



# IT parantamaan energiatehokkuutta ja turvallisuutta

RASTU Raskas ajoneuvokalusto:  
Turvallisuus, ympäristöominaisuudet  
ja uusi tekniikka 2006 – 2008  
*Tietoisku tärkeimmistä tuloksista*





Liukkauden vaikutukset ja keinot vaaratilanteiden vähentämiseksi

# TAUSTAA

Kai Noponen, 4.11.2009

OULUN YLIOPISTO  
UNIVERSITY of OULU



# Liukkauden vaikutukset

- Suomessa loukkaantui vuonna 2007 noin 3300 ihmistä märällä, lumisella tai jäisellä kelillä (Järvinen ja Orjala 2008)
  - Tosin kaikissa tapauksissa liukkaus ei välttämättä ollut päätekijä.
- Liukas ajokeli talvella nostaa onnettomuusriskin noin 2-35 kertaiseksi (Salli et al 2008).
  - Onnettomuusriski on suurin silloin, kun ajokeli muuttuu odottamattomasti.



# Muuttuvat olosuhteet pääsyy

- Etenkin syksyisin ja keväisin liukkaus esiintyy mustana jäänä.
  - Sen erottaminen pitävästä mustasta asfaltista on vaikeaa
  - Kuljettaja ei välttämättä osaa muuttaa ajotapaansa varovaisemmaksi.
- Lisäksi liukkaus voi tulla yllättävissä paikoissa, kuten alamäissä tai muissa näkyvyydeltään huonoissa paikoissa
  - Kuljettaja ei ehdi varautua liukkauteen ennen kuin pito merkittävästi heikkenee.



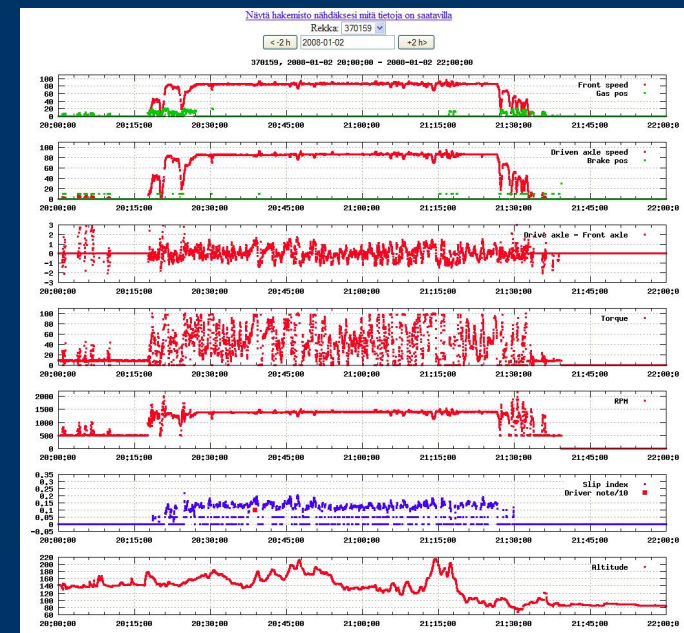
# Vaaratilanteiden ennaltaehkäisy

- Liukkautta voidaan pienentää tienhuollollisin keinoin.
  - Esim. suolaus tai hiekoitus.
  - Ongelmana on tietää, mitkä tienkohdat vaativat eniten huoltoa.
- Ennakkovaroitus liukkaasta alueesta voi vähentää riskejä.
- On tarve menetelmille
  - arvioida tiellä olevaa liukkautta ja
  - välittää tätä tietoa edelleen.



# LIUTU menetelmä

- Aiemmassa VTT:n LIUTU-hankkeessa todettiin liukkaudentunnistusmenetelmän idean toimivuus.
- RASTU projektissa menetelmä toteutettiin ja jatkokehitettiin päätelaitteisiin OY:n toimesta.
  - Reaaliaikainen hälytys kuljettajalle.
  - Tietojen välitys palvelimelle.
- Laitteet on asennettu Transpoint Oy:n ajoneuvoyhdistelmiin.



# TULOKSET

Kai Noponen, 4.11.2009

OULUN YLIOPISTO  
UNIVERSITY of OULU



# Julkaisut

- Varanka M. (2009) Tien liukkauden mittaus- ja visualisointisovellus kuorma-autoille. Oulun yliopisto, sähkö- ja tietotekniikan osasto. Diplomityö, 94 s.
- Varanka M, Erkkilä K, Noponen K, Mäkelä K & Seppänen T (2008) Automatic road slipperiness detection of heavy duty vehicles. Proceedings of the 11th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC'08), AutoICT 2008, Saariselkä, Finland, 2008.
- RASTU-raportit ([www.rastu.fi](http://www.rastu.fi))

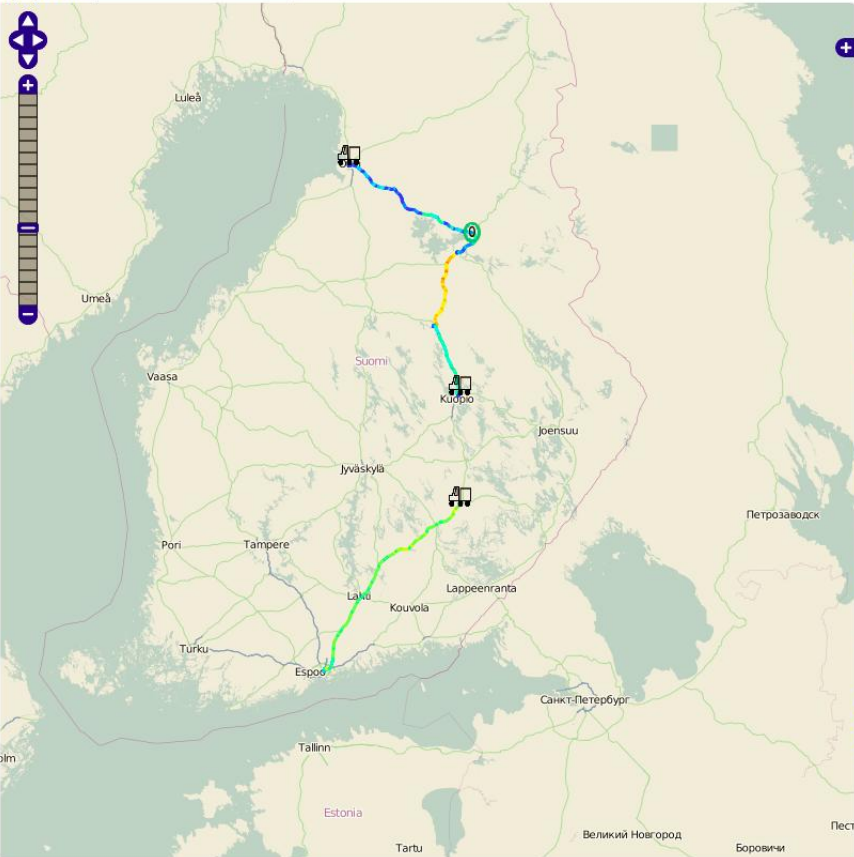


# Visualisointisovellus

Animaatio:   Animoointinopeus:    Reittien näkymisaika:  tuntia

Animoinnin alkuhetki:    kello:

Nykyhetki:



96: Pressed key: s

Näytä rekat   
Näytä sääasemat   
Näytä tapahtumat   
Näytä kitkamittaukset   
Poista vanhoja pisteitä

Kuorma-autojen suodatus:  
 137160  
 370159  
 370161  
 390006

Kitkamittaimien suodatus:  
 two  talla\_JMV  talla\_JSU  
 talla\_SKK  talla\_JAR  talla\_PAW  
 talla\_HEA  talla\_OSA  talla\_TAT  
 talla\_SJR  talla\_JS  talla\_JSC  
 talla\_MTT  talla\_RIK  talla\_SAK  
 talla\_PAM  talla\_JAU  talla\_JOT  
 talla\_JUL  talla\_MIM

[Mahdollisesti usein kysytyjä kysymyksiä](#)  
[Kuvaajia rekkojen mittaamista arvoista](#)  
[Muutoshistoria](#)  
[Symbolien selitykset](#)



# Suorituskyvyn arvioinnin ongelmia

- Jotta voidaan arvioida liukkaudentunnistusmenetelmän hyvyttä, pitää sitä verrata totuustietoon
  - Ongelma on tietää todellinen liukkaustilanne.
- Liukkausalgoritmin tuottamia arvoja on verrattu:
  - kuljettajien tekemiin liukkausarvioihin,
  - kitkamittarien mittauksiin ja
  - tiesäähavaintoasemien mittauksiin.



# Suorituskyvyn mittareita

A = sääasema

L = LIUTU  
= liukkauden  
tunnistus

- Sensitiivisyys =  $P(L|A)$ 
  - Kuinka suurella todennäköisyydellä LIUTU hälyttää, kun sääasema hälyttää.
- Spesifisyys =  $P(L^c|A^c)$ 
  - Kuinka suurella todennäköisyydellä LIUTU ei hälytä, kun sääasema ei hälytä.
- Positiivinen ennustearvo (PPV) =  $P(A|L)$ 
  - Kuinka suurella todennäköisyydellä sääasema hälyttää, kun LIUTU hälyttää.
- Negatiivinen ennustearvo (NPV) =  $P(A^c|L^c)$ .
  - Kuinka suurella todennäköisyydellä sääasema ei hälytä, kun LIUTU ei hälytä.





Vertailu kuljettajien antamiin liukkausilmoitukseen

# TULOKSET – OSA 2

Kai Noponen, 4.11.2009

OULUN YLIOPISTO  
UNIVERSITY of OULU

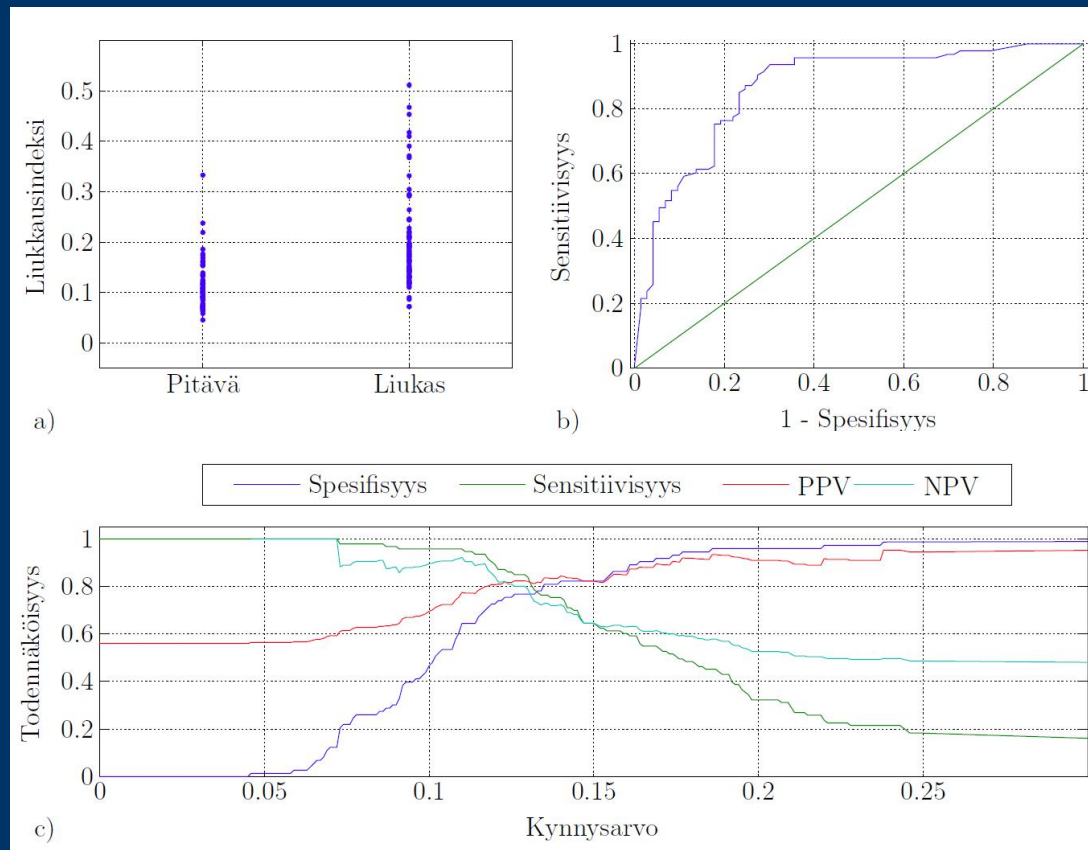


# Kuljettajan tekemät arviot

- Kuljettajalta kerättiin arvio muodossa
  - 0 = "ei liukasta"
  - 1 = "ehkä liukasta"
  - 2 = "liukasta"
  - 3 = "erittäin liukasta"
- Näistä muodostettiin yhdistämällä luokat:
  - PITÄVÄ = 0 & 1
  - LIUKAS = 2 & 3



# Tulokset rekalle 1



a) mitatut arvot ryhmiteltyinä luokkiin kuljettajan merkinnän mukaisesti

b) ROC-käyrä, AUC = 0,870

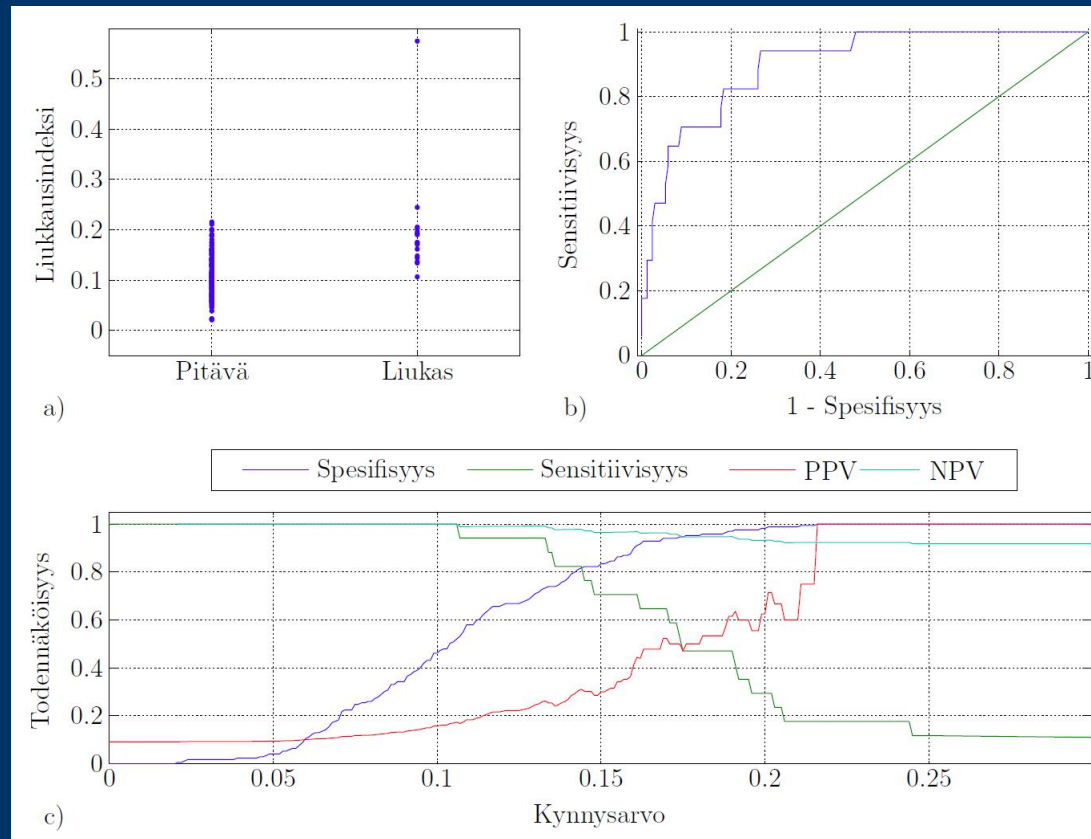
c) Todennäköisyydet kynnyksen funktiona.

N = 166

Kuljettajan mukaan 93 liukasta tilannetta ja 73 pitävää tilannetta.



# Tulokset rekalle 2



a) mitatut arvot ryhmiteltyinä luokkiin kuljettajan merkinnän mukaisesti

b) ROC-käyrä, AUC = 0,859

c) Todennäköisyydet kynnysarvon funktiona.

N = 186

Kuljettajan mukaan 17 liukasta tilannetta ja 169 pitävää tilannetta.





Vertailu kitkamittareiden antamiin arvoihin

# TULOKSET – OSA 2

Kai Noponen, 4.11.2009

OULUN YLIOPISTO  
UNIVERSITY of OULU



# Kitkamittausaineisto

- Tiehallinto luovutti kitkamittausaineiston tämän projektin käyttöön.
- Mittaukset on tehnyt Destia Oy.
- Kitkamittauksia on tehty CTRIP- ja Traction Watcher One (TWO)-kitkamittaimilla.
- CTRIP:ssä ajoneuvoa jarrutetaan parin kilometrin välein ja kitka määritetään pysähtymisajasta.

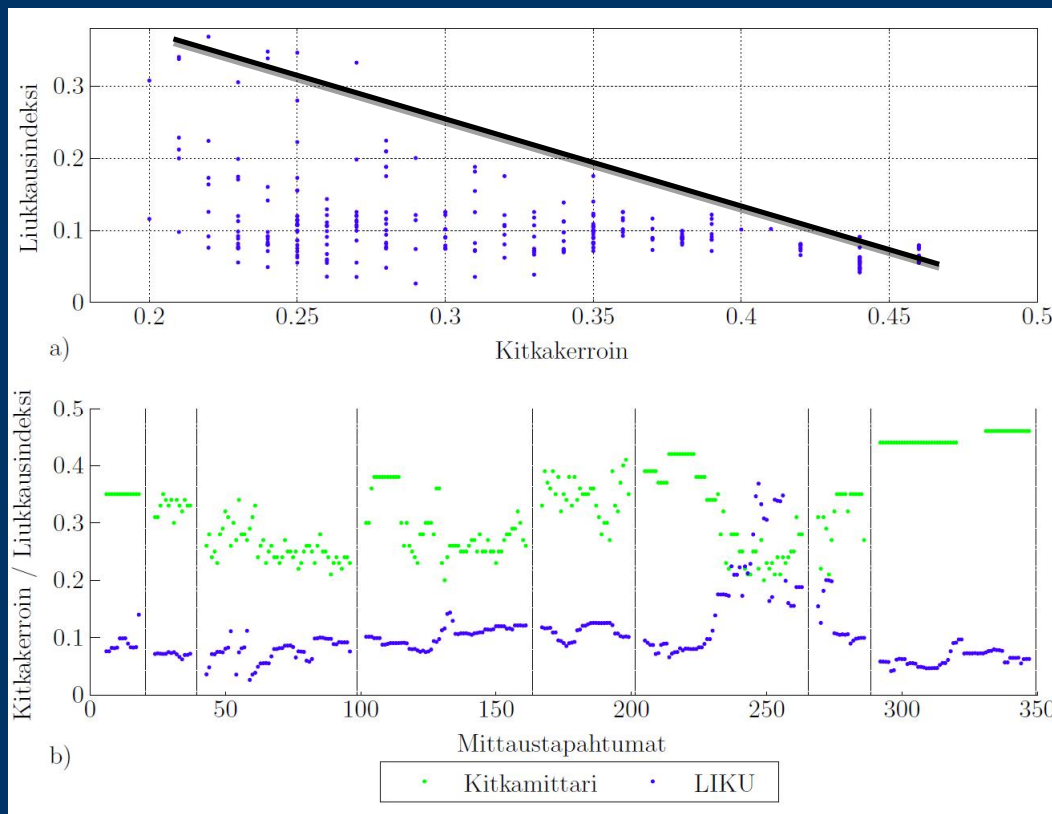


# Kitkatietojen valinta

- Tuloksissa on käytetty tapauksia, joissa
  - kitkamittain on kulkenut samaa reittiä kuin rekka joko samaan tai vastakkaisiin suuntiin ja
  - aikaeroa on ollut korkeintaan 5 tuntia.
- Kevään 2008 aikana oli kahdeksan tällaista tapausta
  - Kaikissa tapauksissa kyseessä oli CTRIP-laitteella mitattu data.
  - Rekka ja kitkamittari olivat samalla reitillä 20 min – 2,5 h.



# Eri tapaukset samassa kuvassa



a) "Scatterplot"

b) Yksittäistapaukset pystyviivoilla erotettuna.

Liukkausarvo tasoitettu 97% fraktiililla 300 sekunnin aikaikkunassa.

Korrelaatio

$r = -0,46$

$p < 0,001$ .





Vertailu tiesääasemien antamiin arvoihin

# TULOKSET – OSA 3

Kai Noponen, 4.11.2009

OULUN YLIOPISTO  
UNIVERSITY of OULU



# Tiesääasemadata

- Tiehallinto luovutti tieverkolla olevien säähavaintoasemien mittaustiedot projektin käyttöön.
- Sähavaintotietoja on 427 sääasemalta
  - Tietoja on jokaiselta asemalta noin 3 tunnin välein.
- Tiesääasemia on pääteiden varsilla
  - Tiheimmin Etelä- ja Lounais-Suomessa.



# Aseman mittaama ja tuottama tieto

- Asemat mittaavat muun muassa
  - ilman lämpötilaa
  - suhteellista kosteutta
  - kastepistelämpötilaa
  - sade- ja tuulitietoja
  - tien pinnan ja rungon lämpötilaa
- Lisäksi teillä on noin 270 kelikameraa,
- Ajokeli päätellään näistä luokkaan
  - OK, sade, kuura, varoitus ja hälytys.

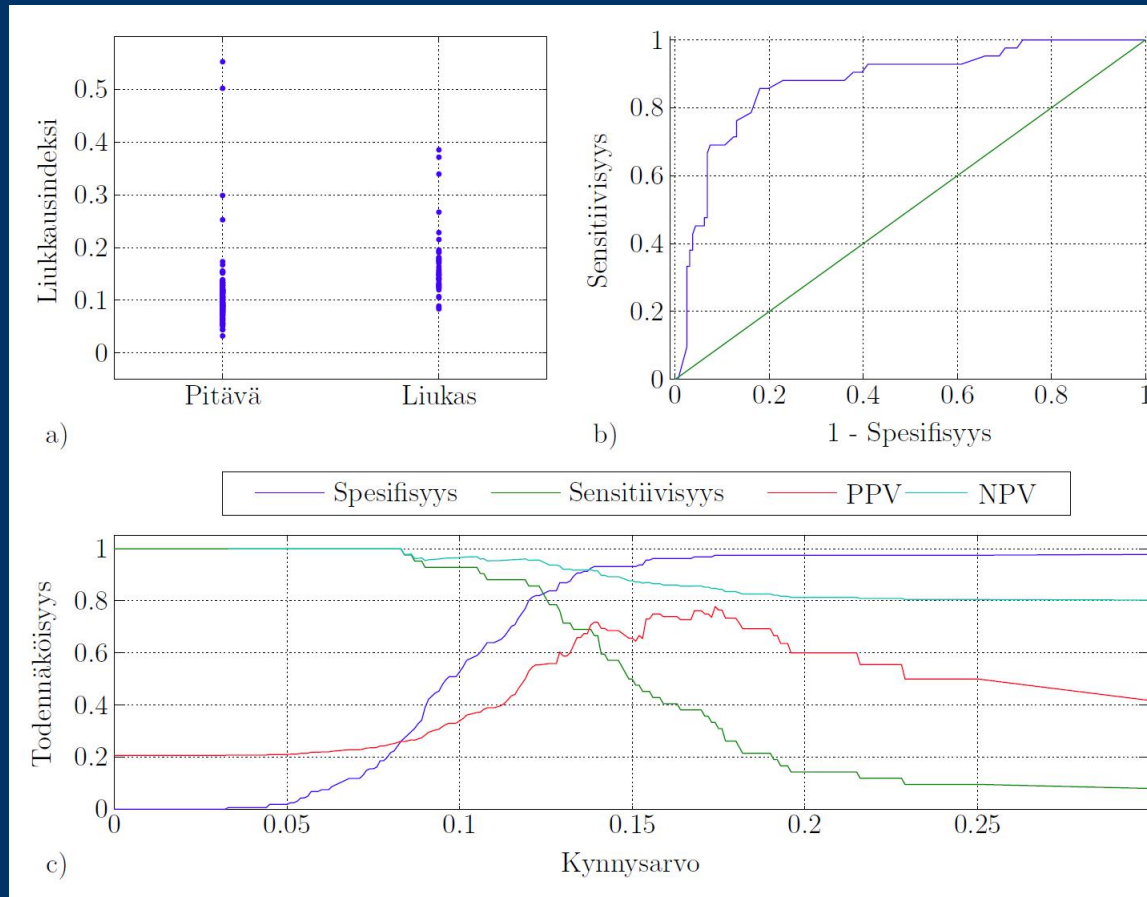


# Totuustiedon valinta

- Päätelaitteen jälkikäsiteltyä liukkausindeksiä verrattiin säähavaintoaseman arvioon aina, kun
  - auto oli minimietäisyydellä säähavaintoasemaan ja
  - säähavainto oli annettu  $\pm 3$  tunnin sisällä tästä minimikohdasta.
- Jos minimietäisyys oli yli yhden kilometrin, niin tapausta ei käsitelty.
  - Etäisyys laskettiin Haversinen kaavalla.



# Tulokset rekalle 1



a) mitatut arvot ryhmiteltyinä luokkiin kuljettajan merkinnän mukaisesti

b) ROC-käyrä, AUC = 0,875

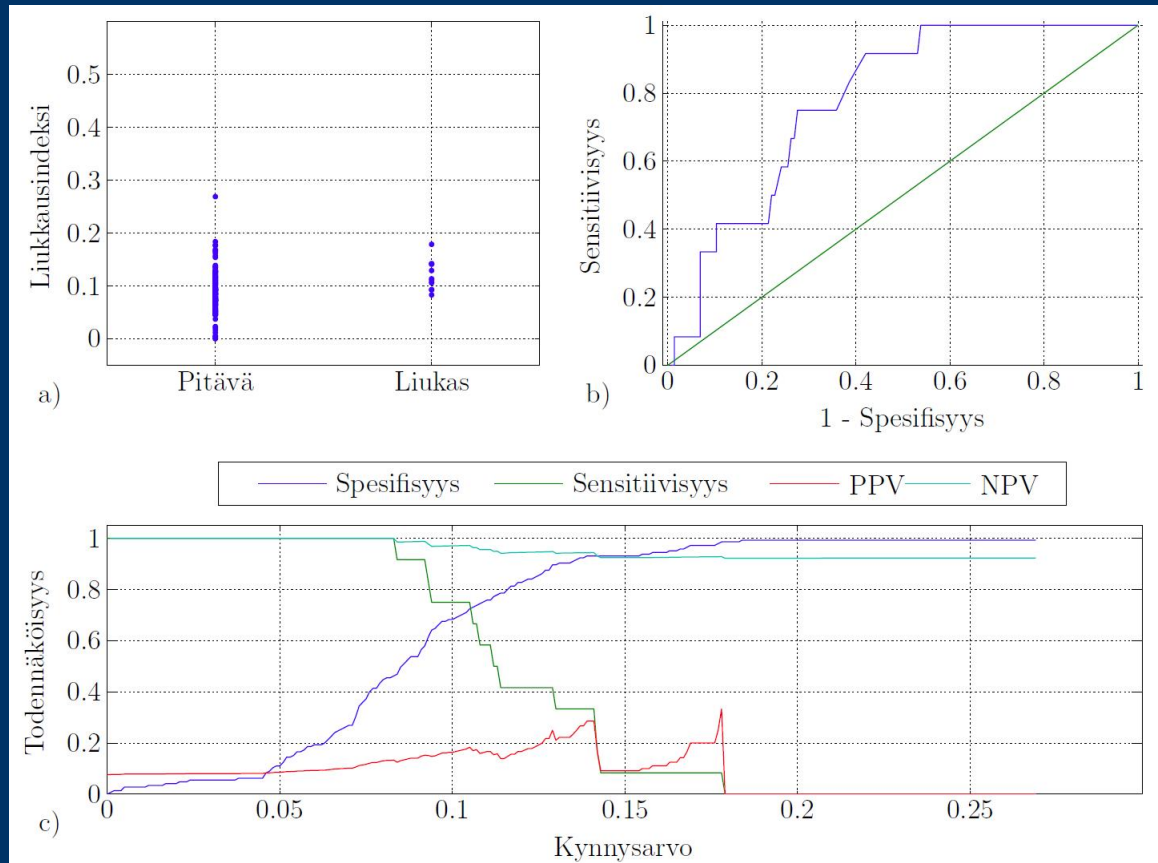
c) Todennäköisyydet kynnysarvon funktiona.

N = 203

Tiesääseman mukaan 42 liukasta tilannetta ja 161 pitävää tilannetta.



## Tulokset rekalle 2



a) mitatut arvot ryhmiteltyinä luokkiin kuljettajan merkinnän mukaisesti

b) ROC-käyrä,  $AUC = 0,782$

c) Todennäköisyydet kynnysarvon funktiona.

$N = 157$

Tiesääseman mukaan 12 liukasta tilannetta ja 145 pitävää tilannetta.





# YHTEENVETO

Kai Noponen, 4.11.2009

OULUN YLIOPISTO  
UNIVERSITY of OULU



# Yhteenveto

- Vertailu kuljettajien, sääasemien ja kitkamittarien tietoihin antaa saman suuntaisia tuloksia.
  - Menetelmä toimii kohtuullisen hyvin.
  - Erityisesti erittäin liukkaat alueet voidaan havaita suurella varmuudella.
- Suoritustaso riittänee useisiin tarkoituksiin.
- Jatkossa eri tekijöiden vaikutusta liukkausindeksiin selvitetään ja algoritmin adaptiivisuutta kehitetään.
- Myös eri autojen havaintojen yhteismitallistaminen vaatii selvitystä.



**KIITOS!**

Kai Noponen, 4.11.2009

OULUN YLIOPISTO  
UNIVERSITY of OULU

