



# Onnettomusriskit eri keleillä Suomessa

Tiesääpäivät 6.6.2017

Fanny Malin, Ilkka Norros ja Satu Innamaa  
VTT

## Tausta

- VTT on tehnyt viime vuosina tutkimusta siitä, miten erilaisten olosuhteiden suhteellista riskiä voi tutkia yksittäisen kuljettajan näkökulmasta.
- Menetelmässä verrataan onnettomuushetkellä vallinneiden olosuhteiden jakaumaa vastaavien olosuhteiden Palm-todennäköisyyksiin
  - Palm-todennäköisyys tarkoittaa satunnaisesti valitun pisteen (tässä: autoilijan) ”näkemää” todennäköisyysjakaumaa (eli olosuhteiden jakaumaa liikenteen näkökulmasta)
- Näiden jakaumien väliset erot viittaavat olosuhteiden onnettomuusvaikutukseen (suhteellinen onnettomuusriski)

# Tutkimuksen tavoitteet

- Analysoida erilaisten keli- ja sääolosuhteiden yleisyyttä ja onnettomuusriskiä pääteillä kuljettajan näkökulmasta
- Analysoida onnettomuusriskiä ilmastoalueen, tietyypin, onnettomuustyyppin ja onnettomuuden vakavuuden mukaan
- Arvioida onnettomuusriskejä, jotka liittyvät muuttuvien nopeusrajoitusten ohjausehtoihin, toisin sanoen eri keli- ja sääolosuhdeyhdistelmien onnettomuusriskejä

# Tutkimusaineisto

- Tutkimus perustui Suomen pääteillä vuosina 2014–2016 tapahtuneisiin onnettomuuksiin
- Lähtöaineistona oli tieosakohtaiset:
  - Tuntiliikennemäärän estimaatit
  - Liikenneonnettomuusaineisto
  - Sää- ja keliaineisto
  - Nopeusrajoitus
  - Tietyyppi: moottoritie, muu 3–4-kaistainen tie ja 2-kaistainen tie
  - Ilmastovyöhyke: rannikkoalue, eteläinen sisämaa ja pohjoinen sisämaa
- Yhteensä 235 kuolemaan, 2 688 henkilövahinkoon ja 13 869 omaisuusvahinkoon johtanutta onnettomuutta



# Ohjausperiaatteet

- Yhteensä neljä luokkaa:
  - A = Hyvät olosuhteet
  - B = Heikentyneet olosuhteet
  - C = Huonot olosuhteet
  - D = Vaaralliset olosuhteet
- Ohjausehdot yhdistettiin keli- ja säätietoihin, jonka jälkeen laskettiin jokaisen yhdistelmän onnettomuusriski.

	ID	Ohjausehto	Vastaava yhdistelmä Forecan sää- ja keliaineistossa
<b>Vaaralliset olosuhteet (D).</b> <b>Jokin seuraavista ehdoista toteutuu.</b>	29	Kitka $\mu < 0,15$ JA Tien pinnan lämpötila $< +2^{\circ}\text{C}$	Keliluokka: • 327 Tienpinta jäinen ja erittäin liukas JA Tien pinnan lämpötila $< +2^{\circ}\text{C}$
	30	Jäätävä sade	Keliluokka: • 312 Jäätävää sadetta
	31	Näkyvyys $< 100$ m	Keliluokka: • 326 Näkyvyys erittäin huono

# Yleinen onnettomuusriski

Sateen tyyppi	Suhteellinen riski
Ei sadetta	0,9
Vesi	1,0
Räntä	1,2
Lumi	1,7

Keli-luokka	Kuvaus	Yleinen riski
323	Ajoittain sakeaa lumisadetta	<b>6,8</b>
311	Lumipyryä	<b>5,0</b>
214	Lumisadetta, joka on ajoittain runsasta	<b>3,8</b>
327	Tienpinta jäinen ja erittäin liukas	<b>2,6</b>
206	Tienpinta paikoin luminen tai jäinen	<b>2,5</b>
221	Tienpinnat lumisia, paikoin jäisiä	<b>2,4</b>
212	Paikoin jäätävää sadetta	1,7
220	Tienpinnat paikoin jäisiä	1,6
106	Normaali ajokeli	1,1

Sää-symbooli	Kuvaus	Suhteellinen riski
d/n432	Pilvistä ja <b>lumisadetta</b>	<b>4,5</b>
d/n422	Pilvistä ja ajoittaista <b>lumisadetta</b>	<b>3,5</b>
d/n412	Pilvistä ja vähäistä <b>lumisadetta</b>	<b>2,2</b>
d/n312	Melko pilvistä ja vähäistä <b>lumisadetta</b>	1,8
d/n411	Pilvistä ja vähäistä <b>räntäsadetta</b>	1,6
d/n420	Pilvistä ja ajoittaista sadetta	1,2
d/n410	Pilvistä ja vähäistä sadetta	1,1
d/n310	Melko pilvistä ja vähäistä sadetta	0,9
d/n200	Puolipilvistä	0,9
d/n100	Melkein selkeää	0,9
d/n300	Melko pilvistä	0,9
d/n400	Pilvistä	0,9

# Yleinen riski – ilmastoalue ja tietyyppi

	2-kaistainen tie	3-4-kaistainen tie	Moottoritie
Rannikkoalue	1,0 (N=1 548)	1,6 (N=1 878)	0,8 (N=1 412)
Eteläinen sisämaa	0,9 (N=2037)	1,1 (N=1 337)	0,8 (N=1 053)
Pohjoinen sisämaa	1,1 (N=699)	1,6 (N=420)	0,8 (N=80)

# Ilmastovyöhyke - sää

Sää-symboli	Kuvaus	Suhteellinen riski			
		Yleinen riski	Rannikko-alue	Eteläinen sisämaa	Pohjoinen sisämaa
d/n432	Pilvistä ja lumisadetta	4,5	4,9	5,1	3,1
d/n422	Pilvistä ja ajoittaista lumisadetta	3,5	3,9	4,1	2,1
d/n412	Pilvistä ja vähäistä lumisadetta	2,2	2,4	2,3	2,1
d/n312	Melko pilvistä ja vähäistä lumisadetta	1,8	1,7	1,8	1,9
d/n411	Pilvistä ja vähäistä räntäsadetta	1,6	1,7	1,7	1,0
d/n420	Pilvistä ja ajoittaista sadetta	1,2	1,8	0,8	1,1
d/n410	Pilvistä ja vähäistä sadetta	1,1	1,1	1,1	0,7
d/n310	Melko pilvistä ja vähäistä sadetta	0,9	1,1	0,9	0,5
d/n200	Puolipilvistä	0,9	1,0	0,9	0,9
d/n100	Melkein selkeää	0,9	0,9	0,9	1,0
d/n300	Melko pilvistä	0,9	0,9	0,9	0,8
d/n400	Pilvistä	0,9	0,9	0,9	0,9

- Erot ilmastovyöhykkeiden välillä suurelta osin pieniä. Eteläisessä sisämaassa riskit hieman suurempia kuin muualla



# Ilmastovyöhyke - keli

Keli- luokka	Kuvaus	Suhteellinen riski			
		Yleinen riski	Rannikko- alue	Eteläinen sisämaa	Pohjoinen sisämaa
323	Ajoittain sakeaa lumisadetta	6,8	5,4	10,7	-
311	Lumipyryä	5,0	5,1	5,8	-
214	Lumisadetta, joka on ajoittain runsasta	3,8	4,0	4,0	3,1
327	Tienpinta jäinen ja erittäin liukas	2,6	2,0	2,7	3,1
206	Tienpinta paikoin luminen tai jäinen	2,5	2,7	2,5	2,1
221	Tienpinnat lumisia, paikoin jäisiä	2,4	2,3	2,7	1,1
212	Paikoin jäätävää sadetta	1,7	1,9	1,2	2,6
220	Tienpinnat paikoin jäisiä	1,6	1,4	1,7	1,5
106	Normaali ajokeli	1,1	1,3	1,0	1,1
102	Tienpinnat märkiä	0,9	1,0	1,0	0,7
101	Tienpinnat kuivia	0,9	0,9	0,9	0,8
103	Tienpinnat kosteita	0,8	0,8	0,9	0,7

- Erot ilmastovyöhykkeiden välillä suurelta osin pieniä. Eteläisessä sisämaassa riskit hieman suurempia kuin muualla

# Tietyyppi - sää

Sää- symboli	Kuvaus	Suhteellinen riski			
		Yleinen riski	2-kaistainen tie	3-4-kaistainen tie	Moottoritie
d/n432	Pilvistä ja lumisadetta	4,5	3,1	4,5	10,7
d/n422	Pilvistä ja ajoittaista lumisadetta	3,5	3,7	2,4	4,6
d/n412	Pilvistä ja vähäistä lumisadetta	2,2	2,2	2,0	2,8
d/n312	Melko pilvistä ja vähäistä lumisadetta	1,8	1,6	1,8	2,0
d/n411	Pilvistä ja vähäistä räntäsadetta	1,6	1,3	1,5	2,3
d/n212	Puolipilvistä ja vähäistä lumisadetta	1,2	1,7	1,1	1,1
d/n410	Pilvistä ja vähäistä sadetta	1,1	1,0	1,0	1,3
d/n000	Selkeää	0,9	1,0	1,0	0,9
d/n200	Puolipilvistä	0,9	0,9	0,9	0,9
d/n100	Melkein selkeää	0,9	0,9	0,9	0,9
d/n300	Melko pilvistä	0,9	0,9	0,9	0,9
d/n400	Pilvistä	0,9	0,9	0,9	0,9
d/n440	Pilvistä, ukkosmyrsky	0,7	0,6	-	2,7

- Onnettomuusriskit korkeimmat moottoriteillä kun kaksi- ja useampikaistaisilla teillä

# Tietyyppi - keli

Keli-luokka	Kuvaus	Suhteellinen riski			
		Yleinen riski	2-kaistainen tie	3-4-kaistainen tie	Moottoritie
310	Lumituiskua	8,4	-	15,3	13,6
323	Ajoittain sakeaa lumisadetta	6,8	8,5	2,1	-
311	Lumipyryä	5,0	3,4	3,0	1,8
214	Lumisadetta, joka on ajoittain runsasta	3,8	3,9	3,4	4,0
327	Tienpinta jäinen ja erittäin liukas	2,6	2,6	2,3	-
206	Tienpinta paikoin luminen tai jäinen	2,5	2,4	2,0	3,8
221	Tienpinnat lumisia, paikoin jäisiä	2,4	2,3	2,1	2,9
212	Paikoin jäätävää sadetta	1,7	1,0	1,4	3,1
220	Tienpinnat paikoin jäisiä	1,6	1,7	1,4	1,7
106	Normaali ajokeli	1,1	1,0	1,2	1,0
326	Näkyvyys erittäin huono	1,0	2,3	-	2,7
102	Tienpinnat märkiä	0,9	0,9	1,0	1,1
101	Tienpinnat kuivia	0,9	0,9	0,9	0,8
103	Tienpinnat kosteita	0,8	0,9	0,8	0,9

- Huonon kelin onnettomuusriskit korkeimmat moottoriteillä kun kaksi- ja useampikaistaisilla teillä

# Onnettomuustyyppi

Ilmastoalue	Keliluokka	Suhteellinen onnettomuusriski		
		Yksittäis-onnettomuus	Yhteenajot	Yhteensä
Rannikko-alue	Huono näkyvyys	4,0	0,4	1,6
	Sohjoa	3,7	1,8	2,4
	Jäätävä sade	2,7	1,7	1,8
	Liukas tienpinta	2,5	1,3	1,7
	Erittäin liukas tienpinta	2,8	1,6	2,0
Eteläinen sisämaa	Huono näkyvyys	2,1	1,9	2,0
	Sohjoa	5,4	1,7	3,4
	Jäätävä sade	2,4	0,8	1,5
	Liukas tienpinta	2,4	1,5	1,9
	Erittäin liukas tienpinta	2,6	2,7	2,7
Pohjoinen sisämaa	Huono näkyvyys	1,0	2,0	1,5
	Sohjoa	1,7	-	0,9
	Jäätävä sade	3,0	0,7	1,8
	Liukas tienpinta	1,8	1,6	1,7
	Erittäin liukas tienpinta	3,0	3,0	3,0

Tietyyppi	Keliluokka	Suhteellinen onnettomuusriski		
		Yksittäis-onnettomuus	Yhteenajot	Yhteensä
2-kaistainen tie	Huono näkyvyys	2,3	1,7	2,0
	Sohjoa	3,7	1,6	2,6
	Jäätävä sade	1,0	0,9	0,9
	Liukas tienpinta	2,2	1,5	1,8
	Erittäin liukas tienpinta	2,7	2,6	2,7
3-4-kaistainen tie	Huono näkyvyys	2,6	0,7	1,2
	Sohjoa	-	1,3	0,9
	Jäätävä sade	3,1	1,0	1,7
	Liukas tienpinta	2,3	1,2	1,5
	Erittäin liukas tienpinta	3,0	2,0	2,3
Moottoritie	Huono näkyvyys	3,0	1,6	2,2
	Sohjoa	11,7	-	5,1
	Jäätävä sade	4,1	2,0	3,0
	Liukas tienpinta	2,7	1,6	2,1
	Erittäin liukas tienpinta	3,2	2,2	2,7

- Yksittäisonnettomuuksien onnettomuusriski kohoaa huonoissa olosuhteissa (kaikki ilmastoalueet ja tietyyppit)

# Ohjausehtojen riskit

Luokka	ID	Kuvaus	Suhteellinen riski
Hyvät olosuhteet (A)	1	Kuiva tienpinta	0,9
	2	Kostea tienpinta	0,9
	3	Märkä tienpinta	0,8
	4	Kuuraa	1,0
	5	Tien pinnan lämpötila $\geq +2\text{ °C}$	-
	6	Poutaa	0,9
	7	Heikko sade	1,0
	8	Kuiva tienpinta JA kohtalainen sade	0,8
	9	Kostea tienpinta JA kohtalainen sade	1,5
Heikentyneet olosuhteet (B)	10	Heikko lumi- tai räntäsade	<b>2,1</b>
	11	Kohtalainen lumi- tai räntäsade	<b>3,0</b>
	12	Märkä tienpinta JA kohtalainen sade	1,1

Luokka	ID	Kuvaus	Suhteellinen riski
Huonot olosuhteet (C)	13	Luminen tienpinta JA runsas lumi- tai räntäsade	-
	14	Jäinen tienpinta JA runsas lumi- tai räntäsade	<b>6,5</b>
	15	Sohjoinen tienpinta JA runsas lumi- tai räntäsade	3,1
	16	Luminen tienpinta JA runsas vesisade	-
	17	Jäinen tienpinta JA runsas vesisade	-
	18	Sohjoinen tienpinta JA runsas vesisade	-
	19	Kitka: $0.3 > \mu \geq 0.15$ JA tien pinnan lämpötila $< +2\text{ °C}$ JA runsas lumi- tai räntäsade	<b>6,8</b>
	20	Kitka: $0.3 > \mu \geq 0.15$ JA tien pinnan lämpötila $< +2\text{ °C}$ JA runsas vesisade	-
	21	Kitka: $0.3 > \mu \geq 0.15$ JA tien pinnan lämpötila $< +2\text{ °C}$	1,8
	22	Luminen tienpinta	<b>2,4</b>
	23	Jäinen tienpinta	1,8
24	Sohjoinen tienpinta	2,5	
25	Jäätävä tihku	1,5	
26	Runsas vesisade	0,7	
27	Runsas lumi- tai räntäsade	1,2	
28	Näkyvyys 100–199 m	1,4	
Vaaralliset olosuhteet (D)	29	Kitka $\mu < 0.15$ JA Tien pinnan lämpötila $< +2\text{ °C}$	<b>2,6</b>
	30	Jäätävä sade	1,9
	31	Näkyvyys $< 100$ m	1,0

- Ehdot 14 ja 19 voisi siirtää luokasta C luokkaan D
- Luokat B ja C voisi yhdistää, koska onnettomuusriskit ovat saman suuruisia

## Johtopäätökset

- Onnettomuusriski oli yleisesti korkeampi erilaisille lumisateille ja erittäin liukkaille tiepinnoille
  - Moottoriteillä riski oli huonoissa olosuhteissa korkeampi kuin kaksi- ja monikaistaisilla teillä (vrt. yleisesti alhaisempi)
  - Yksittäisonnettomuuksille korkeampi kuin muille onnettomuustyypille
  - Erot ilmastoalueiden tai onnettomuuksien vakavuuksien välillä olivat vähäisiä tai tilastollisesti merkityksettömiä
- Useimmat muuttuvien nopeusrajoitusten ohjausperiaatteiden ehdot olivat suhteellisen riskin näkökulmasta oikeutettuja
  - Kaksi ehtoa, voisi siirtää luokasta 'huonot olosuhteet' luokkaan 'vaaralliset olosuhteet'
  - Onnettomuusriskit luokissa 'heikentyneet olosuhteet' ja 'huonot olosuhteet' olivat saman suuruisia, minkä takia ehdotettiin näiden luokkien yhdistämistä.



**TECHNOLOGY «FOR BUSINESS»**

