

Tarja Merikallio



# Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi

betoni

## 1 Johdanto

Useimmat sisätiloihin rajoittuvat betonirakenteet kuten seinät ja lattiat pinnoitetaan tai päällystetään jollakin toisella materiaalilla (maalilla, keraamisilla laatoilla, muovimatolla, parketilla jne.) Ennen kuin näihin pinnoitus tai päällystystöihin voidaan ryhtyä, betonirakenteen tulee kuivua päällystemateriaalikohtaisen kosteusraja-arvon alapuolelle. Jos rakenteet päällystetään liian kosteana, seurauksena voi olla päällystemateriaalissa, tasoitteessa tai liimassa havaittava kosteusvaurio, jollaisia ovat mm. päällysteen irtoaminen, värjäytyminen, hajuhaitta sekä terveydelle haitalliset mikrobit ja emissiot.

Normaalin betonin kuivuminen on muihin rakennusmateriaaleihin verrattuna suhteellisen hidasta ja riippuvainen monesta eri tekijästä, kuten esimerkiksi betonin ominaisuuksista, rakenneratkaisusta ja kuivumisolosuhteista. Useimmissa rakennuskohteissa betonin kuivuminen tahdistaa merkittävästi sisävalmistumisvaihetta ja vaikuttaa siten koko rakentamisaikatauluun. Jos betonirakenteen kuivumisen asettamia vaatimuksia ei oteta ajoissa huomioon, seurauksena voi olla aikataulun viivästyminen tai pahimmassa tapauksessa liian märän rakenteen päällystämisen aiheutuva kosteusvaurio.



Kuva: Pekka Vuorinen

Yleisimmille betonirakenteille voidaan laatia kuivumisaika-arviot, kun rakenneratkaisu ja tavoite-kosteus ovat tiedossa. Muuttujina voidaan käytetään betonin ominaisuuksia (vesisementtisuhde, sementtilaatu, runkoaineen maksimiraekoko, notkeus, lisäaineet jne.), rakenneratkaisua ja kuivumisolosuhteita (kastumisaika, lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus). Tässä julkaisussa olevissa kuivumisen arviointiohjeissa huomioidaan betonirakenteen kuivumiseen oleellisemmin vaikuttavat tekijät eli betonin vesisementtisuhde (v/s), rakenneratkaisu sekä kuivumisolosuhteet.

Kuivumisaika-arvioita voidaan verrata suunniteltuun toteutusaikatauluun. Mikäli rakenteiden arvioitu kuivumisaika muodostuu aikataulussa varattua kuivumisaikaa pidemmäksi, valitaan menettelytavat aikataulussa pysymiseksi. Tällaisia ovat mm. kuivumisolosuhteiden parantaminen, nopeammin kuivuvan betonilaadun valinta ja päällystemateriaalin vaihtaminen paremmin kestävään materiaaliin.

Kuivumisaika-arvioiden perusteella voidaan myös määrittää, millaiset olosuhteet kohteeseen tulee luoda, jotta kuivumisesta tapahtuisi tavoiteaikataulun mukaisissa puitteissa.

*Kuivumisaika-arviota laadittaessa on syytä huomioida, että ne ovat suuntaa-antavia ja tarkoitettu käytettäväksi esimerkiksi rakentamisaikataulujen, työmaan kosteudenhallinnan ja kuivatuksen suunnitteluun. Todellinen varmuus rakenteen riittävästä kuivumisesta saadaan vain mittaamalla betonin kosteus.*

## 3 Kuivumisaika-arviot

### 3.1 Kuivumisaika-arvioiden käyttöohje

*Kuivumisaika-arviot ovat suuntaa-antavia ja tarkoitettu käytettäväksi rakennusaikataulujen ja kuivatuksen suunnitteluun. Todellinen varmuus rakenteen kosteustilasta saadaan vain mittaamalla betonin kosteus.*

Betonirakenteiden kuivumisen arviointiohjeiston avulla voidaan laatia kuivumisaika-arviot yleisimmille sisätiloihin rajoittuville betonilattia- ja seinärakenteille. Ohjeistossa on peruskuivumiskäyrät ja muunnoskertoimet:

- maanvastaiselle teräsbetonilaatalle
- massiiviselle teräsbetonirakenteelle, mitä voidaan soveltaa sekä lattioihin että seiniin.
- liittolaattarakenteille
- kuorilaattarakenteille
- ontelolaattaväli pohjille
- kelluville pintabetonilaatoille

Edellä mainittuja käyriä voidaan soveltaa myös muihin rakenteisiin.

Käyttöohje:

1. Valitse rakenne
2. Määritä tavoitekosteus (betonin suhteellinen kosteus RH%)
3. Katso peruskuivumiskäyrästä tavoitekosteutta vastaava aika viikkoina.
4. Kerro peruskuivumisaika eri kertoimilla (ve-sisideainesuhde, rakenteen paksuus, kastumisaika ja kuivumisolosuhteet)
5. Tulokseksi saat arvioidun kuivumisajan viikkoina.

Kuivumisen katsotaan alkavan siitä, kun rakenne ei enää saa lisäkosteutta.

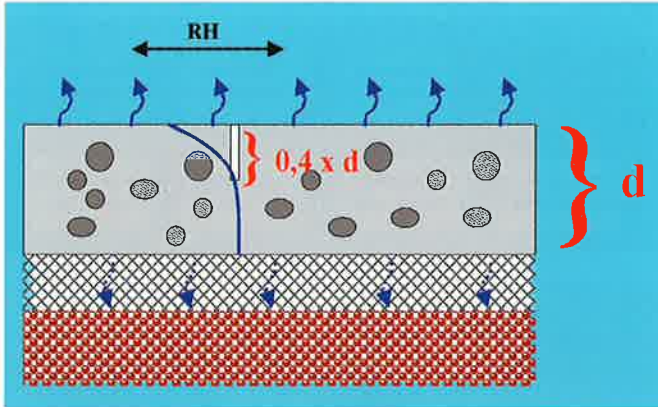


Kuva: Pekka Vuorinen

### 3.2 Maanvastainen teräsbetonilaatta

Maanvastainen (maanvarainen) teräsbetonilaatta kuivuu pääosin sisätiloihin päin. Alaspäin kuivumiseen vaikuttaa eristeen läpäisevyys, mahdolliset tiiviit kerrokset ja maan lämpötila. Jos maa on kylmempi kuin laatta, laatta kuivuu myös alaspäin, vaikka maan huokosilman suhteellinen kosteus on 100%.

Rakenne:



Rakenteen kuivumisen arviointisyvyys on  $0,4 \times$  rakenteen paksuus ( $d$ ).

Esimerkki:

90 mm paksu maanvarainen laatta, betoni K30, ei kastunut, kosteissa olosuhteissa yli 2 viikkoa, kuivatuksen alettua olosuhteet  $18\text{ °C}/50\text{ \%RH}$ . Tavoitekosteus 85 %

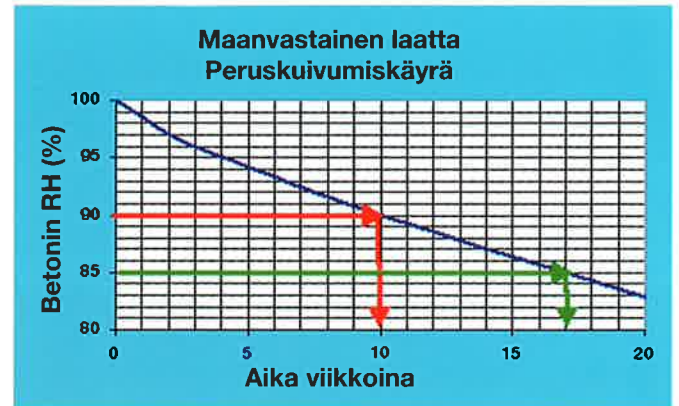
⇒ Perusaika 17 viikkoa  $\times$  v/s-kerroin 1,0  $\times$  paksuus kerroin 1,4  $\times$  alustan kosteus kerroin 1,0  $\times$  kastumiskerroin 1,0  $\times$  olosuhdekerroin 0,9  
 $= 17 \times 1,0 \times 1,4 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,9 = 21,4$   
 $\approx 21$  viikkoa.

Jos olosuhteet ovat  $10\text{ °C}/70\text{ \%RH}$ , arvioitu kuivumisaika on  
 $17 \times 1,0 \times 1,4 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,4 \approx 33$  viikkoa

Laskentakaava:



Peruskuivumiskäyrä:



Kertoimet:

Vesisideainesuhte (v/s)	Kerroin
0,7	1,0
0,6	0,7
0,5	0,5
0,4	0,2

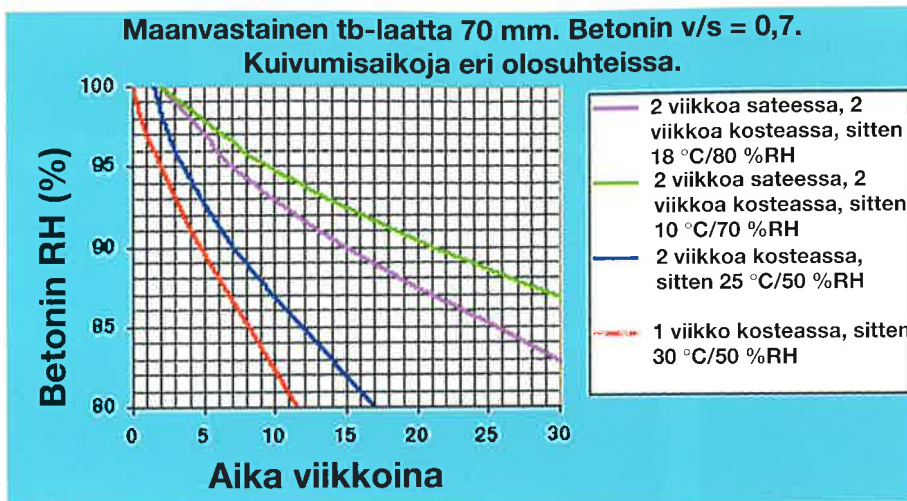
Rakenteen paksuus (mm)	Vesisideainesuhte (v/s)			
	0,7	0,6	0,5	0,4
70	1,0	0,8	0,8	0,7
90	1,4	1,3	1,3	1,2
100	1,7	1,6	1,6	1,5
120	2,1	2,0	2,0	1,9
150	2,5	2,4	2,4	2,3

Alusta	Kerroin
kuiva	1,0
muovi	1,1
märkä	1,5

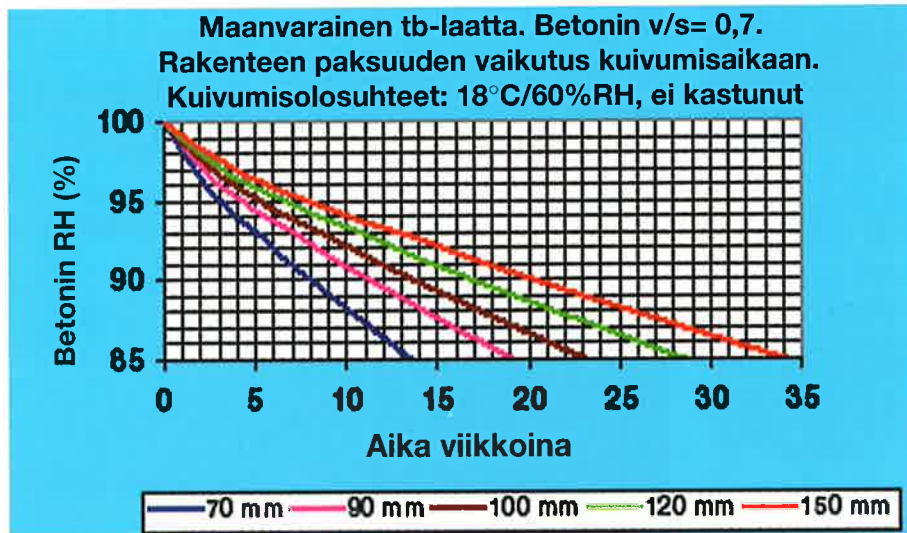
Kastuminen	Vesisideainesuhte			
	0,4	0,5	0,6	0,7
Kuivassa	1,0	0,9	0,9	0,8
kosteassa yli 2 viikkoa	1,0	1,0	1,0	1,0
kastunut yli 2 viikkoa	1,1	1,2	1,3	1,5

RH (%)	Olosuhteet			
	Lämpötila (°C)			
	10	18	25	30
35	1,2	0,8	0,7	0,6
50	1,2	0,9	0,7	0,6
60	1,3	1,0	0,8	0,7
70	1,4	1,1	0,8	0,7
80	1,7	1,2	1,0	0,9

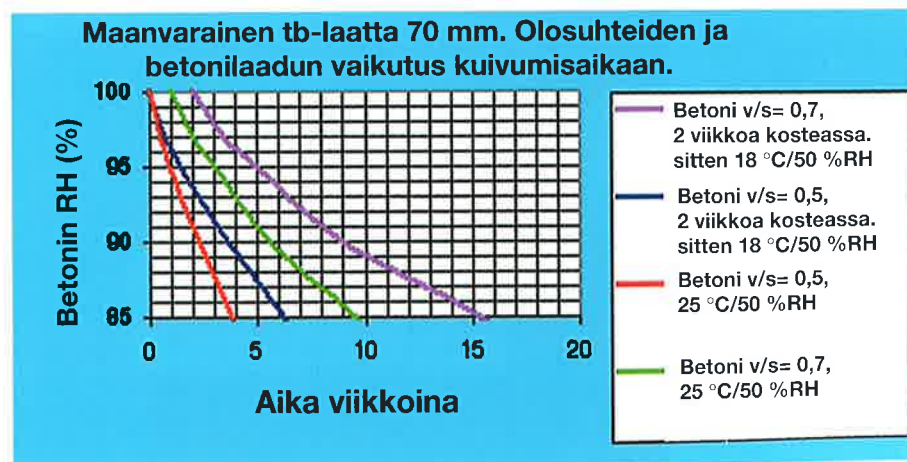
Esimerkkejä:



*Kuva 5. 70 mm paksun maanvaraisen laatan arvioituja kuivumisaikoja erilaisissa kuivumisolosuhteissa.*



*Kuva 6. Maanvarainen teräs-betonilaatta, betonin v/s= 0,7. Kuivumisolosuhteet: 18 °C/60%RH. Rakenteen paksuuden vaikutus kuivumisaikaan.*



*Kuva 7. Maanvarainen teräs-betonilaatta 70 mm. Normaali-betonin K30 (v/s= 0,7) ja nopeasti päällystettävään betonin NP30 (v/s= 0,5) kuivumisaikoja erilaisissa olosuhteissa.*

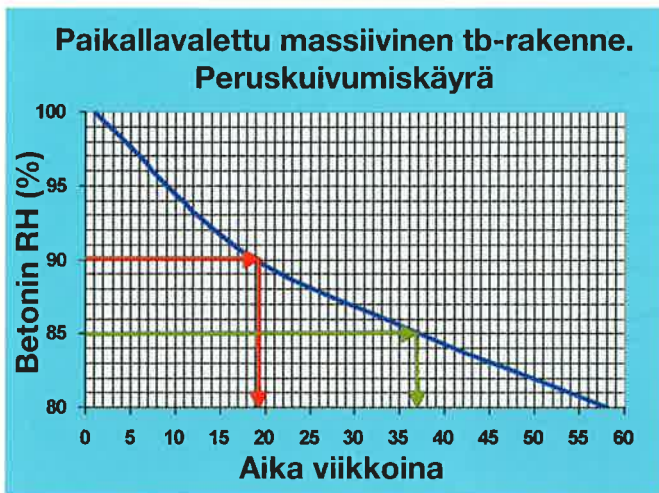
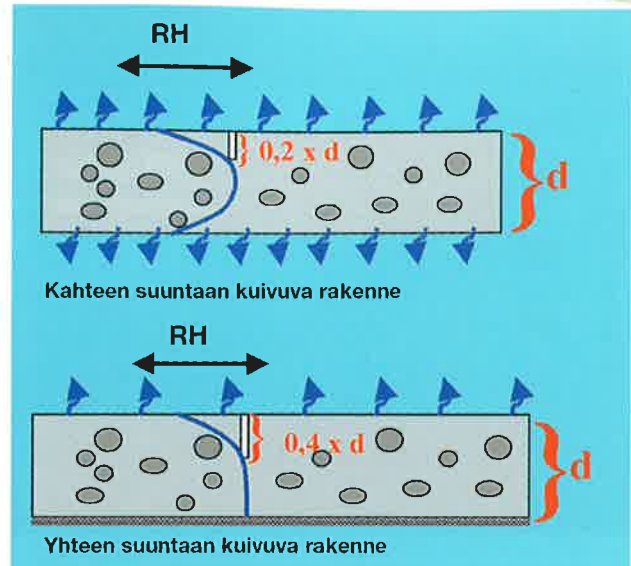
### 3.3 Massiivinen teräsbetoni-laatta – välipohja/ väliseinä

Betonirakenteen kuivumisen arviointisyvydet ovat kahteen suuntaan kuivuvassa rakenteessa  $0,2 \times$  rakenteen paksuus ( $d$ ) ja yhteen suuntaan kuivuvassa rakenteessa  $0,4 \times$  rakenteen paksuus ( $d$ ).

Laskentakaava:



Rakenne:



Kertoimet:

Vesideainesuhde (v/s)	Kerroin
0,7	1,0
0,6	0,7
0,5	0,5
0,4	0,2

Rakenteen paksuus (mm)	Vesideainesuhde (v/s)			
	0,7	0,6	0,5	0,4
200	0,7	0,7	0,7	0,8
230	0,9	0,9	0,9	0,9
250	1,0	1,0	1,0	1,0
280	1,3	1,1	1,1	1,1
300	1,6	1,4	1,3	1,2

Kuivumissuunta	Vesideainesuhde (v/s)			
	0,7	0,6	0,5	0,4
Kahteen suuntaan	1,0	1,0	1,0	1,0
Yhteen suuntaan	3,2	2,6	2,3	2,0

RH (%)	Olosuhteet			
	Lämpötila (°C)			
	10	18	25	30
35	1,2	0,8	0,7	0,6
50	1,2	0,9	0,7	0,6
60	1,3	1,0	0,8	0,7
70	1,4	1,1	0,8	0,7
80	1,7	1,2	1,0	0,9

Esimerkki:

200 mm paksu välipohja, betoni K30 (v/s=0,7), kastunut yli 2 viikkoa, kuivatuksen alettua olosuhteet 25 °C/50 %RH. Tavoitekosteus 85 %

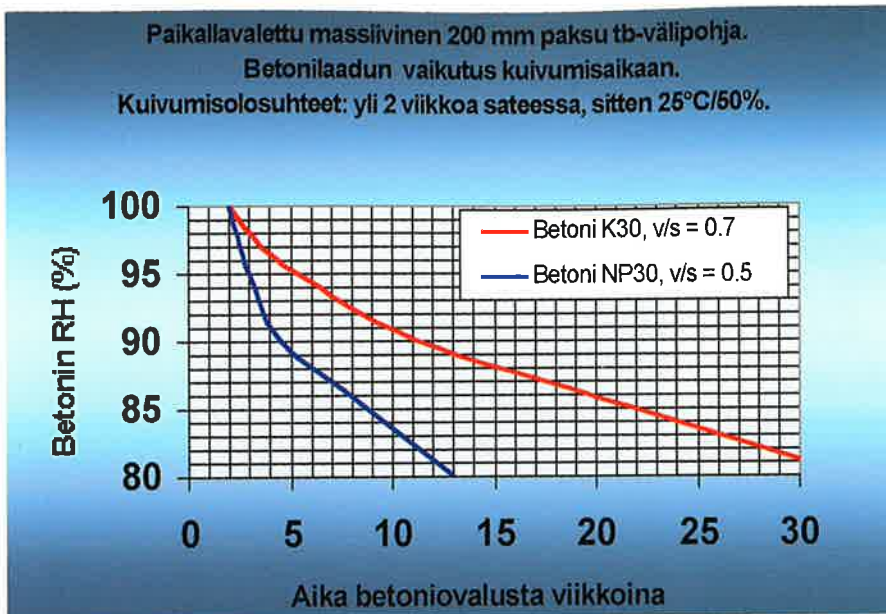
⇒ (perusaika 37 viikkoa) x (v/s -kerroin 1,0) x (paksuuskerroin 0,7) x (kuivumissuuntakerroin 1,0) x (olosuhdekerroin 0,7) x (kastumiskerroin 1,5) =  $37 \times 1,0 \times 0,7 \times 1,0 \times 0,7 \times 1,5 = 27,2 \approx 27$  viikkoa.

Esimerkki:

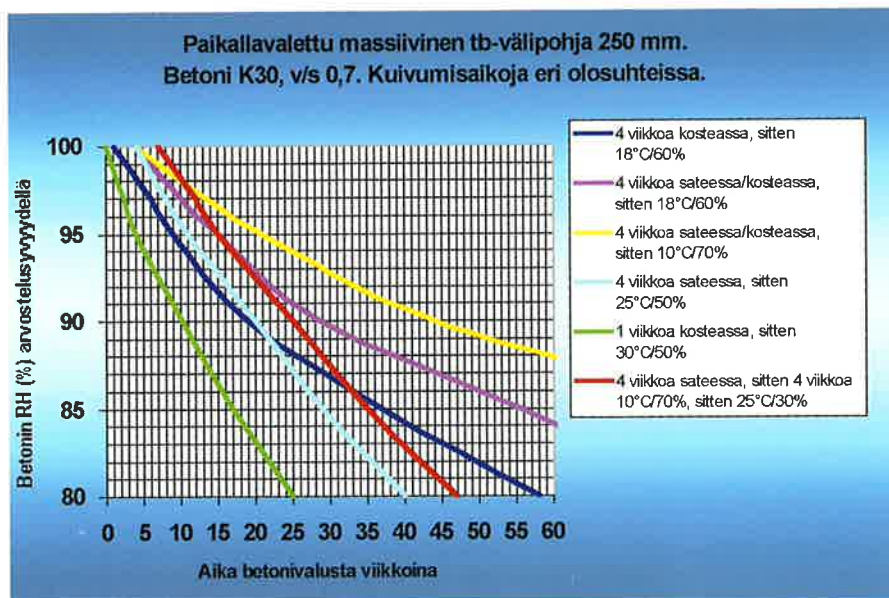
200 mm paksu välipohja, betoni NP30, v/s=0,5, kastunut yli 2 viikkoa, kuivatuksen alettua olosuhteet 25 °C/50 %RH. Tavoitekosteus 85 %

⇒ (perusaika 37 viikkoa) x (v/s -kerroin 0,5) x (paksuuskerroin 0,7) x (kuivumissuuntakerroin 1,0) x (olosuhdekerroin 0,7) x (kastumiskerroin 1,2) x =  $37 \times 0,5 \times 0,7 \times 1,0 \times 0,7 \times 1,2 \times 0,8 = 10,9 \approx 11$  viikkoa.

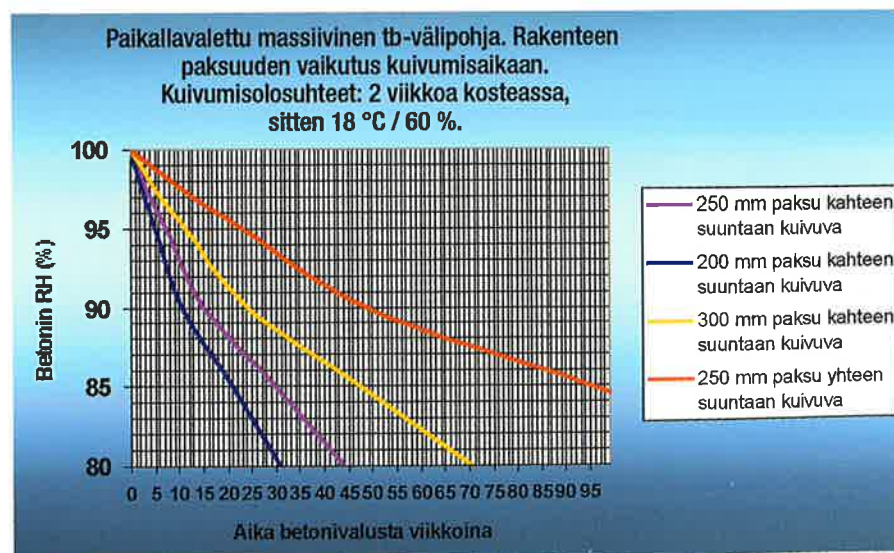
Kastuminen	Vesideainesuhde			
	0,4	0,5	0,6	0,7
Kuivassa	1,0	0,9	0,9	0,8
kosteassa yli 2 viikkoa	1,0	1,0	1,0	1,0
kastunut yli 2 viikkoa	1,1	1,2	1,3	1,5



**Kuva 8.** Massiivinen teräsbetoni­laatta 200 mm kuivumisaika viikkoina. Betonin K30 ( $v/s=0,7$ ) ja NP30 ( $v/s=0,5$ ) kuivuminen kun rakenne on 2 ensimmäistä viikkoa sateessa ja sitten olosuhteissa +25°C/RH50%.

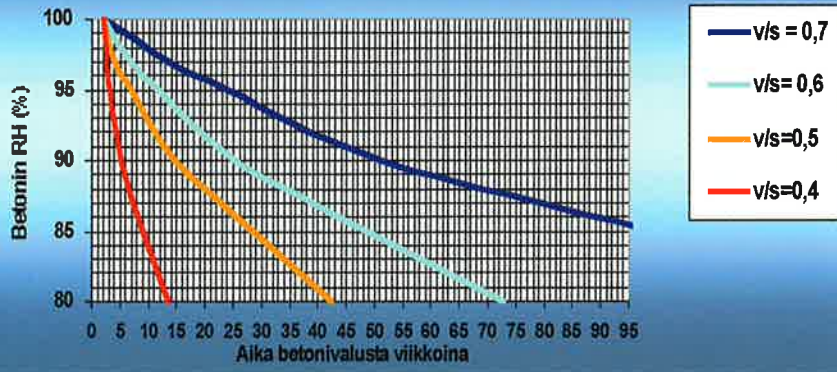


**Kuva 9.** Massiivinen teräsbetoni­laatta 250 mm kuivumisaika viikkoina erilaisissa olosuhteissa. Betonin  $v/s=0,7$ .



**Kuva 10.** Massiivinen teräsbetoni­laatta. Betonin  $v/s=0,7$ . Rakenteen paksuuden vaikutus kuivumisaikaan. Kuivumisolosuhteet: 2 viikkoa kosteassa, sitten 18°C/RH60%.

Paikallavalettu massiivinen 200 mm paksu yhteen suuntaan kuivuva  
liittolaattavälipohja. Betonilaadun vaikutus kuivumisaikaan.  
Kuivumisolosuhteet: 2 viikkoa sateessa, sitten 18°C/60%.



*Kuva 11. Massiivinen yhteen suuntaan kuivuva 200 mm paksu teräsbetonirakenne. Kuivumisaikoja erilaisilla betonilaaduilla. Kuivumisolosuhteet: kaksi viikkoa sateessa, sitten +18°C/RH60%.*