

**Liite 3**  
**lukuun 1 (kohtaan 10.3.1)**

**Keskeiset menetelmävaatimukset koskien kuorman ja vaunun tukipintojen  
välisten kitkakertoimien määrittelyä**

1. Sellaiset kuorman ja vaunun tukipintojen väliset kitkakertoimen arvot, joita ei ole esitetty Kuormausmääräysten luvun 1 kohdassa 10.3.1, määritellään testaamalla laboratoriossa ja myöhemmin kenttäkokeissa.

Jos käytetään muissa (kuin kuormausmääräyksissä) virallisissa lähteissä julkaistua kitkakerroinarvoa, sen tarkistamisen saa suorittaa pelkästään kenttäkokeilla.

2. Kitkakertoimen määrittely laboratorio-olosuhteissa.

Kitkakertoimen määrittelyyn käytettävien laboratoriolaitteiden tulee sisältää:

- alusta kiinnitysvälineineen kuorman alapuolista tukipintaa simuloivan liikkumattoman koekappaleen kiinnittämiseksi;
- liikkuva (kuormitus-)laatta kiinnitysvälineineen liikkuvan koekappaleen kiinnittämiseksi;
- liikkuvaan laattaan kohdistuvan siirtokuormituksen aiheuttava ja mittaava siirtolaite;
- tarvittaessa koekappaleiden kosketuspintaan tarvittavan kuormituksen synnyttävä kuormituslaite;
- ohjaus- ja mittauslaitteet.

Liikkuva koekappale tehdään litteänä (levy, laatta) kuorman tukipinnan materiaalia vastaavasta materiaalista. Liikkuvan koekappaleen tukipinnan mitat sekä sen tarvitsema pystysuora lisäkuormitus määritetään siten, että liikkuvan ja liikkumattoman koekappaleiden pintojen välillä vaikuttaa kuorman todellisia kuormausolosuhteita vastaava ominaispaine.

Siirtovoiman mittauslaitteen mittausrajan on täytettävä seuraava ehto:

$$P \cong 1,25 S \mu_0 q,$$

jossa  $S$  on liikkuvan koekappaleen tukipinnan pinta-ala,  $\text{cm}^2$ ;  $\mu_0$  on oletettu kitkakerroin, joka on valittu tunnettujen vastaavien tapausten perusteella;  $q$  on kuorman ja vaunun tukipintojen välinen ominaispaine,  $\text{kp}/\text{cm}^2$ .

Liikkumaton koekappale tehdään litteänä (levy, laatta) samasta materiaalista kuin pinta, jolle kuorma tukeutuu. Liikkumattoman koekappaleen pohjamittojen tulee olla: siirtokuormituksen vaikutussuunnassa (pituus) – vähintään kaksinkertaisen liikkuvan koekappaleen pituuden suuruinen; kohtisuorassa suunnassa (leveys) – vähintään 1,25-kertaisen liikkuvan koekappaleen leveyden suuruinen.

Koekappaleiden kosketuspintojen karheuden tulee vastata vaunun ja kuorman (aluspuiden) kosketuspintojen karheutta. Testattaessa vettä imeviä materiaaleja niiden suhteellisen kosteuden tulee olla 20 - 25%.

Kuormilla, joiden tukipinta on valmistettu polymeerimateriaaleista, testaus tulee suorittaa pakkasolosuhteissa ympäristön lämpötilan ollessa enintään  $-25^\circ \text{C}$  pakkasastetta.

Koe sisältää liikkuvan koekappaleen lukuisia siirtoja laitteen siirtovoiman vaikutuksesta sekä maksimivoiman mittauksia siirtoliikkeen alkamishetkellä.

Siirtovoima tulee kohdistaa samansuuntaisesti koekappaleiden kosketuspinnan kanssa. Liikkuvan koekappaleen siirtymän tulee tapahtua siirtovoiman suunnassa ja olla vähintään puolet sen pituudesta. Ennen jokaista seuraavaa siirtovoiman kohdistamista liikkuva koekappale tulee asettaa alkuasentoon; siirtyminen poikittaisessa suunnassa ei ole sallittua.

Ennen ensimmäistä siirtokuormituksen kohdistamista koekappaleiden tulee olla alkuasennossa vähintään 5 minuuttia.

Kuorman siirtovoiman lisäysaika voiman alkukohdistushetkestä liikkeellelähtoon saa olla enintään 3 sekuntia.

Kunkin koekappaleparin toistuvien liikkeiden määrän tulee olla vähintään 30.

Kitkakerroin ( $\mu$ ) lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$\mu = \frac{F}{N},$$

jossa  $F$  on siirtovoima, joka on mitattu liikkuvan koekappaleen liikkeellelähthetkellä, kp;  $N$  on liikkuvan koekappaleen paine liikkumattomaan koekappaleeseen, kp.

Mittaustulokset käsitellään varianssianalyysin avulla. Ensimmäisten 10 siirtoliikkeen tuloksia ei huomioida, sillä alkuvaiheessa tapahtuu pintojen kiinnihieruminen, mistä johtuen tulokset voivat olla normaalia korkeammat.

Laboratoriokokeiden tulokset tulee kirjata pöytäkirjaan. Pöytäkirjan tulee sisältää: kokeen kuvaus (mukaan lukien tiedot kuorman fyysisistä parametreista sekä sitä mallintavasta koekappaleesta ja käytetyistä testauslaitteista ja mittausvälineistä), kaikkien mittausten tulokset, mittaustulosten käsittelymenetelmät sekä kitkakertoimen laskennan tulokset. Laboratoriokoepöytäkirjan tulee olla testauslaitoksen johtajan vahvistama.

3. Kitkakerroinarvojen testaus tapahtuu kenttäoloissa suorittamalla törmäystestit Kuormausmääräysten luvun 1 kohdan 14 mukaisesti.

Kattamattomissa vaunuissa kuljetettavien kuormien testaus tulee suorittaa vesisadeolosuhteissa. Kuormilla, joiden tukipinta on valmistettu polymeerimateriaaleista, testaus tulee suorittaa ympäristön lämpötilan ollessa enintään  $-25^{\circ}\text{C}$  pakkasastetta.

Tavarat kuormataan vaunuun ilman kiinnitystä; samalla tulee varmistaa, että kuorma pystyy liikkumaan vapaasti pitkittäissuunnassa vähintään 500 mm. Kuorman ja vaunun kosketusolosuhteiden tulee olla muuttumattomat mahdollisen liikkeen pituudella.

Törmäykset tulee suorittaa seuraavassa järjestyksessä:

- 6 törmäystä nopeudella 4 - 5 km/h;
- 6 törmäystä nopeudella 5 - 6 km/h;
- 5 törmäystä nopeudella 6 - 7 km/h;
- 3 törmäystä nopeudella 7 - 8 km/h.

Kunkin törmäyksen jälkeen kuorma tarkastetaan ja määritetään sen siirtyminen alkuasennosta. Jos kuorma ei ole siirtynyt jonkun yllämainitun törmäyssarjan jälkeen, seuraavan nopeusasteen törmäysten määrä nostetaan vastaamaan sitä törmäysten määrää, jonka jälkeen siirtymistä ei ole todettu. Törmäyksiä jatketaan, kunnes kuorman siirtymien määrä on vähintään 20.

Kuorman kiihtyvyyttä mitataan kuormaan asennetulla kiihtyvyyssmittarilla.

Kitkakerroin ( $\mu$ ) lasketaan kaavasta.

$$\mu = \frac{j}{g},$$

jossa  $j$  on kuorman kiihtyvyys vaunun törmätessä liikkumatta seisovaan vaunuryhmään ("seinään"),  $\text{m/s}^2$  ja

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$  on vapaan pudotuksen kiihtyvyys.

Laskelmissa tulee ottaa huomioon ainoastaan niiden törmäysten kiihtyvyyssmittaustulokset, joiden yhteydessä on havaittu kuorman siirtymistä. Mittaustulokset käsitellään varianssianalyysin avulla.

Testaustulokset kirjataan pöytäkirjaan. Pöytäkirjaan merkitään loppupäätös kitkakertoimesta, jota tulee käyttää laskelmissa tavarankuormasta ja kiinnitystä koskevia teknisiä ehtoja suunniteltaessa.

Pöytäkirjat laboratorio- ja testikokeista kitkakertoimen määrittämiseksi tulee liittää suunniteltavana olevaa kuormaus- ja kiinnitystapaa koskevaan asiakirjapakettiin.