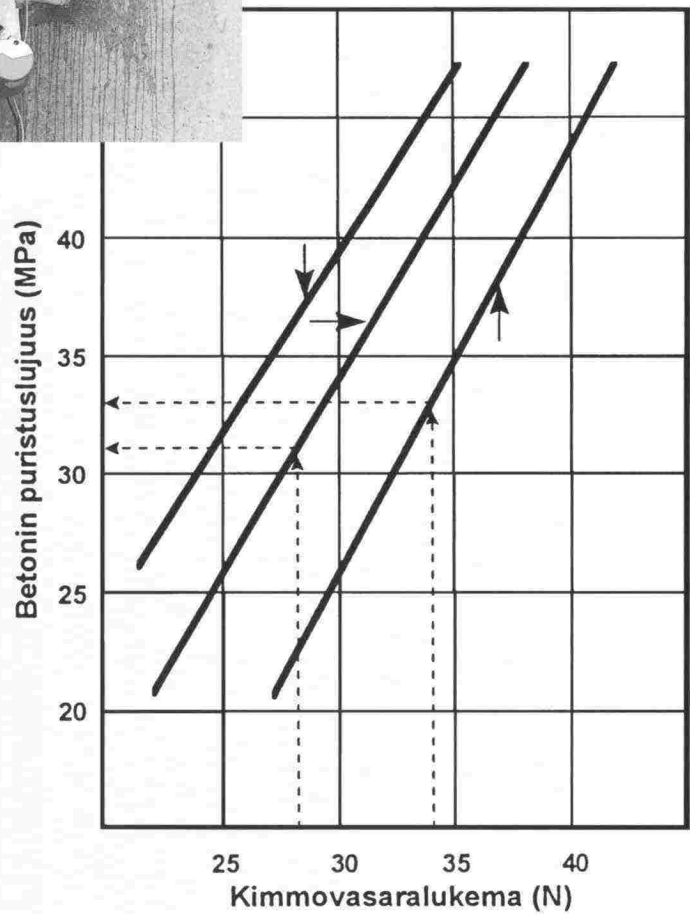




Tielaitos

Kimmo-vasaran käyttäjän ohje



Tielaitoksen
selvityksiä

33/1998

Helsinki 1998

TIEHALLINTO
Siltayksikkö

Virheen korjaus

Kimmo­vasaran käyttäjän ohje

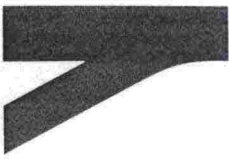
Tielaitoksen selvityksiä 33 / 1998
TIEL 3200525

Julkaisussa on virhe sivulla 8 kohdassa 2.2, toinen kappale. Sanan "vähintään" tilalla pitäisi olla sana "enintään". Ohessa korjattu teksti.

2.2 SYL 3:n erityisvaatimukset

- Kovettuneen pakkasenkestävän (P-lukubetoni) betonin, joka on valmistettu menetelmällä A (SYL kohta 3.3.2), kelpoisuus puristuslujuuden osalta osoitetaan tutkimalla betonin lujuus kimmo­vasaralla SYL 3:n liitteenä 2 olevan VTT TEST 371-90 (tai VTT TEST 371-97) mukaisesti ottaen huomioon menetelmän käyttö­rajoitukset. Jos tutkittavan pinnan muotissa on käytetty muottikangasta ja betonin suunnittelulujuus on **enintään** K40, on pinnasta mitatun lujuuden oltava vähintään 5 MPa korkeampi kuin suunnitelman mukainen lujuus.

7.12.1998
or/Hsi



Jakelussa mainitut

KIMMOVASARAN KÄYTTÄJÄN OHJE

Tiehallinnon siltayksikkö lähettää oheisena julkaisun *Kimmovasaran käyttäjän ohje*.

Julkaisussa esitetään siltabetonin puristuslujuuden kelpoisuuden osoittaminen kimmoasaralla, joka on ainetta rikkomaton menetelmä. Kimmoasaratestaus on ensisijainen menetelmä siltabetonin puristuslujuuden määrittämisessä. Menetelmän käytön rajoitukset ja kimmovasaran kalibrointi on myös esitetty.

Kimmovasaran käyttöä käsitellään Sillanrakentamisen koulutuspäivillä 23.-24.9.1998 Aulangolla. Tämä julkaisu jaetaan myös koulutuspäivillä osallistujille.

Apulaisjohtaja
Siltayksikkö

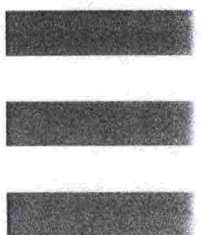
Juhani Vähäaho

Tieinsinööri
Siltayksikkö

Ossi Räsänen

JAKELU

Tiepiirit
Tuotantoalueet
Urakointiyksiköt
Konsultointiyksiköt
Helsingin konsultointiyksikkö, sillansuunnittelu
Projektit
Johtaja Aulis Nironen
Johtaja Jukka Isotalo
Htl
Hsi:n tekninen henkilökunta
LVR-siltaurakoitsijat
Sillansuunnittelukonsultit
TKK, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan osasto
TTKK, Rakennustekniikan osasto



Pasi Leimi, RHK
Esko Matela, Oy VR-Rata Ab
Timo Rytönen, HKR
Heikki Saarikoski, STUK
Liisa Salparanta, VTT / RTE
Kalervo Orantie, VTT / RTE
Tapio Jouppi, OTOL
RTL ry
Tauno Hietanen, RTT ry
Suomen Betoniyhdistys

LIITE

Kimmoasaran käyttäjän ohje, Tielaitoksen selvityksiä 33/1998,
TIEL 3200525

Ossi Räsänen
Kimmoasarakirje.doc

Tielaitoksen selvityksiä
33/1998

Kimmovasaran käyttäjän ohje

Tielaitos
TIEHALLINTO

Helsinki 1998

ISBN 951-726-454-2
ISSN 0788-3722
TIEL 3200525

Oy Edita Ab
Helsinki 1998

Julkaisua myy:
Tielaitos, Kirjasto
telefax 0204 44 2652



Tielaitos
TIEHALLINTO
Siltayksikkö
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihte 0204 44 150

Kimmo­vasaran käyttäjän ohje. Helsinki 1998. Tielaitos, siltayksikkö, Tielaitoksen selvityksiä 33/1998, 11 sivua + 10 liitesivua. TIEL 3200525, ISBN 951-726-454-2, ISSN 0788-3722

Asiasanat betoni, silta, puristuslujuus, ainetta rikkomaton testaus

TIIVISTELMÄ

Kimmo­vasaraa käytetään pakkasenkestävän siltabetonin (P-lukubetoni) puristuslujuuden mää­rityksessä Tielaitoksen sillanrakennustöissä.

Julkaisussa esitetään siltabetonin puristuslujuuden kelpoisuuden osoittaminen kimmo­vasaralla. Menetelmää ei voida käyttää jos betonin puristuslujuus on liian korkea (suunnittelulujuus > 45 Mpa), betonin pinta on jäässä tai jos betonointi- tai suojaustyö ovat epäonnistuneet. Testattavan betonipinnan on oltava hyvälaatuinen ja märkä.

Julkaisussa esitetään testauksen suorittaminen ja betonin lujuuden määrittäminen kimmo­vasaran lukemien perusteella. Myös kimmo­vasaran kalibrointimenettely on esitetty.

Schmidt hammer user's instruction. Helsinki 1998. Finnish National Road Administration. Report 33/1998, 11 p., 10 app. TIEL 3200525, ISBN 951-726-454-2, ISSN 0788-3722

Key words concrete, bridge, compressive strength, non-destructive testing

ABSTRACT

In bridge construction works of the Finnish National Road Administration a Schmidt hammer is used to determine the compressive strength of the frost resistant bridge concrete (so called P-rate concrete).

In the publication the acceptability of the compressive strength of bridge concrete using a Schmidt hammer is described. The method is not valid when the design compressive strength of concrete exceeds 45 MPa, the surface of the concrete is frozen or when either casting or curing have failed. The concrete surface is to be of good quality and wet.

Both the test procedure and strength determination on the basis of the test results are prescribed in the publication. Also the calibration method is described.

ALKUSANAT

Tämä kimmovasaran käyttäjän ohje on tehty VTT Rakennustekniikan tutkimusyksikössä. Tutkimus sisältyy Tielaitoksen, Ratahallintokeskuksen, Helsingin kaupungin rakennusviraston ja Säteilyturvakeskuksen tilaamaan tutkimuskokonaisuuteen "Betoniteknilliset siltatutkimukset".

Tutkimuskokonaisuuden puheenjohtajana on toiminut DI Ossi Räsänen Tielaitoksesta ja sihteerinä tutkija Liisa Salparanta VTT Rakennustekniikasta. Ohjeen on laatinut VTT Rakennustekniikassa tutkija Kalervo Orantie.

Helsingissä elokuussa 1998

Siltayksikkö

Sisältö

1	OHJEEN TARKOITUS	7
2	KELPOISUUDEN OSOITTAMINEN KIMMOVASARALLA	7
2.1	Yleiset periaatteet	7
2.2	SYL 3:n erityisvaatimukset	8
3	PERUSTEET KANSALLISELLE KÄYRÄSTÖLLE P-LUKUBETONIN YHTEYDESSÄ	9
3.1	Kimmo­vasaran valmistajan ilmoittama riippuvuus	9
3.2	P-lukubetonille käytettävä riippuvuus	9
4	KIMMOVASARAN KALIBROINTITAVAN MERKITYS	10
4.1	P-lukubetonille käytettävä kalibrointi	10
4.2	Valmistajan ohjeen mukainen kalibrointi	10
5	KIRJALLISUUSLUETTELO	11

LIITE 1 Siltabetonin puristuslujuuden mittaaminen kimmo­vasaralla

LIITE 2 Kimmo­vasaran kalibrointiohje P-lukubetonille

1 OHJEEN TARKOITUS

Tämän ohjeen tarkoitus on varmistaa kimmovasaran oikea käyttö pakkasenkestävän (P-lukubetoni) betonin puristuslujuuden määrittämisessä. Edelleen ohjeen tarkoitus on varmistaa, että kelpoisuuden toteamisessa käytettävä kimmovasara on oikein kalibroitu. Tämän ohjeen mukaisia kimmovasaratyppejä ovat N, NR ja ND (Digi-Schmidt).

Tämä ohje on tarkoitettu käytettäväksi seuraavien asiakirjojen kanssa:

- VTT TEST 371-97. Siltabetonin puristuslujuuden mittaaminen kimmovasaralla. VTT Rakennustekniikka. Testimenetelmä on esitetty tämän ohjeen liitteenä 1.
- VTT TEST 372-97. Kimmovasaran kalibrointiohje P-lukubetonille. VTT Rakennustekniikka. Testimenetelmä on esitetty tämän ohjeen liitteenä 2.

SYL 3:n /1/ kohta 3.3.1.5 "Kelpoisuuden osoittaminen" on esitetty kimmovasaratestauksen osalta tämän ohjeen kohtana 2.2.

VTT TEST 371-97 on uusittu versio SYL 3:n liitteenä 2 olevasta VTT TEST 371-90:stä. Molemmissa on sama asiasisältö. Uuteen versioon on tehty muutama lukemista helpottava lisäys.

2 KELPOISUUDEN OSOITTAMINEN KIMMOVASARALLA

2.1 Yleiset periaatteet

Kovettuneen pakkasenkestävän betonin (P-lukubetoni), joka on valmistettu SYL 3 menetelmällä A, kelpoisuus puristuslujuuden osalta todetaan seuraavalla menettelyllä:

- Valmisbetonilaitos tekee aivan normaalisti betonin valmistuksen yhteydessä Suomen Rakentamismääräyskokoelman osan B4 Betonirakenteet (RakMK B4) /2/ kohdan 6.3.3.2.2 mukaiset normikoekappaleet. Kimmovasaratestaus ei vaikuta valmisbetonilaitoksen tekemien työnaikaisten koekappaleiden määrään tai näytteenottoväliin.
- Kimmovasaratestauksella korvataan rakennuspaikalla tehtävät normikoekappaleet (kelpoisuuskoekappaleet). Betonoitavat rakenteet jaetaan testausta varten rakenne- ja lujuusluokittain arvostelueriin kuten normikoekappaleiden yhteydessä (RakMK B4 kohta 6.3.3.2.1).
- Todettaessa kelpoisuus kimmovasaralla, arvosteluerän lujuuden keskiar-

vo on yksittäisten testauskohtien lujuustulosten keskiarvo. Valmisbetonilaitoksen tuloksia ei käytetä hyväksi keskiarvoa laskettaessa. Tämän vuoksi kimmovasaratestauksessa testauskohtia tulee olla kutakin arvosteluerää kohden vähintään kuusi kappaletta.

- Todettaessa kelpoisuus kimmovasaralla, arvosteluerän lujuuden keskihajonta on yksittäisten testauskohtien lujuustulosten keskihajonta. Valmisbetonilaitoksen tuloksia ei käytetä hyväksi keskihajontaa laskettaessa.

2.2 SYL 3:n erityisvaatimukset

SYL 3:n kohdassa 3.3.1.5 on esitetty seuraavat vaatimukset.

- Ellei suunnitelmissa ole muuta mainittu, testataan betonin puristuslujuus 28 vuorokauden iässä. Jos tämä ei ole mahdollista muutetaan testaus-tulosten lukuarvot hyväksyttäviä kertoimia käyttäen vastaamaan 28 vuorokauden lujuutta.
- Kovettuneen pakkasenkestävän (P-lukubetoni) betonin, joka on valmistettu menetelmällä A (SYL kohta 3.3.2), kelpoisuus puristuslujuuden osalta osoitetaan tutkimalla betonin lujuus kimmovasaralla SYL 3:n liitteenä 2 olevan VTT TEST 371-90 (tai VTT TEST 371-97) mukaisesti ottaen huomioon menetelmän käyttörajoitukset. Jos tutkittavan pinnan muotissa on käytetty muottikangasta ja betonin suunnittelulujuus on vähintään K40, on pinnasta mitatun lujuuden oltava vähintään 5 MPa korkeampi kuin suunnitelman mukainen lujuus.
- Kimmovasaramenetelmää ei voida käyttää, kun betonin puristuslujuusvaatimus on >45 MPa. Kimmovasaraa ei voida myöskään käyttää jäätyneen pinnan testaamiseen.
- Jos betoni ei ole P-lukubetonia tai jos kimmovasaramenetelmää ei voida käyttää, tutkitaan betonin kelpoisuus puristuslujuuden osalta ohjeiden B4 kohdan 6.3 mukaisesti käyttäen betonimassasta tehtyjä normikoekappaleita.
- Jos puristuslujuustulokset eivät täytä vaatimuksia tai työn aikana on todettu, ettei betonointi, jälkihoito tai lämpösuojaus ole onnistunut suunnitellulla tavalla (esim. valupinnoissa esiintyy useassa kohdin harvavalua tai halkeilua), voi valvoja määrätä kelpoisuuden osoitettavaksi rakenteesta irrotettavien koekappaleiden avulla (ks. ohjeet B4, kohta 6.3.4).

3 PERUSTEET KANSALLISELLE KÄYRÄSTÖLLE P-LUKUBETONIN YHTEYDESSÄ

3.1 Kimmo­vasaran valmistajan ilmoittama riippuvuus

Kimmo­vasaran valmistajan laatima puristus­lujuuden ja kimmo­vasaralukeman välinen riippuvuus on esitetty kimmo­vasaran kyljessä. Kyseinen riippuvuus on laadittu laukaisemalla kimmo­vasaraa särmältäään 200 mm:n koe­kuutioihin, jotka on puristettu kimmo­vasaralukemien ottamisen jälkeen.

Suomessa betonin lujuus­luokitus perustuu koe­kuutioon, jonka särmän pituus on 150 mm. Koe­kappaleiden erilaisesta koosta johtuen tehdään siten valmistajan laatimaa riippuvuutta käytettäessä systemaattinen noin 2 MPa:n virhe lujuuden määrityksessä.

Valmistajan laatima riippuvuus perustuu kuivaan betonipintaan. Suomessa on havaittu kuivan betonipinnan antavan lähinnä alhaisella betonin lujuudella liian suuria kimmo­vasaralukemia. Tämä saattaa käytännössä johtaa tilanteeseen, jossa betonin lujuuden alitusta ei havaita betonipinnan ollessa kuiva esimerkiksi pitemmän sateettoman kauden jälkeen.

Kimmo­vasaran valmistajan vaatimusta kuivasta betonipinnasta ei ole työ­maaolosuhteissa välttämättä helppo saavuttaa. Myöskään ei tiedetä, onko betonipinta mahdollisesti jotain kuivan ja märän välillä, jolle taas tulisi olla oma käyränsä. Tämän vuoksi kimmo­vasaratestausta ei tule tehdä valmistajan ohjeen mukaisesti kuivasta pinnasta.

Vakioimalla betonipinnan kosteus kastelemalla vältetään mahdollisuudelta saada liian suuria lujuus­arvoja. Voidaan sanoa, että lujuuden määrittäminen valmistajan ohjeen mukaisesti antaa oikean lujuus­tuloksen vain hyvällä on­nella. Testattavan betonipinnan karbonatisoituminen suurentaa kimmo­vasaralukemaa. Tämän vuoksi siltabetonin iän tulee testausajankohtana olla enintään kuusi kuukautta.

3.2 P-lukubetonille käytettävä riippuvuus

SYL 3:n liitteessä 2 (VTT TEST 371-90) ja VTT TEST 371-97:ssä oleva testaus­kohdan ja puristus­lujuuden välinen perusriippuvuus on laadittu silmällä pitäen suomalaisia siltabetoneita. Riippuvuus on laadittu siten, että se on voimassa uusille kimmo­vasaroille.

Yksittäisen kimmo­vasaran kimmo­vasaralukeman ja puristus­lujuuden välinen riippuvuus muuttuu öljyämistä ja puhdistamisesta huolimatta käytön ja ikääntymisen seurauksena. Tämän vuoksi kimmo­vasara tulee kalibroida

riittävän usein. Kalibroinnin tuloksena kimmovasaralle laaditaan oma kalibrointikohtainen testauskohdan kimmovasaralukeman ja puristuslujuuden välinen riippuvuus.

Toisin sanoen, kalibroitu kimmovasaraa käytettäessä P-lukubetonin puristuslujuus määritetään kalibrointiselostuksessa esitetyllä kimmovasaralukeman ja puristuslujuuden välisellä riippuvuudella. SYL 3:ssa (ja VTT TEST 371-97:ssä) esitettyä perusriippuvuutta käytetään vain, jos kimmovasaraa ei ole vielä kalibroitu tai, jos kalibroinnin tuloksena riippuvuus on todettu samaksi kuin SYL 3:n (tai VTT TEST 371-97:n) perusriippuvuus.

4 KIMMOVASARAN KALIBROINTITAVAN MERKITYS

4.1 P-lukubetonille käytettävä kalibrointi

P-lukubetonia testattaessa noudatetaan tämän ohjeen liitteenä 2 olevaa kalibrointimenettelyä, jolla kimmovasara tulee kalibroiduksi siten, että kalibrointitulokset on oikea myös pienillä kimmovasaralukemilla.

Tämän ohjeen liitteessä 2 mainittu SYL 3:n liite 2 (VTT TEST 371-90) voidaan korvata uusitulla versiolla VTT TEST 371-97:llä.

4.2 Valmistajan ohjeen mukainen kalibrointi

Schmidt'in kimmovasaran kalibrointia varten valmistaja on kehittänyt teräksisen noin 16 kg painavan kalibrointialasimen. Teräsalasimeen laukaistaessa kimmovasaralukemien tulee olla 79 ± 2 . Jos lukemat poikkeavat tätä enemmän, muutetaan testauskohdan kimmovasaralukema seuraavalla kaavalla:

$$R = (\Sigma r/n) \cdot (79/R_a)$$

jossa Σr on testauskohdan kimmovasaralukemien summa
 n on kimmovasaralukemien lukumäärä
 R_a on kalibrointialasimella määritetty kimmovasaralukema.

Esimerkki 1:

- Kalibrointialasimella kimmovasaralukemiksi on saatu 72. Tutkittavassa kohteessa testauskohdan kimmovasaralukemaksi on saatu 40. Tällöin kaavan mukaan kalibroitu testauskohdan kimmovasaralukema

$$R = 40 \cdot 79/72 = 43,9$$

Esimerkki 2:

- Kalibrointialasimella kimmo-vasaralukemiksi on saatu 72. Tutkittavassa kohteessa testauskohdan kimmo-vasaralukemaksi on saatu 20. Tällöin kaavan mukaan kalibroitu testauskohdan kimmo-vasaralukema

$$R = 20 \cdot 79/72 = 21,9$$

Esimerkki 3:

- Kalibrointialasimella kimmo-vasaralukemiksi on saatu 79. Tällöin ei korjauskerrointa käytetä, ts. kalibroitu kimmo-vasaralukema on sama kuin testauskohdan kimmo-vasaralukema.

Valmistajan ohjeen mukaisen kalibroinnin heikkoudet:

Valmistajan ohjeen mukaan tehty kalibrointi kattaa ainoastaan suuret kimmo-vasaralukemat. Pieniä kimmo-vasaralukemia kalibrointi ei kata. Betonista määritetyt kimmo-vasaralukemat ovat tavallisesti pieniä verrattuna kalibrointialasimesta saataviin lukemiin.

Tämän seurauksena valmistajan ohjeen mukaisesti kalibroidulla kimmo-vasaralla lujuus saatetaan määrittää huomattavan virheelliseksi, joten valmistajan ohjeen mukaista kalibrointia ei tule käyttää yksinomaisena kalibrointimenetelmänä.

5 KIRJALLISUUSLUETTELO

- /1/ Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Betonirakenteet - SYL 3. Tielaitos, siltakeskus 1996. TIEL 2210005-96, ISBN 951-726-218-3
- /2/ Ympäristöministeriö 1993. Suomen rakentamismääräyskoelma (RakMk) ohjeet B4 Betonirakenteet 1987, muutettu 1989, 1990 ja 1993.

**SILTABETONIN PURISTUSLUJUUDEN
MITTAAMINEN KIMMOVASARALLA**

TESTAUSMENETELMÄ SILTABETONIN PURISTUSLUJUUDEN MITTAAMISEKSI KIMMOVASARALLA

1 MENETELMÄN TARKOITUS

Menetelmän tarkoituksena on osoittaa betonin kelpoisuus puristuslujuuden suhteen kimmovasaralla.

2 MENETELMÄN SOVELTAMISALUE

Ohje soveltuu kovettuneen siltabetonirakenteen testaamiseen Schmidtin kimmovasaralla tyyppi N, NR ja ND (Digi-Schmidt) kun betonin nimellislujuus on enintään K45.

Jos rakenteen ikä on yli kuusi kuukautta, on kelpoisuuden toteaminen ohjeen mukaisesti mahdollista vain Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen antaman työmaakohtaisen lausunnon perusteella, ellei rakenteesta ole otettu vastaavanikäisiä vertailevia koe-kappaleita.

3 BETONIPINNAN KÄSITTELY

Testattavan betonipinnan on oltava sileä, esimerkiksi muottipintaa vasten valettu. Epätasainen pinta tasoitetaan koneellisella hionnalla. Huokoinen pintakerros, lähinnä yläpinnalla, poistetaan koneellisella hionnalla testattavilta kohdilta.

Kimmovasaralukemat määritetään märestä, puhtaasta, tiivistä, sileästä ja sulana olevasta betonipinnasta. Talviaikaan kimmovasaralukemia ei voida määrittää ilman erikoistoimenpiteitä, koska jäätyneestä betonipinnasta saadaan liian suuria kimmovasaralukemia.

Sopiva betonipinnan kastelu-aika on noin 15 minuuttia kastelun tapahtuessa ruiskuttamalla tai esimerkiksi sienellä kastelemalla. Kuivasta betonipinnasta saadaan lähinnä alhaisella betonin lujuudella liian suuria kimmovasaralukemia, (mikä voi johtaa lujuuden määrittämiseen todellista lujuutta suuremmaksi).

Avainsanat

Betoni
Silta
Lujuus
Ainetta rikkomaton testaus

Keywords

Concrete
Bridge
Compressive strength
Non-destructive testing

4 TESTAUS

Testausta varten betonirakenteet jaetaan rakenne- ja lujuusluokittain arvostelueriin, joita muodostettaessa otetaan huomioon rakenne- ja betonointikokonaisuudet, aikataulu, arvosteluikä ja betonin valmistaja. Betonin kelpoisuuden toteamiseksi testauskohtia valitaan vähintään kuusi yhtä arvosteluerää kohden seuraavan taulukon mukaisesti:

Lujuus- luokka	Betonin valmis- tuksen valvonta	Arvosteluerän suuruus V/m ³	Testauskohtia vähintään arvosteluerästä
≤ K30	Tarkastettu valmistus	< 150	6
		150 - 900	6
		> 900	V/150
	Tarkastamaton valmistus	< 75	6
		75 - 675	9
		> 675	V/75
≥ K35	Tarkastettu valmistus	< 100	6
		100 - 600	6
		> 600	V/100
	Tarkastamaton valmistus	< 50	6
		50 - 450	9
		> 450	V/50

Testauskohdat valitaan siten, että niistä määritettyjen arvojen perusteella saadaan luotettava kuva arvosteluerästä. Testauskohdat esitetään testaussuunnitelmassa.

Testauksessa käytettävän kimmovasaran tulee olla kalibroitu.

Testaus kohdistetaan alueisiin, joiden pienin läpimitta on 100 - 300 mm. Yksittäisten iskujen keskinäisen etäisyyden tulee olla vähintään 20 mm ja etäisyyden rakenteen reunasta vähintään 40 mm.

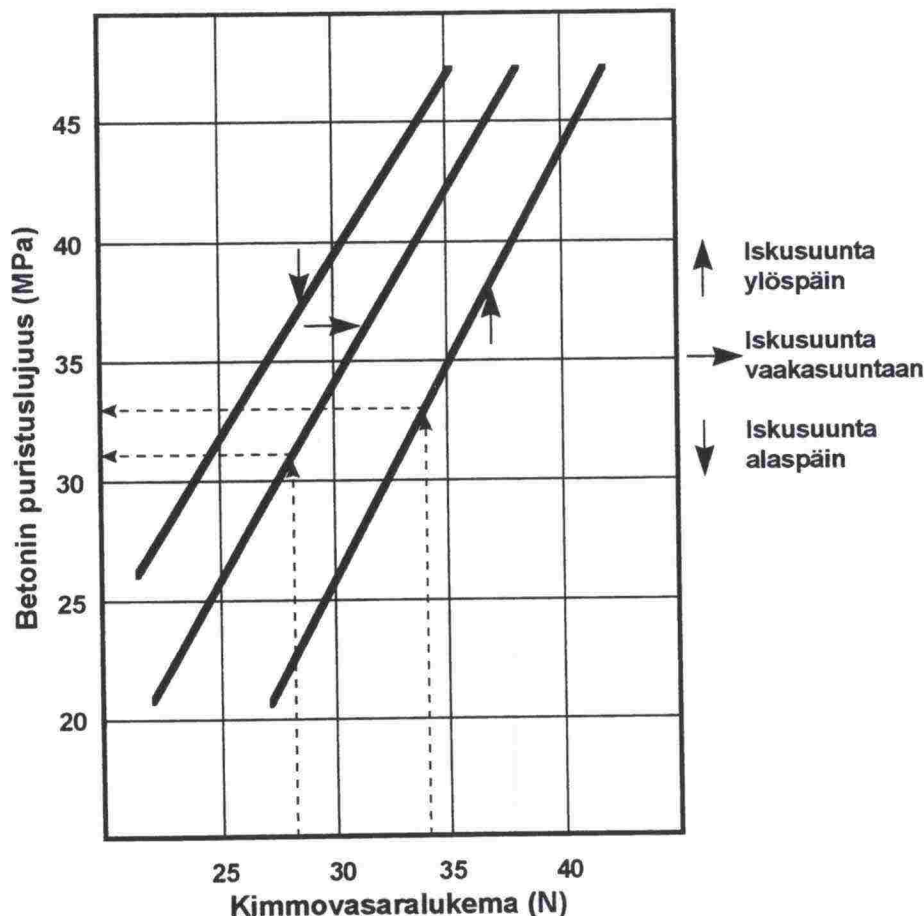
Kimmovasaralukemia määritettäessä pidetään vasara testattavaa pintaa vastaan kohtisuorassa suunnassa ja laukaistaan hitaasti painamalla.

Testattavista kohdista määritetään vähintään 10 yksittäistä arvoa. Testaustulos on yksittäisten lukemien keskiarvo.

Iskusuuntina voidaan käyttää vaakasuoraa (pystyrakenteet) ja pystysuoraa (vaakarakenteet). Suositeltavin iskusuunta on vaakasuora. Vaakarakenteet testataan tällöin esimerkiksi rakenteissa olevien aukkojen reunoista. Jos joudutaan käyttämään pystysuoraa iskusuuntaa, tutkitaan rakenne mikäli mahdollista alhaalta päin, jolloin iskut kohdistuvat muottia vasten valettuun pintaan. Selvästi kiveen tai huokoseen osuneita iskuja ei oteta huomioon.

5 LUJUUDEN MÄÄRITTÄMINEN KOETULOSTEN PERUSTEELLA

Siltarakenteiden betonille on voimassa kuvan 1 mukainen puristuslujuuden ja kimmo-vasaralukeman välinen yleinen riippuvuus. Puristuslujuus vastaa särmältäään 150 mm:n koekuution puristuslujuutta.



Kuva 1. Testauskohdan puristuslujuuden ja kimmo-vasaralukeman välinen yleinen riippuvuus.

6 PURISTUSLUJUUS

Testauskohtien puristuslujuustuloksista Suomen rakentamismääräyskokoelman betonirakenteita koskevan ohjeen kohdan 6.3.6 mukaisesti lasketun vertailulujuuden tulee olla vähintään sama kuin rakennekoekappaleille asetettu laskennallinen lujuusvaatimus eli *Arvosteluerä on hyväksyttävä, jos vertailulujuus on 1-luokan rakenteissa vähintään 85 % ja 2-luokan rakenteissa vähintään 80 % nimellishajuudesta ja jos keskihajonnan ja keskiarvon suhde on pienempi kuin 0,15. Jos mainittu suhde on $\geq 0,25$, tulee vertailulujuuden täyttää asetettu lujuusvaatimus täysimääräisenä. Väliarvot interpoloidaan suoraviivaisesti.*

7 TESTAUSTULOSTEN DOKUMENTOINTI

Betonirakenteiden testaustulokset dokumentoidaan arvosteluerittäin siten, että asiakirjoista käy ilmi:

1. Tiedot arvosteluerän betonista
 - valmistaja
 - betonin lujuus ja tyyppi
 - testattujen pintojen laatu ja käsittely
 - testaussuunnat
 - kaaviokuva testauskohtien sijainnista rakenteessa
2. Yksittäiset kimmovasaralukemat ja niistä lasketut keskiarvot (=testauskohdan kimmovasaralukema)
3. Testauskohtien kimmovasaralukemia vastaavat lujuusarvot, lujuusarvojen keskiarvo ja keskihajonta
4. Arvosteluerän puristuslujuuden vertailulujuus
5. Testausajankohta
6. Testauksen suorittaja

Dokumentointi voidaan tehdä esimerkiksi seuraavalla sivulla esitetyn taulukon mukaisesti.

**Kimmo-
vasaratesta-**Kohde / Rakenne / m³ betonia

Valupäivämäärä

Betoinin nimellisuus, tyyppi ja valmistaja

Testauspäivämäärä

Testaaja

Tarkastaja

Urakoitsijan työnjohtaja

Testaus- kohta nro	Testaussuunta	Kimmo- vasaralukemat											Keskiarvo	Testauskohdan lujuusarvo [MPa]	
		Yksittäiset													
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
												Keskiarvo \bar{x}			
												Keskihajonta s [MPa]			

Vertailulujuus $K_k =$ - 1,40 • = [MPa]
 ($K_k = \bar{x}$ - 1,40 • s) = [MPa]

**KIMMOVASARAN KALIBROINTIOHJE
P-LUKUBETONILLE**

KIMMOVASARAN KALIBROINTIOHJE P-LUKUBETONILLE

1 TARKOITUS JA KÄYTTÖALUE

Tämän kalibrointiohjeen tarkoituksena on varmistaa, että kimmovasara on yhteismitallinen julkaisun "Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Betonirakenteet - SYL 3" liitteessä 2 "Testausmenetelmä siltabetonin puristuslujuuden mittaamiseksi kimmovasarella" esitetyn puristuslujuuden ja kimmovasaralukeman välisen riippuvuuden kanssa.

Kalibrointi koskee Schemidt'in kimmovasaraa, tyyppi N, NR tai ND (Digi Schmidt).

2 KALIBROINTIVÄLINEET

Kalibroinnissa tarvitaan seuraavat välineet:

- Sveitsiläisen Proceq'in kimmovasaran kalibrointialasin, punainen, paino 16 kg, jolla valmistaja esittää sallittavaksi kimmovasaralukeman vaihteluväliksi 79 ± 2 .
- Viisi millimetriä paksu neopreemikumi, joka asetetaan testausalasimen alle.
- Noin 300 millimetrin mittainen alumiiniliuska poikkileikkausmitoiltaan 23 - 24 millimetriä ja 3 millimetriä, kovuus noin 69 HB.

3 KIMMOVASARAN KALIBROINTI

Kalibroitavalla kimmovasarella ammutaan aluksi kalibrointialasimeen pystysuoraan ylhäältä alaspäin yhdeksän kertaa, joista kuusi viimeistä kirjataan. Tämän jälkeen kimmovasara avataan, puhdistetaan ja öljytään aseöljyllä.

Kokoamisen jälkeen kimmovasarella ammutaan pystysuoraan ylhäältä alaspäin kalibrointialasimeen kaksitoista kertaa, joista kuusi viimeistä kirjataan.

Tämän jälkeen kalibrointialasimen ohjurista poistetaan yksi ruuvi. Kahta muuta ruuvia ruuvataan auki sen verran, että alumiiniliuska mahtuu ruuvien välistä ohjurin alle, jonka jälkeen kimmovasarella ammutaan pystysuoraan alaspäin alumiiniliuskaan kaksitoista kertaa, joista kuusi viimeistä kirjataan.

Yksittäiset iskut ammutaan alumiiniliuskaan noin 20 millimetrin välein ja korkeintaan 25 millimetrin etäisyydelle liuskan päältä.

Kimmovasaralukemat luetaan 0,5 yksikön tarkkuudella.

Avainsanat

Kimmovasara
Kalibrointi
Siltabetoni
Ainetta rikkomaton testaus

Keywords

Concrete Test Hammer
Calibration
Bridge concrete
Non-destructive testing

4 KALIBROINTIKÄYRIEN LAATIMINEN

SYL 3 liitteessä 2 esitetty kuva 1 (testauskohdan ja puristuslujuuden välinen riippuvuus) on voimassa sellaisenaan, jos kimmovasaran öljyämisen jälkeen ammuttaessa alumiiniliuskaan ja kalibrointialasimeen kuuden viimeisen kimmovasarakokeman keskiarvot N1 ja N2 ovat $37 \pm 0,5$ ja 79 ± 1 . Jos näin ei ole, menetellään seuraavasti:

- Jatketaan kuvan 1 vasemmanpuoleista suoraa (laukaisusuunta ylhäältä alaspäin) kimmovasarakokemaan 79 saakka, koordinaatti (79,0, 115,5). Kimmovasarakokeman 37 kohdalla koordinaatti on vastaavasti (37,0, 50,4).
- Koordinaatti (79,0, 115,5) korvataan koordinaatilla (N2, 115,5).
- Koordinaatti (37,0, 50,4) korvataan koordinaatilla (N1, 50,4). Tämän jälkeen piirretään suora näiden koordinaattien kautta (laukaisusuunta ylhäältä alaspäin) lujuuksotasolta 25 lujuuksotasolle 45 MPa.
- SYL 3 liitteessä 2 esitetyn kuvan 1 kaksi muuta suoraa (laukaisusuunta vaakasuuntaan ja laukaisuun alhaalta ylöspäin) siirretään niin, että kaikkien kolmen suoran keskinäiset etäisyydet pysyvät samoina kuvan 1 mukaisesti.

5 KALIBROINNIN TULOSTEN ILMOITTAMINEN

Kalibroinnista laadittavassa tutkimusraportuksessa ilmoitetaan:

- Tilaja, tilaus ja vasaran numero.
- Kimmovasarakokema kalibrointialasimeen ennen ja jälkeen öljyämisen.
- Kimmovasarakokema alumiiniliuskaan öljyämisen jälkeen.
- Puristuslujuuden ja kimmovasaran välinen riippuvuus.
- Kalibrointipäivämäärä.

6 KALIBROINTIVÄLI

6.1 Käyttäjällä ei ole kalibrointialasinta

Kalibrointi tehdään tämän ohjeen kohtien 1-5 mukaisesti testauslaitoksessa 1000 - 2000 iskun jälkeen, kuitenkin vähintään puolen vuoden välein.

6.2 Käyttäjällä on kalibrointialasinta

Käyttäjä voi tehdä itse välikalibroinnin 1000 - 2000 iskun jälkeen, kuitenkin viimeistään puolen vuoden kuluttua, kalibrointialasimella kimmovasaran valmistajan kalibrointiohjeen mukaisesti ilman alumiiniliuskoja. Tällöin kimmovasarakokemien tulee olla keskimäärin 79 ± 2 . Jos ehto täyttyy, tämän ohjeen mukainen tarkempi kalibrointi (kohdat 1-5) tehdään kerran vuodessa testauslaitoksessa. Jos kimmovasarakokemat ovat käyttäjän itse tekemässä kalibroinnissa alle 77, kimmovasara tulee puhdistaa ja öljytä. Jos kimmovasarakokemat ovat edelleen alle 77, tehdään kalibrointi tämän ohjeen kohtien 1-5 mukaisesti testauslaitoksessa.

Jos käyttäjällä on voimassa oleva tämän ohjeen mukainen kalibroitiselostus (kalibrointi kohtien 1-5 mukaisesti), käyttäjän itse suorittamassa kalibroinnissa kalibrointialasimeen kimmovasarakokkeiden tulee olla $N2 \pm 2$ ($N2$ VTT:n kalibroitiselostuksesta). Jos näin ei ole, tulee kalibrointi tehdä testauslaitoksessa tämän testimenetelmän kohtien 1-5 mukaisesti.

ISBN 951-726-454-2
ISSN 0788-3722
TIEL 3200525