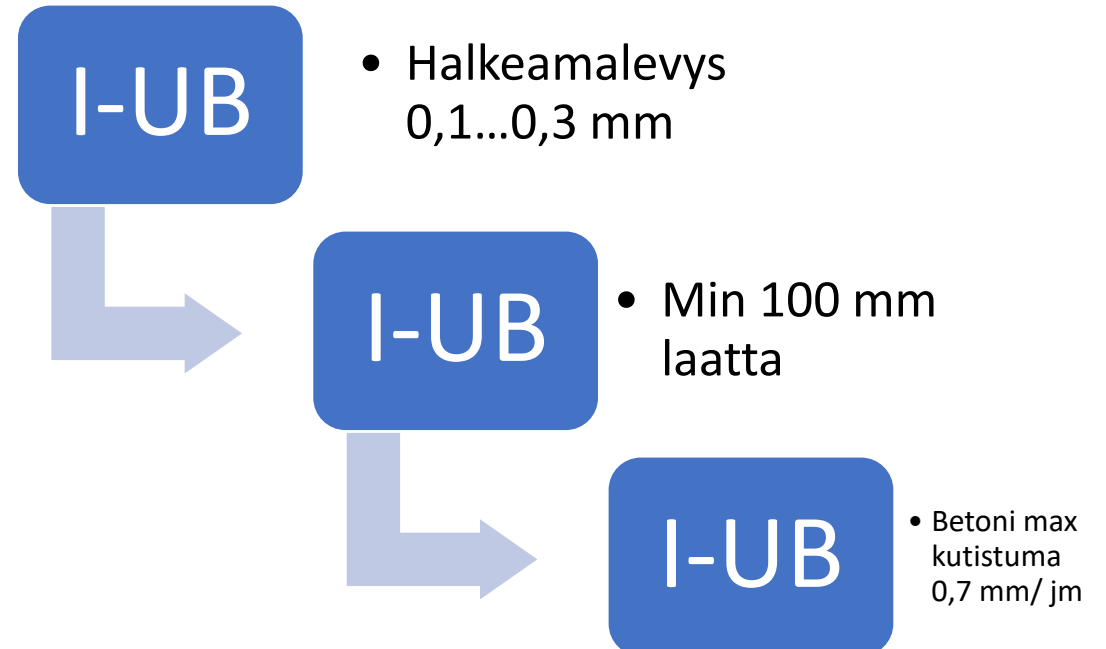


Betonilattia (pintalattia ja maanvarainen lattia) halkeamaluokat. Sivu 1.3.

ULKONÄÖN SUHTEEN ERITTÄIN VAATIVA,
PÄÄLLYSTÄMÄTÖN.

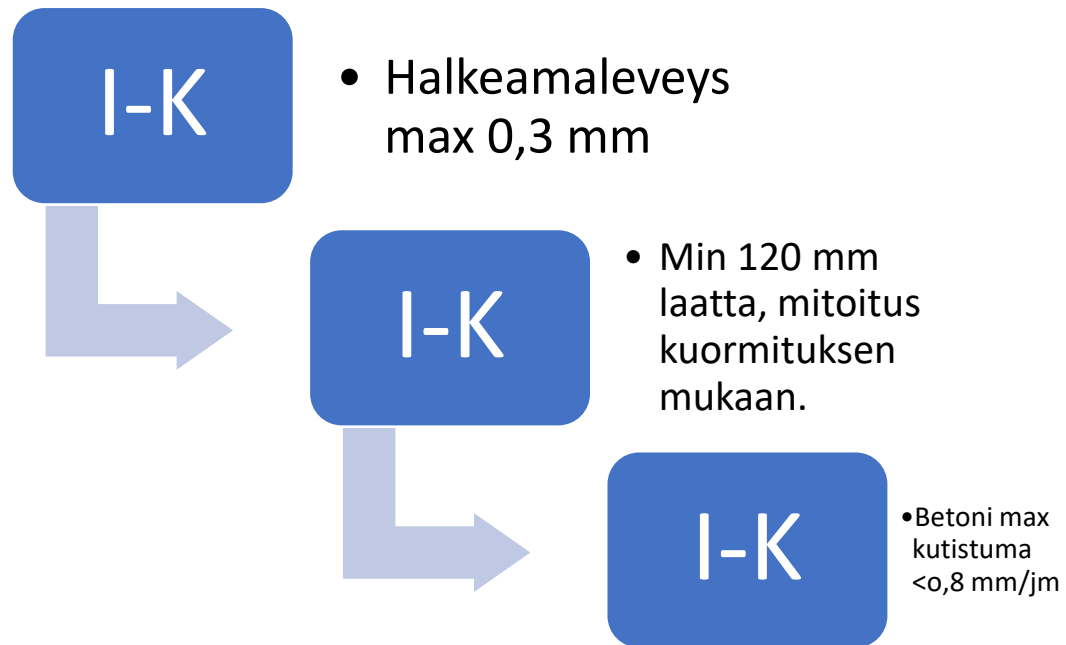


ULKONÄÖN SUHTEEN
VAATIVA, PÄÄLLYSTÄMÄTÖN.

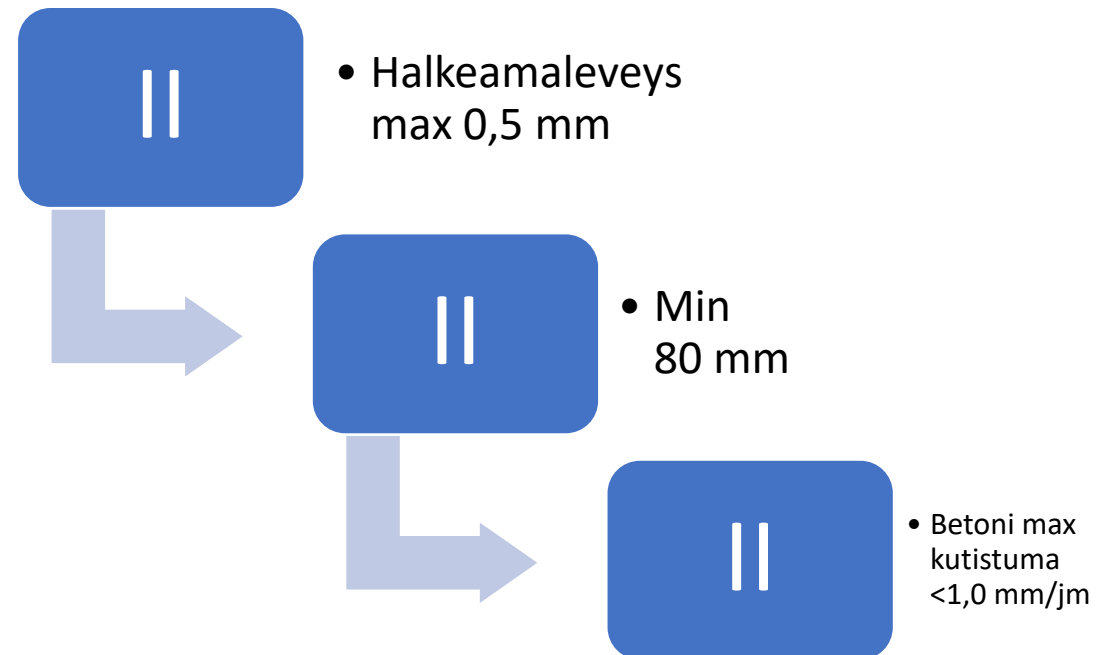


Halkeamaluokat sivu 2.3.

KULUTUSKESTÄVYYDEN SUHTEEN VAATIVA, PÄÄLLYSTÄMÄTÖN.

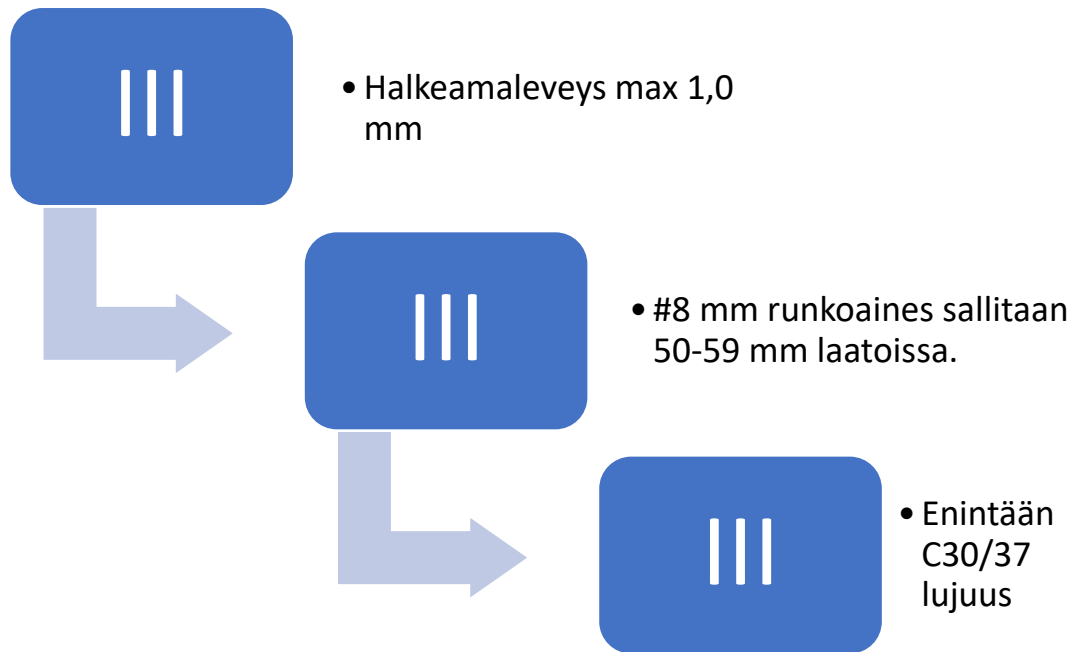


NORMAALI, PÄÄLLYSTETTÄVÄT

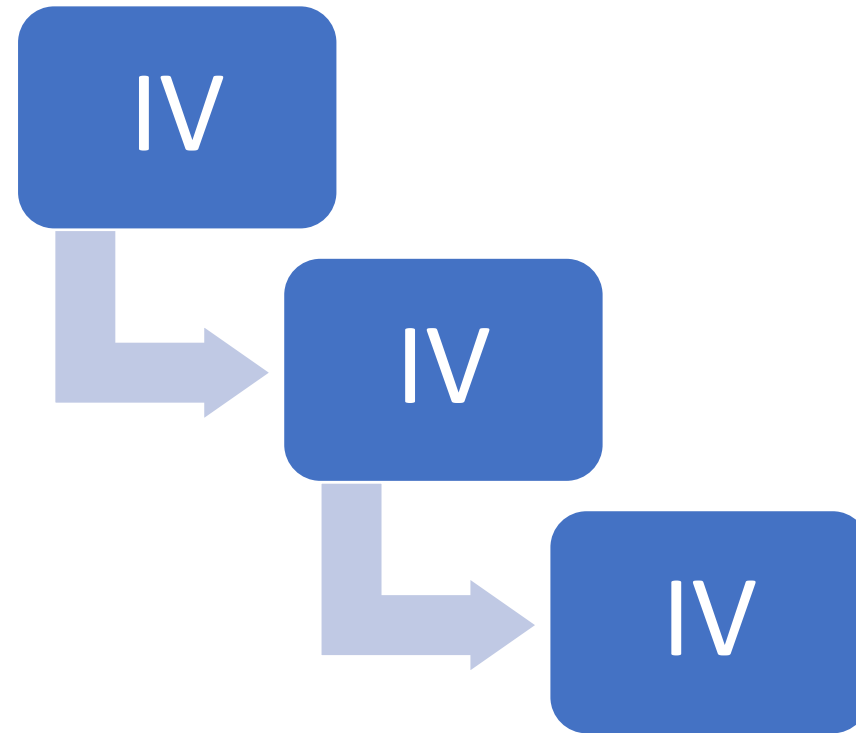


Halkeamaluokat sivu 3.3.

VÄHÄINEN, PÄÄLLYSTETTÄVÄ



ERIKOISLUOKKA, ERIKSEEN SOVITTAVA



Esteettisesti vaativan betonilattian halkeamaluokat By 45/ Bly 7 2018.

Luokka	Luokan kuvaus	Käyttökohde	Leikkauksen kuvaus	Ohjeita rakennessaureillelle	Ohjeita lattiasekoittajalle
II	Kulutuskestävyyden suhteellinen	Päälytealustat, joilla käytöskäytävyyden vaatimukset.	Halkeamien leveys enintään 0,3 mm	Lattia toteutetaan jalkajänteettynä By Betonin kuttamisen tavoitearvo $c_{tr} < 0,8 \text{ N/mm}^2$ (sovelletaan ennakkokokein) By Käytetään vähintään kahdeksan osaa (SR) ja kiviseoksen maksimikokoa vähintään 16 mm, mutta 32 mm, jos lattan paksuus > 120 mm. Lattan paksuus määräytyy luonnollisten mukaan, minimi 120 mm. Betonin laatu luokkaa enintään C30/37. Huom: Käytössäsi kutsu ja ilman sirtokiteistä kuitut (jälkvi) näkyvät. Lattian paksuus tulee olla vähintään 100 mm (kiviseos < 1,5). Epäparhauskohtia lattan kutsu tai mittaus ja/tai laatuvaatimukset.	Betonin notkeusluokka korkeintaan S3. Pumppauslinjan sisähalkaisija Φ 16 mm betonilla vähintään 63...75 mm ja Φ 32 mm betonilla vähintään 100 mm. Pinnan kuttamisen aiheuttamien halkeamien ehkäisemiseksi valutyö on tehtävä kutsussa ja vedolla suojatussa tilassa. Tarvittaessa käytetään mikrokuituja. Olosuhteista riippuen käytettävä väijäkorotusmitta, varsinainen jalka-ohje tehdään yksittäisten kerron jälkeen tehokkaalla jalkaohjeella.
II	Normaali	Tavalliset työkalu- ja johtokäytävät ja johtokäytävät, esim. rakennuksen ulkopuolelta tulevat ja johtokäytävät.	Halkeamien leveys enintään 0,5 mm	Betonin kuttamisen tavoitearvo $c_{tr} < 1,0 \text{ N/mm}^2$ (sovelletaan ennakkokokein) By Käytetään pienen kuttamistalouden omaavaa sidoskiveä. Kiviseoksen maksimikokoa vähintään 16 mm, kun lattan paksuus 80...99 mm, ja vähintään 16 mm, kun lattan paksuus 100...120 mm, ja vähintään 32 mm, kun lattan paksuus > 120 mm. Lattan paksuus määräytyy luonnollisten mukaan, käytöskäytävien riippuen vähintään 80...120 mm. Betonin laatu luokkaa sovelletaan C30/37 ja muissa laatuissa C25/30. Huom: Halkeamajohdot on olettava luonnollisen lattiasekoituksen mahdolliset ilmangitavuusvaatimukset (esim. enintään 40).	Betonin notkeusluokka korkeintaan S3 (pl. itsestään laskevat betonityypit). Pumppauslinjan sisähalkaisija Φ 32 mm betonilla vähintään 63 mm, Φ 36 mm betonilla vähintään 75 mm ja Φ 32 mm vähintään 100 mm (kutsukutsuilla 100 mm). Pinnan kuttamisen aiheuttamien halkeamien ehkäisemiseksi valutyö on tehtävä kutsussa ja vedolla suojatussa tilassa. Tarvittaessa käytetään mikrokuituja.

Betonilattioiden geometriset virheet

Betonin pinnan geometrisia virheitä ovat:

- huokoset
- pinnan käyryys ja aaltoilu
- harvavalu ja muu valuvika
 - valuhaava
 - valupurse
 - hammastus
 - nystermä
 - syvennys
- pinnan irtoaminen
 - halkeilu

Kuivumiskutistumaa ja plastista kutistumaa.

Perinteinen, ns ”oppikirja halkeamat”.



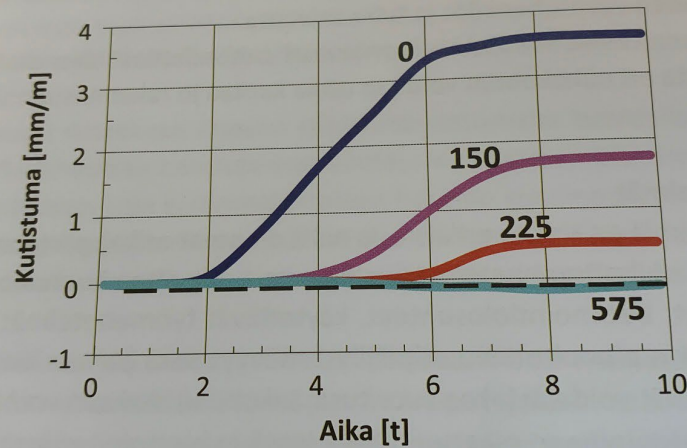
Plastista kutistumaa, tulee esiin selkeästi hionnan- tai sinkopuhalluksen jälkeen.



Plastinen kutistuma, suuri vaikutus lopputulokseen. Ainoa oikea apu on olosuhteet ja 50%:sti välihoitoaine. Vesi huono kulutuskestäviin pintoihin.

Varhaisjälkihoito tehdään betonipinnan oikaisun yhteydessä jollain seuraavista tavoista:

- sumuttamalla betonipinnalle tuoteohjeiden mukaisesti riittävästi varhaisjälkihoitoainetta; käsittely uusitaan tarvittaessa ennen hiertoa.
- pitämällä pinta kosteana vesisumutuksen avulla (ei liikaa)
- levittämällä pinnalle väliaikaisesti (hierrettävät pinnat) tai pysyvästi muovikalvo.

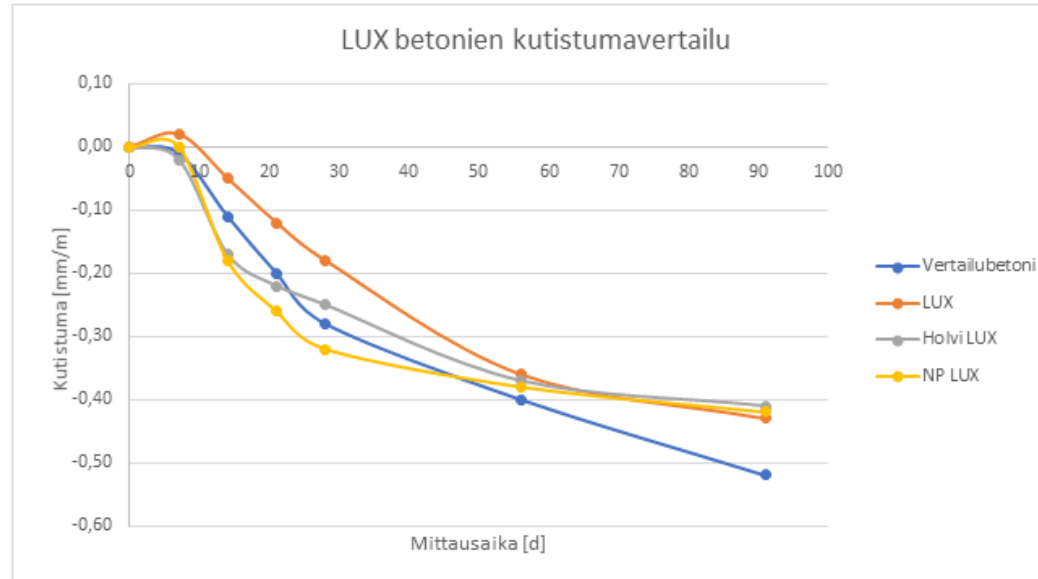


Kuva 7.13. Betonipinnan plastinen kutistuma erisuuruisilla varhaisjälkihoitoaineen ruiskutusmäärillä, tuulen nopeus = 2,5 m/s, T = +20 °C, RH 40 % /16/.

Jälkihoito:

- Plastinen kutistuma, välihoitoaineet
- Varsinainen jälkihoitoaine. Hyvä varmistaa jälkihoitoaineen soveltuvuus tulevaan pintamateriaaliin. Esim liimattavat-, epoksi-, pölysidonta-aineet yms pintaaukset.
- Kosteajälkihoito, aina minimi 7 vrk.
- Kuormitus tilaajalla. Suositus loggeri. Laatan, alustan ja valettavan tilan olosuhdetta mittaamaan, paksummissa laatoissa ala- ja yläpintaan.

KUTISTUMAT VAAKAVALUISSA



	Vertailubetoni	LUX	Holvi LUX	NP LUX
0	0,00	0,00	0,00	0,00
7	-0,01	0,02	-0,02	0,00
14	-0,11	-0,05	-0,17	-0,18
21	-0,20	-0,12	-0,22	-0,26
28	-0,28	-0,18	-0,25	-0,32
56	-0,40	-0,36	-0,37	-0,38
91	-0,52	-0,43	-0,41	-0,42

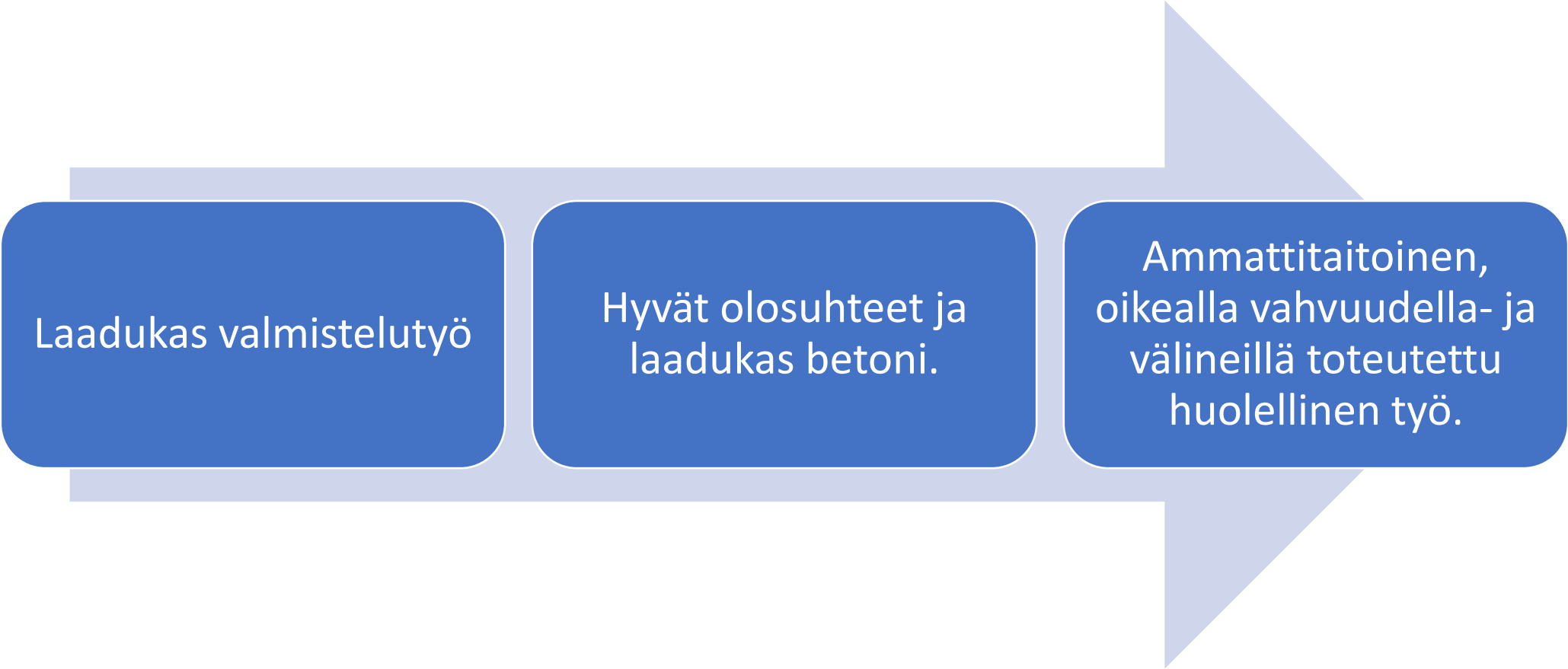
RAUDOITUS JA JÄNNEPUNOKSET



Teräskuitua pinnassa ja harvavalua holvissa.



Onnistunut betonilattia on monen osapuolen onnistunut yhteistyö ja suoritus. Hyvien suunnitelmien ja jälkihoidon lisäksi.



Laadukas valmistelutyö

Hyvät olosuhteet ja
laadukas betoni.

Ammattitaitoinen,
oikealla vahvuudella- ja
välineillä toteutettu
huolellinen työ.

Saksassa betonikohde design lattiapintaa.
Suomessa allekirjoittaneen mielestä hienompia
kuin tämä.

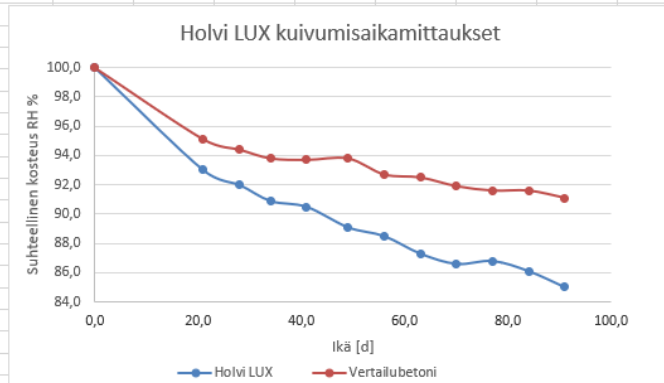


MB museo Stuttgart

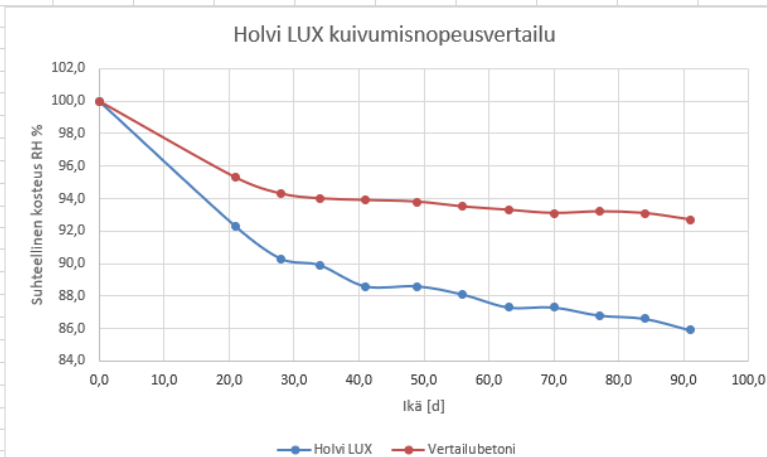


HOLVIN KUIVUMINEN

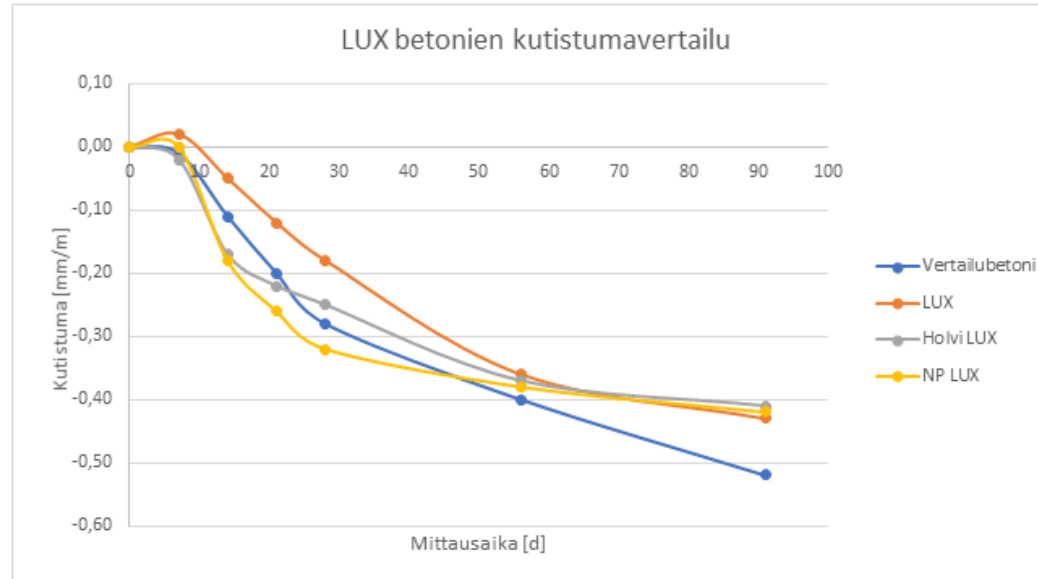
9 cm		
	Holvi LUX	Vertailubetoni
0,0	100,0	100,0
21,0	93,0	95,1
28,0	92,0	94,4
34,0	90,9	93,8
41,0	90,5	93,7
49,0	89,1	93,8
56,0	88,5	92,7
63,0	87,3	92,5
70,0	86,6	91,9
77,0	86,8	91,6
84,0	86,1	91,6
91,0	85,0	91,1



12 cm		
	Holvi LUX	Vertailubetoni
0,0	100,0	100,0
21,0	92,3	95,3
28,0	90,3	94,3
34,0	89,9	94,0
41,0	88,6	93,9
49,0	88,6	93,8
56,0	88,1	93,5
63,0	87,3	93,3
70,0	87,3	93,1
77,0	86,8	93,2
84,0	86,6	93,1
91,0	85,9	92,7



KUTISTUMAT VAAKAVALUSSA



	Vertailubetoni	LUX	Holvi LUX	NP LUX
0	0,00	0,00	0,00	0,00
7	-0,01	0,02	-0,02	0,00
14	-0,11	-0,05	-0,17	-0,18
21	-0,20	-0,12	-0,22	-0,26
28	-0,28	-0,18	-0,25	-0,32
56	-0,40	-0,36	-0,37	-0,38
91	-0,52	-0,43	-0,41	-0,42

BY 47 BETONIRAKENTAMISEN LAATUOHJEET, TIHEYS.

Betonin tiivistymistä voidaan arvioida kovettuneesta betonista porattujen koelieriöiden avulla. Julkaisun *by 47 Betonirakentamisen laatuohjeet 2019* mukaan uunikuivatuista koelieriöistä (lieriön halkaisija vähintään 75 mm ja pituus noin 300 mm) mitattujen tiheyksien tulee olla

- normaalissa betonissa 2350...2400 kg/m³
- lisähuokostetussa betonissa 2250...2350 kg/m³.

Tiheysmittaukset tulee tehdä ennakkokokeina tehdyistä rakenteista.

Yleisimmät virheet ja mikä menipieleen:

- On tehty miten aina. Olosuhteet huonot ja "lupa" tehdä mitä tulee. EI PIDÄ HYVÄKSYÄ MITÄ VAIN OLOSUHDETTA -> VÄHINTÄÄN DOKUMETIT JA KEHOITUS OLOSUHDE KORJAAMISEEN TAI VALUN SIIRTÄMISEEN.

- Tehdään valuruutuja liian pienellä resurssilla, tilaajilla jostain syystä tapana vähätellä m2 määrää jotta saisi valuryhmän helpommin. Joillakin tilaajilla jäänyt kyseinen tapa.

- Valetaan tilaajan ostamalla betonilla mikä tilaajalle sopivaa -> valitettavasti sopivuus usein hinta. Ihmetellään lopuksi halkeilua yms. Suunnitelmissa usein vain puristuslujuus.

- Betonin tiivistys. Ei vibrata ollenkaan tai huonosti.

- Valetaan notkeilla laaduilla. S4 ei riitä ja halutaan S5 notkeutta -> erottuminen ja tiheyserot kasvaa helposti korkeiksi ja pinnat ei tule hyväksi. Kallistukset ei onnistu S4-S5 notkeuksilla. Suosittelen leviämä mittaustapana.

- Valetaan epätasaisten alustoiden päälle, alustan korkopoikkemasta ohjeistus By45/ BLY 7 2018.

- Perusbetonilla huonoissa lämmöissä ja tilaaja kuormittaa esim muurattavien seinien tarvikkeilla vastavaletun lattian -> tiililetkoja 5 mPa lujuuden betonilaatan päällä -> varmasti ongelmia.

-

Lattiabetonointipöytäkirja:

- By:llä erinomainen. Betonointipöytäkirja on asiakirja johon ongelmatilanteissa palataan -> tärkeä tehdä oikein ja kuvastamaan oikeata tapahtumaa. Mikäli tilaaja tekee -> pyytäkää kopio hyväksyttäväksi.