

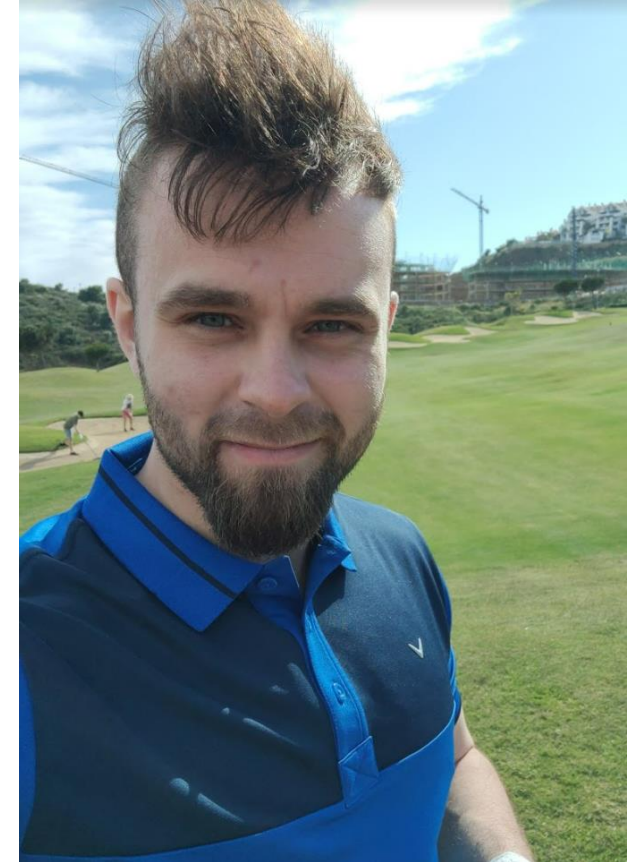


# ETCS-järjestelmän simulointi

Joona Neuvonen, Fintraffic Raide Oy  
18.1.2023

# Esittäjä

- Joonas Neuvonen
  - Tietojohtamisen DI
  - Tampereella asustelen, lähtöisin Pieksämäeltä
- ERTMS/ETCS-järjestelmäasiantuntija (Fintraffic Raide Oy)
  - Kesäkuusta 2022 alkaen Fintrafficilla
  - Aiemmin 3,5 vuotta konsulttina (ETCS)
- Mukana muun muassa seuraavissa tehtävissä:
  - Vetovastuu ETCS-ratalaitteiden suunnitteluohjeista (RATO22)
  - Suomen edustaja EUG:n TSG-työryhmässä
  - EKA-radan suunnittelun tukeminen



# Esityksen sisältö



Lähtökohdat ETCS-järjestelmän  
simuloinnille

Miksi simuloimme?  
Simuloinnin hyödyt



Miten olemme toteuttaneet  
simulointia?

Mitä olemme simuloineet?  
Käytetyt työkalut



Käytännön esimerkkejä ETCS-  
järjestelmän simuloinnista

Sijainninkorjauspisteiden  
sijoittaminen vaihteisiin nähden  
Laskennallinen valvontanopeus

# Taustatiedot ETCS-järjestelmän simulointiin

- Suomeen tavoiteltava ETCS-taso 3 on monimutkainen ETCS-kulunvalvonnan taso, joka pitää sisällään paljon uusia ominaisuuksia
- Yksi tämän hetken ongelmista on se, että osaavaa porukkaa, joka tuntisi ETCS-järjestelmän perusteellisesti, on **rajallisesti**
- Kansalliset ETCS-järjestelmän määrittelyt ja tekniset valinnat tulee pohjautua ymmärrykseen
  - On riskialtista tehdä päätöksiä ilman perusteellista ETCS-järjestelmän ymmärtämistä
- Simuloinnin tarve on usein lähtenyt siitä, että ETCS-suunnittelun valittuja arvoja on pyritty **validoimaan** tai simuloinnin avulla on pyritty **ymmärtämään**, miksi tietyt asiat tulee toteuttaa valituilla tavoilla



# Miksi ETCS-järjestelmää simuloidaan?

# Valtavan tietomäärän sisäistäminen

**Ja mikä parasta,  
tässä oli vain pieni osa ketjutukseen liittyvistä ohjeistuksista**

# Valtavan tietomäärän sisäistäminen

- Toki yksi mahdollisuus on aina kahlata läpi satoja (ellei tuhansia) tunteja ERA:n tuottamia vaatimuserittelyjä
  - En sano, että tämä olisi turhaa, se on jopa pakollistakin
- Mutta miksi emme käyttäisi ”oikotietä” oppimisessa?
  - Yksi simuloinnin tärkeimmistä hyödyistä onkin, että:

Simuloinnin avulla voidaan sisäistää ja oppia nopeammin järjestelmän määritelmät ja vaatimukset, kuin vain lukemalla vaatimuserittelyitä ja ohjeistuksia



**Ja tätä kautta voimme lisätä järjestelmätietoisuutta Suomessa**



# Nopeampi ja ketterämpi testaaminen kuin maastossa

- ETCS-järjestelmän simulointi mahdollistaa nopeamman konfiguraatioiden muutokset ja täten useampien testikierroksien suorittamisen verrattuna maastotestaukseen
- Simuloinnin avulla testit voidaan suorittaa uudestaan lähes välittömästi, jolloin testien tuloksien analysointi helpottuu
  - Tuloksien varmistaminen
  - Poikkeavuuksien huomaaminen
- Simuloinnin avulla voimme testata poikkeustilanteita huomattavasti helpommin kuin maastossa
  - Esimerkiksi hätäjarrutuskäyrien laskeminen tai vaaratilanteiden simulointi on tärkeässä roolissa
- Huomioitavaa on, että järjestelmän simulointi **ei poista** tarvetta maastotestaukselle





# Miten simulointia on toteutettu?

# Simulointi ja työkalut

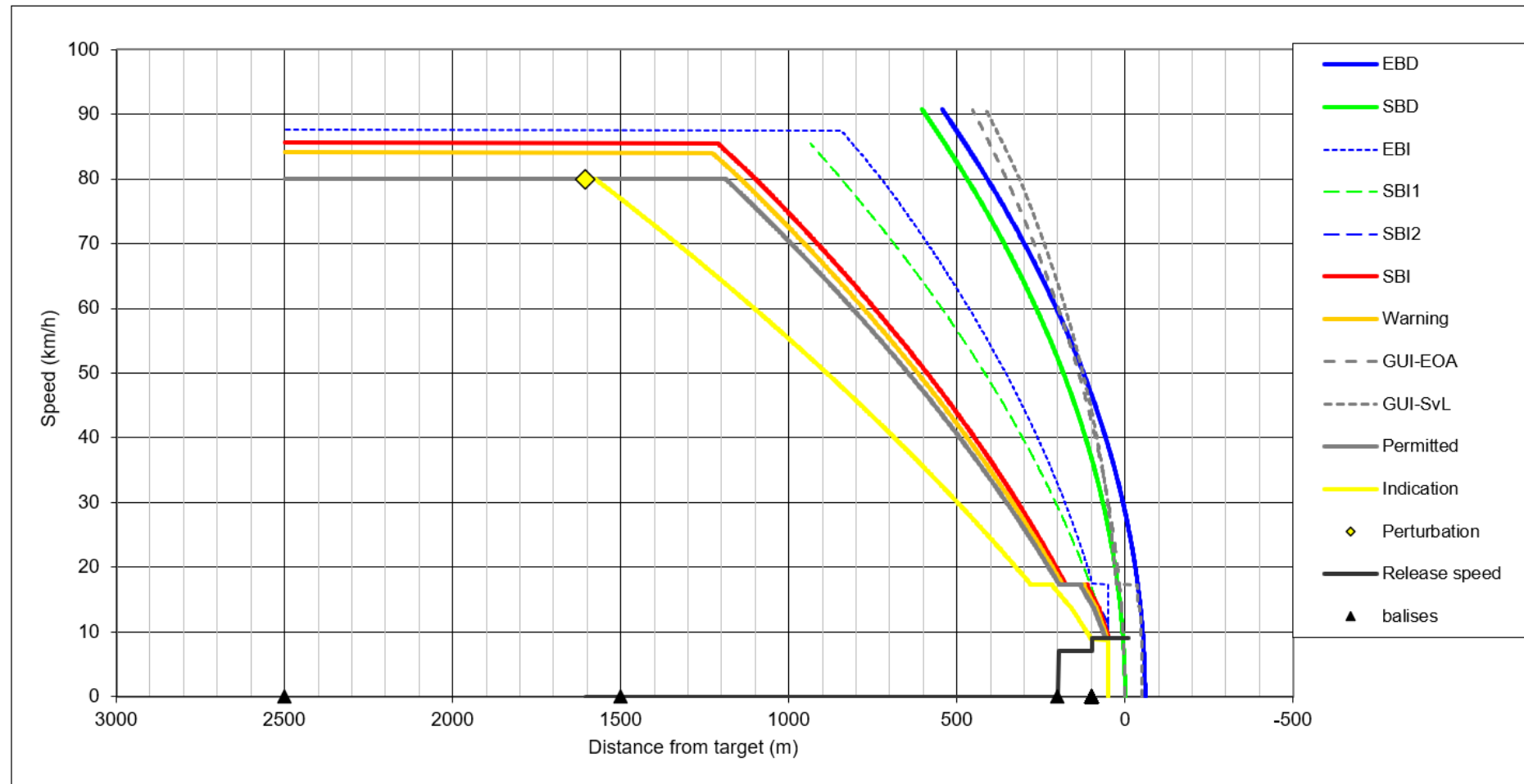
## Mitä olemme simuloineet?

- ETCS-järjestelmää on simuloitu Suomessa jo satoja tunteja eri lähtökohdista
- Simuloitu on muun muassa seuraavia asioita:
  - Valittuja kansallisia ETCS-parametrejä
  - Jarrutuskäyriä eri kalustoilla
  - Tasonvaihtokonseptien toimivuutta
- Missä simulointia on jo hyödynnetty?
  - ETCS-testiradan simulointi (KoKoHa)
  - EKA-radon suunnittelussa
  - RATO22-ohjeistuksen luomisessa

## Käytetyt työkalut

- Braking curves simulation tool v4.2 (ERA)
  - Jarrukäyrälaskenta
- ERTMS/ETCS-simulaattori (Cliersy)
  - ETCS-toiminnallisuuksien testaaminen
- Kouvola ROK:ssa sijaitseva simulointiympäristö
  - Testiradan valintojen simulointi
  - EKA-radon simulointi

# ERA braking curves simulation tool v.4.2

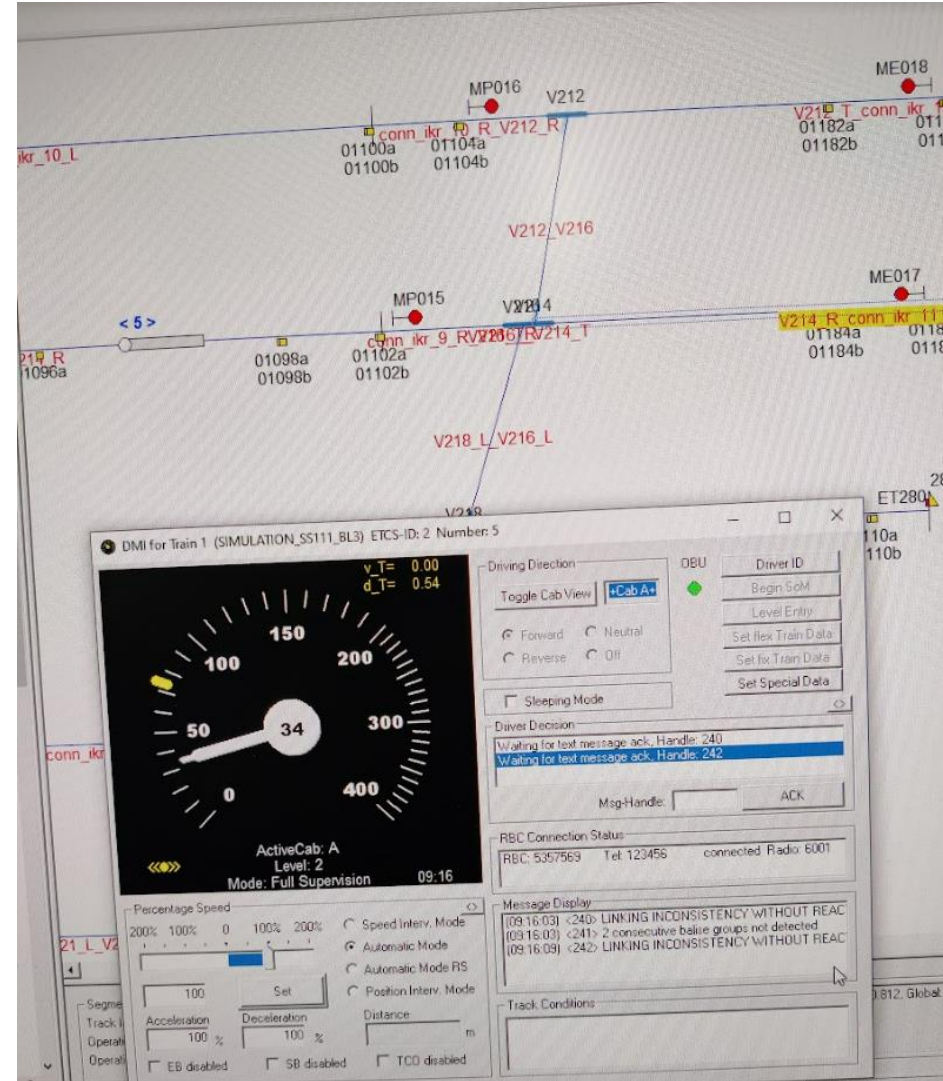
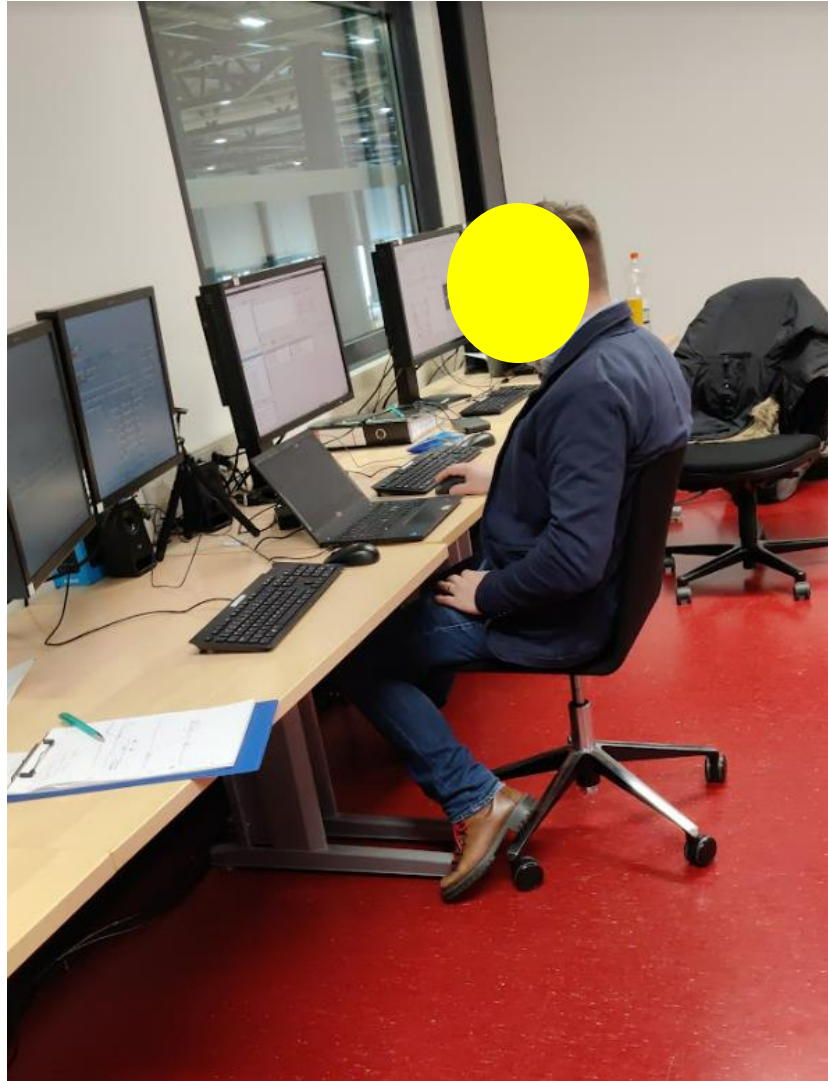


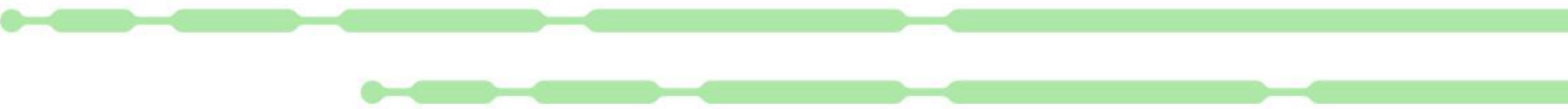
Initial speed (km/h)	Distance from target (m)							Release speed (km/h)
	Perturbation	Indication	Permitted	Warning	SBI	EBI	StartRSM	
80,00	1605,24	1605,24	1187,70	1143,27	1098,82	724,38	48,67	9,1

# Cliersy ERTMS/ETCS-simulaattori



# Kouvolan ROK:ssa sijaitseva simulointiympäristö





# Käytännön esimerkkejä ETCS-järjestelmän simuloinnista



# Sijainninkorjauspisteiden sijoittaminen vaihteiden läheisyydessä

1. ETCS-veturilaite siirtyy  
Vaihtotyötilaan (SH)

2. Kuljettaja suorittaa vaihtotyötä

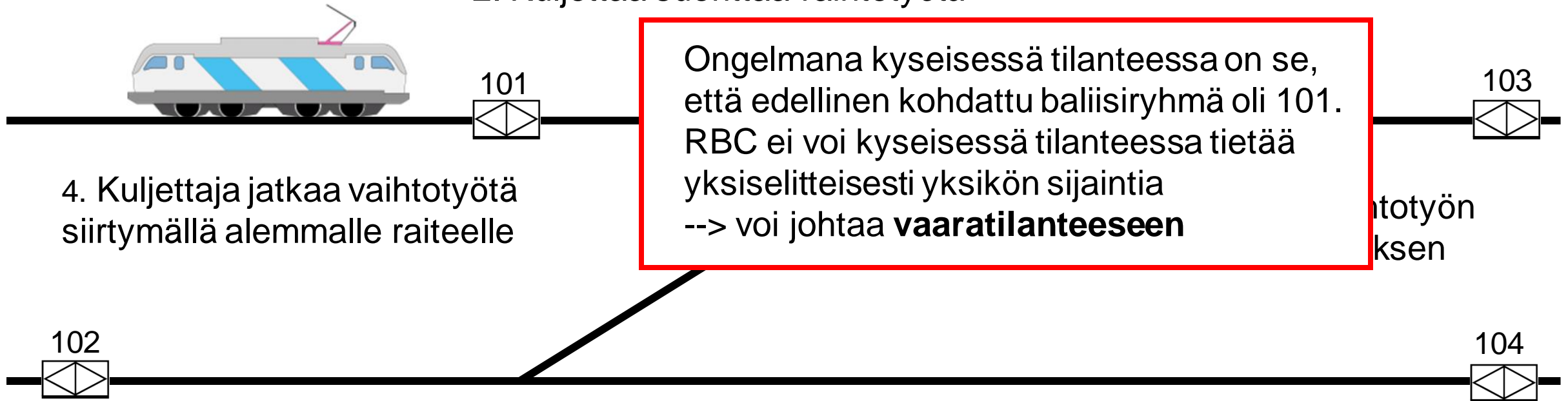
3. Kuljettaja vaihtaa yksikön kulkusuuntaa  
ennen kuin se on kohdannut baliisiryhmän 103

4. Kuljettaja jatkaa vaihtotyötä  
siirtymällä alemmalle raiteelle

Ongelmana kyseisessä tilanteessa on se,  
että edellinen kohdattu baliisiryhmä oli 101.  
RBC ei voi kyseisessä tilanteessa tietää  
yksiselitteisesti yksikön sijaintia  
--> voi johtaa **vaaratilanteeseen**

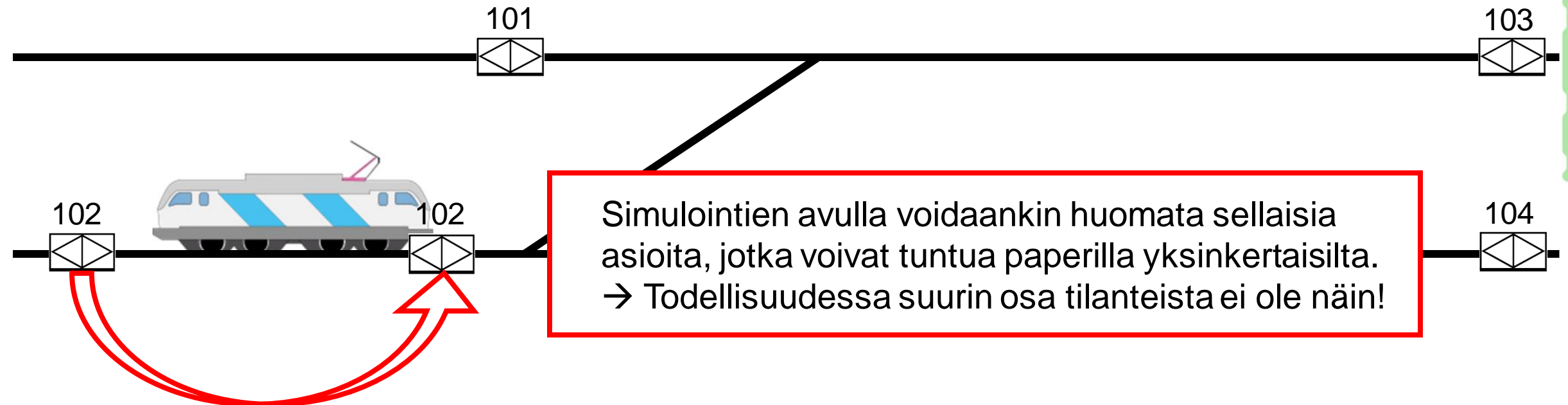
5. Kuljettaja vaihtaa yksikön  
kulkusuuntaa kohti baliisiryhmää 104,  
yksikkö ei kohdannut baliisiryhmää 102

6. Kuljettaja jatkaa vaihtotyötä kohti  
baliisiryhmää 104



# Mitä äskeisestä animaatio"showsta" opimme?

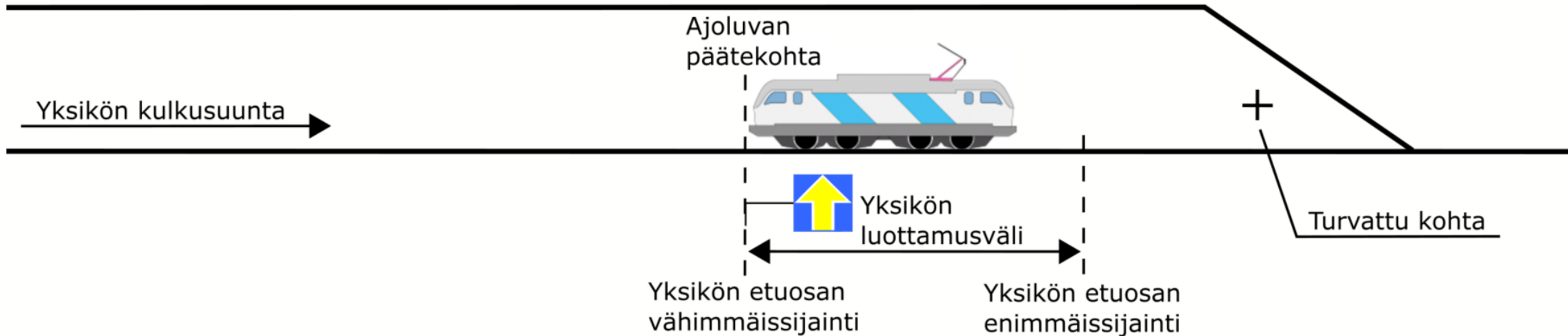
- Sijainninkorjauspiste tulee sijoittaa riittävän lähelle vaihdetta tai vaihdekujaa, josta voidaan ajaa poikkeavalle raiteelle, jotta:
  - Jokainen yksikkö ylittää baliisiryhmän, jos se suorittaa esimerkiksi vaihtotyötä
- Tällöin yksikön sijainti voi olla yksiselitteinen RBC:n näkökulmasta, kun suoritetaan lähtötarkastusta





# Valvontanopeuden määrittäminen

- Hyödyntämällä ERA:n jarrukäyrälaskennan työkalua ja ROK:n simulointiympäristöä, on pystytty simuloimaan eri junakokoonpanoilla jarrutusmatkoja eri valvontanopeuksilla
  - ETCS-järjestelmässä ajoluvan päätekohtan ylittämisen jälkeen hätäjarrutus aktivoituu eri tavalla kuin JKV:ssa



➡ Nykyiset etäisyydet turvattavaan kohtaan ja käytetyt valvontanopeudet on arvioitava uudelleen

- Simulointien avulla voimme pyrkiä varmistamaan, että eri junakokoonpanoilla pystytään aina pysähtymään eri valvontanopeuksilla turvallisesti ennen turvattavaa kohtaa

# Simulointiesimerkki laskennallisesta valvontanopeudesta

## Simuloinnin lähtökohdat

Muuttuja	Arvo
Junatyyppi	Tavarajuna (G-jarrulaji)
Pituus	500 m
Jarrupainoprosentti	60 %
Sijainnin mittavirhe	+/- (5 m + 5 %)
Käytetyt ohiajovarajat	0 m, 20 m, 60 m, 80 m ja 100 m
Ratageometria	0 ‰ kaltevuus

## Simuloinnin tulokset

Ohiajovara	Laskennallinen valvontanopeus
0 metriä	0 km/h
20 metriä	2,2 km/h
60 metriä	9,1 km/h
80 metriä	12,9 km/h
100 metriä	16,3 km/h

### Kuvitteellinen johtopäätös simuloinnista:

Tavarajunalla on haastavaa ajaa alle 9,1 km/h nopeutta, jolloin laskennallista valvontanopeutta käytettäisiin vain, jos etäisyys turvattavaan kohtaan olisi yli 60 metriä

Huomioitavaa on, että tämä oli vain yhdellä kalustolla tehty simulaatio ilman radan kaltevuuksia

# Kiitos Kysymyksiä?

