

# **TIELIIKENTEEN VAIHTUVA OHJAUS**

## **Tilannekuvan kehitys ja ohjauksen automaatioaste**

Älyliikenteen ja automaation ajankohtaiset 01/2025

Sakari Lindholm, Ramboll Finland Oy

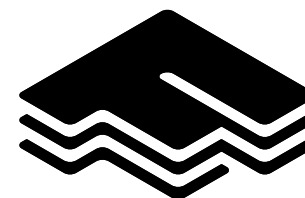


# Esityksen sisältö

- Johdanto
- Aihepiiriin liittyvä kehitys
- Vaihtuvan ohjauksen merkitys tieliikenteen digitalisatiossa ja automaatiassa
- Next steps?



# Johdanto



# Johdanto

- Suomen tieverkolla vaihtuvaa ohjausta satoja kilometrejä; Vt 1, Vt 3, Vt 4, Vt 5, Vt 7, Kehätiet...
- Vaihtuvalla ohjauksella edistetään tieliikenteen turvallisuutta ja pyritään ylläpitämään ja parantamaan liikenteen sujuvuutta. Näitä tavoitteita pyritään Suomessa saavuttamaan sää- ja kelitieto-ohjauksella, liikennetieto-ohjauksella ja häiriötilanteista tiedottamisella.
- Fintraffic vastaa Väylä-Fintraffic –kumppanuussopimuksen raameissa tieverkon avosuukien vaihtuvista ohjausjärjestelmistä; suunnittelu (RS), rakentaminen, operointi, ylläpito.
- Fintrafficin tavoitteena on nostaa operoitavien järjestelmien automaatioastetta; laatu, tehokkuus, tilannekuvan kehitys...
- Ohjausjärjestelmien automaation keskiössä ovat Fintrafficin liikenneoperaattorin tilannekuva ja alueellisen ELY:n määrittelemä ohjauspolitiikka ("mitä vaihtuvissa merkeissä näytetään kussakin olosuhteessa")
- Eri vastualueilla on käynnissä tieliikenteen dataan ja digitalisaatioon liittyvää teknistä ja toiminnallista kehitystä. Fintrafficin on tarve tunnistaa ne kehityssuunnat, joilla on liittymäpinta ohjausautomaatioon.
- SRTI-RTTI-tietojen tuotantovelvoitteet ja vaihtuvan ohjauksen automaation kehityksen yhteensovitusarve: Yhdenmukainen liikenneinformaatio vaikuttavuuden a ja o.



Kuva: YLE

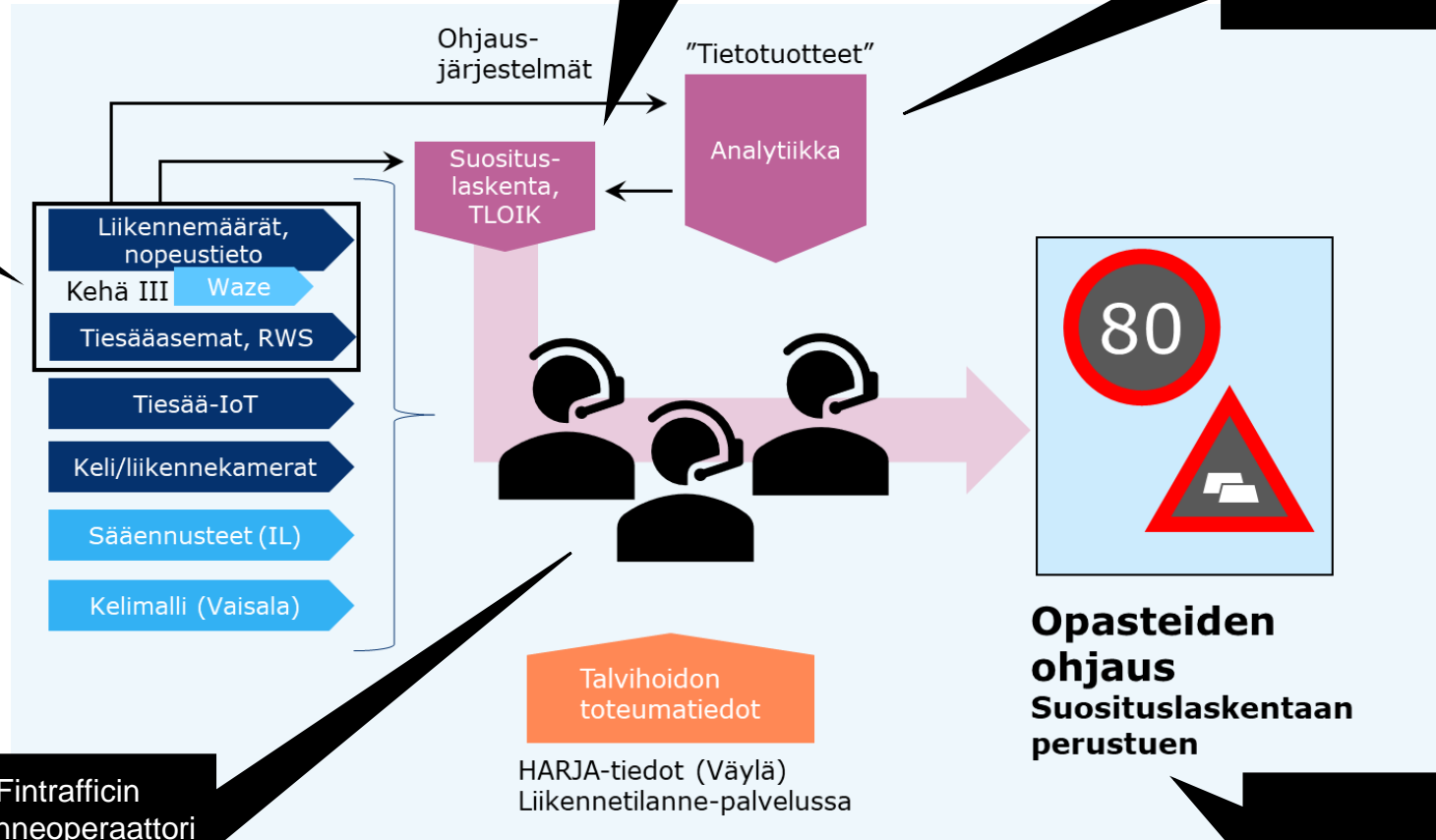


# Johdanto

Suosituslaskenta on ohjausautomatiikan hermokeskus.

Analytiikan kehitys  
→ datasta "tehot irti"

Osa tieliikenteen datasta kytkeytyy ohjaus-automatiikkaan



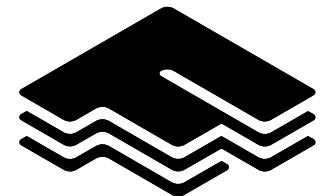
Fintrafficin liikenneoperaattori muodostaa tilannekuvan eri datalähteistä

Tavoite: Korkea automaatioaste



# Aihepiiriin liittyvä kehitys

*Katsaus tuoreisiin selvityksiin & suunnitelmiin*



# Ohjausautomaatiikan kehittäminen

**Fintraffic Tie / Avo-osuuspalvelu**  
Selvitys 6.11.2024



# Nykytilanne

**Ohjauspolitiikka** = Alueellisen tienpitoviranomaisen määrittely siitä, miten järjestelmän tulisi toimia eri sää-, keli- ja liikenneolosuhteissa.

**Ohjausehto** = Sääntö, jolla mitatusta tiedosta muodostetaan em. olosuhteet

- Nykytilanteessa sää- ja kelitieto-ohjaus ei ole missään järjestelmässä täysautomaatilla. Kokemusperäisesti todettu, että kehittyneet ohjausehdot ovat kuitenkin parantaneet ohjausautomaatiikan luotettavuutta.
- Nykytilanteessa käytössä olevat ohjausehdot (säännöt) eivät vastaa kovinkaan hyvin Väylän ohjauspolitiikkaohjeen malliohjausehtoja. **HUOM! Uusi ohje valmistumassa**
- Liikennetieto-ohjauksen toiminnallisuudet on räätälöity järjestelmäkohtaisesti, ja toiminnallisissa periaatteissa on isoakin (joskin perusteltuja) eroja.
- TLOIK-ympäristö mahdollistaa kehittyneet ohjausehdot
- Fintraffic Tie on aktiivisesti pyrkinyt hyödyntämään tiesääasemien havaintoja täysimääräisesti, ja sääntöihin on tuotu uusia anturitietoja.
- Ohjausehdoissa on varsin suuri vaihtelu järjestelmien välillä. Kehitys tapahtuu per järjestelmä, ei systemaattisesti → jokainen enemmän tai vähemmän erilainen. Syitä tähän mm. nykyisessä vastuujaoissa.
- Ohjauksessa käytettävä tieto ei ole yhtenäistä. Erityisesti tiesääasemien osalta anturikokoonpanossa tai asemien maantieteellisessä sijainnissa tai lukumäärissä (per km) on eroja. Ohjaus on rakennettu sen tiedon varaan, joka on käytettävissä.



# Nykytilanne

## TLOIK:

```
sääntö Loke_2019_Kelittilanteet
NumeroArvo JääMäärä_yläraja1
NumeroArvo JääMäärä_yläraja2
NopeusArvo KRM_ohjaus
PäivämääräArvo Keväänsiirtymäaika_alku
KitkaArvo Kitka_raja1
KitkaArvo Kitka_raja2
KitkaArvo Kitka_raja3
KitkaArvo Kitka_raja4
KpIArvo Liikenne_ajorata_Q_raja
NumeroArvo LumiMäärä_yläraja1
NumeroArvo LumiMäärä_yläraja2
KpIArvo Mitattuliikenne_ajorata_Q
NumeroArvo Mitattu_Keli_vasen
NumeroArvo Mitattu_Oikeakaista_JääMäärä
KitkaArvo Mitattu_Oikeakaista_Kitka
NumeroArvo Mitattu_Oikeakaista_LumenMäärä
NumeroArvo Mitattu_Oikeakaista_VedenMäärä
NumeroArvo Mitattu_VasenKaista_JääMäärä
KitkaArvo Mitattu_VasenKaista_Kitka
NumeroArvo Mitattu_VasenKaista_LumenMäärä
NumeroArvo Mitattu_VasenKaista_VedenMäärä
PäivämääräArvo Syksynsiirtymäaika_loppu
TekstiArvo TIO_ohjaus_rivi1
TekstiArvo TIO_ohjaus_rivi2
TekstiArvo TIO_ohjaus_rivi3
NumeroArvo VesiMäärä_alaraja1
NumeroArvo VesiMäärä_yläraja1
NumeroArvo VesiMäärä_yläraja2
+Nopeusrajoitus KRM
+Tiedoteopaste VME_TIO
tee

// Lisää säännön logiikka tähän. Älä muokkaa ylläolevaa tekstiä.

//Muokattu 1.11.2019 (SLI)
//Muokattu 3.9.2020 (AK)

VasenKaista_VaarallisenLiukas =
  ((Mitattu_VasenKaista_Kitka <= Kitka_raja1)

Oikeakaista_Varmastiliukas =
  (((Mitattu_Oikeakaista_Kitka <= Kitka_raja2) tai
  (Mitattu_Oikeakaista_Kitka <= Kitka_raja3) ja Mitattu_Oikeakaista_VedenMäärä >= VesiMäärä_alaraja1)
  ja (Mitattu_Oikeakaista_VedenMäärä <= VesiMäärä_yläraja1)

VasenKaista_Varmastiliukas =
  (((Mitattu_VasenKaista_Kitka <= Kitka_raja2) tai
  (Mitattu_VasenKaista_Kitka <= Kitka_raja3) ja Mitattu_VasenKaista_VedenMäärä >= VesiMäärä_alaraja1)
  ja (Mitattu_VasenKaista_VedenMäärä <= VesiMäärä_yläraja1)

Oikeakaista_VarmastiPitävä =

//TALVIRAJOITUKSET
  ((nyt < Keväänsiirtymäaika_alku tai nyt > Syksynsiirtymäaika_loppu)
  ja
  (
  (Mitattu_Oikeakaista_Kitka >= Kitka_raja4)
  ja
  (Mitattu_Oikeakaista_VedenMäärä < VesiMäärä_yläraja2
  tai
  (Mitattu_Oikeakaista_JääMäärä < JääMäärä_yläraja1 ja Mitattu_Oikeakaista_LumenMäärä < LumiMäärä_yläraja1)
  )))

//KESÄ JA SIIRTYMÄ
  tai
  ((ei (nyt < Keväänsiirtymäaika_alku tai nyt > Syksynsiirtymäaika_loppu)
  ja
  (Mitattu_Oikeakaista_JääMäärä <= JääMäärä_yläraja2 ja Mitattu_Oikeakaista_LumenMäärä <= LumiMäärä_yläraja2)
  ))

VasenKaista_VarmastiPitävä =

//TALVIRAJOITUKSET
  ((nyt < Keväänsiirtymäaika_alku tai nyt > Syksynsiirtymäaika_loppu)
  ja
  (((Mitattu_VasenKaista_Kitka >= Kitka_raja4)
  ja
  ((Mitattu_VasenKaista_VedenMäärä < VesiMäärä_yläraja2
  tai
  (Mitattu_VasenKaista_JääMäärä < JääMäärä_yläraja1 ja Mitattu_VasenKaista_LumenMäärä < LumiMäärä_yläraja1)
  ))
  ja (Mitattu_Keli_vasen : (0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 8)))
  ))

//KESÄ JA SIIRTYMÄ
  tai
  ((ei (nyt < Keväänsiirtymäaika_alku tai nyt > Syksynsiirtymäaika_loppu)
  ja
  (((Mitattu_VasenKaista_JääMäärä <= JääMäärä_yläraja2 ja Mitattu_VasenKaista_LumenMäärä <= LumiMäärä_yläraja2)
  ja (Mitattu_Keli_vasen : (0; 1; 2; 3; 4; 5; 8)))
  ))

Vähänliikennettä = Mitattuliikenne_ajorata_Q < Liikenne_ajorata_Q_raja

C3_voimassa =
  (Oikeakaista_Varmastiliukas tai
  VasenKaista_VaarallisenLiukas tai
  (VasenKaista_Varmastiliukas ja ei Vähänliikennettä))

A1_voimassa =
  //TALVIRAJOITUKSET
  ((nyt < Keväänsiirtymäaika_alku tai nyt > Syksynsiirtymäaika_loppu)
  ja
  (Oikeakaista_VarmastiPitävä ja (ei (VasenKaista_Varmastiliukas))
  tai
  (Mitattu_Oikeakaista_VarmastiPitävä ja (ei (VasenKaista_Varmastiliukas))
  tai
  (Mitattu_VasenKaista_VarmastiPitävä ja VasenKaista_VarmastiPitävä)
  ))

//KESÄ JA SIIRTYMÄ
  ((ei (nyt < Keväänsiirtymäaika_alku tai nyt > Syksynsiirtymäaika_loppu)
  ja
  (Oikeakaista_VarmastiPitävä ja VasenKaista_VarmastiPitävä)
  ))

// varmistetaan, että tiesääsemiltä saadaan oikeasti antureiden tiedot
anturitiedot_ok =
  (
  (Mitattu_Oikeakaista_Kitka >= 0,00 µ ja
  Mitattu_VasenKaista_Kitka >= 0,00 µ ja
  Mitattu_Keli_vasen >= 0
  )
  )

kun
  (ei C3_voimassa) ja (ei A1_voimassa) ja anturitiedot_ok
  {
  KRM_ohjaa KRM_ohjaus
  VME_TIO_ohjaa {
  sivu TIO_ohjaus_rivi1; TIO_ohjaus_rivi2; TIO_ohjaus_rivi3
  }
  }
}
```

LEGACY:

*Kitka < 0,45 JA Tie < +2*

*HUOM! TLOIK-suosituslaskenta ei kuitenkaan optimaalinen alusta data-analytiikalle*

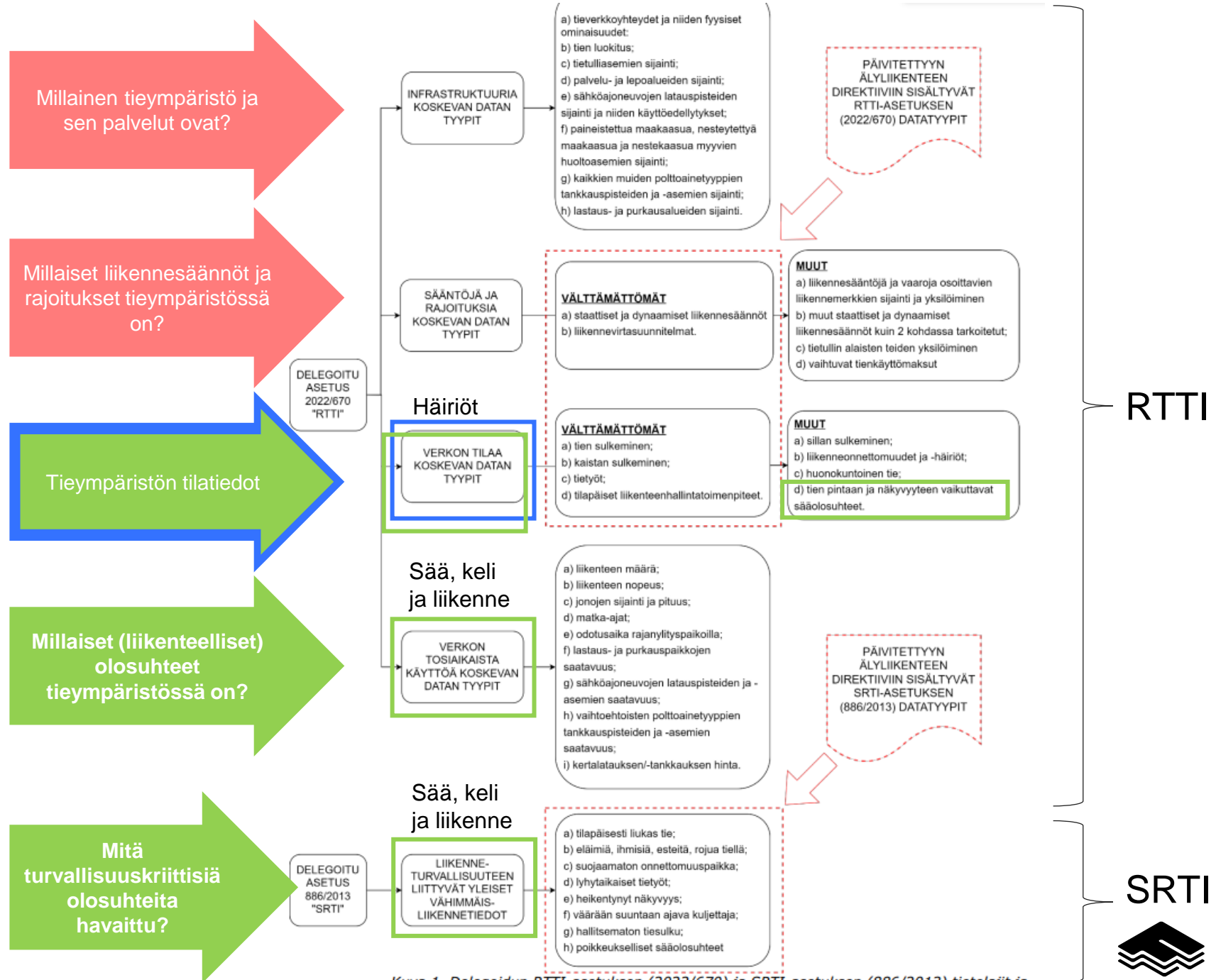


# ITS-direktiivi; SRTI- ja RTTI-tiedot

- Tosi aikaisten liikennetietojen päivitetty regulaatio astuu voimaan vuosien 2025-2028 aikana.
- Regulaatio edellyttää RTTI- ja SRTI-tietojen tuotantoa. Tuotantoon liittyvät vaatimukset on selvitetty Traficom, Väylän ja Fintrafficin selvityksessä. (\*
- Tämän työn kannalta keskeisiä tietolajikokonaisuuksia ovat "Verkon tosi aikaista käyttöä koskevan datan tyypit" (RTTI, deleg. asetus 2022/670) ja "Liikenneturvallisuuteen liittyvät yleiset vähimmäisvaatimukset" (SRTI, deleg. asetus 886/2013)

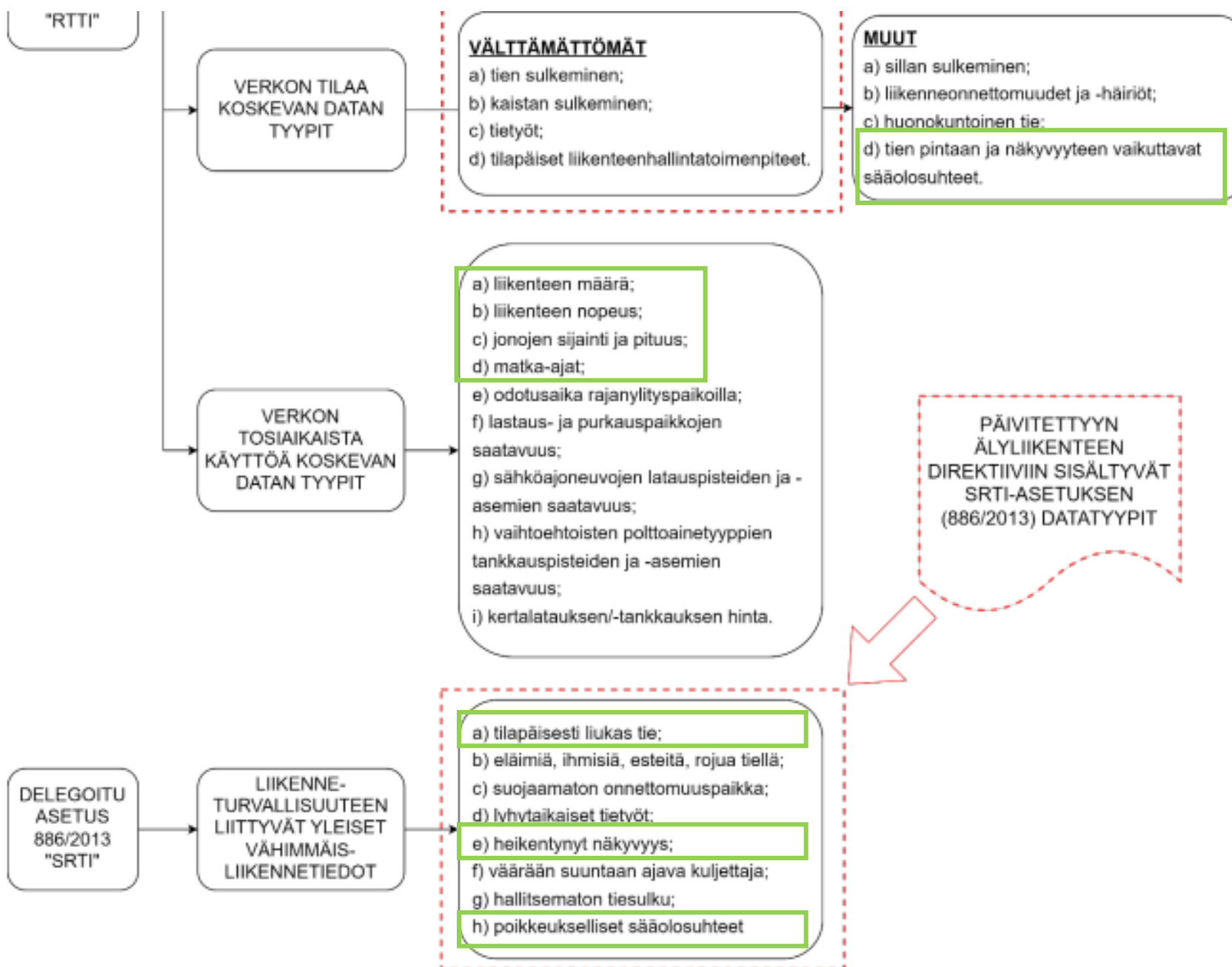
\*) *Selvitys Euroopan komission RTTI-asetuksen ja ITS-direktiivin päivityksen velvoitteista ja toimijoiden rooleista*

[https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/RTTI-asetus%20raportti%2020\\_2024.pdf](https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/RTTI-asetus%20raportti%2020_2024.pdf)



Kuva 1. Delegoidun RTTI-asetuksen (2022/670) ja SRTI-asetuksen (886/2013) tietolajit ja niiden suhde päivitettyyn älyliikenteen direktiiviin.





# ITS-direktiivi; SRTI- ja RTTI-tiedot

- Vaihtuvan ohjauksen automaation näkökulmasta relevantit tietolajit liittyvät sää-, keli- ja liikennetietoon.
- Häiriönhallinnan ja tietöiden tietoja voidaan kytkeä osaksi ohjausautomaatiikkaa (mm. Kehä III), mutta näiden tietojen tuotantoprosessi ei kuulu ohjausjärjestelmien / avosuuspalvelun piiriin



# Yhteensovitus – Vaihtuva ohjaus & SRTI-RTTI?

- SRTI- ja RTTI-tietojen yhteensovittaminen vaihtuvaan ohjaukseen mahdollista, kun:
  - **SRTI-RTTI –tietosisällöt määritellään siten, että ne nojaavat mahdollisimman vahvasti tienpidon prosesseihin (prosessien tietotarpeisiin).**
  - **Vaihtuva ohjaus tulee pitkälti perustumaan SRTI-RTTI-tietoihin.**
- Tunnistettiin, että sää- ja kelitietoon liittyen keskeinen tienpidon prosessi on **tien talvihoito**, johon SRTI-RTTI-tiedontuotanto ja vaihtuva ohjaus on hyödyllistä yhteensovittaa. Tiesäätietojen tuotanto on yhteinen tekijä näille toiminnoille, ja yhteensovitus antaisi vahvan suunnan tiesäätiedon tuotannon kehitykselle.
- Liikennetiedon osalta tunnistettiin yhteys tieliikennetilastoihin, jotka erityisesti sujuvuuden ja palvelutason näkökulmasta ovat nykytilanteessa puutteelliset. Väyläverkon kehittämisessä (suunnittelu) hyödynnetään **HCM-palvelutasoja**, jonka reaaliaikainen estimointi mahdollistaisi hyötyjä ohjausautomaatiikassa.
- Mittaamalla HCM-palvelutasoa, ohjausautomaatiikka voitaisiin määritellä toimivan “yleismaailmallisesti” jalostettuun tietoon perustuen ja mm. ohjauspolitiikkaan liittyvä päätöksenteko ja hallinnolliset kysymykset (mm. ELY-Fintraffic –vastuut) voisivat helpottua.
  - Historiatieto eli ns. tilastokuva arvokasta!



# Vaihtuvan ohjauksen ja talvihoidon yhteensovitus

Taulukko 4. Ajoradan kitkavaatimus.

Talvihoito- luokka	Kitkavaatimus	Kitkavaatimus kylmässä	Toimenpideaika (h)
Ise	0,30	< -6 °C, kitka 0,25	0 h
Is	0,30	< -6 °C, kitka 0,25	2 h
Ib	0,25	< -4 °C, kitka 0,22	3 h (suolaus) 4 h (linjahiekoitus)
Ic	0,25 (toimenpideraja) 0,25 pistehiekoitus 0,22 linjakäsittely		4 h (linjahiekoitus) (3 h suolaus)
II	karhennettu tai hiekoitettu pinta, ongelmakohteet pistehiekoitetaan (ks. luku 3.3.4)		5 h (linjahiekoitus)
III	karhennettu tai hiekoitettu pinta, ongelmakohteet pistehiekoitetaan (ks. luku 3.3.4)		7 h (linjahiekoitus)

**Kitkavaatimus** edellyttää, että tienpinta täyttää sen liikenteen normaalisti käytämällä tieosalla siten, että vähintään puolet ajokaistan leveydestä on kitkavaatimuksen mukainen. Kelit, joilla kitkavaatimus toteutuu keskitiellä ja ajourien välissä, mutta ei ajourissa, eivät täytä vaatimusta. Leveäkaistatiellä kitkavaatimuksen on täyttyvä myös ohittavan liikenteen ajourien alueella.

**Lämpötilaraja** tarkoittaa alinta tienpinnan lämpötilaa, missä kitkavaatimus 0,30 on voimassa Ise ja Is talvihoitoluokan teillä ja 0,25 talvihoitoluokan Ib teillä. Lämpötilan ollessa raja-arvoa kylmempi Ise ja Is teiden kitkavaatimus on 0,25 ja Ib teiden 0,22.

**Liukkaudentorjunnan toimenpideraja (hoitoluokka Ic)** tarkoittaa kitkarajaa, jonka alittuminen edellyttää asianmukaisia liukkaudentorjuntatoimenpiteitä riittäväällä liukkaudentorjuntamateriaalilla (Maanteiden talvihoito, Menetelmätioto).



Ohjaa mm.  
mittausanturien  
asennusta

Taulukko 1. Kitka-arvon ja kelin vastaavuus.

0,00 - 0,14	0,15 - 0,19	0,20 - 0,24	0,25 - 0,29	0,30 - 0,44	0,45 - 1,00
pääkallokeli, märkä jää, erittäin liukas	jäinen, liukas	sileä polanne, tyydyttävä talvikeli	pitävä jää- ja lumipolanne, hyvä talvikeli	paljas ja märkä, pitävä keli	paljas ja kuiva, pitävä keli

SRTI, Tilapäisesti  
liukas tie

RTTI, tien pintaan ja  
näkyvyyteen vaikuttavat  
olosuhteet



# Vaihtuvan ohjauksen ja talvihoidon yhteensovitus

RTTI, tien pintaan ja näkyvyyteen vaikuttavat olosuhteet

## Poikkeuksellinen lumimyrsky

Maksimilumisyydyt ja lumenpoiston toimenpideajat (taulukko 2) koskevat normaaleja lumisateita. Poikkeuksellisissa lumimyrskyissä (muutama kerta vuodessa) arvot voivat ylittyä.

Poikkeukselliseksi lumimyrskyksi katsotaan tilanne, kun lunta sataa yhtäjaksoisesti vähintään 10 cm 4 tunnin aikana.

Poikkeukselliseksi lumimyrskyksi katsotaan myös kinostumista aiheuttavat tilanteet, kun seuraavat neljä ehtoa täyttyvät samanaikaisesti:

- Lunta sataa yhtäjaksoisesti 4 tunnissa vähintään 5 cm.
- Ilman lämpötila on -2°C tai kylmempi sateen aikana.
- Tuuli on sateen ajan voimakasta ja ylittää puuskissa arvon 8 m/s.
- Satava lumi on kuivaa ja aiheuttaa voimakasta kinostumista.

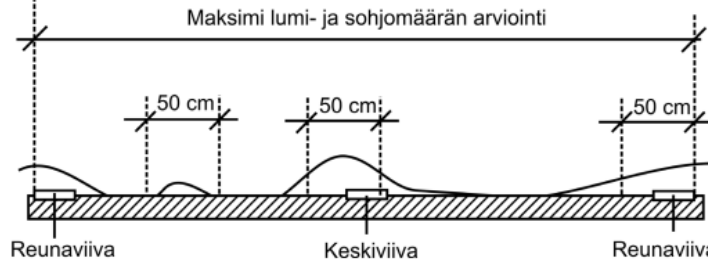
SRTI, poikkeukselliset sääolosuhteet

SRTI, poikkeukselliset sääolosuhteet (aurakapasiteetti ei riitä hoitamaan tien pintaa) TAI SRTI, Tilapäisesti liukas tie (tiellä lunta yli laatuvaatimusten)

## 2.2 Ajoradan lumisuuden määrittäminen

**Maksimilumisyyvyys** on suurin keskimääräinen lumen tai sohjon syvyys, mikä löytyy ajoradalta joko ajourista, ajourien välistä, keskitieltä tai ajokaistan reunalta 50 cm leveänä yhtenäisenä pituussuuntaisena kaistaleena.

- Alle 50 cm leveän lumi- tai sohjokaistaleen maksimilumisyyvyys saadaan arvioimalla lumi tai sohjo jakautuneeksi tasaisesti 50 cm leveydelle.
- Sohjolla tarkoitetaan muuntunutta kosteaa lunta, joka ei tartu tienpintaan kiinni. Liirtovaaraa synnyttämätön kuivahko lumipöperö ei ole sohjoa.
- Ajoradan poikkileikkauksen lumisin tai sohjoisin 50 cm leveä kaistale mitataan reunaviivojen välisellä alueella, reunaviiva mukaan lukien. Maksimilumisyyvyys on tällöin keskimääräinen lumen tai sohjon syvyys kyseisellä 50 cm kaistalla.



Kuva 1. Ajoradan maksimi lumi- ja sohjosyvyysmittaus. Mikäli reunaviivoja ei ole, syvyyttä tarkastellaan aurausvallien välisellä alueella pois lukien aurausvallin reunassa oleva 20 cm kaistale.

## 3.1 Ajoradan lumisuus

Ajorata on pidettävä puhtaana irtolumesta ja sohjosta.

Sateen aikana ajoradalla saa olla korkeintaan taulukossa 2 esitetty maksimilumisyyvyys. Sohjoa sallitaan puolet lumen määrästä.

Aurauseitin aurauksen on oltava käynnissä, kun lähtökynnyksen mukainen lumimäärä täyttyy jossakin aurauseitillä. Lähtökynnyksen arvo on puolet maksimilumisyydyden arvosta.

Em:sta poiketen klo 02-20 välisenä aikana lähtökynnyksen arvo on 3 cm hoitoluokassa II ja 4 cm hoitoluokassa III. Muuna aikana (klo 20-02) myös hoitoluokien II ja III lähtökynnyksen arvo on puolet maksimilumisyydyden arvosta. Sohjolla lähtökynnys on aina puolet lumen lähtökynnyksestä.

Ajorata on aurattava puhtaaksi toimenpideajassa sateen päättymisestä.

Lumisateen jälkeen tehdyn suolauksen synnyttämä sohjo on poistettava sohjonpoiston toimenpideajassa suolauksen toimenpideajan päättymisestä.

Taulukko 2. Lumenpoiston laatuvaatimukset sään ja kelin muutostilanteessa.

Talvihoito-luokka	Maksimilumisyyvyys sateen aikana (cm)		Toimenpideaika (h)	
	Irtolumi	Sohjo	Irtolumi	Sohjo
Ise	4	2	2,5	2
Is	4	2	2,5	2
Ib	4	2	3	2,5
Ic	4	2	3	3
II	8	4	4	4
III	10	5	5	5

RTTI, tien pintaan ja näkyvyyteen vaikuttavat olosuhteet, kun lunta tiellä



# Vaihtuvan ohjauksen ja talvihoidon yhteensovitus

## 3.2 Ajoradan tasaisuus

Ajoradan pinta on pidettävä tasaisena. Lumi- ja jääpolanteen tasaisuusvaatimus on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Ajoradan tasaisuusvaatimus.

Talvihoito-luokka	Suurin sallittu epätasaisuus (cm)
Ise	-
Is	-
Ib	1,5
Ic	1,5
II	2
III	2

### Vaatimusten tarkennuksia

- Kylminä kausina, kun suolaaminen ei ole mahdollista, hoitoluokilla Ise ja Is suurin sallittu epätasaisuus on 1,0 cm.
- Osin paljaan tien polannekaistaleet eivät saa olla tasaisuusvaatimusta paksumpia.
- Polanneura ja -kynnys ei saa olla jyrkkäreunainen (1:1 tai jyrkempi) hoitoluokissa Ise, Is, Ib ja Ic. Luokissa II ja III sallitaan enintään 1 cm reuna.
- Tasauksen työjälki ei saa aiheuttaa ajoneuvon haitallista ohjautuvuutta.

SRTI: Tilapäisesti liukas tie (jos tiellä polannetta yli laatuvaatimusten)

RTTI: Tien pintaan ja näkyvyyteen vaikuttavat olosuhteet (jos polannetta esiintyy, mutta alle laaturajan)

→ Vaikea mitattava tiesääasematiedolla?

Vesisateet, näkyvyys ja tuuli olosuhteita, joille ei suoraa ”selkänöjaa” laatuvaatimuksista

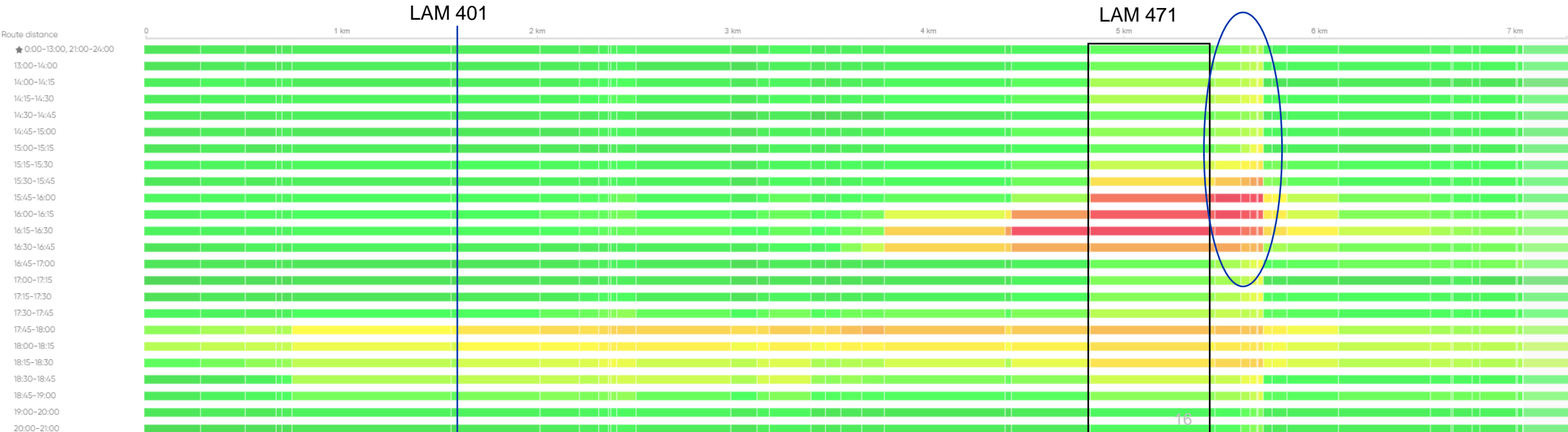
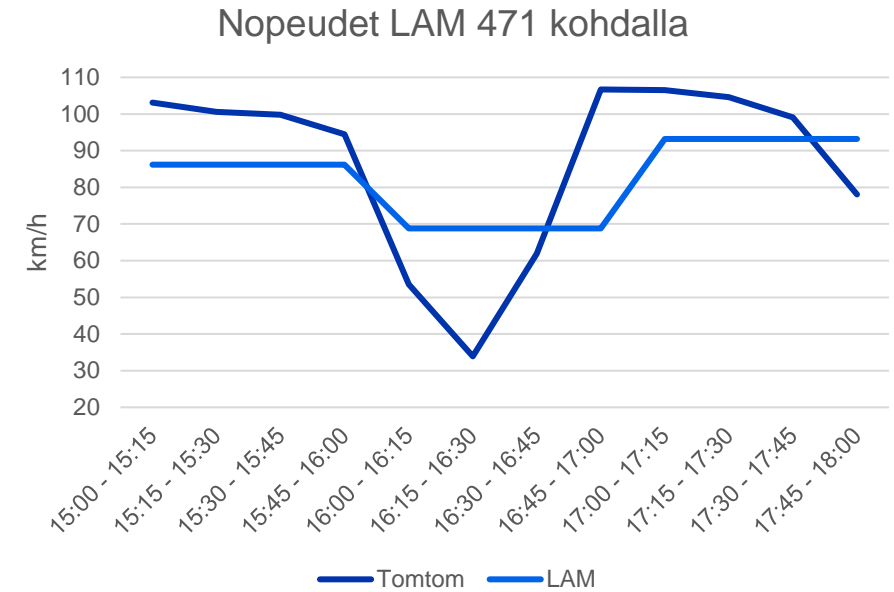


# Ruuhkautumisen kehitys, Case vt 3 Tampere - Lempäälä

Testattiin FCD-dataa (TomTom) ruuhkautumisen tunnistukseen. FCD-mahdollisuudet:

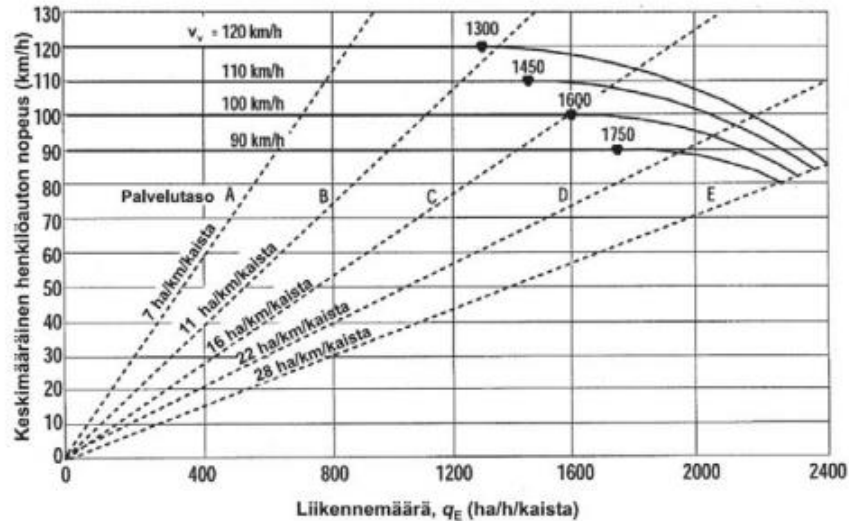
- Ruuhkavaroitusten tarveanalyysi
- Mittauspisteiden osittainen korvaaminen
- Mittauspisteiden optimaalinen sijainti
- Tilannekuva mittauspisteiden välillä (esim. jonon pituus)

→ Fuusio



# Liikennetieto-ohjaus: HCM

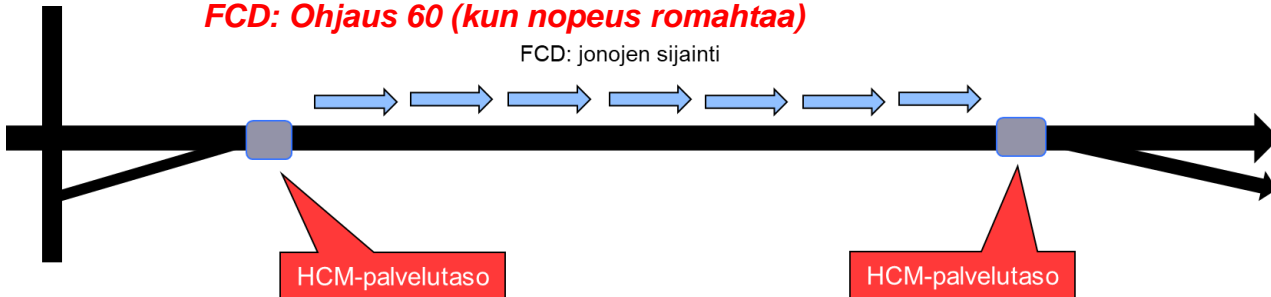
Liikennevirtateoriassa palvelutasolla tarkoitetaan väylän ajo- ja liikkumisolosuhteiden laadullista luokitusta käyttäjän kannalta tarkasteltuna. Liikenteen sujuvuutta arvioidaan yhdellä tai useammalla palvelutasomittarilla. Palvelutasotarkastelujen perusteos maailmalla on amerikkalainen käsikirja *Highway Capacity Manual* (HCM), jonka uusin versio on vuodelta 2000. HCM-menetelmässä on määritelty kuusi palvelutasoluokkaa (A–F). Palvelutaso A kuvaa erittäin hyviä olosuhteita. Palvelutaso heikkenee asteittain luokkia alaspäin mentäessä. Palvelutasolla E liikenteen kysyntä lähestyy tarkasteltavan väylänosan välityskykyä. Palvelutaso F kuvaa erittäin huonoja, ruuhkautuneita olosuhteita, joissa kysyntä usein ylittää välityskyvyn. Palvelutasot on määritelty erikseen eri tietyypeille ja erilaisille tien osille.



**HCM: Ohjaus 120-100-80**

**FCD: Ohjaus 60 (kun nopeus romahtaa)**

FCD: jonojen sijainti



Liikennevirran perusyhtälö

$$q = kv \rightarrow [\text{määrä} = \text{liikennetiheys} * \text{nopeus}]$$

*Moottoriteiden ja muiden monikaistaisten teiden linjaosuudet*

Moottoriteiden linjaosuuksilla varsinaisena palvelutasomittarina on liikennetiheys. Tietyllä palvelutasolla liikennetiheys saa olla korkeintaan taulukossa 2 annettu maksimi. Taulukon nopeus- ja liikennemääräarvot ovat puolestaan seurausta kyseisestä liikennetiheydestä. Sekä liikennetiheyden, liikennemäärän että välityskyvyn käyttösuhteen (liikennemäärän suhde välityskyvyyn) ajoneuvomäärät on ilmoitettu henkilöautoina. Välityskyky on maksimissaan 2 400 ha/h/kaista. (Luttinen ym. 2005.)

Taulukko 2. Palvelusokriteerit moottoriteiden linjaosuuksilla (Luttinen ym. 2005).

Vapaa nopeus (km/h)	Kriteeri	Palvelutaso				
		A	B	C	D	E
120	Maksimitiheys (ha/km/kaista)	7	11	16	22	28
	Miniminopeus (km/h)	120,0	120,0	114,6	99,6	85,7
	Maksimikäyttösuhde	0,35	0,55	0,77	0,92	1,00
	Maksimiliikennemäärä (ha/h/kaista)	840	1320	1840	2200	2400
	Maksimiliikennemäärä (ha/h/kaista)	840	1320	1840	2200	2400
110	Maksimitiheys (ha/km/kaista)	7	11	16	22	28
	Miniminopeus (km/h)	110,0	110,0	108,5	97,2	83,9
	Maksimikäyttösuhde	0,33	0,51	0,74	0,91	1,00
	Maksimiliikennemäärä (ha/h/kaista)	770	1210	1740	2135	2350
	Maksimiliikennemäärä (ha/h/kaista)	770	1210	1740	2135	2350
100	Maksimitiheys (ha/km/kaista)	7	11	16	22	28
	Miniminopeus (km/h)	100,0	100,0	100,0	93,8	82,1
	Maksimikäyttösuhde	0,30	0,48	0,70	0,90	1,00
	Maksimiliikennemäärä (ha/h/kaista)	700	1100	1600	2065	2300
	Maksimiliikennemäärä (ha/h/kaista)	700	1100	1600	2065	2300
90	Maksimitiheys (ha/km/kaista)	7	11	16	22	28
	Miniminopeus (km/h)	90,0	90,0	90,0	89,1	80,4
	Maksimikäyttösuhde	0,28	0,44	0,64	0,87	1,00
	Maksimiliikennemäärä (ha/h/kaista)	630	990	1440	1955	2250
	Maksimiliikennemäärä (ha/h/kaista)	630	990	1440	1955	2250

Parametroitavat muuttujat

**HUOM! Tiedot perustuvat HCM2000-aineistoon. Juuri julkaistu päivitetty HCM2020**





Digitien työpaketti:

# **DIGITAALINEN KAKSONEN JA LIIKENTEEN HALLINTA - Sää-, keli- ja liikennetilanteen digitaalisen mallin / kaksosen kehittäminen**

Toimintasuunnitelma 7.1.2025



# Sää- ja kelitiedot - Tavoitetila

## Lyhyen aikavälin tavoitetila: Ohjausjärjestelmien automaatioasteen nostaminen (\*)

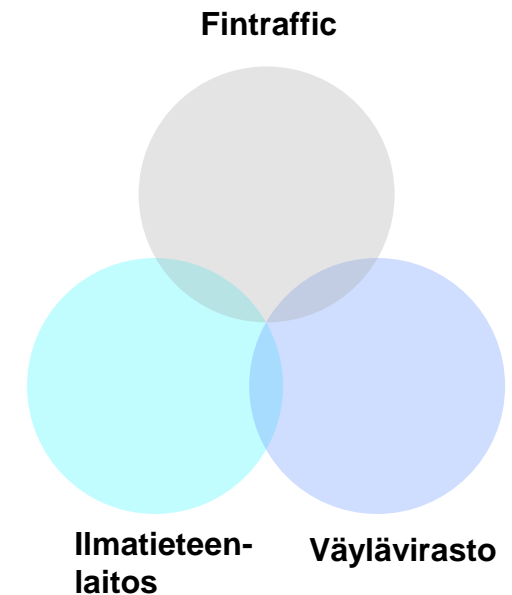
- Pääajurina Fintraffic Tien operatiiviset tarpeet avo-osuusjärjestelmien ohjauksen automaatioasteen nostamiseksi. Vaihtuvan ohjauksen tieosuuksilta on saatavissa runsaasti tilannekuvan muodostamiseen hyödynnettävää tietoa (tiesääasemat, liikenteen seuranta LAM/LML, kamerakuva).
- Kyseisten osuuksien tilannekuvan kehittämällä on suora vaikutus Fintraffic Tien nykypalveluihin
- Tieosuudet ovat liikennekeskuksen jatkuvan seurannan piirissä, joka mahdollistaa seurannan ja jatkuvan palautteen keräämisen.
- Ohjauksen automaatioaste toimii hyvänä mittarina tilannekuvan kehitykselle. Mikäli automaatioastetta kyetään kasvattamaan, kehityksessä on onnistuttu.



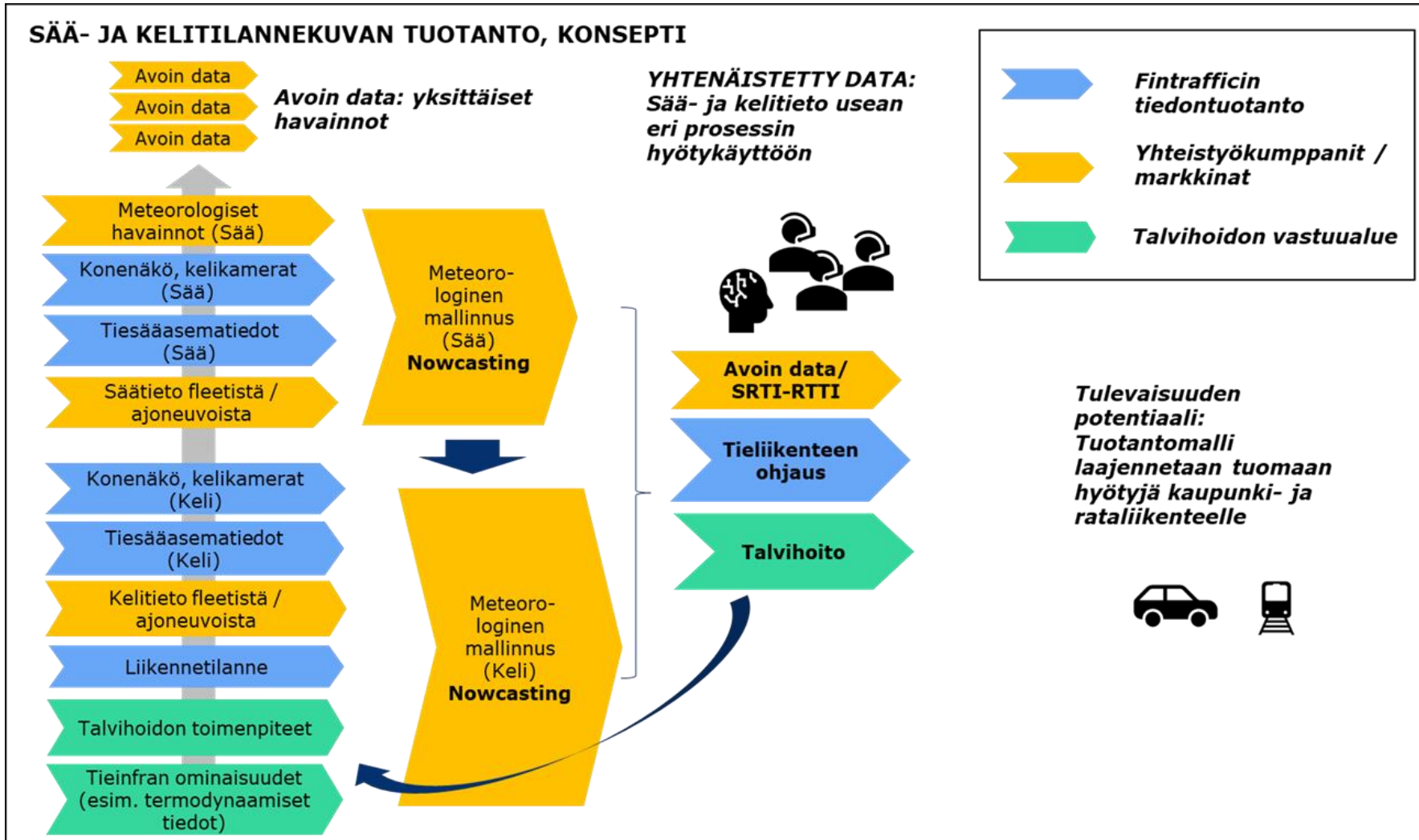
# Sää- ja kelitiedot - Tavoitetila

**Pidemmän aikavälin (5+ v.) tavoitetila: Fintraffic Tie kykenee tuottamaan laajalta tieverkolta jatkuvaa ja luotettavaa kelitilannekuvaa (sisältäen ennusteen), yhteensovittaen tarjolla olevia tietolähteitä**

- Pääajurina LVM:n Liikenneturvallisuusstrategiassa (Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 2022:3) esitetty toimenpide numero 79, joka pyrkii edistämään tarkkaa olosuhdetilannekuvaa väyläverkolta.
- Tavoitetila Hallinnonalan DigiTwin –tavoitteiden mukainen
- Tietokokonaisuus sidotaan tiegeometriaan, ja siitä muodostetaan SRTI- ja RTTI-tietoja. SRTI-RTTI-tiedot palvelevat laajasti liikenteen ohjaus- ja informaatiopalveluja, sekä tietojen tuotanto tarjoaa merkittävää lisäarvoa talvihoidon nykyiseen tietotarjontaan.
- Tiedon tuotanto perustuu meteorologisesti korkealuokkaiseen mallinnukseen, jota tienvarsilaitteiden ja ajoneuvojen tuottamat havainnot jalostavat. Tieto tarjotaan kaupallisille toimijoille, jotka integroivat tiedon osaksi tarjoamiaan liikenneinformaatiopalveluja (esim. navigaatio, ajoneuvojen ADAS-järjestelmät).



# Sää ja kelitiedon tuotanto, konsepti



- Nykytilanteessa tuotetaan jo paljon dataa. Data "siiloissa", ei yhteensovitusta.
- Tilannekuvan muodostaminen (eri datalähteistä) käyttäjän (= ihminen) vastuulla
- Jo olemassa oleva palvelutarjonta ja teknologiakehitys mahdollistaa korkeamman automaatioasteen.



# Sää- ja kelitiedon tuotanto, Kehityksen vaiheet

*STEP 1 & 2 perustuvat eri ratkaisujen pilotointiin.*

**STEP 1: Nykytilanteeseen ja nykyisiin data-aineistoihin perustuva kehitys.** kuinka laadukkaaseen tilannekuvatuotantoon on mahdollista päästä nykyisiä tietoja hyödyntäen / jalostaen.

- Tiedon tuotantomallin luominen
- Nykytilanteen tehostaminen
- Kehitystarpeiden ymmärrys

**STEP 2: Tilannekuvan kehittäminen uusia tietolajeja lisäämällä** siltä osin, kun nykyiset tietolajit eivät riitä tavoitetilan saavuttamiseksi.

Kustannustehokkaiden uusien ratkaisujen löytäminen teknologiakehitystä seuraten.

- Laatuason nostaminen vastaamaan tavoiteasetantaa

**STEP 3: Tilannekuvan tuotteistus ja jatkuvan kehitysmallin luominen**

Tuotteistuksessa ratkaistaan eri tietolajien roolit ja palvelutasot & vaatimusmäärittelyt. Varmistetaan organisaatioiden roolit ja valitaan hankintamallit, jotka mahdollistavat jatkuvan kehityksen. Seurataan teknologiakehitystä ja tuotannon kustannustehokkuutta.

- Kustannustehokas tuotanto; SRTI-RTTI & talvihoidon tarpeet
- Jatkuva kehittäminen

## TILANNEKUVAN KEHITYS: SRTI- ja RTTI-tiedot

**STEP 1:**  
Mille tasolle nykyisillä tietolajeilla tilannekuvassa päästään?  
Kehitystarpeet?

**STEP 2:**  
Miten tilannekuvaa täydennetään, jotta tavoite saavutetaan?

**STEP 3:**  
Miten tilannekuva tuotetaan ja "tuotteistetaan"

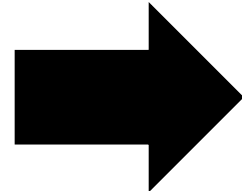


# Sää- ja kelitiedon tuotanto, kehityksen osaprojekteja (alustava listaus)



## STEP 1:

- Meteorologisen sää- ja kelimallin valinta havaintotietojen jalostamiseksi
- Keli- ja liikennekameroiden konenäkösovellus.
- Talvihoitokaluston tietojen tuominen osaksi kelimallin lähtötietoja.
- Liikenteen määrä- ja nopeustietojen tuominen osaksi kelimallin lähtötietoja.
- Tiesääasematietojen analytiikka ("kelitietotuote")
- Tarvittavat PoC-integraatiot.



## STEP 2:

- Ajoneuvoista saatavan datan hyödyt (esim. "ROMO2")
- Fleettiin asennettavat anturit
- IoT-antureita täydentämään havaintopisteitä
- Tierungon termodynaaminen kartoitus

## STEP 3:

- Tuotantoon vieminen ja skaalaus
- Teknologiakehityksen seuranta
- Organisaatioiden vastuut
- palvelutasojen määrittely



# Liikennetilanteen digitaalisen mallin kehitystasot



Vaihtuvan ohjauksen automaation ensisijaiset tarpeet



- Liikennetilanteen mallin kehitystasot on rakennettu siten, että ne ovat otettavissa käyttöön vaiheittain taso kerrallaan
- Kukin taso rikastaa edellisellä tasolla tuotettavaa informaatiota ja tarjoaa uusia hyötyjä käyttö-tapauksiin
- Tasojen toteutettavuus verkon eri osille arvioitiin ja huomioitiin tavoitetilan asetannassa
- Taso 3+ edellyttää uudenlaista yhteistoimintaa FTT:n ja kaupallisten palveluntarjoajien välillä ("LIHA 2.0")



# Liikennetilanteen digitaalisen kaksosen tavoitetila verkkon eri osilla

	PÄÄTIEJAKSOT, JOILLA VAIHTUVA OHJAUS	SUURTEN KAUP. SEUTUJEN KEHÄ- JA SÄTEITTÄISVÄYLÄT	MUUT MOOTTORITIEET	MUU TEN-T YDINVERKKO	MUU TEN-T KATTAVA VERKKO	MUU KANSALLINEN PÄÄTIEVERKKO
Kumulatiivinen pituus (km)	527 km	+ 238 km	+ 391 km	+ 483 km	+ 3675 km	+ 1309 km
TASO 0 NYKYTILA						
TASO 1 FCD NOPEUS	2025	2025	2025	2025		
TASO 2 FCD NOPEUS + HCM-ESTIMOINTI	2026	2026	2027	2027		
TASO 2+ FCD NOPEUS HCM-ESTIMOINTI +FCD HÄIRIÖ	2027	2027	2028	2028		
TASO 3 + TIEJAKSOKOHTAINEN LYHYEN AIKAVÄLIN ENNUSTE	2028	2028				
TASO 3+ + VERKOLLINEN LYHYEN AIKAVÄLIN ENNUSTE (TM 2.0)		2030+				



# Kustannukset ja hyödyt

## KUSTANNUKSET

- Sää- ja kelitilanteen malli
  - **Step 1:** ~ 300 000...500 000 euroa (T&K)
  - **Step 2:** ~ 100 000 ... 200 000 euroa (T&K)
  - **Step 3:** ei arvioitavissa. Tuotteistuksen kustannukset merkittävät.
- Liikennetilanteen malli
  - Vuosien 2025-27 investointikustannukset ovat 570 000 euroa, käyttömenot 115 000 euroa (josta 75 000 eur FCD-datan palvelumaksua kolmelta vuodelta) ja T&K menoja 50 000 euroa.
  - Lisäksi voi syntyä lisäkuluja liikenteen mittauslaitteiden hankinnoista HCM-analytiikan laajentamisesta moottoritieverkolle/TEN-T ydinverkolle sekä mahdollisesta kaupallisen ajoneuvosensori (tyyppiä Romo2) -datan hankinnasta.

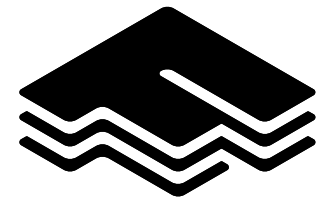
## HYÖDYT

- Korkealaatuisen, kehittyneen tilannekuvan tuomat **vuotuiset hyödyt** ovat suuruusluokaltaan **14 miljoonaa euroa**
  - turvallisuusvaikutukset noin 10 miljoonaa euroa
  - sujuvuusvaikutukset noin 3 miljoonaa, suorat kustannussäästöt n. 0,8 miljoonaa euroa)
- Ei huomioitu:
  - Tietyt vaikutukset saattavat olla joiltain osin päällekkäisiä
  - Tietyt kehitystoimet voivat mahdollistaa paljon suurempiakin vaikutuksia.

**Karkean hyötylaskelman perusteella, tilannekuvan kehittäminen on yhteiskuntataloudellisesti erittäin kannattava toimenpide.**

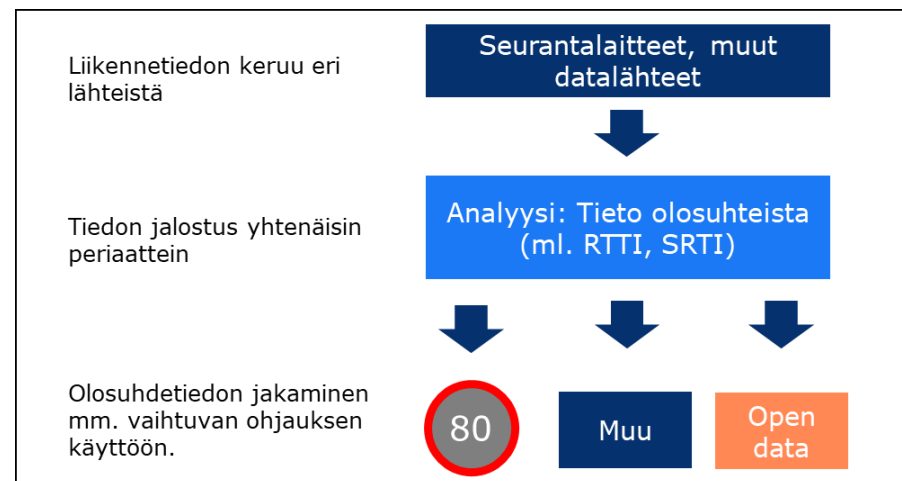


# Vaihtuvan ohjauksen merkitys tieliikenteen digitalisaatiossa ja automaatiossa



# Ohjeiden kehitys, vaihtuva ohjaus & ohjauspolitiikka

- Väyläviraston ohjetyö loppusuoralla
- Nostoja:
  - Selkeytetty ELY / Fintraffic-vastuunjako → Edesauttaa systemaattista kehitystä
  - Korostettu yhteistyöryhmien toimintaa
  - Tieliikenteen digitalisaatio huomioitu ohjeessa, mm. SRTI-RTTI vahvasti mukana (joskin suuntaa antavana)
  - Kehitykselle annettu tilaa



2025

Vaihtuvan ohjausjärjestelmän ohjauspolitiikan laadinta



# Vaihtuva ohjaus digikehityksen alusta?

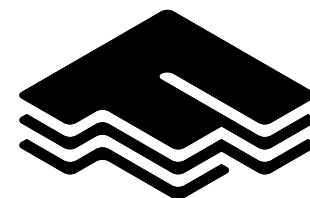
- Tieiikenteen digitalisaatiolle (digitwin, tiedolla johtaminen, tilannekuva...) asetettu suuria odotuksia.
- Vaihtuva ohjaus tienkäyttäjälle näkyvin(?) tienpidon älyliikennesovellus.
- Tekniseen ja operointikyvykkyyteen panostettu viimeiset vuodet (mm. TLOIK, ohjausautomaatioarkkitehtuuri, data-analytiikka, liikenneoperaattorien koulutus...).

Mutta...

- **Näytön paikka ja haaste: Jos ohjaus ei automaattista, mikä on tilannekuvan kypsyyssaste?**
- **Vaihtuvat ohjausjärjestelmät tarjoavat ensiluokkaisen alustan tieliikennedatan sovellusten tarvearviointiin, testaamiseen ja validointiin.**  
*24/7-operointi, kattava seurantatieto*
- **Vaihtuvan ohjauksen renessanssi? Kustannustehokas ja kestävä tien parantamistoimenpide!**



# Next steps?



# Next steps?

- Ohjauspolitiikoiden yhtenäistäminen ja ohjauksen kehityksen seurannan toimintamallien käyttöönotto
- Sää- ja kelitiedon tuotannon (SRTI&RTTI) kehittäminen (Fintraffic, Väylä, Ilmatieteenlaitos)
- Liikennevirran tilannekuvan (SRTI&RTTI) kehittäminen (Fintraffic)
- Em. Kehityksen pilotointi osana vaihtuvaa ohjausta
- SRTI-RTTI-tietojen kansallinen määrittely, tehtävät & vastuut?
- Laki liikennejärjestelmän digitaalisista tietopalveluista (Luonnos)? Esim. tilannekuvan palvelutasot



# Kiitos!

## Esityksen lähteitä:

- Ohjausautomaatiikan kehittäminen (Fintraffic Tie, Jarkko Johansson)
- Digitiehanke, Sää-, keli- ja liikennetilanteen digitaalisen mallin / kaksosen kehittäminen (Fintraffic Tie, Jani Kariniemi, Olli Rossi)
- Vaihtuvan ohjausjärjestelmän ohjauspolitiikan laadinta, käynnissä oleva ohjetyö (Väylävirasto, Sami Hellstedt)

Esityksen koonnut Fintraffic Tien puolesta Sakari Lindholm (Ramboll), joka toiminut em. selvitysten asiantuntijaresurssina.

