

Toteumatiedon hyödyntäminen liikenteen suunnittelussa Rantaradan tapaustudkimus

DI Juho Björkman
RATA2023-seminaari
Tampere 18.1.2023

RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.

Rautatieliikenteen toteumatieto – mitä se on?

Tietoa junien toteutuneesta kulusta rataverkolla.

Esimerkkejä käyttötarkoituksista

- Toteutuneiden ajoaikojen ja asemapysähdysten kestojen tarkastelu
- Junien nopeusprofiilit (nopeus ajan funktiona)
- Täsmällisyysraportointi

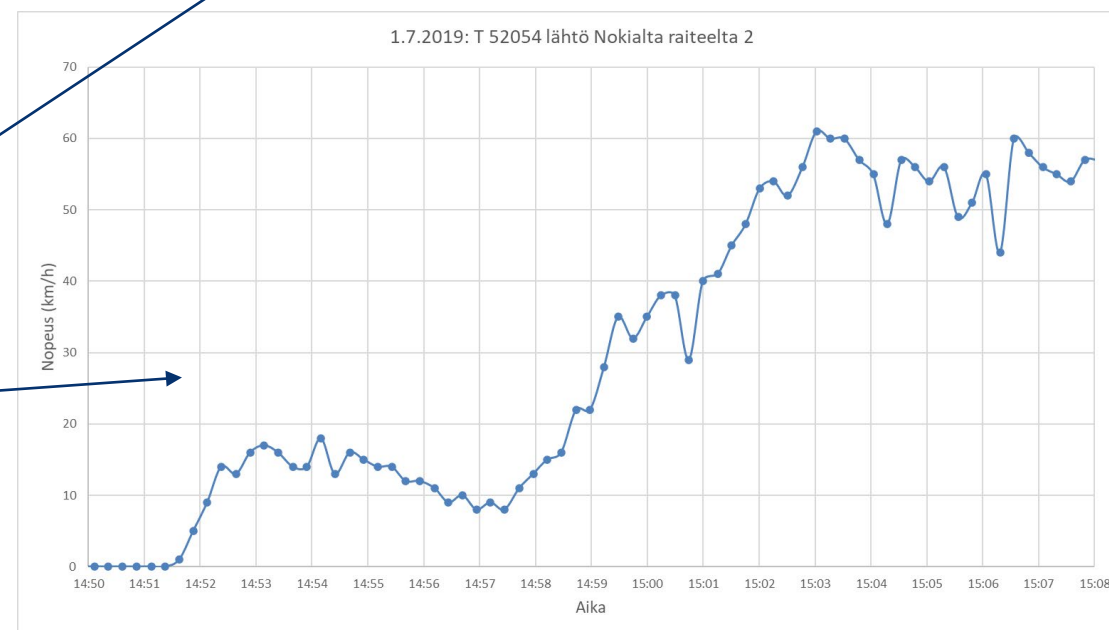
Tiedonkeruutapoja

- **Automaattiset asetinlaitteilta saatavat raideosuusten varautumis- ja vapautumisviestit**
- GPS-paikannus
- Rekisteröintilaitteet kalustossa ("ajopiirturi")
- (Manuaaliset laskennat)

Kulkutietosanoma 2341444850

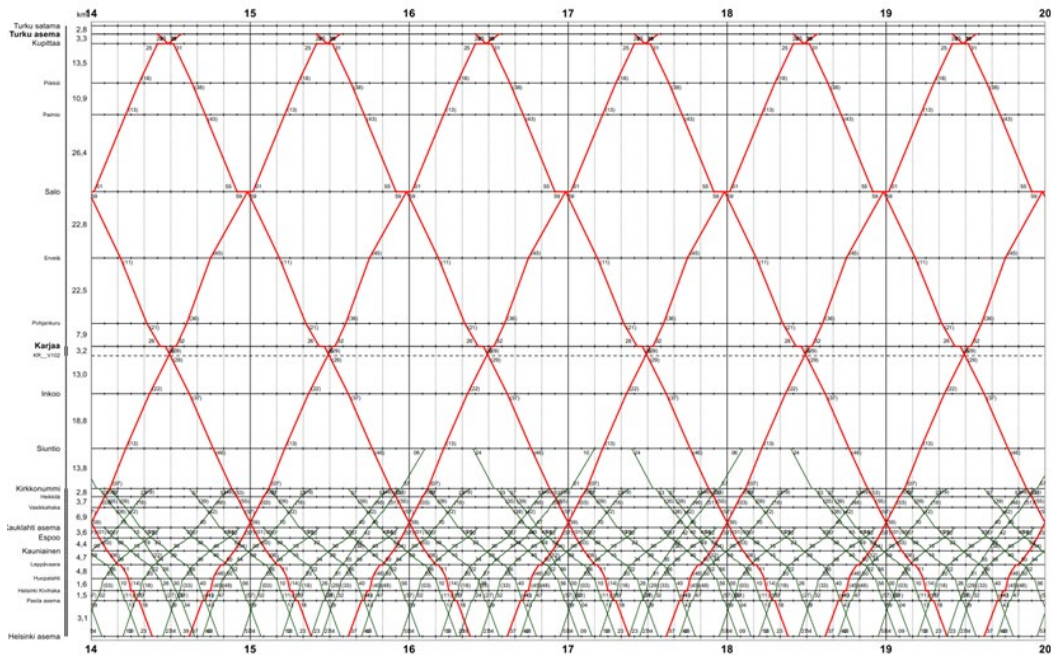
Id	2341444850
Järjestelmä	TAKO
Junatunus	38
Lahtopvm	2022-12-29
VastaanottoPvm	2022-12-29T12:40:31.983+02:00
TapahtumaPvm	2022-12-29T12:40:31.000+02:00
LiikennepaikkaEdellinen	RHA
Liikennepaikka	SK
LiikennepaikkaSeuraava	SKT
RaideosuusEdellinen	SK_T001
Raideosuus	SK_001
RaideosuusSeuraava	SK_O001
RaideosuudenVarautuminen	R

Ok



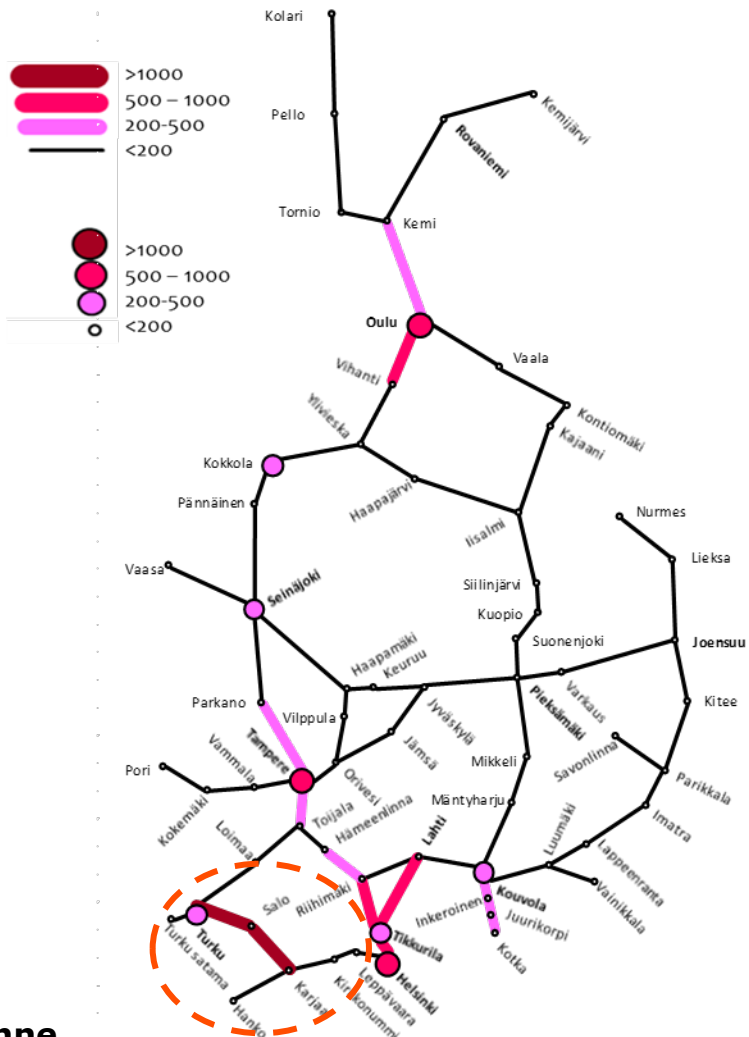
Rantaradan tapaus

- Rantaradalla oli vuonna 2020 paljon ratatöiden vuoksi asetettuja nopeusrajoituksia → suuria täsmällisyysongelmia Helsingin ja Turun välisessä kaukojunaliikenteessä
- Monet rajoitteista liittyivät tunneleissa tehtyihin korjaustöihin; nopeusrajoitus 50 km/h tai 80 km/h
- Väylävirasto tilasi Ramboll Finland Oy:ltä selvityksen liikennerajoitteiden vaikutuksista Rantaradan liikenteelliseen toimivuuteen, jotta ratatyöt ja junaliikenne voitaisiin jatkossa sovittaa yhteen entistä paremmin.



Rantaradan vakioaikataulurakenne

Primääristen myöhästymisminuuttien määrät rataverkolla elokuussa 2020 (lähde: Väylävirasto)



Selvityksen tarkoitus

Mitä selvitettiin?

- Kuinka paljon ratatyörajoitteita Rantaradalle voi asettaa yhtä aikaa ilman, että aikataulurakenne lakkaa toimimasta?

Keskeinen tunnusluku

- Maksimaalinen ajoajan kasvu, jonka aikataulurakenne teoriassa kestää kullakin junakohtauspaikkojen välisellä osuudella eli aikataulurakenteen **pelivara**

Mikä on pelivara?

Määritellään yleensä junan nopeimman mahdollisen ajoajan ja aikataulun mukaisen ajoajan erotuksena. Tarkoitettu kompensoimaan normaalia ajoajoissa esiintyvä vaihtelua ja pieniä viivästyksiä.

Käytetyt menetelmät



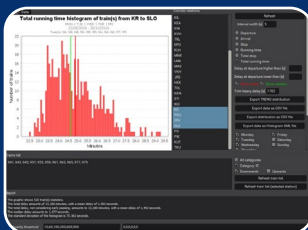
Digtraffic
Ajantasaisista avoimista liikennetietoisuudesta
Suomen tie-, rautatie- ja vesiliikenteestä.

Tietolähde: Fintrafficin Digtraffic-rajapinta

Kälihetsoanoma	02.01.2023 14:54	14:54:38 LAI LAI_609 R
Kälihetsoanoma	02.01.2023 14:54	14:54:35 LAI LAI_608 R
Laki-kerjauk (automaatti)	02.01.2023 14:54	14:55:05 LAI Sapeunnen
Kälihetsoanoma	02.01.2023 14:54	14:54:26 LAI LAI_612 O
Kälihetsoanoma	02.01.2023 14:54	14:54:14 LAI LAI_1643 O
Kälihetsoanoma	02.01.2023 14:54	14:54:13 LAI LAI_1641 O
Kälihetsoanoma	02.01.2023 14:54	14:54:13 LAI LAI_609 O
Kälihetsoanoma	02.01.2023 14:54	14:54:07 30V 30V_620 R
Kälihetsoanoma	02.01.2023 14:53	14:53:47 LAI LAI_608 O
Kälihetsoanoma	02.01.2023 14:37	14:37:48 30V 30V_6012 R
Kälihetsoanoma	02.01.2023 14:37	14:37:42 30V 30V_620 O
Kälihetsoanoma	02.01.2023 14:37	14:37:40 30V 30V_6122 R
Laki-kerjauk (automaatti)	02.01.2023 14:37	14:37:22 30V Lapaja
Laki-kerjauk (automaatti)	02.01.2023 14:37	14:37:22 30V Lapaja
Laki-kerjauk (automaatti)	02.01.2023 14:37	14:36:47 30V Lapija
Kälihetsoanoma	02.01.2023 14:37	14:37:36 30V 30V_601 R
Kälihetsoanoma	02.01.2023 14:37	14:37:33 30V 30V_6012 O
Kälihetsoanoma	02.01.2023 14:37	14:37:30 30V 30V_1632 O
Kälihetsoanoma	02.01.2023 14:37	14:37:20 30V 30V_1631 R
Kälihetsoanoma	02.01.2023 14:37	14:37:15 30V 30V_6009 R
Kälihetsoanoma	02.01.2023 14:37	14:37:14 30V 30V_6008 R

Tieto: junien tulo- ja lähtöajat liikennepaikoilta

- Estimoitu tiettyjen raideosuuksien varautumis- ja vapautumistietojen perusteella
- Tiedot ajalta 12.8. – 26.10.2019



Työkalut: Trenoanalysis & OpenTrack

- Trenoanalysis on ohjelmisto, joka on kehitetty rautatieliikenteen toteumatiedon analysointiin ja visualisointiin
- OpenTrack on raideliikenteen mikrosimulointiohjelmisto

Tarkasteluvälijako

Turku

Kupittaa

51 km Ajoaika 24 min

Salo

53 km Ajoaika 27 min

Karjaa

75 km Ajoaika 41/42 min

Leppävaara

Helsinki

Erilaisia pelivaroja

Pelivara **toteutuneen keskimääräisen** ajoajan perusteella

Pelivara **toteutuneen nopeimman** ajoajan perusteella

Pelivara *simuloidun nopeimman* ajoajan perusteella

Turvallinen lähtökohta rajoitteiden
mitoitukselle, mutta voi johtaa
aikataulurakenteen sietokyvyn
aliarviointiin!

Jos ajoaika ratatöiden vuoksi
pidentyy enemmän,
myöhästyminen on varmaa!

Kylmiä lukuja

Helsinki –Turku

	Aikataulu	Havaittu		Simuloitu (100%)
		Keskiarvo	Nopein	
Leppävaara-Karjaa	41	41,0	38,0	36,5
Karjaa-Salo	27	25,0	23,0	23,0
Salo-Kupittaa	24	25,0	24,0	23,0

Turku–Helsinki

	Aikataulu	Havaittu		Simuloitu (100%)
		Keskiarvo	Nopein	
Kupittaa-Salo	24	25,5	24,5	23,0
Salo-Karjaa	27	25,5	23,5	23,0
Karjaa-Leppävaara	42	41,5	38,5	36,5

Kaikki taulukon luvut minuutteja

Määritetyt pelivarat

Helsinki–Turku

	Pelivara suhteessa nopeimpaan simuloituun ajoikaan (min)	Pelivara suhteessa nopeimpaan toteutuneeseen ajoikaan (min)	Pelivara suhteessa keskimääräiseen toteutuneeseen ajoikaan (min)
Leppävaara-Karjaa	4,5	3,0	0,0
Karjaa-Salo	4,0	4,0	2,0
Salo-Kupittaa*	4,0	3,0	2,0

Turku–Helsinki

	Pelivara suhteessa nopeimpaan simuloituun ajoikaan (min)	Pelivara suhteessa nopeimpaan toteutuneeseen ajoikaan (min)	Pelivara suhteessa keskimääräiseen toteutuneeseen ajoikaan (min)
Kupittaa-Salo*	4,0	2,5	1,5
Salo-Karjaa	5,0	4,5	2,5
Karjaa-Leppävaara	5,5	3,5	0,5

Simulointiin perustuvat pelivarat ovat yhtä suuria tai suurempia, kuin toteumiin perustuvat pelivarat. – Hurraa!

Karjaa-Leppävaara-välillä junat keskimäärin tarvitsevat pelivaransa. Syy löytynee liikenne rakenteesta.

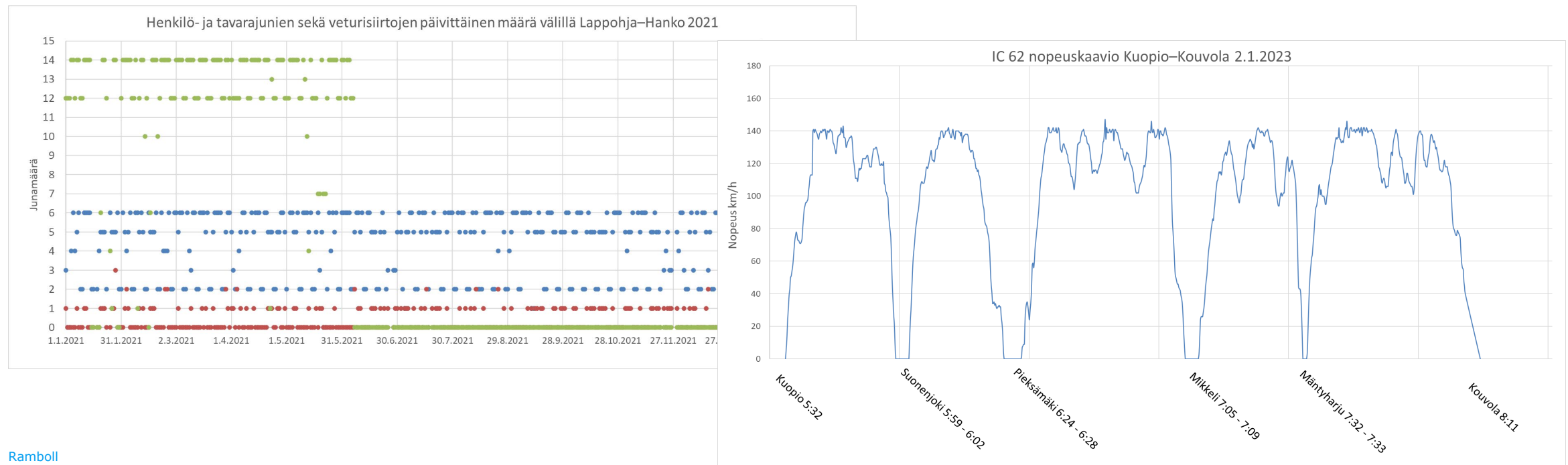
"Hyväksyttävä ajoajan pidennys"

- Jos pelivara lasketaan nopeimman toteutuneen ajoajan perusteella ja se käytetään kokonaan kompensoimaan ratatöiden aiheuttamaa ajoajan pidennystä, seuraa liikenteessä **lähes varmasti täsmällisyysongelmia**
- Työluvuksi aikataulurakenteen kestävyys arviointiin esitettiin nopeimman ja keskimääräisen ajoajan perusteella laskettujen pelivarojen keskiarvoa. Tätä tunnuslukua nimitettiin *hyväksyttäväksi ajoajan pidennykseksi*
- Huomio! Hyväksyttävän ajoajan pidennyksen noudattaminen ei takaa, etteikö tulisi mitään täsmällisyysvaikutuksia!

	Hyväksyttävä ajoajan pidennys (min)
Leppävaara-Karjaa	1,5
Karjaa-Salo	3,0
Salo-Kupittaa	2,0

Lopuksi

- Toteumatietoa kannattaa hyödyntää rautatieliikenteen suunnittelussa ennakkoluulottomasti!
- Analyysien tekeminen on **verraten helppoa ja resurssitehokasta**, kun tiedon hankintaan ja käsittelyyn liittyvät edellytykset ovat kunnossa
- Usein kannattaa hyödyntää rinnakkain useita työmenetelmiä
 - Simulointimallien kalibrointi toteumatietoja käyttäen
 - Sidosryhmähaastattelujen täydentäminen toteumatiedon analyysillä (ja päinvastoin!)



Bright
ideas.
Sustainable
change.

RAMBOLL