



Aalto-yliopisto  
Insinööritieteiden  
korkeakoulu

# Mitä tiet kestävät – ovatko massat maksimissaan?

*Leena Korkiala-Tanttu 10.5.2017*

# Esityksen sisältö

- Taustaa
- Uusimpia tutkimustuloksia
- Paripyörä – yksittäispyörä
- Kokonaismassat
- Akselimassatutkimukset
- Huokosvedenpaineen kertyminen
- Yhteenveto ja tulevaisuuden haasteet



# Taustaa

- Syksystä 2013 alkaen ajoneuvoyhdistelmien kokonaispainoa (ja muita mittoja) nostettiin pysyvästi.
- Sen lisäksi erikoislupia neljälle metsäpuolen HCT (High Capacity Transport)-kokeilurekalle (2x 84 tn + 96 ja 104 tn). Alkusyksystä tulossa yksi lisää.
- Kaikkiaan Trafi on antanut erikoislupia 31 suureen yhdistelmään, myös malmipuolella.
- Kokonaispainojen noston taustalla tavoite parantaa kulutustaloutta, pienentää polttoainekulutusta ja CO2 päästöjä.
- Mahdolliset uhat: **tieverkon**, rakenteiden ja siltojen rappeutumisen kiihtyminen sekä liikenneturvallisuus

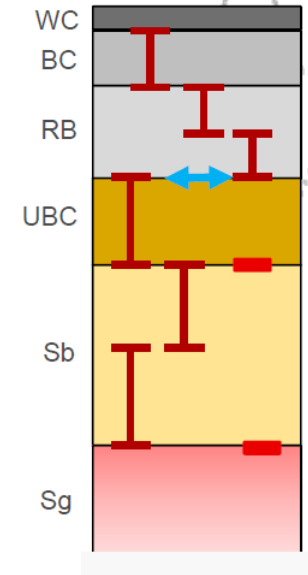
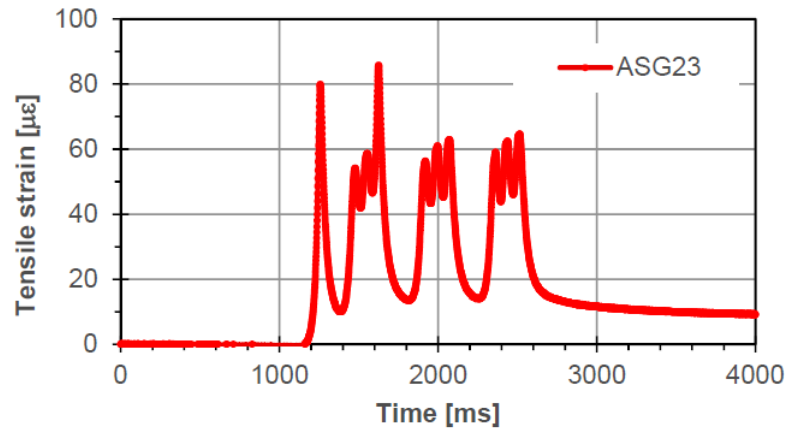
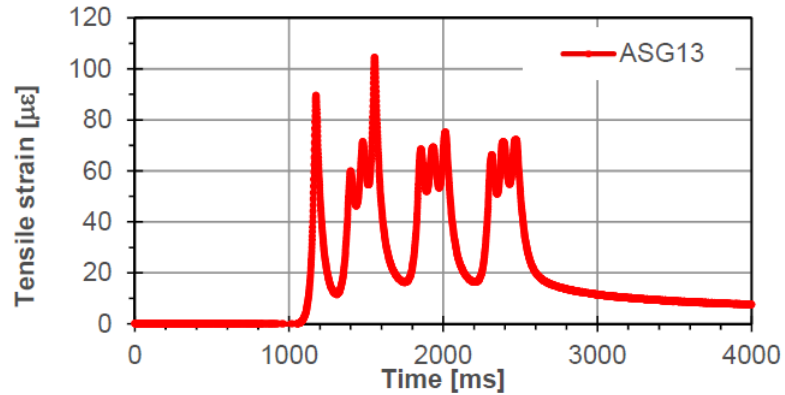


# Uusimpia tutkimustuloksia, Svappavaara VTI

- Testialue 10 akselisten malmirekkojen, kokonaispaino 90 tn vaikutusten arvioimiseksi. Neljä koealuetta, eri materiaalit
- Rakennettu 2012, mittauksia 2012 – 2015. Tutkimus jäi kesken kun kaivos lakkautettiin taloudellisista syistä.
- Tavoitteena oli verrata neljän koealueen käyttäytymistä, tutkia yleensä päällysrakenteen käyttäytymistä raskaan liikenteen alla ja luoda pohjaa mallinnusmenetelmille, joiden avulla rakenteen käyttäytymistä voidaan paremmin arvioida.

# Tuloksia: vetojännitys päällysteen alapinnassa

Aineisto: Sigurdur Erlingsson VTI

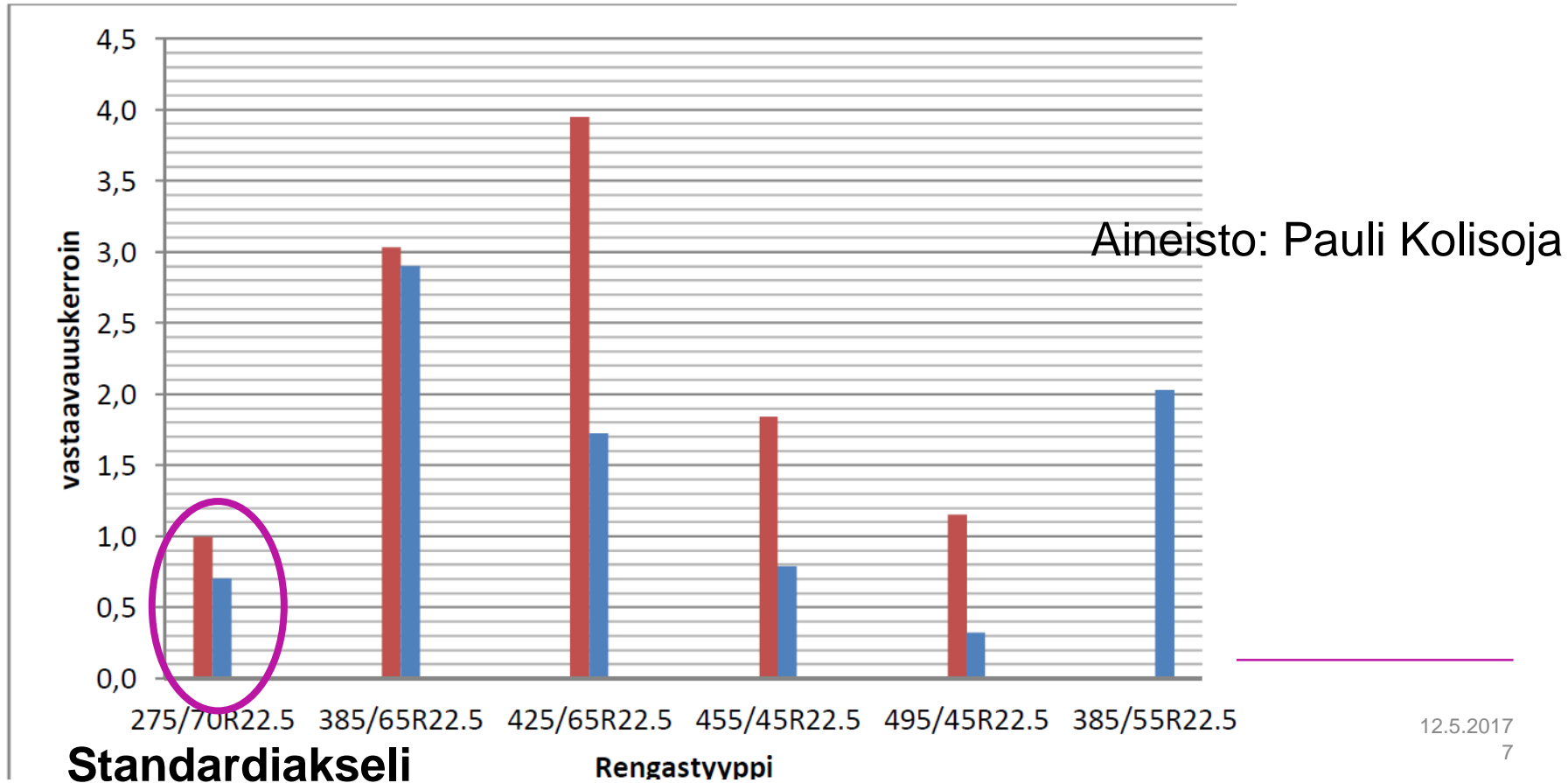


# Pari- vai yksittäispyöriä?

- Koemittauksia Vesilahdella 2015 instrumentoidusta tieosuudesta (mm. TTY)
- Testattiin erilaisia rengastuksia (pari 2 x 275, super single 385 ja 425, wide base 455 ja 495)
- Johtopäätös: rengastuksella selvä vaikutus, lähtöoletusten mukaan yksittäispyörä aiheuttaa lähes poikkeuksetta suurempia rasituksia koko tierakenteelle kuin paripyörä.
- Akselipaino vaikuttaa myös merkittävästi (8 tn vs. 10 tn)
- Rengastus vaikuttaa ohutpäällysteisellä tiellä pohjamaahan asti.
- Suuresta ilmapaineesta voi aiheutua paikallisia jännityshuippuja.

# Kuormitusvastaavuuskertoimet verrattuna standardiakseliin (10 t pp)

Oikeanpuoleisin pylväs kuvaa vetoauton eturengasta, jolla akselipaino oli 7,4 t.



# Akselimassatutkimukset

- Tutkimus tehtiin vuosina 2013-2014 (Destia)
- Havainnot 2372 ajoneuvosta sisältäen myös uusia ajoneuvomassoja
- Päivitetyt kuormituskertalukukertoimet

=> Siirtyminen uusien painojen ja ajoneuvotyyppien käyttöön on ollut paikoin nopeata

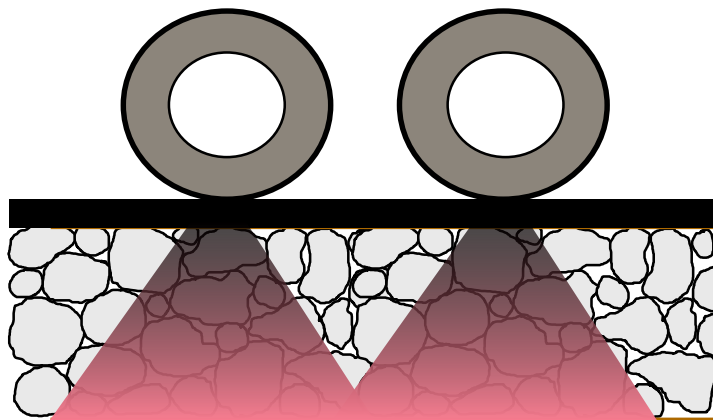
=>Kantavuuslaskentaohjeen ja siltojen suunnittelukuormien päivittäminen

=>Siltojen väsymismitoitusmenetelmän kehittäminen

Kuormausaste	Ajoneuvoryhmä			
	Kaip	Kapp	Kavp1	Kavp2
Tyhjät	0.62	0.48	0.69	0.70
Puolityhjät	0.70	1.02	1.60	1.01
Täydet	1.28	1.86	3.54	2.56
Keskimäärin	0.88	1.29	2.46	1.83

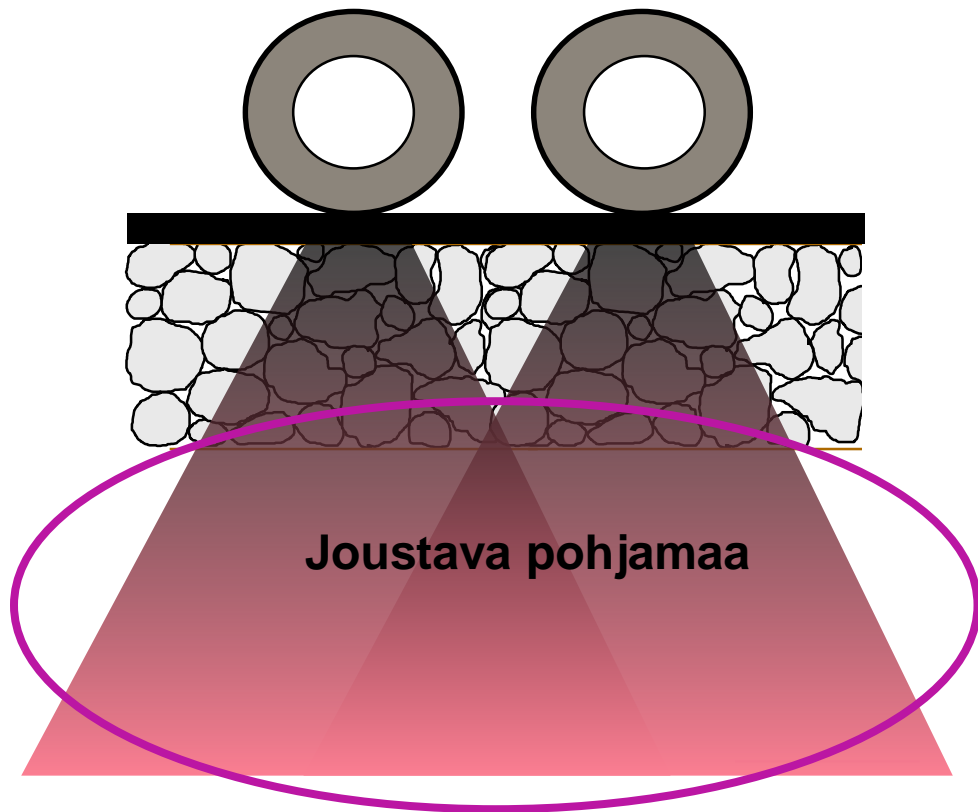


# Peräkkäisten akselien kuormitusvaikutus pohjamaassa



## Jäykkä pohjamaa

Jäykällä pohjamaalla peräkkäiset akselit toimivat erillisinä, mutta pehmeällä pohjamaalla niiden kuormitusvaikutukset yhdistyvät; vaikutus on sitä korostetumpi mitä ohuempi/heikompi on tien rakenne.

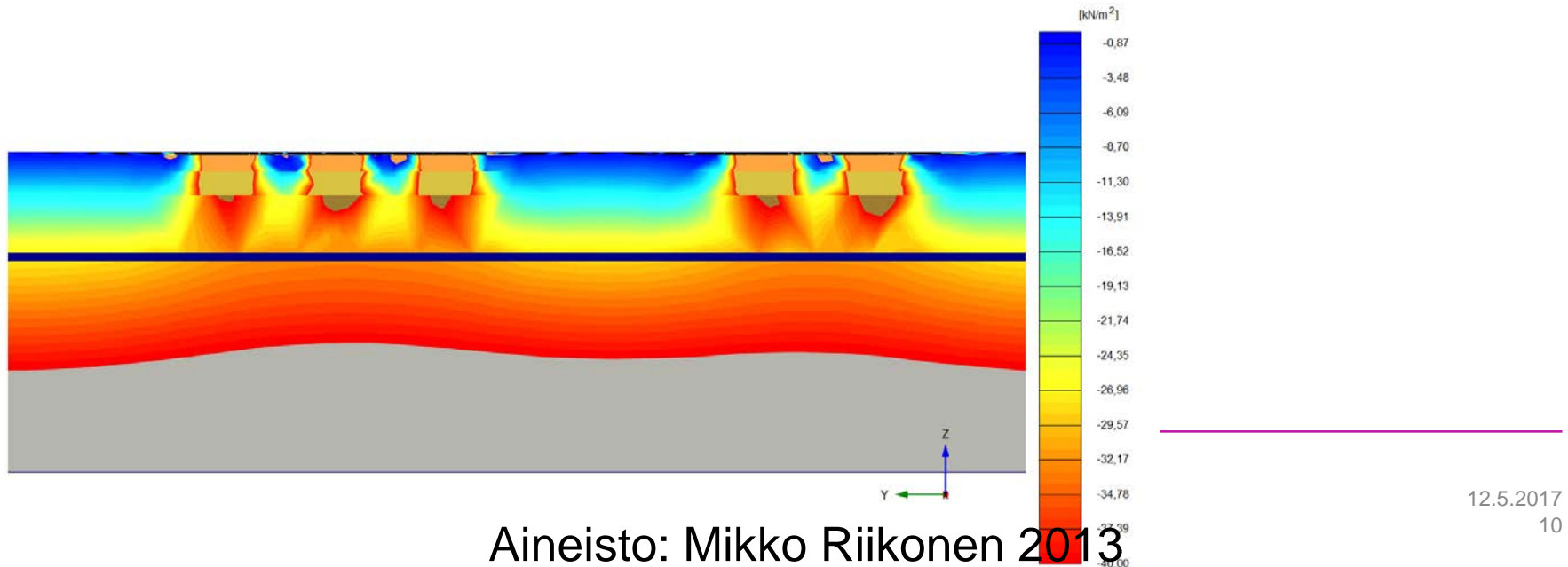


## Joustava pohjamaa

Aineisto: Pauli Kolisoja

# 3D Mallinnustuloksia Aalto

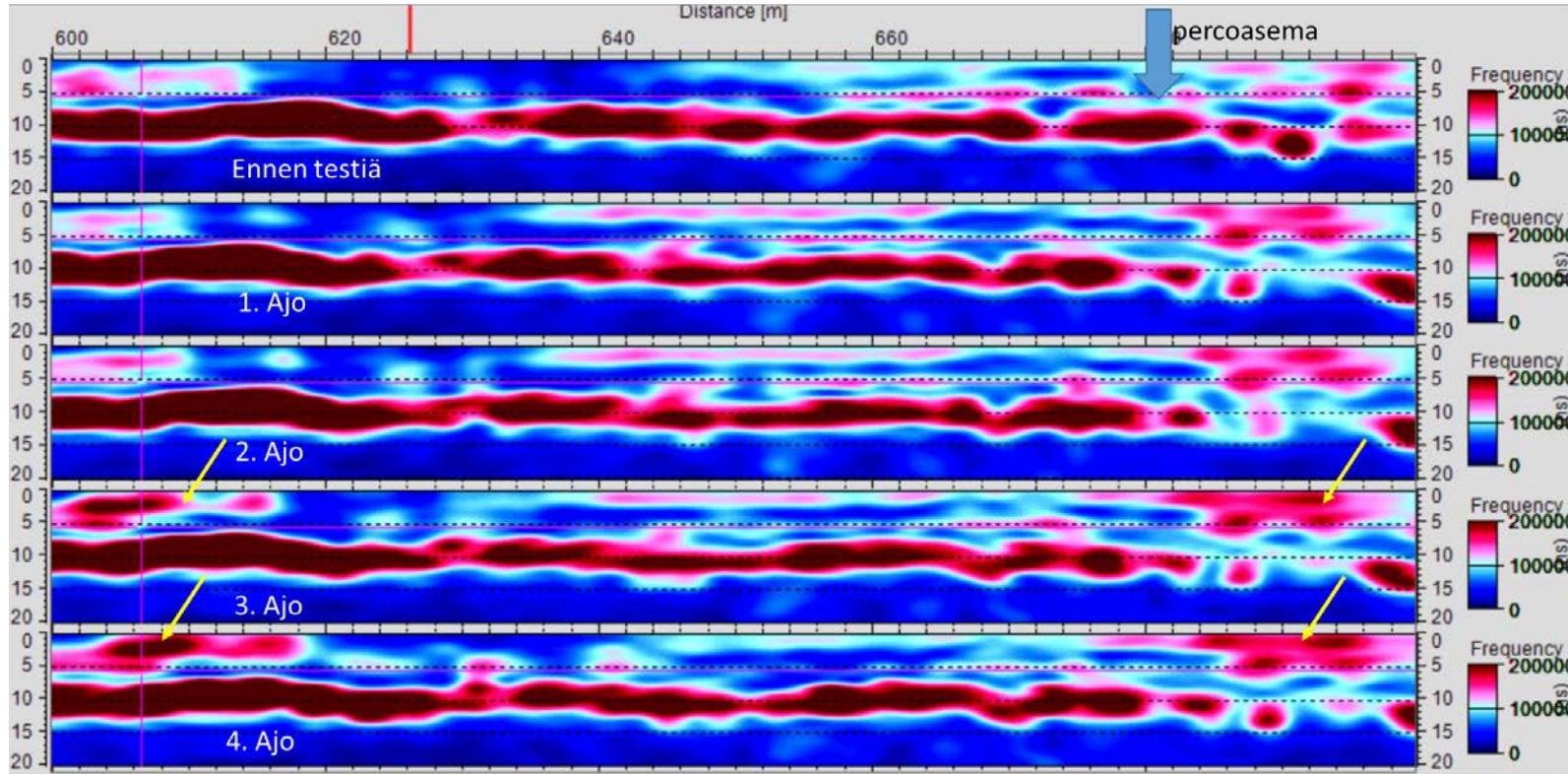
- Ratkaisevaa on yksittäisen akselin tai telirakenteen massa
  - Miten massa jakautuu akselien ja telirakenteiden kesken
- Vierekkäisillä akseleilla on yhteisvaikutus telirakenteissa, joissa akselit ovat hyvin lähellä toisiaan



# Mallinnustuloksia ja suosituksia

- Suuremmat kokonaismassat vaikuttavat haitallisesti etenkin ohutpäällysteisten tierakenteiden alaosiin sekä koheesiopohjamaahan
- Kokonaismassa nousee -> pystysiirtymät kasvavat
- Kuormitusvaikutuksia voidaan lieventää:
  - *Kerrospaksuuksien kasvattamisella*
  - *Jäykemmällä päällystekerroksella*
  - *Ylikuormattujen ajoneuvojen poistamisella liikenteestä (valvonta)*
  - *Toimivalla tierakenteen kuivatuksella*
  - *Jakamalla telirakenteen kuorma optimaalisesti akseleiden kesken*
  - *Alentamalla rengaspaineita*
  - *Pidentämällä akseliväliä*

# Rakenteessa tapahtuneet kosteustilan muutokset syksy 2017, maatutkaus



Angelintie, Inari, mittaukset Roadscanners

# Yhteenveto

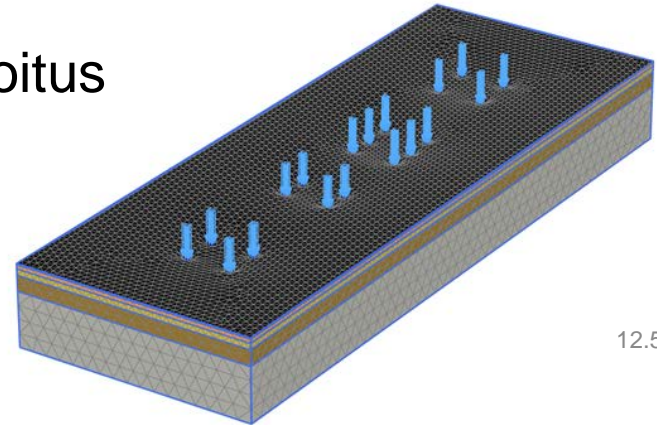
- Suositaan paripyöriä tai erittäin leveitä yksittäispyöriä
- Akselipainojen rajaaminen
- Akselimäärien kasvattaminen, jolloin ajoneuvon pituus kasvaa
- Ongelmana **alempi tieverkko** ja siellä päällysrakenteeseen tai pohjamaahan kertyvä huokosvedenpaine erityisesti märkinä jaksoina.
- Muuttuva rengaspainejärjestelmä parantaa tilannetta.





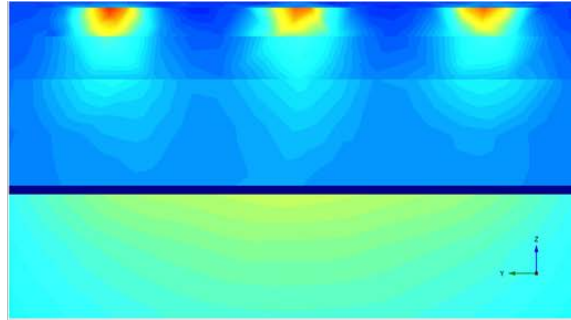
# Tulevaisuus

- Paine kasvattaa ajoneuvojen kokonaiskuormaa jatkuu
- Jonkin verran mahdollisuus kasvattaa ylemmällä tieverkolla.
- Pehmeiköille perustettujen alemman tieverkon teiden vaurioituminen tulee todennäköisesti kasvamaan jo nykyisillä massoilla
- Kuivatuksesta huolehtiminen
- Ilmastonmuutoksen vaikutus esim. pidempiaikaiset märät jaksot talvella
- Paremmat ennustemallit ja periodimitoitus
- Tienpidon määrärahojen riittävyys?



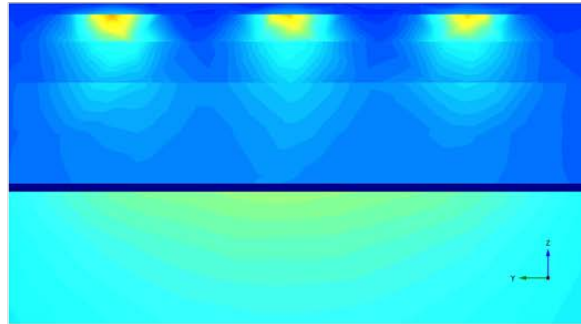
# Kiitos

3-aks. 27 t  
Pystysuuntainen  
muodonmuutos



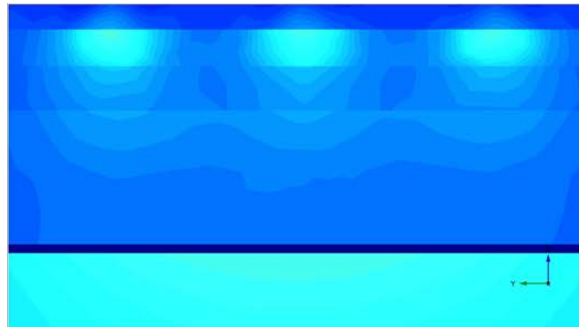
**Ohut päällysrakenne**

0,4AB



**Keskipaksu  
päällysrakenne**

0,8AB



**Paksu  
päällysrakenne**

10,0AB