

Tutkimuskeskus

TERRA Geo
Road
Rail

Tierakenteiden kuormitukset muuttuvat – kestävätkö rakenteet?

24.3.2026

Professori Pauli Kolisoja

Tutkimuskeskus Terra / Tampereen yliopisto

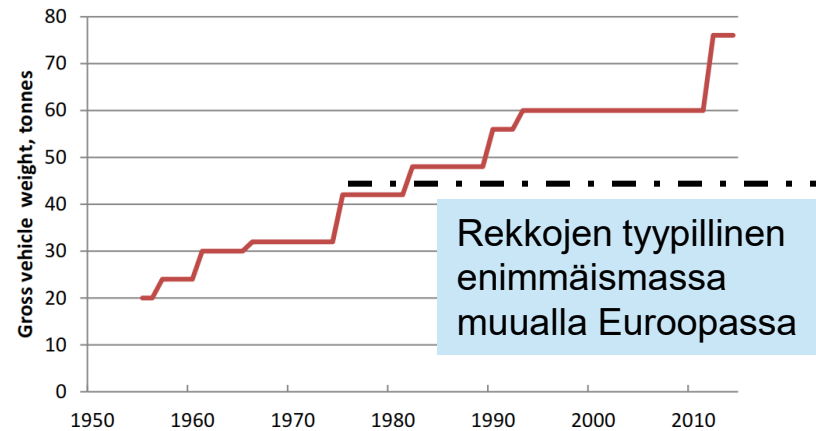
Esityksen sisältö

- Tierakenteisiin kohdistuvat kuormitukset
 - Liikennekuormitus
 - Ilmastokuormitus
- Tierakenteen vaurioitumismekanismeista
- Rengastuksen vaikutus tierasitukseen
- Ajouran vaihtelun vaikutus tien urautumiseen
- Uusi lähestymistapa tierakenteen urautumisriskin arviointiin
- Onko peräkkäisten akseleiden määrällä väliä?
- Asfalttipäällysteisiin liittyviä haasteita
- Onko tilanne mahdollista saada pidettyä hallinnassa?



Tienpidon ajankohtaiset haasteet

Ikäntynyttä, ohutpäällysteistä tieverkkoamme kuormittavat Euroopan raskaimmat rekat



Ilmastonmuutoksen vaikutukset kasvattavat omalta osaltaan tieverkon rasitusta



Nykyistä raskainta ajoneuvokalustoa Suomen tiestöllä



Raskaan liikenteen aiheuttamaa vaurioitumista Kt44:llä



Ilmastonmuutoksen vaikutukset tiestöllä

- **Nastarengaskuluminen:** vähemmän jääpolannetta ja enemmän kulumiselle altista märkää tienpintaa
- **Päällysteiden kestävyys:** jäätymis-sulamis-syklien määrä kasvaa
- **Tierakenteiden kuormituskestävyys:** vähemmän jäätymisen lujittamaa tierakennetta ja enemmän sulamisjaksoista aiheutuvaa pehmenemistä pitkin talvikautta
- **Tierakenteiden routakestävyys:** pienenevistä routasyvyyksistä johtuen routalinssit syntyvät lähemmäksi tien pintaa - erityisesti alempiluokkaisilla teillä routa yltää silti pohjamaahan asti
- **Kuivatuksen toiminta:** suuremmat hetkelliset sademäärät ja pidemmät kosteat jaksot varsinkin syksyllä → **toimivan kuivatuksen merkitys korostuu**



Tierakenteiden vaurioitumista aiheuttavat:

Liikennekuormitus



Ilmastokuormitus

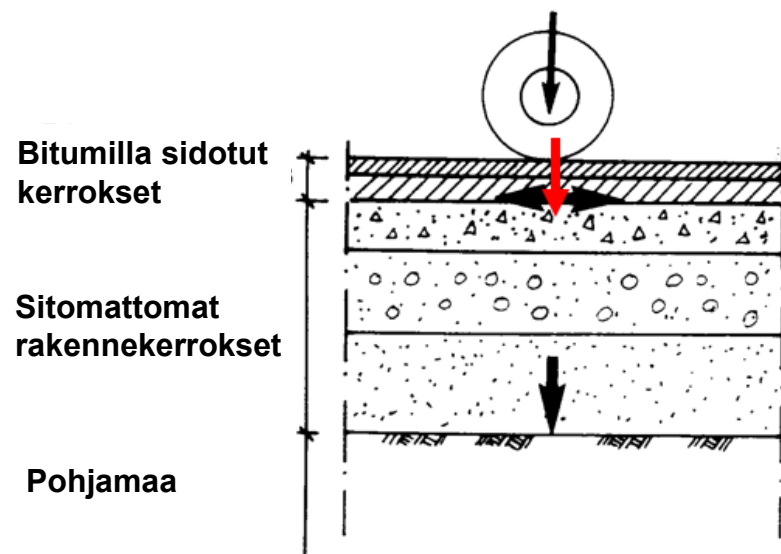


Liikenteen ja ilmaston yhteisvaikutus

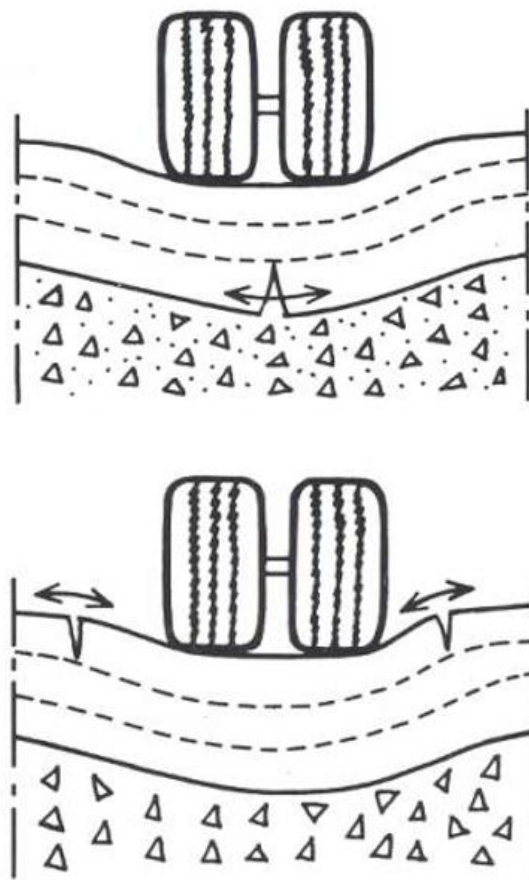


Vaurioitumiseen liittyvät tierakenteen kriittiset rasitukset

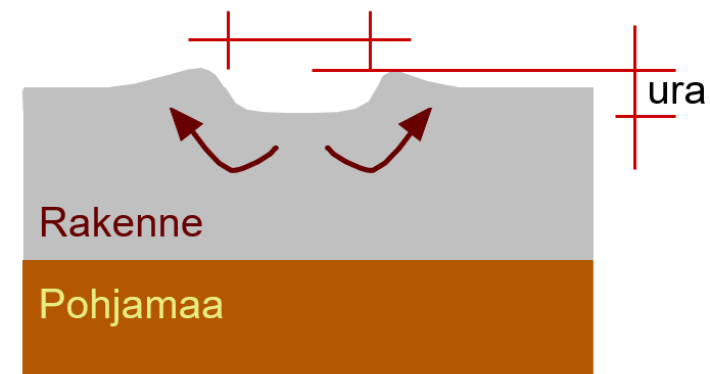
Kuormitetun tierakenteen kestävyden kannalta kriittiset kohdat



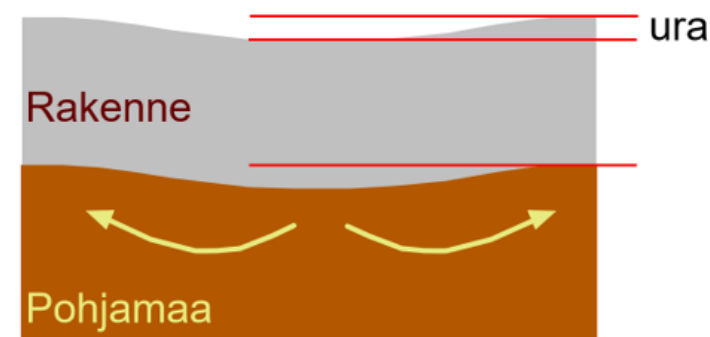
Päällysteen väsyminen



Deformaatiot/urautuminen



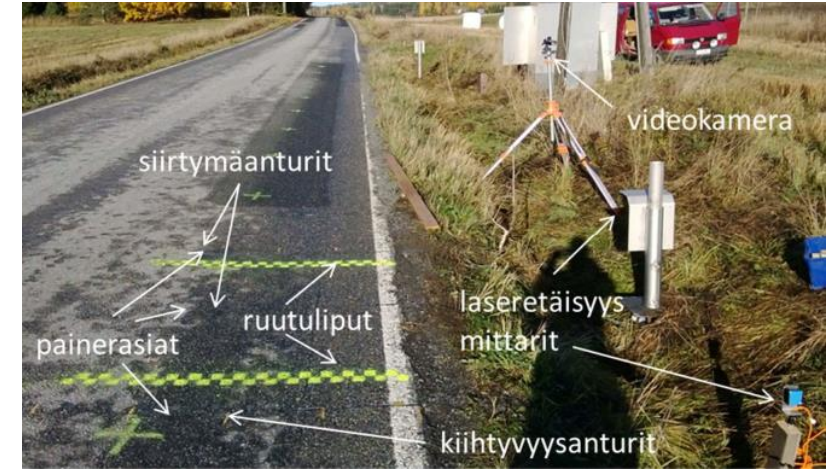
Tyypin 1 urautuminen



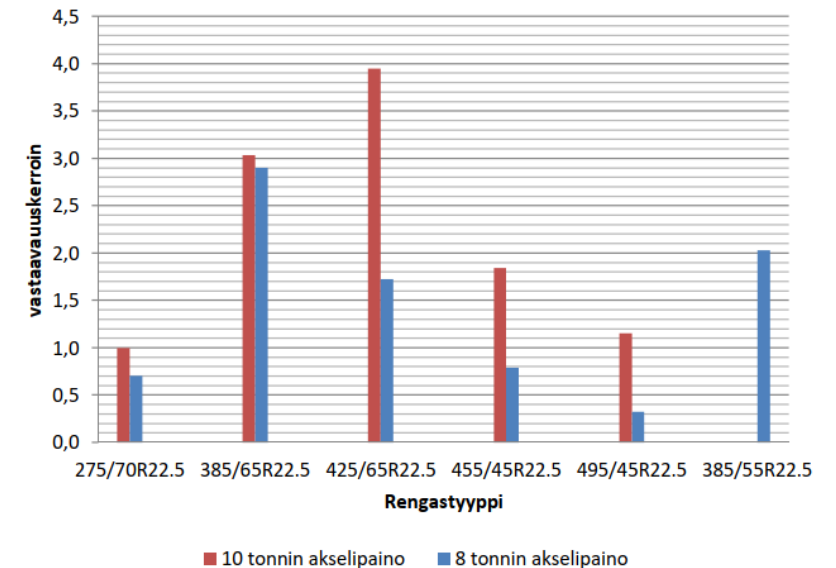
Tyypin 2 urautuminen

Rengastuksen vaikutus tierasitukseen

- Vertailtiin erilaisten rengastustyyppien aiheuttamaa tierasitusvaikutusta ohutpäällysteisellä tiellä 8 ja 10 tonnin akselipainoilla
- Normaalin yksittäispyörän rasitusvaikutus on noin 3 ... 4 –kertainen paripyöräkuormitukseen verrattuna; uuden sukupolven leveillä yksittäispyörillä ei juurikaan paripyöriä suurempi; selittävänä tekijänä erityisesti näiden matalampi optimi-ilmanpaine



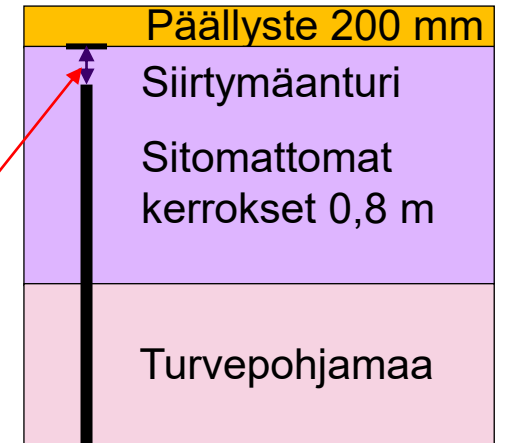
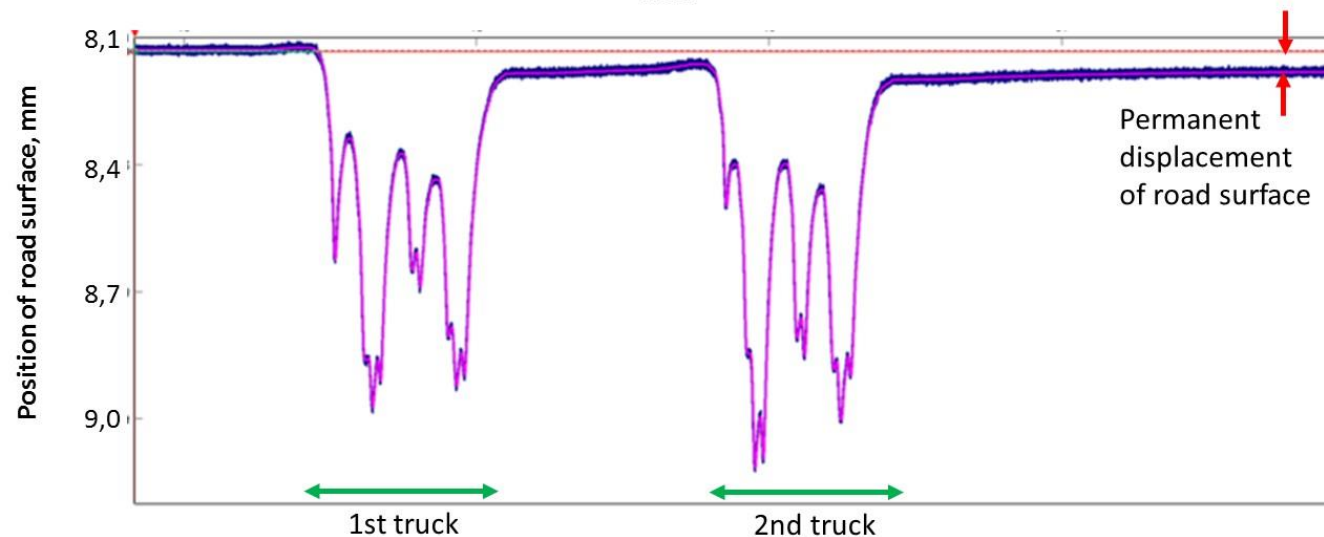
- 2 x 275/70R22.5
- 385/65R22.5
- 425/65R22.5
- 455/45R22.5
- 495/45R22.5



HCT-rekan kuormitusvaikutuksen mittausta Kt77:llä

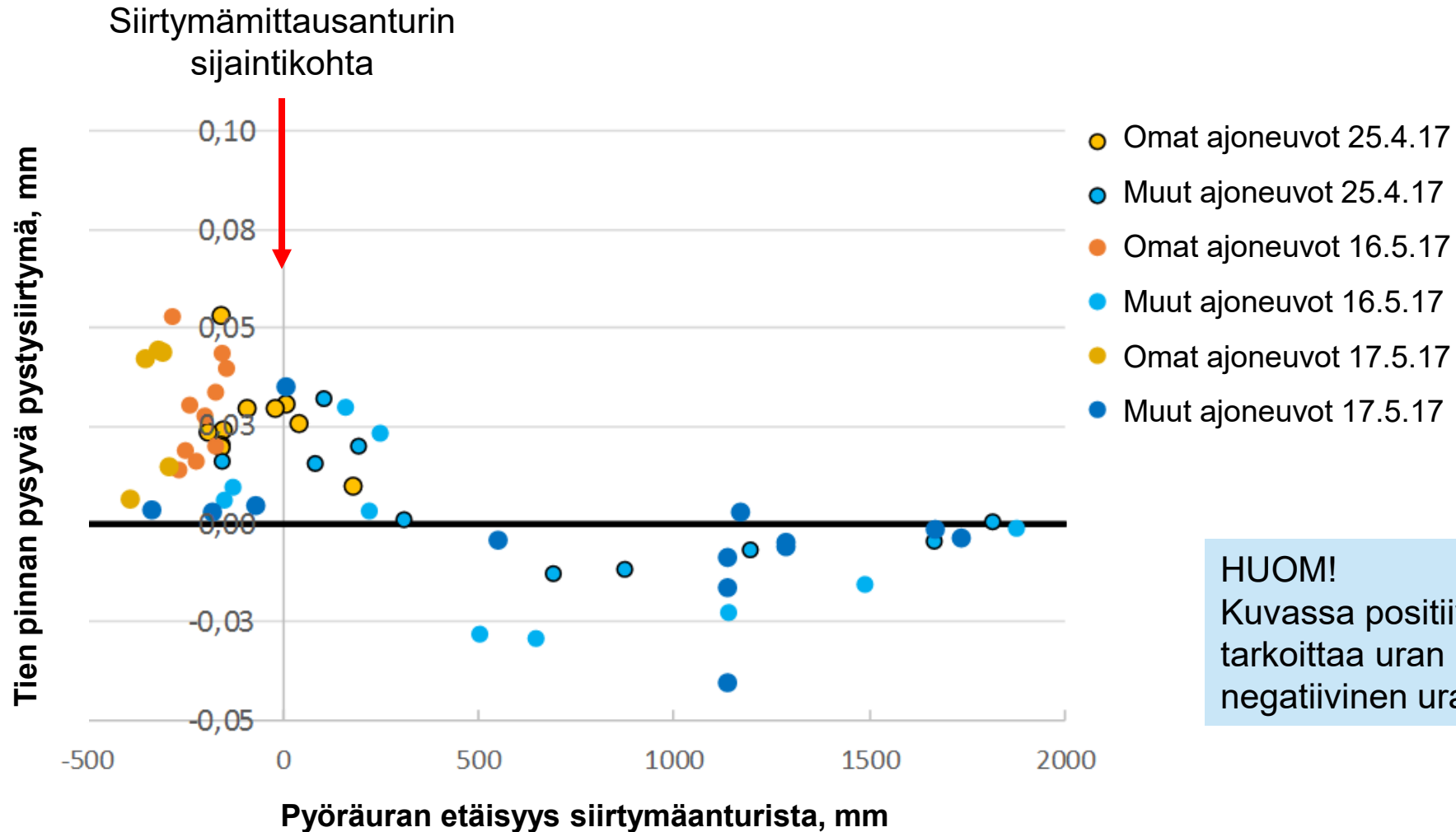


Time



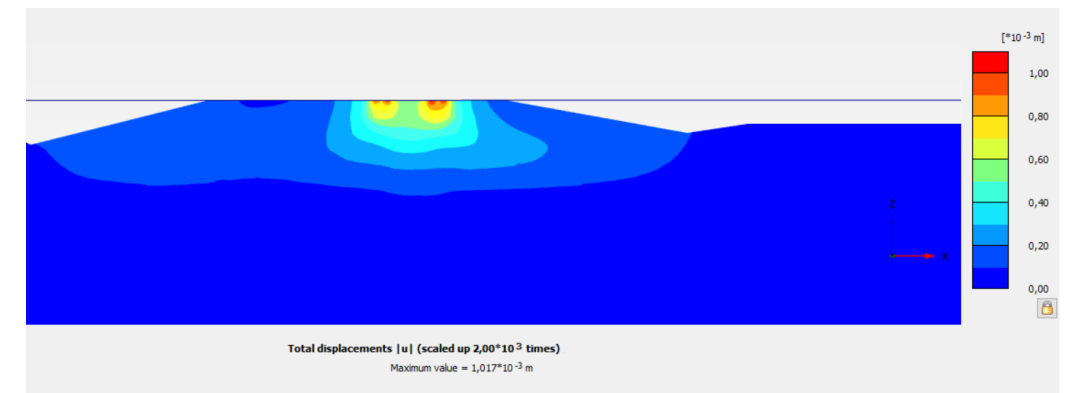
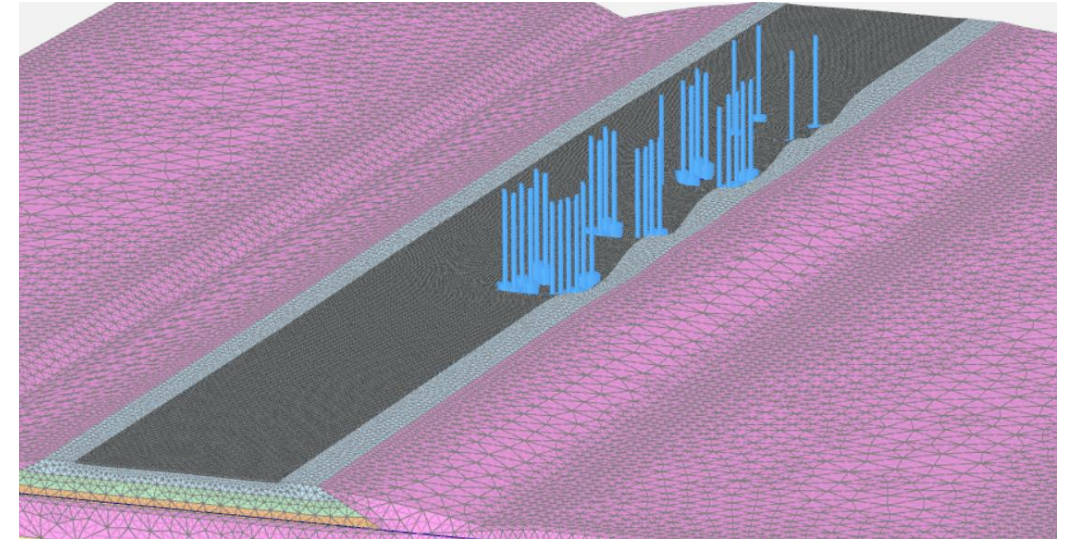
Siirtymäanturin ankkurointi kovaan pohjaan

Tien pinnan pystysiirtymä vs. pyöräuran paikka, Kt 77

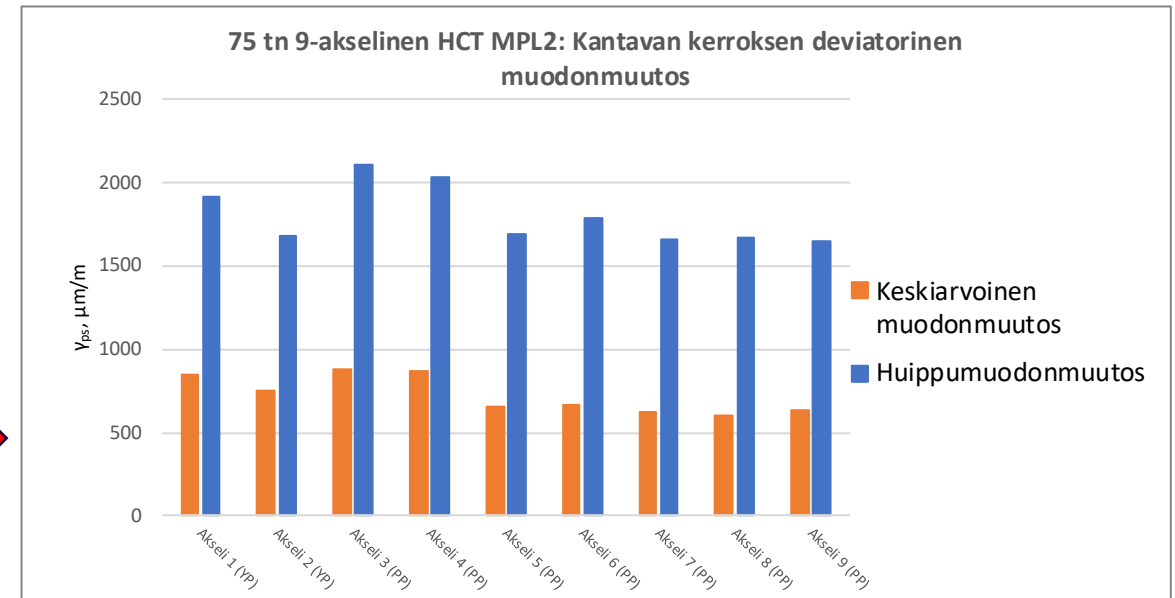
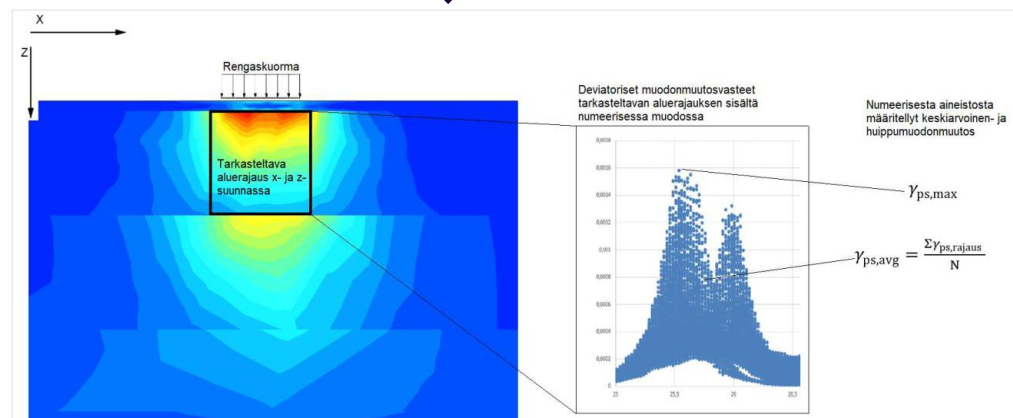
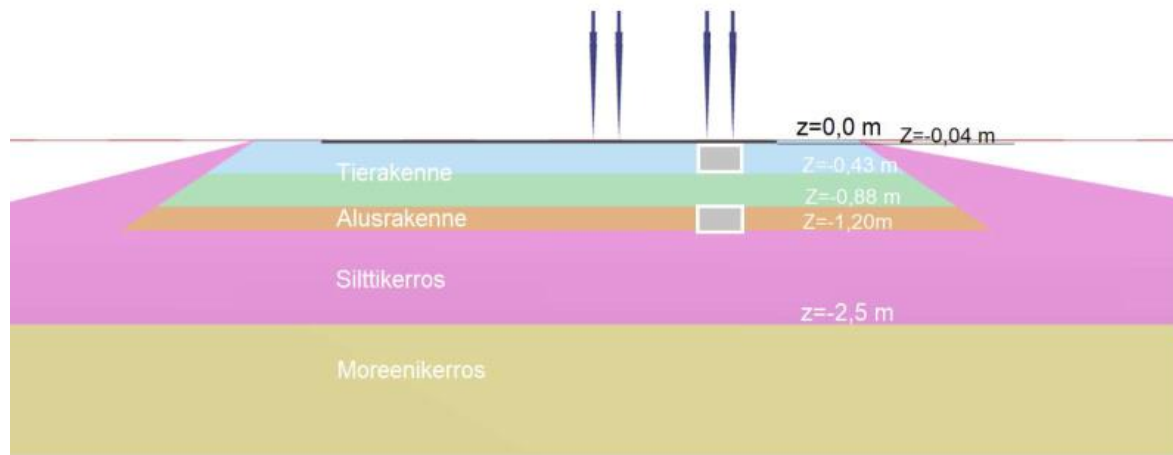


HUOM!
Kuvassa positiivinen suunta tarkoittaa uran kasvua ja negatiivinen uran pienenemistä.

Maantien 697 koekuormituskohde ja sen rakennemalli



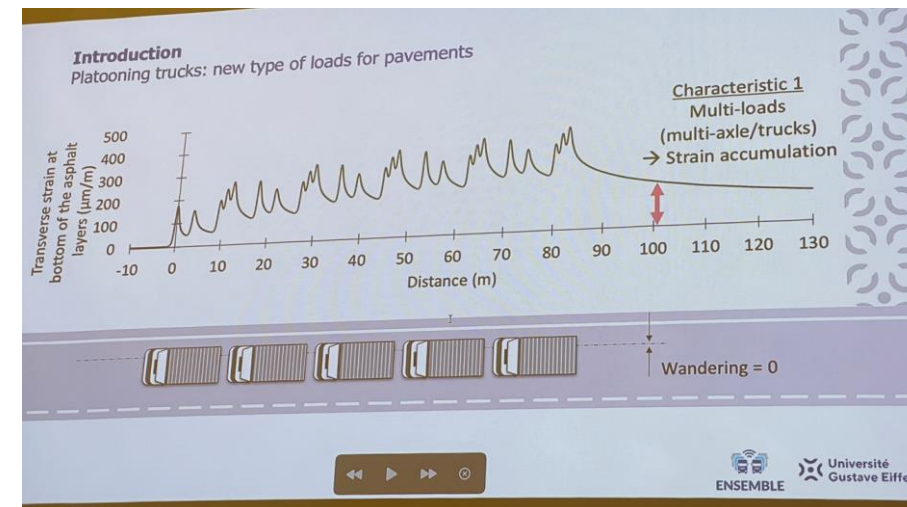
Deviatoristen leikkausmuodonmuutosten tarkastelu rakenteen kriittisissä kohdissa



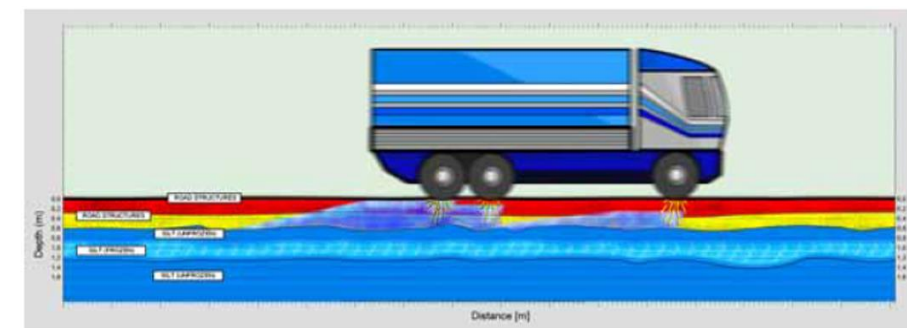
Onko peräkkäisten akselien määrällä väliä?

- Perinteisesti raskaiden ajoneuvojen kuormitusvaikutus on tavattu arvioida summaamalla yksittäisten akselien kuormitusvaikutukset yhteen nk. neljännän potenssin sääntöä soveltaen ('AASTHO-teoria'):

~~$$ESAL = \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i}{P_{ref}} \right)^4$$~~



- Peräkkäisten akselien määrän kasvaessa tämä otaksuma on merkittävästi virheellinen erityisesti asfalttipäällysteen poikkisuuntaisten venymien kannalta.
- Märän pohjamaan päällä olevilla ohuilla tierakenteilla veden pumppautuminen rakenteeseen voi myös oleellisesti heikentää rakenteen kuormituskestävyyttä.

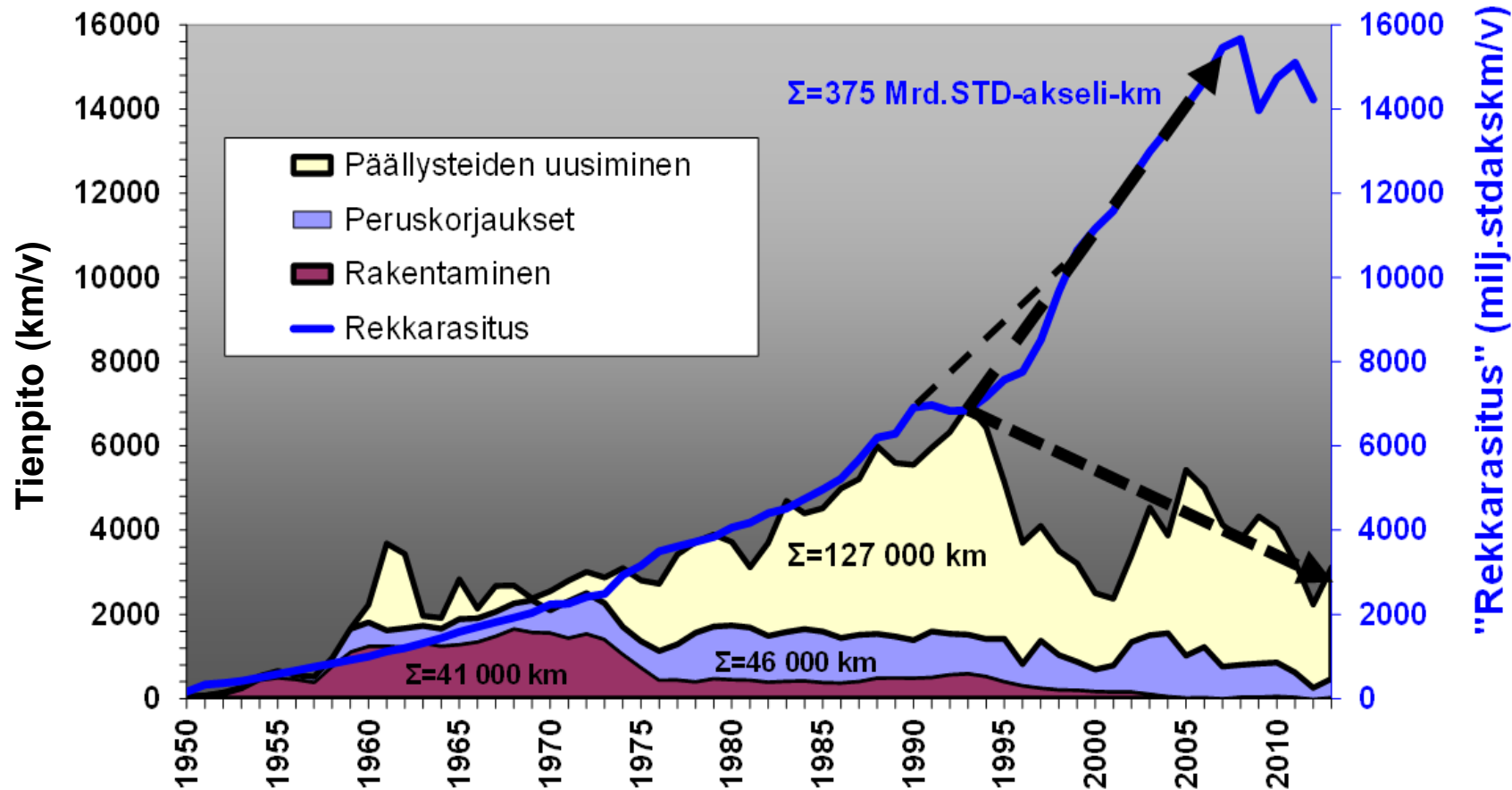


Asfalttipäällysteisiin liittyviä haasteita

- Nastarengaskuluminen
- Päällysteiden reikiintyminen
- Bitumisideaineiden muuttuminen
- Asfalttimateriaalien hallittu kierrätys
- Deformaatiokestävyys vs. kylmänkestävyys

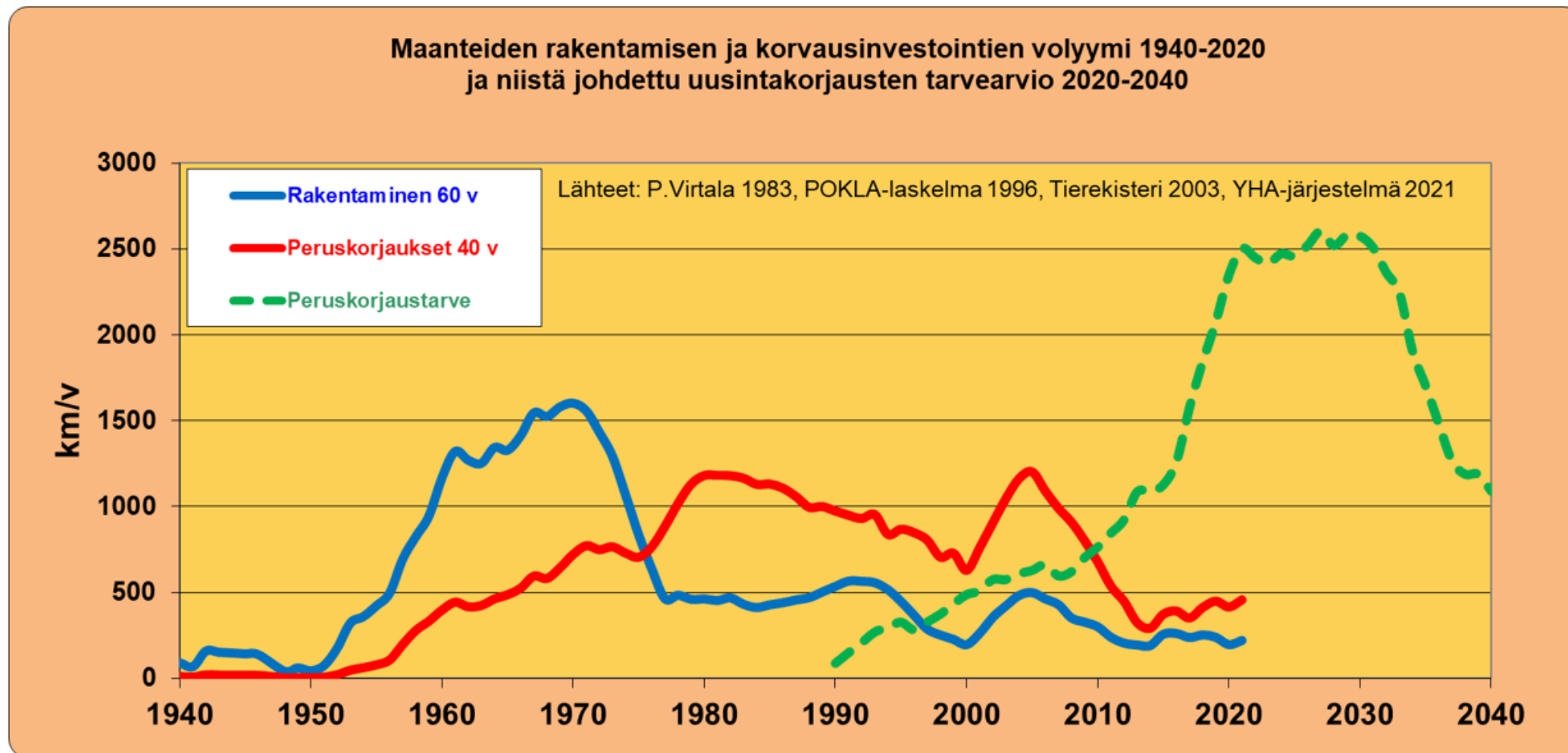


Raskaan liikenteen ajosuorite ja tienpidon 'määrä' 1950 →



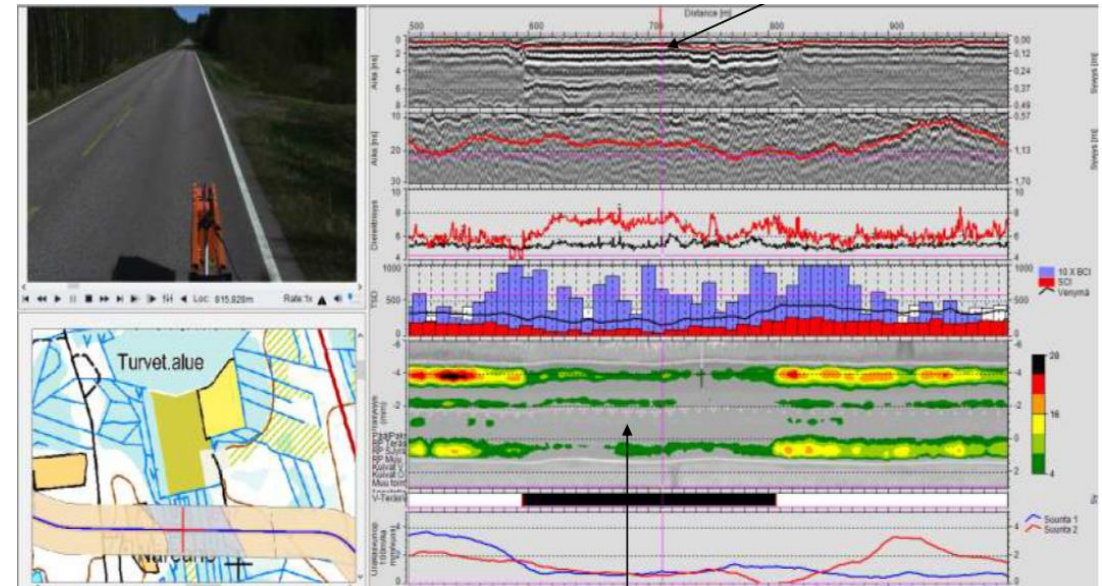
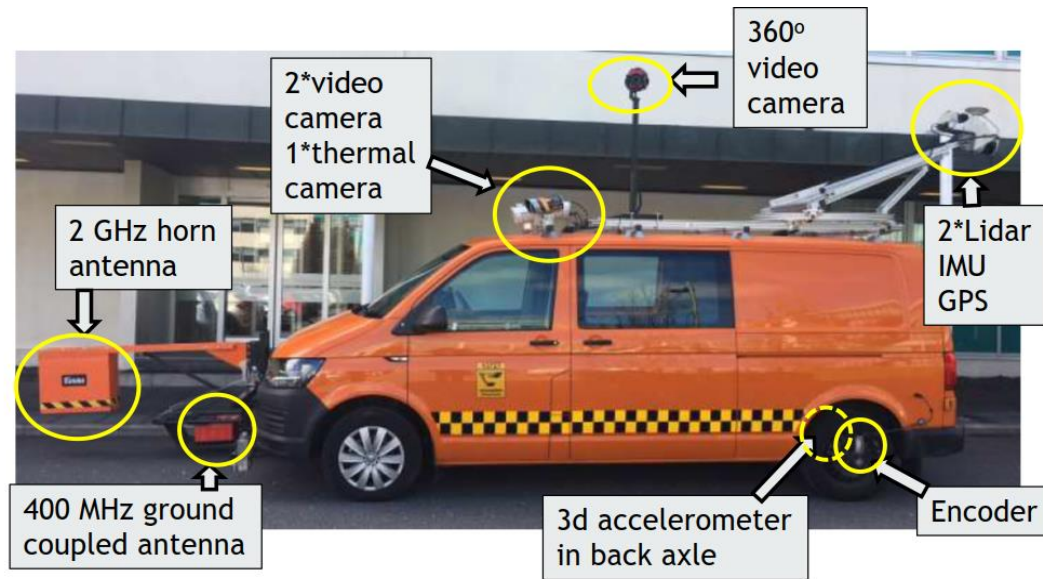
Lähde: Pertti Virtala, Destia Oy

Teiden ikään perustuva korjaustarpeen ennakointi



Lähde: Pertti Virtala, Destia Oy

Tienpidossa tarvitaan paradigman muutos reaktiivisesta toimintatavasta proaktiiviseen toimintatapaan



Proaktiivisen toimintatavan tunnusomaiset piirteet:

- Seurataan tiestön kuntoa säännöllisesti tehtävin mittauksin
- Tunnistetaan mittaustuloksiin tukeutuen vaurioitumisen juurisyyt
- Kohdistetaan oikein valitut korjaavat toimenpiteet oikeisiin paikkoihin
- Vahvistetaan heikoimpia kohtia ennen kuin ne ovat pahasti hajalla

Raskaiden rekkojen kuormitusvaikutukseen liittyviä Väyläviraston raportteja

1. Vuorimies, N., Kalliainen, A., Rossi, J., Kurki, A., Kolisoja, P., Varin, P. & Saarenketo, T. (2018) Tierakenteen rasittuminen yli 76 tonnin HCT-yhdistelmien koekuormituksissa vuosina 2015-2017. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 63/2018. 115 s ja 13 liites. Saatavissa: <https://www.doria.fi/handle/10024/165324>
2. Vuorimies, N., Kurki, A., Kolisoja, P., Varin, P. & Saarenketo, T. (2019) Tierakenteen rasittuminen yli 76 tonnin HCT-yhdistelmien koekuormituksissa vuonna 2018. Väyläviraston tutkimuksia 17/2019. 102 s ja 8 liites. Saatavissa: <https://www.doria.fi/handle/10024/173131>
3. Vuorimies, N., Kurki, A., Kolisoja, P., Varin, P., Saarenketo, T., Pekkala, V. & Haataja, M. (2019) Tierakenteen rasittuminen yli 76 tonnin HCT-yhdistelmien koekuormituksissa vuosina 2015-2018. Yhteenvetoraportti. Väyläviraston tutkimuksia 21/2019. 30 s. Saatavissa: <https://www.doria.fi/handle/10024/173541>
4. Vuorimies, N. Varin, P. & Kolisoja, P. (2023) Ohutpäällysteisen tierakenteen rasittumisen vertailututkimus 2022 - Kuormituskokeet 92- ja 75-tonnisilla ajoneuvoyhdistelmillä, Väyläviraston julkaisu 59/2023. 89 s. ja 22 liites. Saatavissa: <https://www.doria.fi/handle/10024/187847>

Kysymyksiä, kommentteja?

