

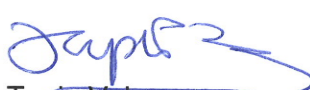


**TUTKIMUSRAPORTTI**

VTT-R-02477-18

# **Menetelmäkuvaus tartuntaveto- tankojen kokonaislujuuden var- mistamiseksi kenttäolosuhteissa**

Kirjoittajat: Tapio Vehmas

Luottamuksellisuus: Julkinen

<b>Raportin nimi</b> Menetelmäkuvaus tartuntavetotankojen kokonaislujuuden varmistamiseksi kenttäolosuhteissa		
<b>Raportin laatija</b> Tapio Vehmas	<b>Sivujen/liitesivujen lukumäärä</b> 8/	
<b>Avainsanat</b> Tartuntatanko, Tartuntavetokoe, Kenttäkoemenetelmä	<b>Raportin numero</b> VTT-R-02477-18	
<b>Tiivistelmä</b> Valettaessa uutta rakennetta kiinni vanhaan teräsbetonirakenteeseen käytetään tartuntavetotankoja. Tartuntavetotankojen tarkoituksena on ankkuroida uusi rakenne kiinni vanhaan ja siirtää kuormia rakenteiden välillä. Tämä menetelmäkuvaus esittää tartuntatankojen kokonaislujuuden varmistavan koemenetelmän kenttäolosuhteissa.		
<b>Luottamuksellisuus</b>	Julkinen	
Espoo 16.5.2018 <b>Laatija</b>  Tapio Vehmas Tutkija	<b>Tarkastaja</b>  Markku Leivo Johtava tutkija	<b>Hyväksyjä</b>  Edgar Bohner Tutkimustiimin päällikkö
<b>VTT:n yhteystiedot</b> VTT Oy, PL 1000, 02044 VTT		
VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.		

## Sisällysluettelo

---

1. Johdanto.....	3
2. Soveltamisala .....	3
3. Termit ja määritelmät .....	3
3.1 Efektiivinen tartuntasyyvyys.....	3
3.2 Laitteisto .....	3
3.3 Sideaine .....	3
3.4 Siirtymää mittaavat anturit .....	3
3.5 Tartunta .....	3
3.6 Tartuntavetokoe.....	4
3.7 Tartuntavetotanko.....	4
3.8 Tukirakenne.....	4
3.9 Tutkittava rakenne .....	4
3.10 Vetokuormituslaitteisto.....	4
3.11 Istukka .....	4
4. Tutkittavien tartuntavetotankojen valinta ja lukumäärä .....	4
5. Tartuntavetokoe.....	4
5.1 Tartuntavetokokeen periaate .....	4
5.2 Laitteisto .....	4
5.2.1 Tukirakenne.....	5
5.2.2 Vetokuormituslaitteisto .....	5
5.2.3 Istukka .....	5
5.2.4 Siirtymän mittaus .....	5
5.3 Tartuntavetokokeen suorittaminen.....	5
5.3.1 Laitteiston asennus .....	6
5.3.2 Tartuntavetotankojen kuormittaminen .....	6
5.3.3 Tartuntavetokokeen hyväksymiskriteerit .....	6
5.3.4 Tartuntavetokokeen hylkäyksen syyt.....	7
6. Testausraportti.....	7

## 1. Johdanto

---

Valettaessa uutta rakennetta kiinni vanhaan teräsbetonirakenteeseen käytetään tartuntavetotankoja. Tartuntavetotankojen tarkoituksena on ankkuroida uusi rakenne kiinni vanhaan ja siirtää kuormia rakenteiden välillä. Tämä menetelmäkuvaus esittää tartuntatankojen kokonaislujuuden varmistavan koemenetelmän kenttäolosuhteissa.

Menetelmäkuvaus on luotu vastaavien kansainvälisten menetelmäkuvausten pohjalta. Menetelmäkuvausten kehitys kansainvälisten menetelmäkuvausten perusteelta on esitetty erillisessä tutkimusraportissa (VTT-R-00837-18).

## 2. Soveltamisala

---

Koemenetelmää sovelletaan tartuntatankojen kokonaislujuuden varmistamiseksi teräsbetonirakenteissa kenttäolosuhteissa. Koemenetelmä varmentaa tartuntatankojen oikeaoppisen asennuksen ja koko rakenteen toimivuuden tartuntatankojen ympärillä.

## 3. Termit ja määritelmät

---

Tässä menetelmäkuvauksessa käytetään seuraavia termejä ja määritelmiä.

### 3.1 Efektiivinen tartuntasyyvyys

Tartuntavetotangon asennussyvyys jolla tartuntavetotanko on kontaktissa sideaineen ja tutkittavan rakenteen kanssa.

### 3.2 Laitteisto

Laitteistolla viitataan vetokuormituskokeen tekemiseen käytettävään laitteistoon. Laitteisto koostuu tukirakenteesta, kuormitusrenkaasta, vetokuormituslaitteistosta, istukasta ja mahdollisesti siirtymää mittaavista antureista.

### 3.3 Sideaine

Sideaineella viitataan materiaaliin, jolla tartuntavetotanko on kiinnitetty tutkittavaan rakenteeseen.

### 3.4 Siirtymää mittaavat anturit

Anturit jotka mittaavat tartuntavetotangon siirtymää tutkittavan rakenteen suhteen.

### 3.5 Tartunta

Tartunnalla viitataan tartuntavetotangon kiinnittymiseen tutkittavaan rakenteeseen.

### 3.6 Tartuntavetokoe

Koe tartuntavetotangon oikeaoppisen asennuksen todentamiseksi.

### 3.7 Tartuntavetotanko

Tartuntavetotanko on raudoite joka ankkuroi uuden rakenteen kiinni tutkittavaan rakenteeseen ja siirtää voimia rakenteiden välillä.

### 3.8 Tukirakenne

Laitteiston rakenne joka mahdollistaa vetokuormituslaitteiston voiman kohdistamisen tartuntavetotangon ja tutkittavan rakenteen välille.

### 3.9 Tutkittava rakenne

Rakenne johon tartuntavetotanko on kiinnitetty.

### 3.10 Vetokuormituslaitteisto

Laitteisto joka aiheuttaa vetokuormituksen tutkittavaan tartuntavetotankoon ja mittaa vetokuormitusta.

### 3.11 Istukka

Istukka joka yhdistää tutkittavan tartuntavetotangon ja vetokuormituslaitteiston toisiinsa.

## **4. Tutkittavien tartuntavetotankojen valinta ja lukumäärä**

---

Tutkittavat tartuntavetotangot valitaan satunnaisesti asennetuista tartuntavetotangoista. Tartuntavetokoe suoritetaan joka 20:lle tartunnalle ja vähintään kolmelle tartunnalle. Jos joku tutkittavista tartunnoista pettää, tutkitaan kaikki tartunnat.

## **5. Tartuntavetokoe**

---

### 5.1 Tartuntavetokokeen periaate

Tartuntavetotankoon kohdistetaan yhdensuuntainen vetokuormitus. Tartuntavetotangon tulee kestää vetokuormitus joka vastaa  $1,25 \cdot$  suunnitelmassa esitetyn vetokapasiteetin ominaisarvoa tai 65 % tartuntavetotangon nimellistä myötölujuutta.

### 5.2 Laitteisto

Tartuntavetokokeen suorittamiseen käytettävän laitteiston tulee täyttää kohtien 5.2.1–5.2.4 määritelmät. Kuvaaja 1 esittää mahdollista laitteiston konfiguraatiota mutta myös muunlaiset konfiguraatiot ovat mahdollisia.

### 5.2.1 Tukirakenne

Tukirakenne keskittää yhdensuuntaisen vetokuormituksen tartuntavetotankoon ja välittää vetokuormituksesta aiheutuvan voiman kohtisuoraan tutkittavaan rakenteeseen. Tukirakenteen on oltava riittävän jäykkä, jotta testauksesta aiheutuva kuormitus ei aiheuta muodonmuutoksia tukirakenteessa. Tukirakenteen tukipisteiden tulee sijaita kaavan (1) määrittelemällä etäisyydellä tutkittavasta tartuntavetotangosta.

$$r_{max} \geq r_{tukipiste} = 2 * h_{tartunta} \quad (1)$$

Kaavassa (1)  $r_{tukipiste}$  on tukipisteen etäisyys tutkittavasta tartuntavetotangosta ja  $h_{tartunta}$  on tartuntavetotangon efektiivinen tartuntasyyvyys. Tukipisteiden maksimietäisyys ( $r_{max}$ ) tutkittavasta tartuntavetotangosta on 0,5 metriä.

### 5.2.2 Vetokuormituslaitteisto

Vetokuormituslaitteiston tulee omata riittävä kuormituskyky tartuntavetotankojen kuormittamiseen. Laitteiston tulee mitata tavoitekuormitusta  $\pm 2$  % tarkkuudella. Vetokuormituslaitteiston tulee lisätä kuormitusta asteittain siten että tavoitekuormitus saavutetaan 1–3 minuutin kuluttua kuormituksen aloituksesta. Vetokuormitusta mittaavalla laitteistolla tulee olla voimassa oleva kalibrointi.

### 5.2.3 Istukka

Istukka jolla tutkittava tartuntavetotanko liitetään vetokuormituslaitteistoon. Istukan tulee minimoida mahdollinen kuormituksesta aiheutuva taivutusjäännitys kuormitusvetolaitteiston ja tutkittavan tartuntavetotangon välillä.

### 5.2.4 Siirtymän mitta

Siirtymää mittaavat anturit mittaavat tartuntavetotangon siirtymää tutkittavan rakenteen suhteen. Siirtymää mittaavat anturit tulee sijoittaa riittävän kauas tutkittavasta tartuntavetotangosta, jotta mahdolliset tutkittavassa rakenteessa tapahtuvat muodonmuutokset eivät vaikuta mittaustulokseen. Siirtymän mitta

Siirtymän mitta

## 5.3 Tartuntavetokokeen suorittaminen

Tartuntavetokokeessa tartuntavetotankoon kohdistetaan asteittain lisääntyvä vetokuormitus, joka maksimissaan on 65 % tartuntavetotangon nimellisestä myötölujuudesta tai  $1,25 * suunnitelmassa$  esitetyn vetokapasiteetin ominaisarvosta. Tartuntavetotangot jotka kestävät maksimikuormituksen luokitellaan hyväksytyiksi. Tartuntavetotangot jotka eivät kestä maksimikuormitusta tai siirtyvät kokeen aikana luokitellaan hylätyiksi. Hylättyjen tartuntojen murtumismekanismi määritetään ja tartunnat korvataan uusilla.

### 5.3.1 Laitteiston asennus

Tukirakenne ja kuormituslaitteisto tuetaan kaavan (1) mukaiselle etäisyydelle tutkittavasta tartuntavetotangosta siten että kuormituslaitteistosta aiheutuva vetovoima on yhdensuuntainen tutkittavan tartuntavetotangon suhteen ja kohtisuora tutkittavan rakenteen suhteen. Vetokuormituslaitteisto liitetään istukalla tartuntavetotankoon. Jos laitteiston on mahdollista pudota tartunnan peittämisen seurauksena, tulee laitteiston putoaminen estää. Käytettäessä siirtymää mittaavia antureita asennetaan anturit riittävän etäälle tutkittavasta tartuntavetotangosta, jotta tutkittavassa rakenteessa tapahtuvat muutokset eivät vaikuta siirtymän mittaamiseen.

### 5.3.2 Tartuntavetotankojen kuormittaminen

#### 5.3.2.1 Tartuntavetotankojen kuormittaminen ilman siirtymää mittaavia antureita

Tartuntavetotankoja kuormitetaan tasaisesti kasvavalla vetokuormituksella, joka on maksimissaan 65 % tutkittavan tartuntavetotangon nimellisestä myötölujuudesta. Kuormitusta lisätään siten että maksimikuormitus saavutetaan 1–3 minuutin kuluttua kuormituksen aloituksesta. Saavutettaessa maksimikuormitus, kirjataan saavutetun maksimikuormituksen lukema ylös ja todetaan tartuntavetokoe joko hyväksytyksi tai hylätyksi.

#### 5.3.2.2 Tartuntavetotankojen kuormittaminen mitattaessa siirtymää

Käytettäessä siirtymää mittaavia antureita, aloitetaan tartuntavetotangon kuormittaminen lisäämällä 10 % osuus maksimivetokuormituksesta tutkittavaan tartuntavetotankoon. Kun 10 % osuus maksimivetokuormituksesta on saavutettu, määritetään nollakohta siirtymää mittaaville antureille. Tartuntavetokoetta jatketaan kuormittamalla tartuntavetotankoja tasaisesti kasvavalla vetokuormituksella, joka on maksimissaan 65 % tutkittavan tartuntavetotangon nimellisestä myötölujuudesta tai  $1,25 \cdot$  suunnitelmassa esitetyn vetokapasiteetin ominaisarvosta. Kuormitusta lisätään siten että maksimikuormitus saavutetaan 1–3 minuutin kuluttua kuormituksen aloituksesta. Saavutettaessa maksimikuormitus, kirjataan saavutetun maksimikuormituksen lukema ja mitattu siirtymä ylös ja todetaan tartuntavetokoe joko hyväksytyksi tai hylätyksi.

### 5.3.3 Tartuntavetokokeen hyväksymiskriteerit

#### 5.3.3.1 Tartuntavetokokeen hyväksyminen ilman siirtymää mittaavia antureita

Tartuntavetokoe luokitellaan hyväksytyksi, jos tartuntavetotanko kestää maksimivetokuormituksen joka on 65 % tartuntavetotangon nimellisestä myötölujuudesta tai  $1,25 \cdot$  suunnitelmassa esitetyn vetokapasiteetin ominaisarvosta. Jos tartuntavetotanko ei kestä maksimivetokuormitusta, luokitellaan tartunta peittäneeksi. Tartunnan peittämisen syy määritetään kohdan 5.3.4 mukaisesti ja peittämisen syy kirjataan raporttiin.

#### 5.3.3.2 Tartuntavetokokeen hyväksyminen mitattaessa siirtymää

Tartuntavetokoe luokitellaan hyväksytyksi, jos tartuntavetotanko kestää maksimivetokuormituksen ilman merkittävää siirtymää. Havaittaessa merkittävä siirtymä luokitellaan tartunta peittäneeksi. Tartunnan peittämisen syy määritetään kohdan 5.3.4 mukaisesti ja peittämisen syy kirjataan raporttiin. Epäselvissä tapauksissa siirtymän merkittävyys voidaan todeta tarkastelemalla siirtymää vetokuormituksen funktiona. Poikkeama lineaarisesta siirtymästä vetokuormituksen funktiona indikoi tartuntavetotangon siirtymää ja koe tulee luokitella hylätyksi. Tällöin tartuntavetokokeen hylkäyksen syyksi voidaan todeta murtumistyyppi C (Taulukko 1), sideaineen murtuminen tai vaihtoehtoisesti murtumistyyppi E, tutkittavan rakenteen murtuminen.

### 5.3.4 Tartuntavetokokeen hylkäyksen syyt

Hylättyjen tartuntavetokokeiden pettämisen syy tulee määritellä. Lista eri mekanismeista on esitetty Taulukossa 1. Pettämisen syy voi olla yksittäinen tai yhdistelmä useampia.

Taulukko 1. Tartuntavetokokeen murtumistavat.

Murtumistyyppi	Murtumiskohta	Kuvaus
A	Tartuntavetotanko	Tartuntavetotanko itsessään hajoaa.
B	Tartuntavetotanko/sideaine	Murtuminen tapahtuu tartuntavetotangon ja sideaineen rajapinnassa.
C	Sideaine	Murtuminen tapahtuu sideaineessa.
D	Sideaine/tutkittava rakenne	Murtuminen tapahtuu sideaineen ja tutkittavan rakenteen välillä.
E	Tutkittava rakenne	Murtuminen tapahtuu tutkittavassa rakenteessa.

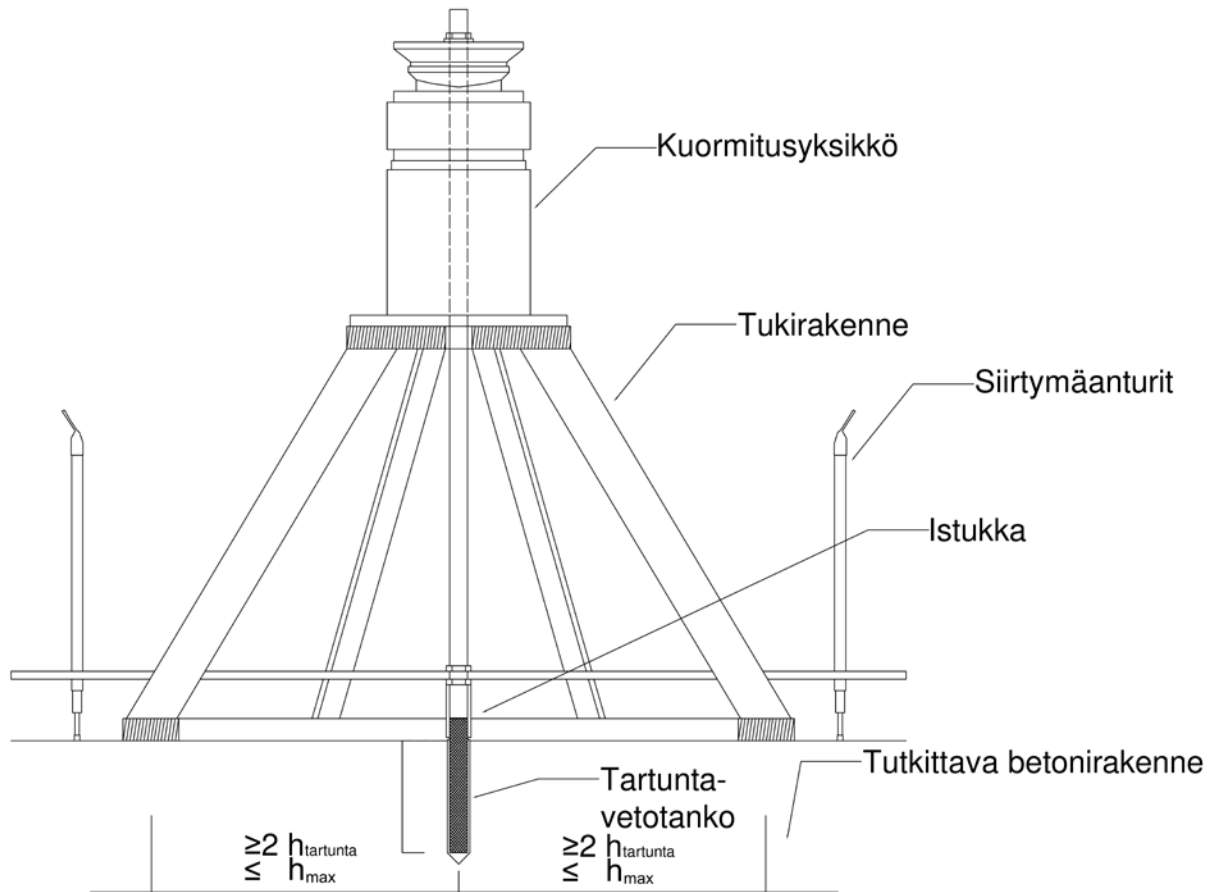
## 6. Testausraportti

---

Tartuntavetokokeen suorittamisesta laaditaan raportti. Raportin tulee sisältää ainakin seuraavat kohdat:

- Tartuntavetokokeen suorittamisen päivämäärä ja paikka;
- Käytetyn laitteiston kuvaus;
- Tartuntavetotankojen kiinnityssysteemin kuvaus;
- Tutkittujen tartuntavetotankojen sijainnit ja yksilöivät tunnuksat;
- Tartuntavetotankojen myötölujuus;
- Tartuntatankoihin kohdistetut maksimivetölujuudet ja mahdolliset siirtymämittaukset;
- Tutkittujen tartuntavetotankojen ja kaikkien tartuntavetotankojen määrä;
- Hyväksytyjen ja hylättyjen tartuntakokeiden lukumäärä;
- Hylättyjen tartuntavetotankojen murtumistyyppi;
- Mahdolliset havainnot joilla voi olla vaikutus tuloksiin;
- Mahdolliset poikkeamat menetelmäkuvauksesta;
- Viittaus menetelmäkuvaukseen.





Kuvaaja 1. Mahdollinen tartuntavetokokeen suorittamiseen käytettävä laitteisto.