

Tutkimuskeskus

**TERRA**

Geo  
Road  
Rail

# Kuivatusratkaisujen toimivuuden ja vaikutusten arviointi

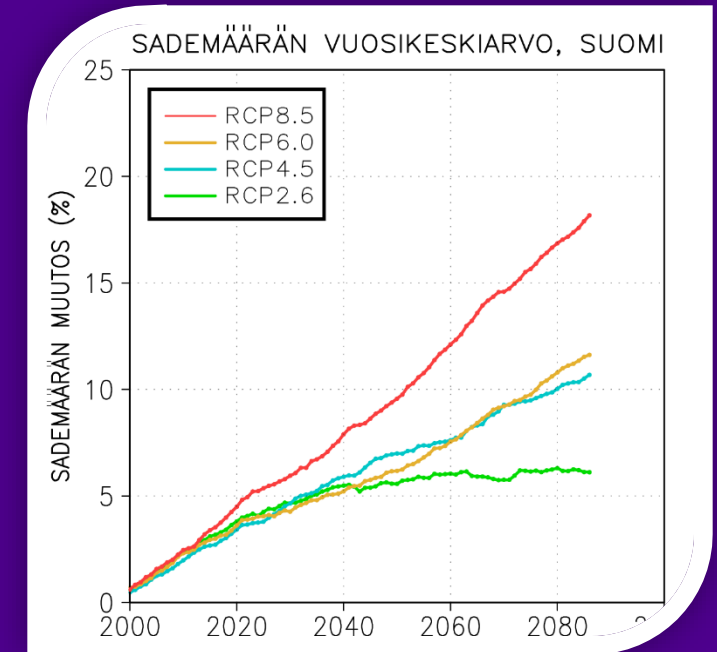
17.01.2023

Juha Latvala

[Juha.Latvala@tuni.fi](mailto:Juha.Latvala@tuni.fi)

# Miksi radan kuivatus on tutkimisen arvoista?

- Vesipitoisuuden kasvu heikentää maarakenteiden kuormituskestävyyttä
- Suomen rataverkon historia, pääosa radoista rakennettu 1800–1900 lukujen taitteessa materiaaleilla, jotka eivät vastaa nykyisiä vaatimuksia
- Ilmastonmuutos: kasvavat sademäärät ja sateiden voimakkuudet
- Monin paikoin ohjeissa todetaan, että maarakenteiden kuivatus on syytä pitää kunnossa. Kuitenkaan kuivatuksen todellisista vaikutuksista ei ole ollut olemassa selkeää tietoa
- Jos kuivatusparannuksella saadaan **vähennettyä epätasaisuusongelmia**, se on **kustannustehokas keino** verrattuna massiivisempiin toimenpiteisiin



Kuva: <http://ilmasto-opas.fi/Ruosteenoja>, Jylhä & Kämäräinen 2016  
(Climate Projections for Finland under the RCP forcing scenarios)

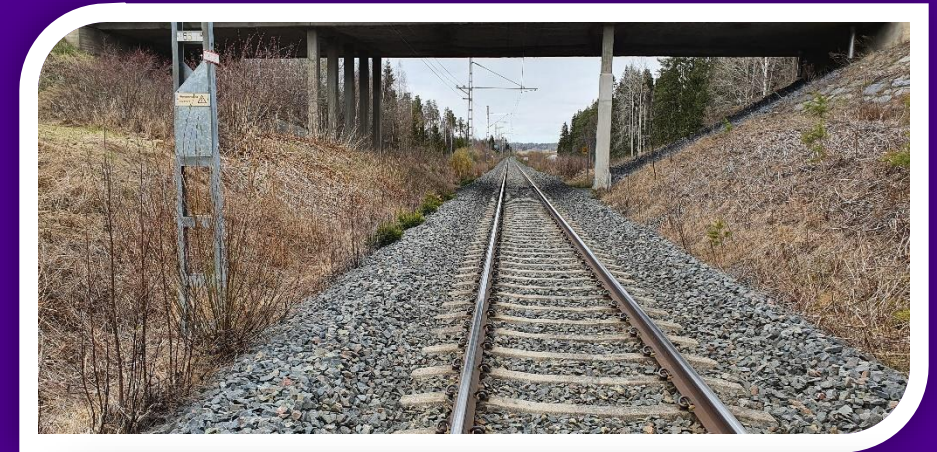
# Kuivatuksen nykytilanne

- ” RHK:n hallinnoimalla maa-alueella olevat sivuojat, niskaojat, laskuojat, leikkausojat sekä salaojat ja tasoristeyksiin liittyvät sivuojat tulee pitää alkuperäisen käyttötarkoituksen edellyttämässä kunnossa puhtaina virtausta oleellisesti vähentävästä kasvillisuudesta ja padottavista esteistä.” (RAMO 15)
- Perusparannetuilla rataosilla tilanne parempi, kevyemmin perusparannetuilla osuuksilla ongelmia jo perustason kuivatuksessa
- Tyypillisiä kuivatusongelmia:
  - Ojat vesakoituneet tai liettyneet umpeen. Kuivatustaso liian matala
  - Rummut ja salaojat tukossa / unohtuneet, kunnossapito puutteellinen
  - Vettä ei kyetä johtamaan rata-alueen ulkopuolelle



# Kuivatuksen kunnossapidon nykytila

- Aiemmin käytössä olleet kunnossapitosopimukset määrittivät kuivatuksen kunnossapidon toteutettavaksi ”*tarpeen vaatiessa*”
- ”*Tarpeen vaatiessa*” on vaikea ilmaisu, koska näkemys on laadullinen ja riippuu tarkastelijasta, käytännöt olivat hyvin vaihtelevia
- Uudemmissa kunnossapitosopimuksissa toimenpiteet on määriteltä selkeämmin, esim. tietty kilometrimäärä ojankaivuuta vuodessa ja koko kunnossapitoalueen ojien perkaus kunnossapitosopimuksen aikana.
- Tulevaisuudessa syytä ottaa käyttöön uusia, numeerista dataa tuottavia tarkastelumenetelmiä, esim. laserkeilaus, jotta toimenpiteet voidaan ajoittaa oikein rataosan ominaisuudet huomioiden



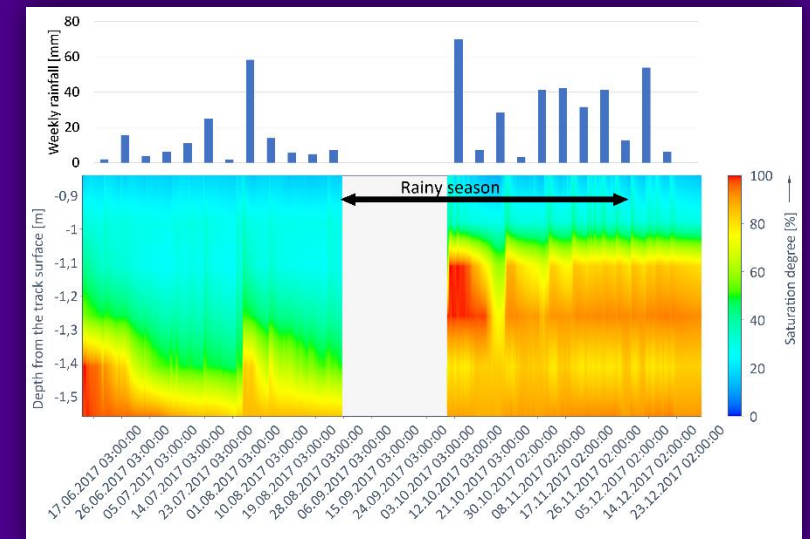
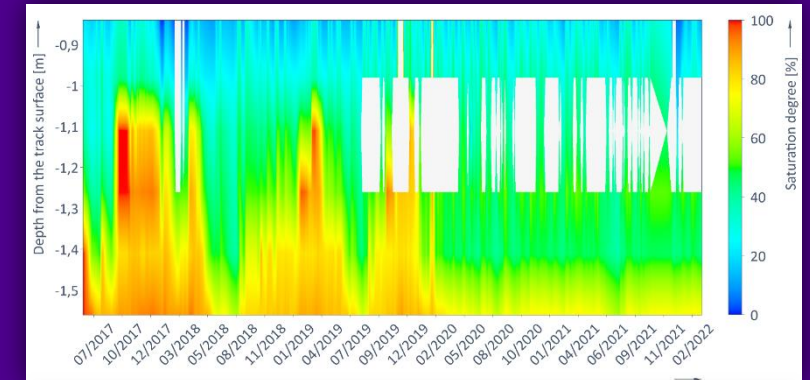
# Vesipitoisuus Suomen ratarakenteissa

- Tavoitteena on ollut selvittää
  - Millaisia vesipitoisuuksia alusrakenteissa esiintyy?
  - Miten vesipitoisuudet korreloivat pystysuuntaisiin siirtymiin?
  - Millainen vaikutus on kuivatuksen parantamisella?
- Kolme pysyvää mittausasemaa Rantaradalla erilaisissa kohteissa, km 44, km 98 ja km 137
- Kohteiden kuivatusparannukset
  - Saadaan mitattua tietoa vesipitoisuuksien muutoksista
- Lisäksi tarkasteltu 16 routaseuranta-aseman aineistoa, joista 8:ssa ollut vesipitoisuuden mittaus. Pitkä, yli 10 v mittaushistoria



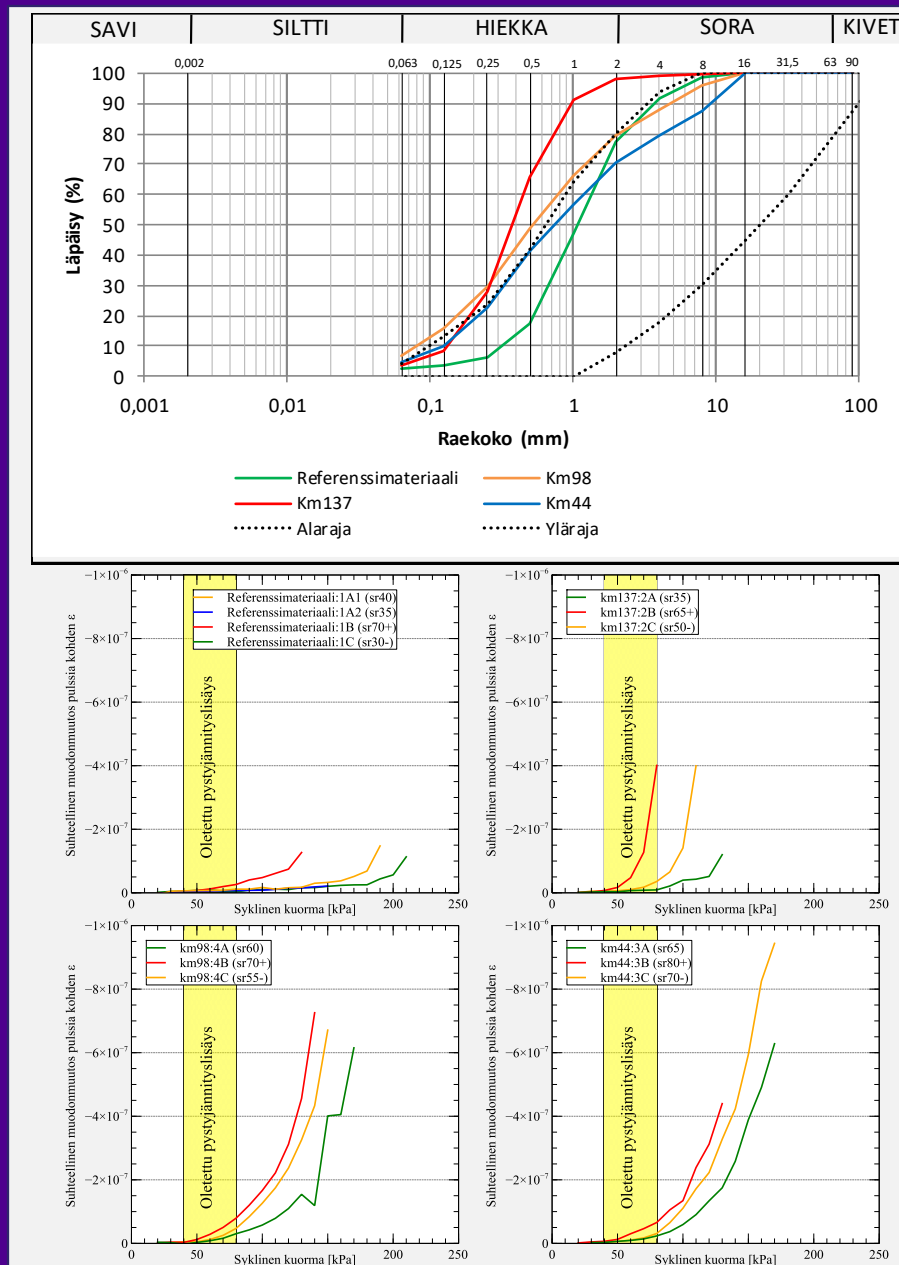
# Vesipitoisuus Suomen ratarakenteissa

- Mittausten perusteella vedenpinta ylettyy pahimmillaan lähes välikerrokseen saakka
- Kapillaarivyöhyke esiintyy tutkituilla hienorakeisilla hiekoilla 20-30 cm pohjavedenpinnan yläpuolella. Vesipitoisuus pienenee nopeasti pohjavedenpinnasta ylöspäin.
- Sateet eivät havaintojen perusteella kykene nostamaan seurantakohteiden kyllästysastetta lähelle kyllästynyttä tilaa
  - Kapillaariveden vaikutus kuormituskestävyyteen lienee pieni
  - Kuivatusparannukseen riittää, että vedenpinta saadaan pidettyä riittävän alhaalla.
- Roudan sulamishetkellä vesipitoisuus voi olla silti korkea, lähellä kyllästynyttä tilaa, mutta sitä on vaikea estää kuivatuksella



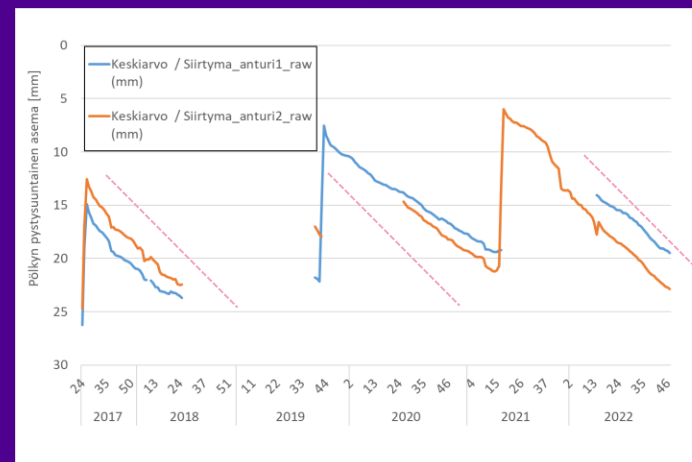
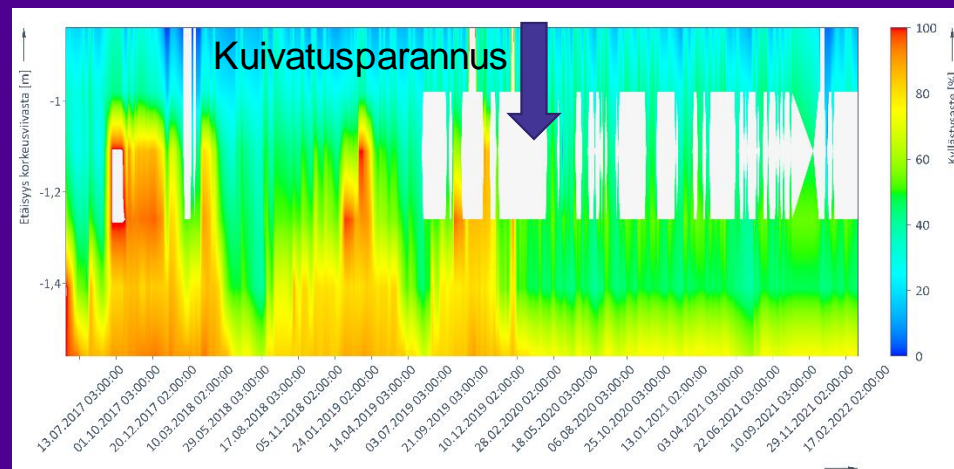
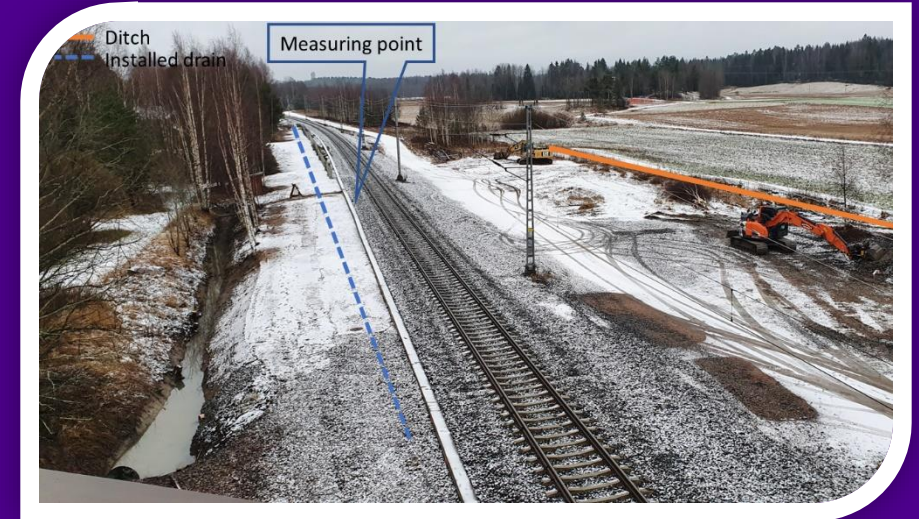
# Vesipitoisuuden vaikutus materiaalien toimintaan

- Kentältä otettuja alusrakennemateriaaleja on tutkittu laboratoriossa useilla eri koemenetelmillä. Materiaalien keskiraekoko on tyypillisesti liian pieni ja hienoainesmäärä liian suuri
- Kaikilla materiaaleilla vesipitoisuuden kasvu alentaa kuormituskestävyyttä ja vähentää näennäistä koheesiota
- Erityisesti liian pieni keskiraekoko ja suuri hienoainespitoisuus heikentävät materiaalin kykyä sietää suuria vesipitoisuuksia & kuormitusta
- Pääosin tarkastellut materiaalit toimivat alusrakenteessa hyvin, ellei radan yläosa ole lähes täysin kyllästynyt vedellä ja kuormitus raskasta (250 kN akselipainon liikenne).
- Tuoreimpien analyysien mukaan yli 200 kN akselipainolla olevaa liikennettä on suhteellisesti tällä hetkellä varsin vähän – merkityksellisten kuormitus syklien määrä siis rajallinen
- Tukikerroksen ja välikerroksen rooli tärkeä, eristyskerroksen jännitystilat ovat jo selvästi alhaisempia



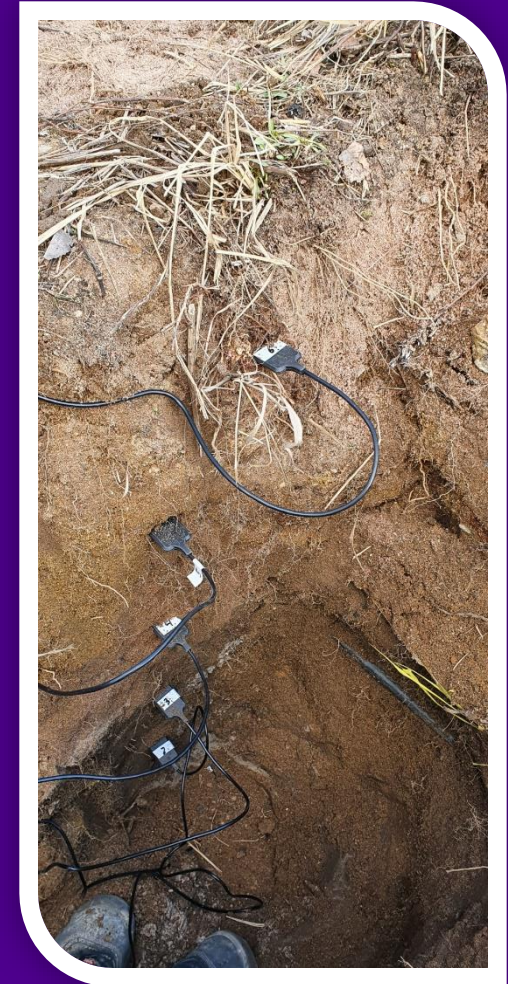
# Rantaradan kuivatusparannus, km44

- Uusi salaoja KV-1,85 m radan viereen + ojien perkaus
- Kuivatusparannus alensi vesipitoisuutta merkittävästi, vuodenaikaisvaihtelu katosi lähes kokonaan
- Siirtymänopeus ei muuttunut
  - Siirtymien lähde jossain muualla, kuin alusrakenteessa
  - Km44 tapauksessa syynä lieenee pohjamaan konsolidaatiopainuma, radan alla yli 16 m paksu pehmeä savikerros



# Tärkeimmät johtopäätökset

- **Kuivatuksen pitäminen kunnossa kannattaa aina**, mutta pahasti oireilevilla kohteilla pelkällä kuivatuksen parantamisella ei todennäköisesti ole saavutettavissa riittävää lopputulosta
- Nykyisillä akselipainoilla (pääosin maks. 225 kN) kuivatusseurantakohteilta ja routaseuranta-asemilta **ei ole tunnistettavissa veden vaikutusta alusrakennekerroksen deformaatioon**
  - Rakenteet toimivat siis pääosin odotetusti, vaikka materiaalit jonkun verran poikkeavatkin ohjealueesta
  - Pääsääntöisesti mitatut siirtymät seurantakohteilta ovat yllättävän pieniä, vaikka kohteet ovatkin jo tunnetusti keskimääräistä heikommissa poikkileikkauksissa
- Tiedetään, että 250 kN akselipaino alkaa jo selvästi ulosmitata alusrakennekerroksen ominaisuuksia verrattuna 225 kN liikenteeseen.
- Laboratoriokokeiden perusteella on tiedossa, että **tulvatilanteessa alusrakennekerros voi olla altis muodonmuutoksille erityisesti tavaraliikenteen alla**
- Tavanomaista suuremmat siirtymät ovat havaintojen perusteella usein liitettävissä pohjamaan ominaisuuksiin/konsolidaatiopainumaan, radan epäjatkuvuuskohtiin tai routimiseen



# Kiitos!

- Kaikki kuivatustutkimuksesta tehdyt artikkelit löytyvät seuraavan linkin ja QR-koodin takaa: <https://researchportal.tuni.fi/fi/persons/juha-latvala>
- Lisää tutkimuskeskus Terran rautatietutkimuksesta voi lukea osoitteesta <https://research.tuni.fi/terrarail/>

