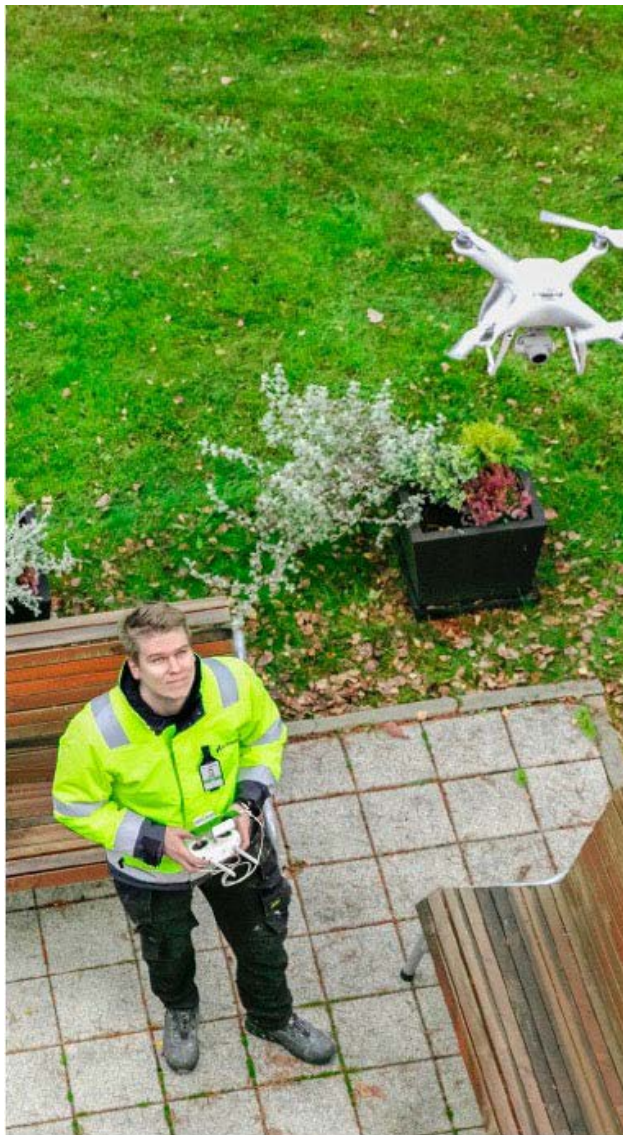


# Infra-kohteet: Rasitusolosuhteiden merkittävyyden arviointi tutkimuksia määritettäessä

Betoniteknologiaseminaari 14.11.2023  
Ari Husso, A-Insinöörit Civil Oy







Ihmisiä, joiden kanssa  
rakennat rohkeasti  
parempaa



Rakennuttaminen | Arkkitehtisuunnittelu |  
Rakennesuunnittelu |  
Korjaussuunnittelu | Teollisuus- ja talotekniikka |  
Yhdyskunta- ja ympäristösuunnittelu





# Ohjeet

- Erikoistarkastusten laatuvaatimukset (sisältö) on määritettynä Väyläviraston ohjeessa 28/2018 Taitorakenteiden erikoistarkastusten laatuvaatimukset – Sillat
  - Sisältövaatimukset
  - Tarkastajien pätevyysvaatimukset
  - Tarkastussuunnitelma
  - Tutkimusvälineet ja tutkimukset
  - Tutkimusten laajuus



Liikenneviraston ohjeita  
28/2018

Taitorakenteiden erikoistarkastusten  
laatuvaatimukset - Sillat  
Suunnittelu- ja toteuttamisvaiheen ohjaus



# Kuka vastaa tarkastuksen riittävästä laajuudesta

*”Päätarkastaja vastaa siitä, että näytteidenottopaikat ja muut tutkimusalueet määritetään ammattitaitoisella harkinnalla siten, että rakenteiden kunnosta ja vaurioista saadaan luotettavat tiedot.”*

*”Tässä määritetty tutkimusten laajuus on vähimmäisvaatimus. Erikoistarkastuspalvelun toimittaja esittää tarkastussuunnitelmassa kohdekohtaisen tarkastusohjelman.”*

*”Tutkimuksessa on aina varauduttava mahdollisten vara- tai lisänäytteiden ottoon huomioiden rakenteen kunto, ikä, rakennusajankohta, materiaali, rasitusolosuhteet jne.”*

Taitorakenteiden erikoistarkastusten laatuvaatimukset – Sillat

# Rasitusolosuhteet

## Tyypillisesti huomioitava tekijät

- Normaalit ulkobetonirakenteiden rasitukset
  - Vesi
  - Pakkasrasitus
  - Lämpötilanvaihtelut
- Väylien kunnossapito
  - Kloridirasitukset
- Ympäristö
  - Merivesi

## Tekijät, joihin ohjeistus ei ota kantaa

- Rakenteelle tai siltapaikalle ominaiset rasitukset
  - Seisovat vedet rautatiesilloilla
  - Diesel vetureiden ”pakokaasualueet”
- Kunnossapito
  - Epäpuhtaudet
- Ympäristö
  - Viistosade
  - Ilmansuunta
  - Hapan maaperä, otetaan huomioon uudissuunnittelussa, mutta ei vielä juurikaan vanhoissa rakenteissa.

# Rasitusten huomiointi näytekohtia valittaessa

- Kloridit mitataan rakenneosittain kohdista, joihin on kohdistunut suurin suolarasitus. Näytteet otetaan näytesarjana siten, että kloridiprofiili saadaan selville (0-20, 20-40, 40-60) mm.
- Suolasumurasituksen otaksutaan ulottuvan 6 m päähän alitavan väylän päällysteen reunasta. Merenrannalla kaikki ulkoilman vaikutuksen alaiset rakenteet 100 m etäisyydellä rannasta.
- Vetolujuusnäytteet otetaan rakenneosakohtaisesti kohdista, joissa betoni on voimakkaimmin alttiina pakkasrasitukselle.
- Ohuthietutkimukset otetaan rakenneosakohtaisesti edustavilta alueilta olosuhteisiin nähden
- Näytekohtia valittaessa huomioitava mm. seuraavaa:
  - Sillan sivuttaiskaltevuus, päällysrakenteen kaltevuudet ja kannen kuivatuslinjojen sijainti
  - Liikenteen suunta (erityisesti tukien näytteet)
  - Meriveden vaikutus (enimmäkseen tuissa)
  - Mahdollinen vaurioalue seurasta jostain muusta vauriosta, esim. vedeneristeen tai liikuntasauvojen vesivuodot



# Päätyrakenteet

- Kloridirasitetut rakenneosat (etäisyys suolatusta tiestä <6m)
  - 1 näytesarja kummastakin etumuurista
  - 1 näytesarja kaikista siipimuureista
  - Vesivuotokohdista 1 näytesarja vuotoalueelta + 1 näytesarja vuotoalueen vierestä
  - Liikuntasaumalaitteen alapuolisesta otsamuurista 1 näytesarja
  - Huomioitava mahdollisten vesivuotojen valuma-alueet
- Ei kloridirasitusta -> 1 näytesarja / päätytuki
- Vetokokeiden ja ohuthietutkimusten määrään ei rasitusolosuhteilla ole vaikutusta, ellei päätarkastaja lisää näytemääriä havaintojensa perusteelle. Näytteet kohdennetaan rasitetuille alueille, tyypillisesti saumojen alapuolelle tai liikennesuunnan mukaan roiskealueille.



# Välitukirakenteet

- Kloridirasitetut rakenneosat (etäisyys suolatusta tiestä <6m)
  - Kloridipitoisuuden määrittäminen
    - Massiivisista välituista 2 näytesyarjaa / tukilinja + 1 näytesyarja suojaisemmasta kohdasta
    - Tukilinjan pilareista 2 näytesyarjaa / pilari, pilareita ollessa 1-3 kpl tutkitaan kaikki pilarit, määrää ei kasvateta pilareita ollessa enemmän + 1 näytesyarja tukilinjan suojaisemmasta kohdasta.
    - Massiivisten välitukien ja pilareiden näytesyarjat otetaan 0,5 ja 2,5 m tienpinnasta
  - Vetolujuuskokeet
    - Massiivisesta välituesta 2 vetokoetta / tukilinja
    - Tukilinjan pilareiden lukumäärän ollessa 1-3 tehdään jokaisesta pilarista vetokoe, määrää ei kasvateta pilareita ollessa enemmän + 1 vetokoe rasitusolosuhteiltaan kevyemmästä kohtaa
  - Ohuthietutkimuksia tehdään 1 kpl / tukilinja, tutkitaan 1-3 tukilinjaa, määrää ei kasvateta tukilinjoja ollessa enemmän
- Ei kloridirasitusta
  - 1 kloridinäytesyarja / tukilinja, tutkitaan maksimissaan 3 tukilinjaa
  - Tehdään vähintään 3 vetokoetta
  - Tehdään vähintään 1 ohuthietutkimus





# Reunapalkit

- Kloridirasitettujen reunapalkkien kloridinäytesarjojen lukumäärä määräytyy sillan kokonaispituuden perusteella, otetaan 3-7 näytesarjaa. Aina otetaan kuitenkin vähintään 3 näytesarjaa vaikka kloridirasitusta ei olisi.
- Vetokokeiden ja ohuthietutkimusten määrä määräytyy niin ikään sillan kokonaispituuden mukaan
  - Vetokokeita 2-6 kpl
  - Ohuthietutkimuksia 1-2 kpl
- Jos reunapalkkien yleistarkastusten perusteella määritetty kuntoarvio  $>2$ , ei reunapalkeille tehdä tutkimuksia -> reunapalkit uusitaan automaattisesti peruskorjauksessa.
- Reunakaistoja ei tutkita -> näytteet siirretään päällysrakenteen sivupinnan näytteiksi (laattasillat)

# Päällysrakenteen yläpinta

- Yläpinnan kuntoa ei pystytä visuaalisesti arvioimaan tutkimuskohtia valittaessa -> päätarkastajan ammattitaito ja kokemus merkittävänä tekijänä tutkimuskohtia valittaessa.
- Tehdään pintarakenteiden avauksia. Tutkittavia kohtia valittaessa on otettava huomioon sillan kaltevuudet, kuivatuslinjojen sijainti (yläpinnan ”taitekohdat”), liikuntasaumojen sijainti ja näkyvät vuotoalueet päällysrakenteen alapinnassa
- Pintarakenteiden avauskohtia on 3-9 kpl kansipinta-alan perusteella. Jokaisesta avauskohdasta tehdään vetokokeet ja ohuthietutkimus, noin puolet ohuthieistä tehdään pitkinä.
- Kloridirasitetuista rakenteista (=ylittävää tietä suolataan) tutkitaan kloridipitoisuus jokaisesta pintarakenteen avauskohdasta. Erona muihin rakenneosiin, syvemmältä otettu näyte tutkitaan vain, jos edellisen tason näytteen viitearvo ylittyy.
- Ei kloridirasitetuista rakenteista tutkita kloridipitoisuus kahdesta pintarakenteen avauskohdasta, jos näissä havaitaan klorideja, tutkitaan myös loput tutkimuskohdat.

# Päällysrakenteen ala- ja sivupinnat

- Kloridirasitettu rakenne (silta-aukossa suolattava väylä)
  - Sivupinnoista otetaan 4 näytesarjaa tai reunakaistallisten laattasiltojen tapauksessa reunapalkkien tutkimuksia vastaava määrä
  - Suolasumurasitettujen risteysiltojen jokaisesta liikenneaukosta otetaan 1 näytesarja
  - Meren suolasumun vaikuttaessa otetaan alapinnasta 2 näytesarjaa
  - Jos päällysrakenteen alapinnassa on vesivuotoa, otetaan lisäksi 1 näytesarja pahimmalta vuotoalueelta
- Aina otetaan vähintään 1 näytesarja kuivalta alueelta, koskee sekä kloridirasitettu että ei rasiitettuja rakenteita.
- Vetokokeiden lukumäärä määräytyy silta-aukkojen määrän mukaisesti
  - Laatan alapinnasta otetaan vähintään 2 vetokoetta, jos silta-aukkoja on enemmän kuin 3, tehdään 3 vetokoetta
  - Sivupinnasta / reuna-olokkeen alapinnasta tehdään vähintään 2 vetokoetta (1-2 silta-aukkoa). Silta-aukkoja ollessa  $\geq 3$ , tehdään 4 vetokoetta.
  - Reunakaistallisten laattasiltojen tapauksessa reunapalkkien tutkimuksia vastaava määrä
  - Pääkannattajista (palkkisilla) tehdään vähintään 3 vetokoetta. Jos silta-aukkoja  $> 3$ , tehdään 4 vetokoetta.
- Ohuthietutkimuksia tehdään aina vähintään 2 kpl ja puristuslujuuskokeita 3 kpl



# Menneisyyden rasiitteet

Materiaali / tutkittavat haitta-aineet	Asbesti ennen vuotta 1994	PCB ennen vuotta 1984	PAH ennen vuotta 1980	Raskas- metallit, sisältää lyijyn	Lyijy ennen vuotta 1990
sauma-aineet	kyllä	kyllä	ei	ei	kyllä
eristeet	kyllä	ei	kyllä	ei	ei
teräsmaalit	kyllä	kyllä	ei	kyllä	ei
betonimaalit ja pinnoitteet	kyllä	kyllä	ei	kyllä	ei

# Karbonatisoituminen ja betonipeitemittaukset

- Karbonatisoitumissyvyys mitataan kaikista irti poratuista betonilieriöistä, lukuun ottamatta päällysrakenteen yläpinnan näytteitä. Kun huomioidaan näytteiden suuri määrä, saadaan rakenteiden karbonatisoitumisesta vähintäänkin kattava yleiskuva
  - -> kloridirasitus kasvattaa tutkimuskohtia
- Betonipeiteimittauksia suoritetaan kaikille näkyvissä oleville rakenneosille, kattavasti koko sillan alueelta.

# Huomiot

- Infrarakenteiden (sillat) tutkimuksien ja tutkimusmäärien määrittämiseen on Väyläviraston ohjeistuksessa selkeät ohjenuorat, jotka ohjaavat yleensä kattaviin tutkimusohjelmiin
  - Tutkimusmäärissä on selkeästi huomioitu yleisimmät rasitustekijät ja millä alueilla ne vaikuttavat.
  - Tutkimusmääriä kasvatettiin merkittävästi edellisessä ohjepäivityksessä
- Tutkimusmäärissä nousee esille etenkin kloridi- ja kosteusrasitukset sekä tarkastettavan kohteen koko
- Harvinaisempien rasitustekijöiden ja tarkastuskohteiden ominaispiirteiden huomioinnin tarve jää päätarkastajan vastuulle.
- AKR:n huomiointia ei ole vielä ohjeistuksessa, usein se havaitaan vasta ohuthietutkimusten perusteella tai selkeimmissä tapauksissa silmämääräisissä tarkastuksissa. Lisänäytteiden ottaminen ennakkoon usein päätarkastajan vastuulla.
- Maanalaisten rakenteiden tutkimustarpeesta ei ohjeissa oteta kantaa. Tutkimustarpeen määrittäminen jää päätarkastajan vastuulle. Usein maanalaisia rakenteita ei tutkita.





# Kiitos!

Ari Husso  
DI, Suunnittelujohtaja  
Puh. 040 5620 123  
Etu.sukunimi@ains.fi

 **A-INSINÖÖRIT**