

# Kimmoveasaran käyttäjän ohje

Tiehallinnon selvityksiä 60/2001



Tiehallinnon selvityksiä

60/2001

## Kimmoveasaran käyttäjän ohje

ISSN 1457-9871  
ISBN 951-726-811-4  
TIEH 3200706

Oy Edita Ab  
Helsinki 2001

Julkaisua myy  
Tiehallinto, julkaisumyynti  
Telefax 0204 22 2652  
e-mail [julkaisumyynti@tiehallinto.fi](mailto:julkaisumyynti@tiehallinto.fi)

TIEHALLINTO  
Siltayksikkö  
Opastinsilta 12 A  
PL 33, 00521 HELSINKI  
Puhelinvaihte 0204 22 150

**Asiasanat** betoni, sillat, puristuslujuus, ainetta rikkomaton testaus

## TIIVISTELMÄ

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

Julkaisussa esitetään siltabetonin puristuslujuuden kelpoisuuden osoittaminen kimmo­vasaralla. Menetelmää ei voida käyttää jos betonin puristuslujuus ylittää 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.

**Key words** concrete, bridges, 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 or the surface of the concrete is frozen or when either casting or curing are 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

Kimmoveasaratetaus on ainetta rikkomaton betonin puristuslujuuden testausmenetelmä.

Tämä kimmoveasaran käyttäjän ohje korvaa aikaisemman julkaisun Tielaitoksen selvityksiä 33/1998. Edellisessä julkaisussa esitetty arvosteluerien muodostaminen (liite 1, kohta 4) on muutettu vastaamaan uudistetun RakMK B4, betonirakenteet, ohjeet 2001 /2/ vaatimuksia. Lisäksi vertailulujuuden laskentatapaa on muutettu siten, että hajonnan kertoimena käytetään aikaisemman 1,40 asemasta 1,65 (liite 1, kohta 7). Julkaisuun on tehty myös Tiehallinnon muussa ohjeistuksessa tapahtuneiden muutoksien vaatimat korjaukset.

Ohjeen liitteet VTT-TEST R004-01 ja VTT-TEST R005-01 on laatinut VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikassa tutkija Kalervo Orantie.

Tämän julkaisun laadintaa on ohjannut DI Ossi Räsänen (Tiehallinto, silta-tekniikka) ja julkaisun on kirjoittanut tekn.tri Seppo Matala (Matala Consulting).

Helsingissä joulukuussa 2001

Tiehallinto  
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 | 8  |
| 3.1 | Kimmovasaran valmistajan ilmoittama riippuvuus               | 8  |
| 3.2 | P-lukubetonille käytettävä riippuvuus                        | 9  |
| 4   | KIMMOVASARAN KALIBROINTITAVAN MERKITYS                       | 9  |
| 4.1 | P-lukubetonille käytettävä kalibrointi                       | 9  |
| 4.2 | Valmistajan ohjeen mukainen kalibrointi                      | 10 |
| 5   | KIRJALLISUUSLUETTELO                                         | 10 |

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 osoittamisessa käytettävä kimmovasara on oikein kalibroitu. Tämän ohjeen mukaisia kimmovasaratyyppejä ovat N, NR ja ND (Digi-Schmidt).

Tämä ohje on tarkoitettu käytettäväksi seuraavien asiakirjojen kanssa:

- VTT-TEST R004-01. Siltabetonin puristuslujuuden mittaaminen kimmovasaralla. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Testimenetelmä on esitetty tämän ohjeen liitteenä 1.
- VTT-TEST R005-01. Kimmovasaran kalibrointiohje P-lukubetonille. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Testimenetelmä on esitetty tämän ohjeen liitteenä 2.

Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Betonirakenteet - SYL 3:n /1/ kohta 3.3.1.5 "Kelpoisuuden osoittaminen" on esitetty kimmovasaratestauksen osalta tämän ohjeen kohtana 2.2.

## 2 KELPOISUUDEN OSOITTAMINEN KIMMOVASARALLA

### 2.1 Yleiset periaatteet

Kovettuneen pakkasenkestävän betonin (P-lukubetoni), joka on valmistettu SYL 3:n /1/ mukaisella menetelmällä A, kelpoisuus puristuslujuuden osalta osoitetaan seuraavalla menettelyllä:

- Valmisbetonilaitos tekee betonin valmistuksen yhteydessä Suomen rakentamismääräyskokoelman osan B4 Betonirakenteet, ohjeet 2001 (RakMK B4) /2/ kohdan 6.3.3.3 mukaiset normikoekappaleet. Kimmovasaratestaus ei vaikuta valmisbetonilaitoksen tekemien työaikaisten koekappaleiden määrään tai näytteenottoväliin.
- Kimmovasaratestaus korvaa koekappaleisiin perustuvan puristuslujuuden testauksen rakennuspaikalla. Betonoitavat rakenteet jaetaan kimmovasaratestausta varten rakenne- ja lujuusluokittain arvosteluun SYL 3:n kohdan 3.3.1.5.3 mukaisesti.
- Osoitettaessa kelpoisuus kimmovasaralla, arvosteluerän lujuuden keskiarvo on yksittäisten testauskohtien lujuustulosten keskiarvo. Valmisbetonilaitoksen tuloksia ei käytetä hyväksi keskiarvoa laskettaessa. Tämän vuoksi kimmovasaratestauksessa testauskohtia tulee olla kutakin arvosteluerää kohden vähintään kuusi kappaleita.
- Osoitettaessa kelpoisuus kimmovasaralla, arvosteluerän lujuuden keskihajonta on yksittäisten testauskohtien lujuustulosten keskihajonta.

Valmisbetonilaitoksen tuloksia ei käytetä hyväksi keskihajontaa las-  
kettaessa.

## 2.2 SYL 3:n erityisvaatimukset

SYL 3:n kohdassa 3.3.1.5 on esitetty seuraavat vaatimukset:

- Ellei sillan rakennussuunnitelmassa ole muuta mainittu, testataan betonin puristuslujuus 28 vuorokauden iässä. Jos tämä ei ole mahdollista, muutetaan testaustulosten lukuarvot hyväksyttäviä kertoimia käyttäen vastaamaan 28 vuorokauden lujuutta.
- Kovettuneen pakkasenkestävän (P-lukubetoni) betonin, joka on valmistettu menetelmällä A (SYL 3 kohta 3.3.2), kelpoisuus puristuslujuuden osalta osoitetaan tutkimalla betonin lujuus kimmovasaralla 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.
- 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, betonin puristuslujuuden kelpoisuus tutkitaan ohjeiden B4 kohdan 6.3 mukaisesti. Arvosteluerää kohden tehdään vähintään 6 koekappaleita ja vähintään 1 koekappale alkavaa 100 betoni-m<sup>3</sup> kohti. Rakennuspaikalla tehtäviä koekappaleita tulee olla vähintään puolet arvosteluerän koekappaleista. Rakennuspaikalla tehtävät koekappaleet ja valmisbetonilaitoksen koekappaleista vähintään puolet tulee testata hyväksytyssä koetuslaitoksessa.
- Jos puristuslujuustulokset eivät täytä vaatimuksia tai työn aikana on todettu, ettei betonointi, jälkihoito tai lämpösuojaus ole onnistunut suunnitellulla tavalla (esim. valupinnoissa esiintyy useissa kohdin harvavalua tai halkeilua), voi tilaaja määrätä kelpoisuuden osoitettavaksi rakenteesta irrotettavien koekappaleiden avulla. (Ks. ohjeet B 4, 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 särmältään 200 mm:n koe-kuutioihin, 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 määrittämisessä.

Valmistajan laatima riippuvuus perustuu kuivaan betonipintaan. Suomessa on havaittu kuivan betonipinnan antavan lähinnä alhaisella betonin lujuudella liian suuria kimmovasarakemioita. 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 työmaolosuhteissa välttämättä helppo saavuttaa. Myöskään ei tiedetä, onko betonipinta mahdollisesti jotain kuivan ja märän välillä, jolle taas tulisi olla oma käyränsä. Tämän vuoksi kimmovasarakemioita 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 kimmovasarakemioita. Tämän vuoksi siltabetonin iän tulee testausajankohtana olla enintään kuusi kuukautta.

### **3.2 P-lukubetonille käytettävä riippuvuus**

VTT-TEST R004-01:ssä oleva testauskohdan ja puristuslujuuden välinen perusriippuvuus on laadittu silmällä pitäen suomalaisia siltabetoneita. Riippuvuus on laadittu siten, että se on voimassa uusille kimmovasarakemioille.

Yksittäisen kimmovasaran kimmovasarakemion ja puristuslujuuden välinen riippuvuus muuttuu öljyamisestä ja puhdistamisesta huolimatta käytön ja ikääntymisen seurauksena. Tämän vuoksi kimmovasara tulee kalibroida riittävän usein. Kalibroinnin tuloksena kimmovasarakemioille laaditaan oma kalibrointikohtainen testauskohdan kimmovasarakemion ja puristuslujuuden välinen riippuvuus.

Toisin sanoen, kalibroitu kimmovasara käytettäessä P-lukubetonin puristuslujuus määritetään kalibrointiselostuksessa esitetyllä kimmovasarakemion ja puristuslujuuden välisellä riippuvuudella. VTT-TEST R004-01:ssä esitettyä perusriippuvuutta käytetään vain, jos kimmovasaraa ei ole vielä kalibroitu tai, jos kalibroinnin tuloksena riippuvuus on todettu samaksi kuin VTT-TEST R004-01: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 ovat oikeat myös pienillä kimmovasarakemioilla.

## 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  $79 \pm 2$ . Jos lukemat poikkeavat tätä enemmän, muutetaan testauskohdan kimmovasaralukema seuraavalla kaavalla:

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

jossa  $\Sigma r$  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 kimmovasaralukemiksi on saatu 72. Tutkittavassa kohteessa testauskohdan kimmovasaralukemaksi on saatu 20. Tällöin kaavan mukaan kalibroitu testauskohdan kimmovasaralukema

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

Esimerkki 3:

- Kalibrointialasimella kimmovasaralukemiksi on saatu 79. Tällöin ei korjauskerrointa käytetä, ts. kalibroitu kimmovasaralukema on sama kuin testauskohdan kimmovasaralukema.

Valmistajan ohjeen mukaisen kalibroinnin heikkoudet:

Valmistajan ohjeen mukaan tehty kalibrointi kattaa ainoastaan suuret kimmovasaralukemat. Pieniä kimmovasaralukemia kalibrointi ei kata. Betonista määritetyt kimmovasaralukemat ovat tavallisesti pieniä verrattuna kalibrointialasimesta saataviin lukemiin.

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

## 5 KIRJALLISUUSLUETTELO

- /1/ Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Betonirakenteet - SYL 3. Tiehallinto, siltayksikkö 2001. TIEH 2210005-2001, ISBN 951-726-768-1.
- /2/ Ympäristöministeriö 2000. B4 Suomen rakentamismääräyskokoelma, Betonirakenteet, ohjeet 2001.



# **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 osoittaminen ohjeen mukaisesti mahdollista vain Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen antaman työmaakohtaisen lausunnon perusteella, ellei rakenteesta ole otettu vastaavanikäisiä vertailevia koekappaleita.

### 3 BETONIPINNAN KÄSITTELY

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

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

Sopiva betonipinnan kasteluaika 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, aika-tila, arvosteluikä ja betonin valmistaja. Betonin kelpoisuuden osoittamiseksi testauskohtia valitaan yhtä arvosteluerää kohden vähintään kuusi ja vähintään 1 testauskohta alkavaa 100 betoni-m<sup>3</sup> kohti.

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

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 etäisyyteen rakenteen reunasta vähintään 40 mm.

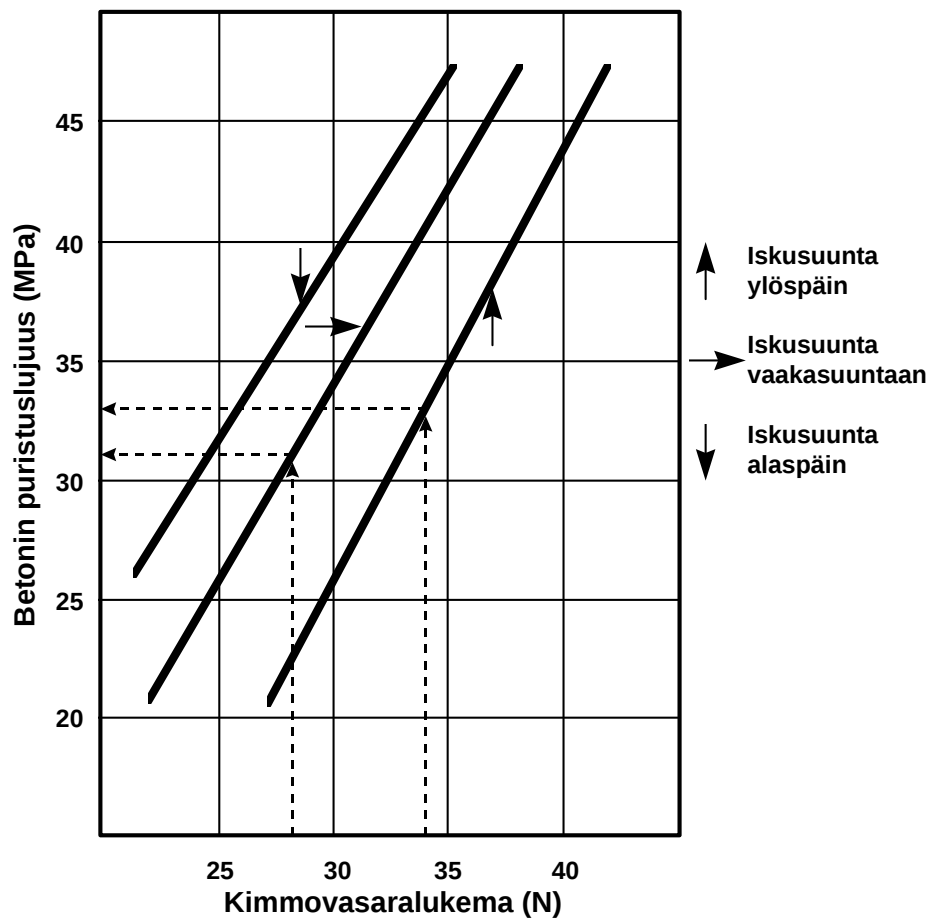
Kimmo vasaralukemia määritettäessä pidetään vasara testattavaa pintaa vastaan kohtisuorassa suunnassa ja laukaistaan hitaasti painamalla.

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 kimmovasaralukeman välinen yleinen riippuvuus.

## 6 PURISTUSLUJUUS

Testauskohtien puristuslujuustuloksista Suomen rakentamismääräyskokoelman betoni-rakenteita 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 % nimellislujuudesta 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 suoraivaisesti.*

---

## 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 kimmovasarakemat ja niistä lasketut keskiarvot (=testauskohdan kimmovasarakema)
3. Testauskohtien kimmovasarakemia vastaavat lujuusarvot, lujuusarvojen keskiarvo ja keskihajonta
4. Arvosteluerän puristuslujuuden vertailulujuus
5. Testausajankohta
6. Testauksen suorittaja

Dokumentointi voidaan tehdä esimerkiksi seuraavalla sivulla esitetyn taulukon mukaisesti.

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Kohde                            |  |
| Rakenne / m <sup>3</sup> betonia |  |
| Valupäivämäärä                   |  |
| Betonin nimellislujuus / tyyppi  |  |
| Betonin valmistaja               |  |
| Testauspäivämäärä                |  |
| Testaaja                         |  |
| Tarkastaja                       |  |
| Urakoitsijan työnjohtaja         |  |

|                                                            |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|------------------------------------------------------------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Testauskohta nro                                           |             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Testaussuunta                                              |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Kimmovasaralukemat                                         | Yksittäiset |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                            |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                            |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                            |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                            |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                            |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                            |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                            |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                            |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                            |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                            |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                            |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                                                            | Keskiarvo   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Testauskohdan lujuus-arvo [MPa]                            |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Testauskohdan lujuus-arvojen keskiarvo $\bar{x}$           |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Testauskohdan lujuus-arvojen keskihajonta $s$              |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Vertailulujuus<br>( $K_k = \bar{x} - 1,65 \cdot s$ ) [MPa] |             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

---

## **KIMMOVASARAN KALIBROINTIOHJE P-LUKUBETONILLE**

## KIMMOVASARAN KALIBROINTIOHJE P-LUKUBETONILLE

### 1 TARKOITUS JA KÄYTTÖALUE

Tämän kalibrointiohjeen tarkoituksena on varmistaa, että kimmovasara on yhteismitallinen Tiehallinnon julkaisussa ”Kimmovasaran käyttäjän ohje, Tiehallinto Siltayksikkö, Tiehallinnon selvityksiä 60/2001 esitetyn puristuslujuuden ja kimmovasaralukeman välisen riippuvuuden kanssa.

Kalibrointi koskee Schmidt'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  $79 \pm 2$ .
- Viisi millimetriä paksu neopreenikumi, joka asetetaan testausalasimen alle.
- Noin 300 millimetrin mittainen alumiiniliuska poikkileikkausmitoiltaan 23 - 24 millimetriä ja 3 millimetriä, kovuus noin 69 HB.

### 3 KIMMOVASARAN KALIBROINTI

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

Kokoamisen jälkeen kimmovasaralla 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 kimmovasaralla ammutaan pystysuoraan alaspäin alumiiniliuskaan kaksitoista kertaa, joista kuusi viimeistä kirjataan.

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

---

#### Avainsanat

Kimmovasara  
Kalibrointi  
Siltabetoni  
Ainetta rikkomaton testaus

#### Keywords

Concrete Test Hammer  
Calibration  
Bridge concrete  
Non-destructive testing

Kimmovasaralukemat luetaan 0,5 yksikön tarkkuudella.

#### 4 KALIBROINTIKÄYRIEN LAATIMINEN

VTT-TEST R004-01:ssä esitetty kuva 1 (testauskohdan puristuslujuuden ja kimmovasarakemien välinen riippuvuus) on voimassa sellaisenaan, jos kimmovasaran öljyämisen jälkeen ammuttaessa alumiiniliuskaan ja kalibrointialasimeen kuuden viimeisen kimmovasarakemien keskiarvot N1 ja N2 ovat  $37 \pm 0,5$  ja  $79 \pm 1$ . Jos näin ei ole, menetellään seuraavasti:

- Jatketaan kuvan 1 vasemmanpuoleista suoraa (laukaisusuunta ylhäältä alaspäin) kimmovasarakemaan 79 saakka, koordinaatti (79,0, 115,5). Kimmovasaralukeman 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) lujuustasolta 25 lujuustasolle 45 MPa.
- VTT-TEST R004-01:ssä esitetyn kuvan 1 kaksi muuta suoraa (laukaisusuunta vaakasuuntaan ja laukaisusuunta alhaalta ylöspäin) siirretään niin, että kaikkien kolmen suoran keskinäiset etäisyydet pysyvät samoina kuvan 1 mukaisesti.

#### 5 KALIBROINNIN TULOSTEN ILMOITTAMINEN

Kalibroinnista laadittavassa tutkimusselostuksessa ilmoitetaan:

- Tilaaja, tilaus ja vasaran numero.
- Kimmovasaralukema kalibrointialasimeen ennen ja jälkeen öljyämisen.
- Kimmovasaralukema 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 kalibrointialasin

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

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