



ETCS ja vaikutus kapasiteettiin

Teemu Sirkiä, Fintraffic Raide Oy

11.3.2021

Kuka puhuu?



Teemu Sirkiä

Tuotepäällikkö
Kapasiteetinhallinnan
tietojärjestelmät



Mistä tänään puhutaan?

- Mitä ratakapasiteetti tarkoittaa?
- Millainen ratakapasiteettitilanne tällä hetkellä on, miten JKV vaikuttaa siihen?
- Miten ja miksi ETCS vaikuttaa ratakapasiteettiin?
- Mitä pitäisi huomioida, jotta ETCS:n tuoma lisäkapasiteetti saadaan käyttöön?

Spoiler: Esityksestä ei löydy tarkkaa prosenttilukua, paljonko kapasiteettia tulee Digiradan myötä lisää, vaan tarkoitus on enemmänkin herättää ajatuksia ja pohdintaa, mikä kapasiteettilisäyksen mahdollistaa, jotta kapasiteettia voidaan käyttää tehokkaasti.



Määritelmiä

Määritelmiä

- Raide mahdollistaa liikennöinnin paikasta toiseen, mutta turvalaitetekniikka määrittelee suurelta osin, miten raidetta on mahdollista liikennöidä
- **Ratakapasiteetti** on:
 - Turvalaitetekniikan ja sääntöjen mahdollistama määrä liikennettä
 - Kuinka monta junaa Kehäradalla voi enimmillään kulkea tunnissa?
 - Varaus raiteen käyttämisestä jollekin junalle, vaihtotyölle tai ratatyölle
 - Juna 465 varaa Äetsä-Ahvenus –välin aikataulunsa mukaisesti klo 13:08-13:14



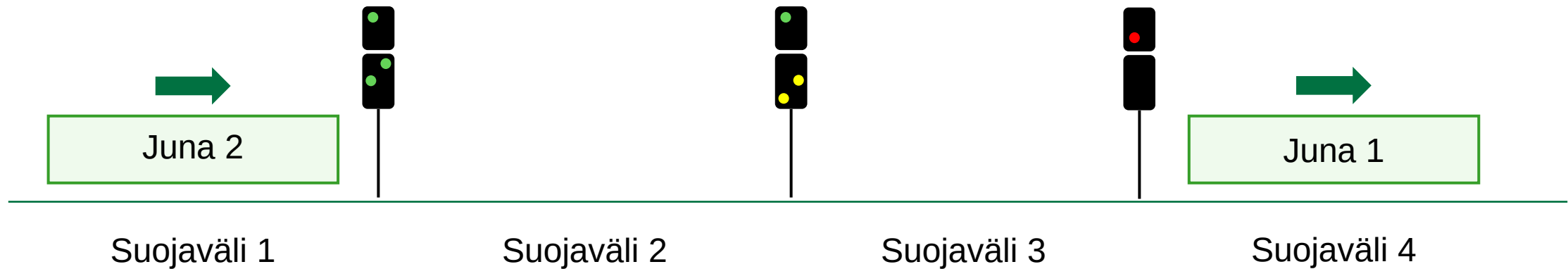
Nykyinen turvalaitetekniikka & JKV

Näkyvät opastimet

- Suomessa ajetaan näkyvien opasteiden mukaan. Jotta kuljettaja saa ennakkotiedon seis-opasteesta ajoissa, tulee esiopastimen olla vähintään 1200 metrin päässä pääopastimesta (pl. kohdat, joissa on alhainen nopeusrajoitus)
 - Jos käytetään pää- ja esiopastimen yhdistelmää, suojastusopastinta tai yhdistelmäopastinta, tulee yhden suojavälin minimipituudeksi käytännössä 1200 metriä
- Kulunvalvontajärjestelmä kuitenkin tuo opasteiden ennakkotietoja sekä antaa opastinjärjestelmää täydentäviä tietoja nopeusrajoituksista (vaihteet ja muut nopeusrajoitukset). Pistemäinen kulunvalvontajärjestelmä ei kuitenkaan mahdollista ajamista pelkästään kulunvalvonnan tietojen perusteella. Palataan tähän kohta tarkemmin.

Suojastus

- Suojastus pitää junat riittävän etäällä toisistaan ja varmistaa, että suojavälillä on kerrallaan vain yksi juna



- Suojaväli voi koostua yhdestä tai useammasta raideosuudesta, mutta niiden on kaikkien oltava vapaita, jotta suojaväli on vapaa

Suojavälien pituudet

- Nykyinen suojastus voidaan jaotella melko hyvin kahteen pääkategoriaan:
 - **Asemavälisuojastus:** Liikennepaikkojen välillä voi olla kerrallaan vain yksi yksikkö, koska liikennepaikkojen välillä on vain yksi suojastusosuus. Edellisen yksikön perään on mahdollista lähteä vasta, kun se on saapunut seuraavalle liikennepaikalle.
 - **Tiheä suojastus:** Liikennepaikkojen väli on jaettu useaan suojastusosuuteen, mikä mahdollistaa, että samaan aikaan voi liikkua samaan suuntaan useampi yksikkö. Välit ovat muutaman kilometrien mittaisia, ja yksiköt voivat liikkua noin neljän minuutin aikamarginaalilla (kaupunkiradoilla kolme minuuttia).
- On joitakin rataosia, jotka eivät tähän jaotteluun istu hyvin. Esimerkkinä Jyväskylä-Äänekoski, jossa on muutama välisuojastuspiste, jotka eivät kuitenkaan ole liikennepaikkoja, eikä neljän minuutin suunnittelusääntö toteudu.

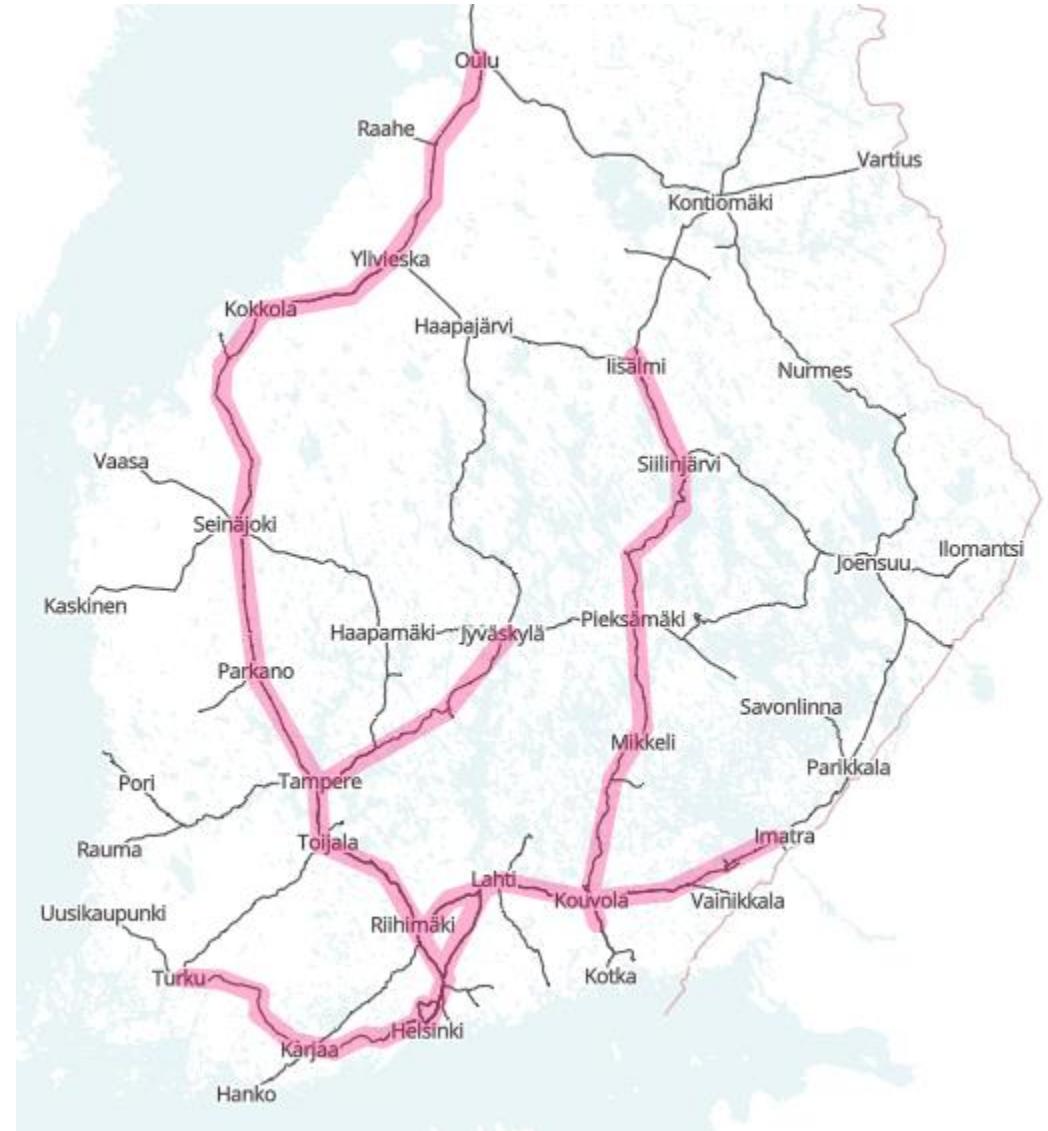
Asemavälisuojustus

- Ohessa on asemavälisuojustettuja ratoja, joilla on huomattavan pitkiä suojavälejä
- HUOM! Radio-ohjattu rata on turvalaiteteknisesti suojustettu, ja niitä käsitellään tässä esityksessä suojustettuina ratoina, joiden suojavälit ovat lupapaikkojen välien mittaiset.



Tiheä suojastus

- Karttaan on merkitty punaisella ne rataosat, joilla on linjalla opastinvarustelu siten, että suojavälien pituudet ovat enintään n. 5 km



OSM / rata.digitraffic.fi (CC-BY-4.0)

Pistemäinen kulunvalvonta

- JKV on pistemäinen kulunvalvonta eli JKV-veturilaite saa tietoja ainoastaan, kun veturilaite ylittää baliisiryhmän
 - Mikäli edessä oleva opastin vaihtuu yksikön lähestyessä sitä vihreäksi tai punaiseksi, JKV ei tiedä asiasta ennen seuraavaa mahdollista toistobaliisia tai opastimen baliisiryhmää. Koskee myös lähtöä pysähdyksistä.
 - Jotta JKV ei vaadi jarruttamaan pysähdyksiin opastimelle, joka on vaihtunut edessä vihreäksi, on opastimella valvontanopeus (yleensä 10 tai 35 km/h), jolla opastinta saa lähestyä. Jos opastin on yhä punainen, mutta yksikkö ohittaa sen valvontanopeudella, hätäjarrutus pysäyttää yksikön ennen vaarallista kohtaa ohiajovaralle.

Pistemäinen kulunvalvonta

- JKV on pistemäinen kulunvalvonta eli JKV-veturilaite saa tietoja ainoastaan, kun veturilaite ylittää baliisiryhmän
 - Yhdellä opastimella voi olla vain rajallinen määrä toistobaliiseja, tyypillisesti yksi tai kaksi
 - Mikäli yksiköt ajavat lähekkäin toisiaan, syntyy helposti tilanne, että JKV vaatii jarruttamaan, vaikka näkyvä opastin on jo vaihtunut ajon sallivaan asentoon

Pistemäinen kulunvalvonta

- Radan nopeus määrittelee, kuinka kaukaa ennakkotieto JKV:lle on annettava

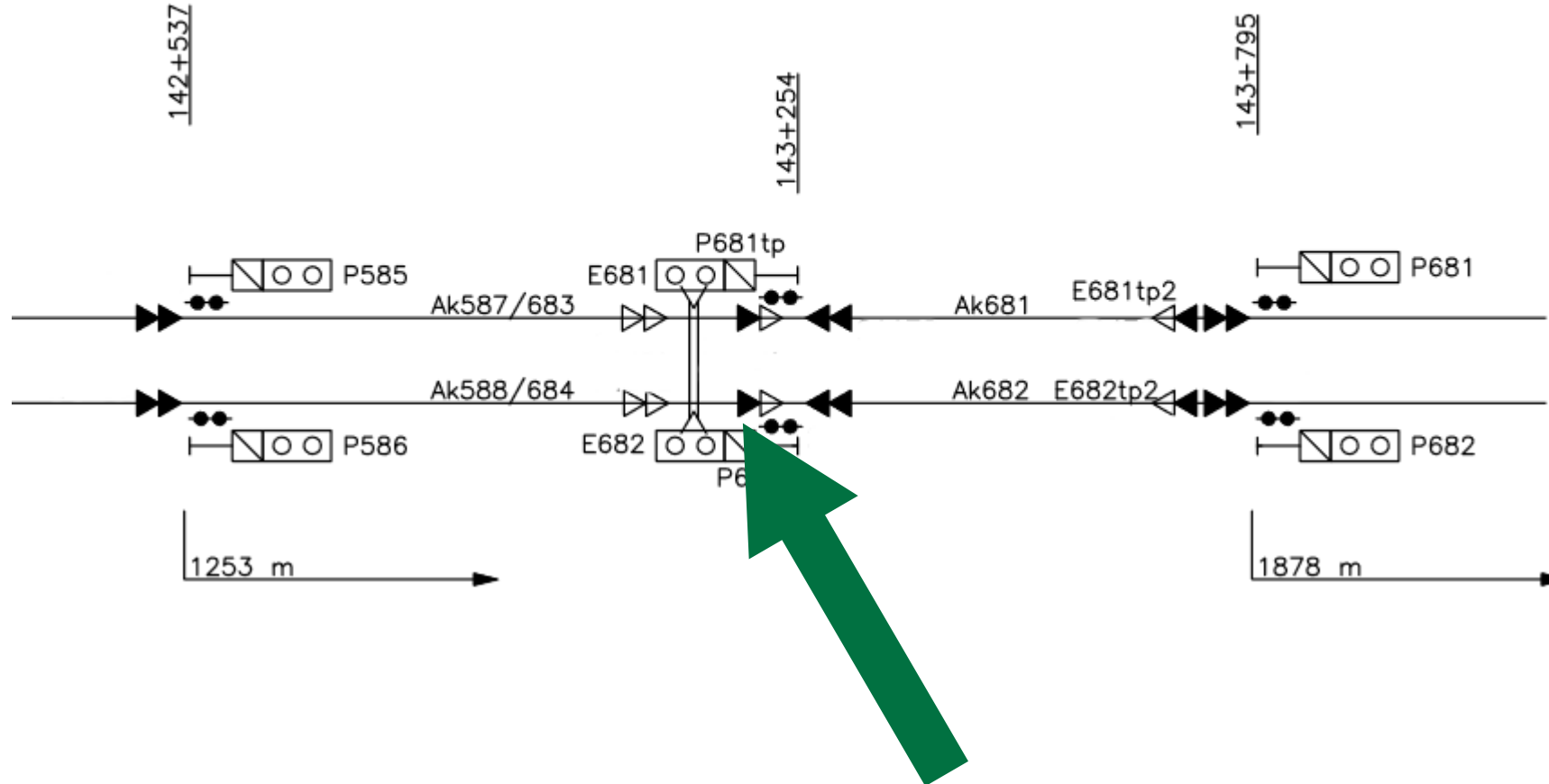
10.2.2.1 Tiedonsiirtomatkan määrittäminen opastimelle, vaihteelle ja pysyvälle nopeusrajoitukselle

Ennakkotieto Seis-opasteesta, vaihteesta, jossa suurin nopeus on pienempi kuin vaihteeseen tarkastelusuunnasta liittyvällä raiteella, sekä raiteen suurinta nopeutta pienemmästä pysyvästä nopeusrajoituksesta on välitettävä

- vähintään 1000 m ennen tavoitepistettä, kun raiteen suurin nopeus on enintään 40 km/h kohdassa, jossa ennakkotieto välitetään ensimmäisen kerran,
- vähintään 2400 m ennen tavoitepistettä, kun raiteen suurin nopeus on enintään 160 km/h kohdassa, jossa ennakkotieto välitetään ensimmäisen kerran tai
- vähintään 3600 m ennen tavoitepistettä, kun raiteen suurin nopeus yli 160 km/h kohdassa, jossa ennakkotieto välitetään ensimmäisen kerran.

RATO 10

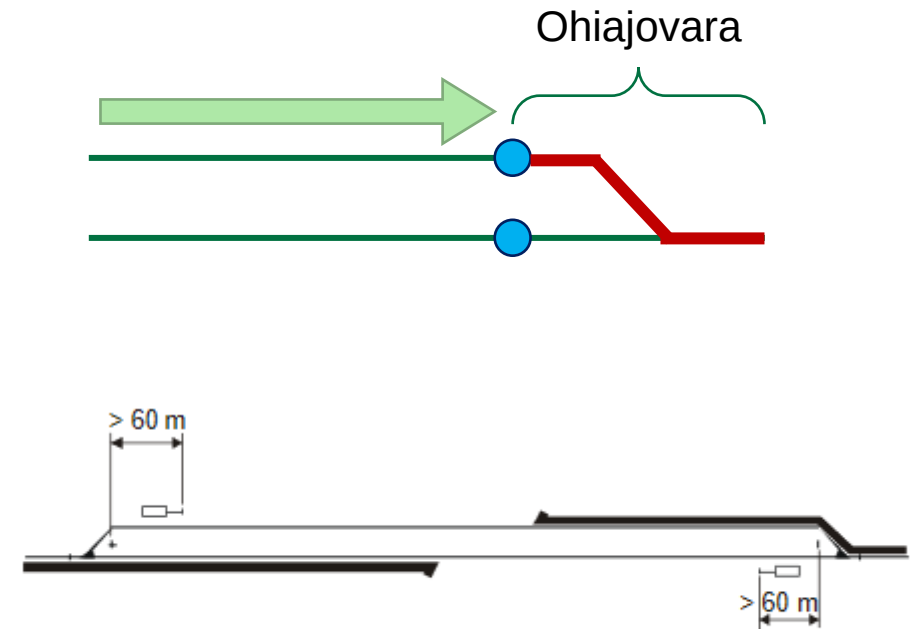
Opastimet ja baliisit linjalla



Opastimen P682 ainoa toistobaliisi on n. 500 metriä ennen opastinta. Jos opastin on seis-asennossa tässä kohtaa, on ajettava opastimelle saakka valvontanopeuteen jarruttaen.

Ohiajovara

- Liikennepaikalle ei voi välttämättä saapua kahdesta suunnasta samaan aikaan, koska tulokulkutien ohiajovara ulottuu tulovaihteelle saakka
- Ohiajovara purkautuu vasta, kun maaliraide on ollut varautuneena yleensä minuutin, jotta yksikkö on luultavasti ehtinyt siinä ajassa pysähtyä, eikä ole vaaraa, että ohittaa lähtöopastimen seis-asennossa

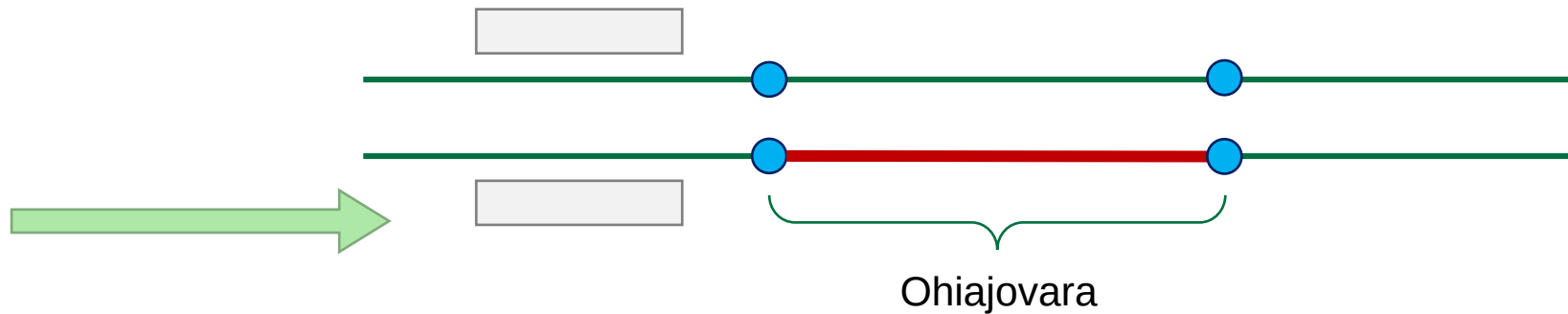


Kuva 14. Kaksi yhtäaikaista junakulkutietä ovat mahdollisia, kun opastinvara on vähintään 60 m.

RATO 7

Ohiajovara

- Ohiajovara voi vaikuttaa myös samaan suuntaan kulkevien junien kohdalla liikennepaikoilla. Edellisen junan täytyy olla riittävän pitkällä ennen kuin tulokulkutie on mahdollinen. Toteutus riippuu turvalaitoksen toteutuksesta.
- Esimerkki: IC-junan pitää olla tällä hetkellä Mäkkylässä saakka ennen kuin seuraava juna voi ajaa Leppävaaran laituriiin. Laiturin jälkeen ei ole vaihdetta tai muuta lyhyempää raideosuutta, jota voisi käyttää ohiajovarana.

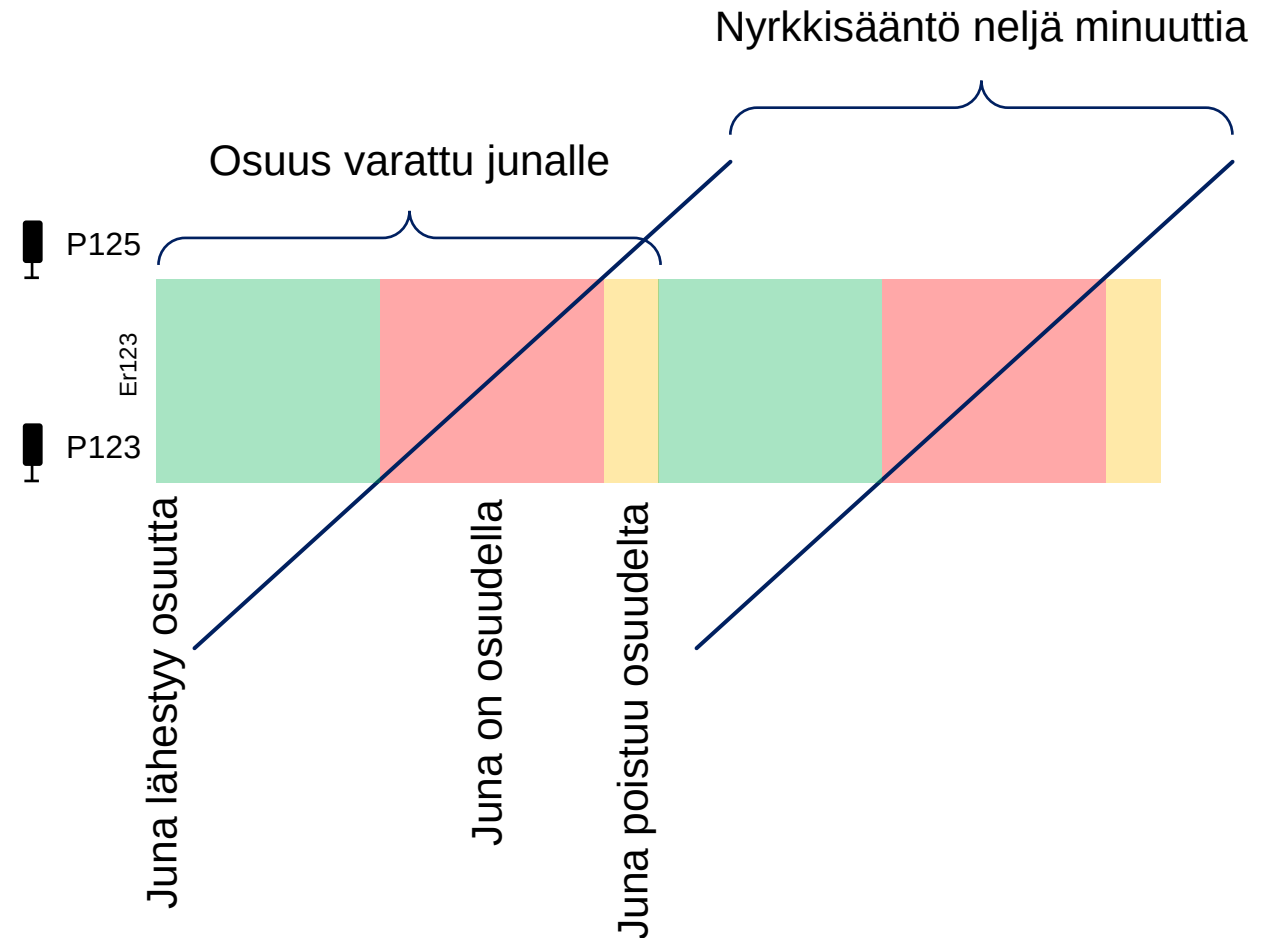




Ratakapasiteetin käyttö tällä hetkellä

Riittävän kapasiteetin varaaminen yksikölle

- Yksikön kululle kullakin raideosuudella tulee varata myös aikaa yksikön lähestymiseen ja sen poistumiseen osuudelta, jotta yksikkö voi kulkea täydellä nopeudella
- Vihreä osuus on käytännössä enintään 3600 metriä eli JKV:n tiedonsiirtomatka
- Näiden lisäksi kulkutien muodostumiseen ja purkautumiseen voi kulua aikaa, mutta puhutaan tyypillisesti muutamista sekunneista, joten merkitys on pieni



Kapasiteetin käyttöaste

- On olemassa erilaisia mittareita kapasiteetin käyttöasteesta, esimerkiksi UIC 406. Eri menetelmien haasteena voi olla mm. yksiraiteisten ratojen problematiikka, jossa junakohtaukset vaikuttavat paljon lopputulokseen. Lisäksi mitä saatu lukema, esimerkiksi 75 %, käytännössä tarkoittaa?
- Helpoiten kapasiteetin käyttöastetta voi tarkastella graafisesta aikataulusta, kun huomioi rataosan turvalaitevarustuksen
- Vapaan kapasiteetin hyödyntämiseen vaikuttaa erittäin paljon se, millaista liikennettä halutaan ajaa ja löytyykö koko reitille sopiva vapaa aikatauluviiva

Päärata

Graafinen aikataulu

Helsinki - Riihimäki

to 11.3.2021

Riihimäki asema
Riihimäki taittelu
Riihimäki tavara
Riihimäki Arolampi

Hyvinkää

Palopuro

Jokela

Saunakallio
Järvenpää asema

Kytömaa
Kerava asema

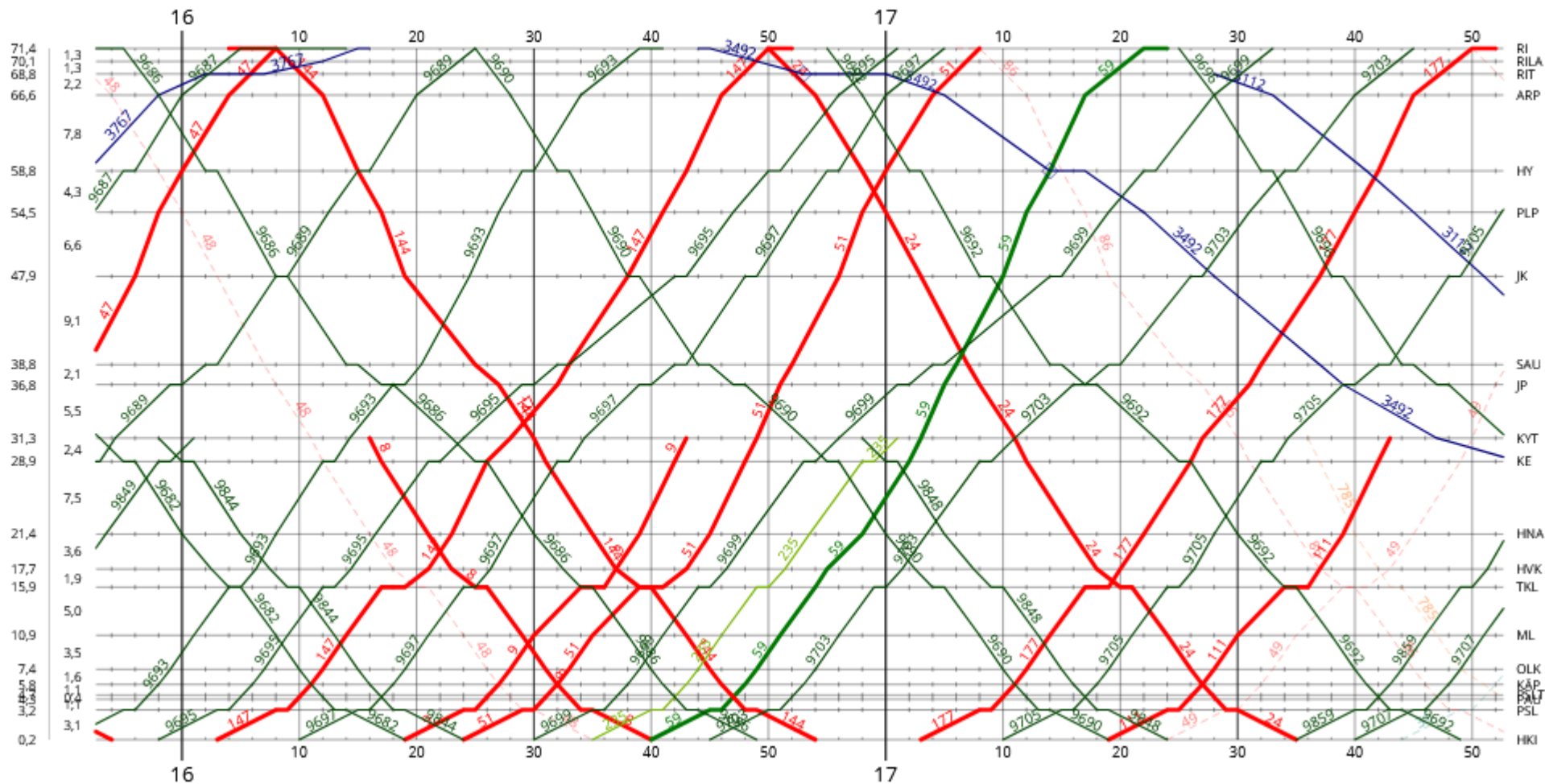
Hanala

Havukoski
Tikkurila asema

Malmi

Oulunkylä
Käpylä
Pasila asema
Pasila tavara-asema

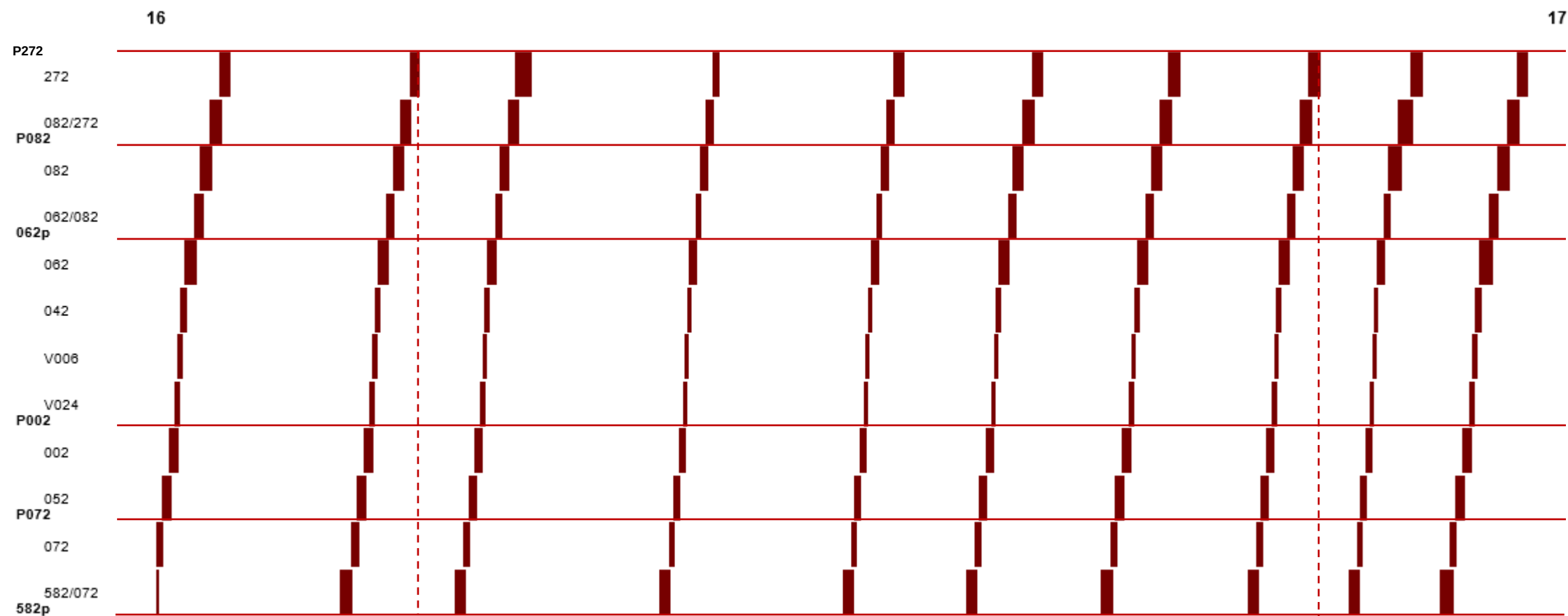
Helsinki asema



julidata.fi

Päärata (Pukinmäki-Puistola, LKR)

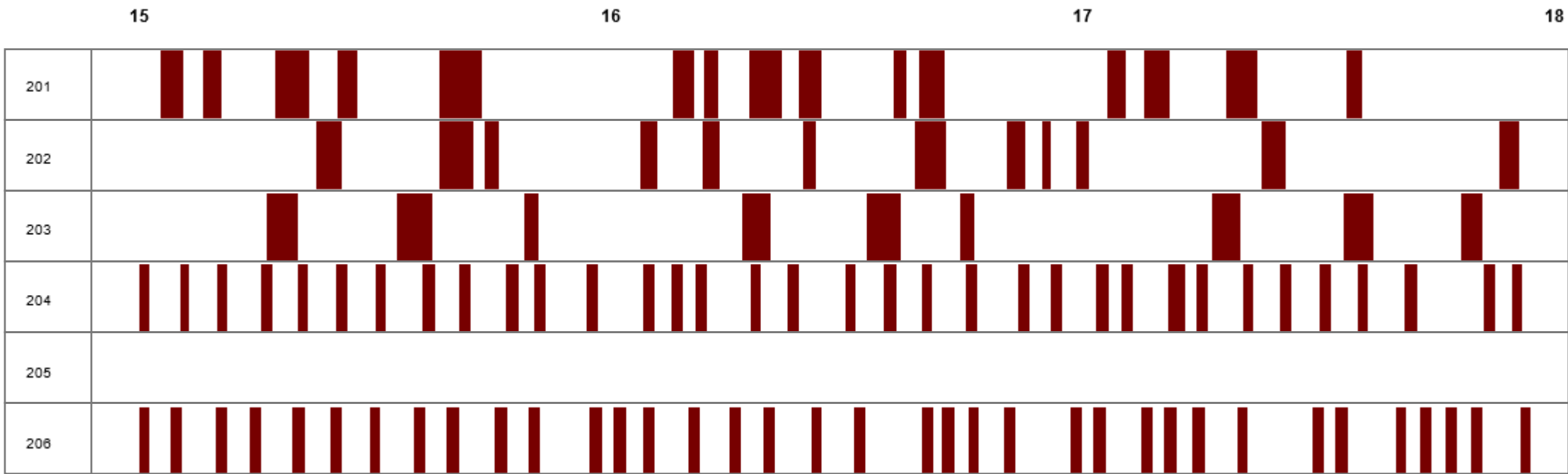
Raideosuuksien toteutuneet varautumiset. Pystysuunta ei ole mittakaavassa.



Raakadata: rata.digitraffic.fi (CC-BY-4.0)

Tikkurila

Laituriraiteiden toteutuneet varautumiset



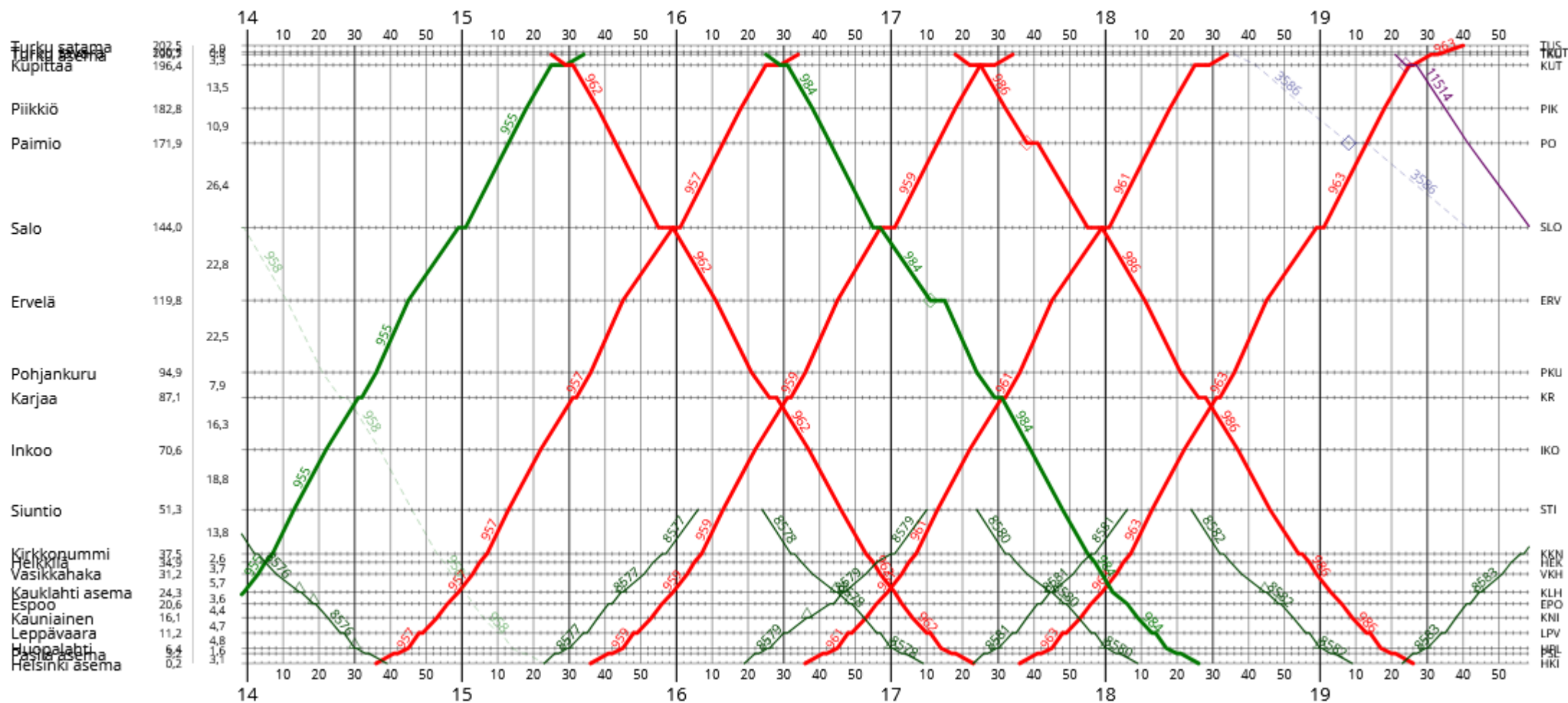
Raakadata: rata.digitraffic.fi (CC-BY-4.0)

Rantarata

Graafinen aikataulu

Helsinki - Turku

to 11.3.2021



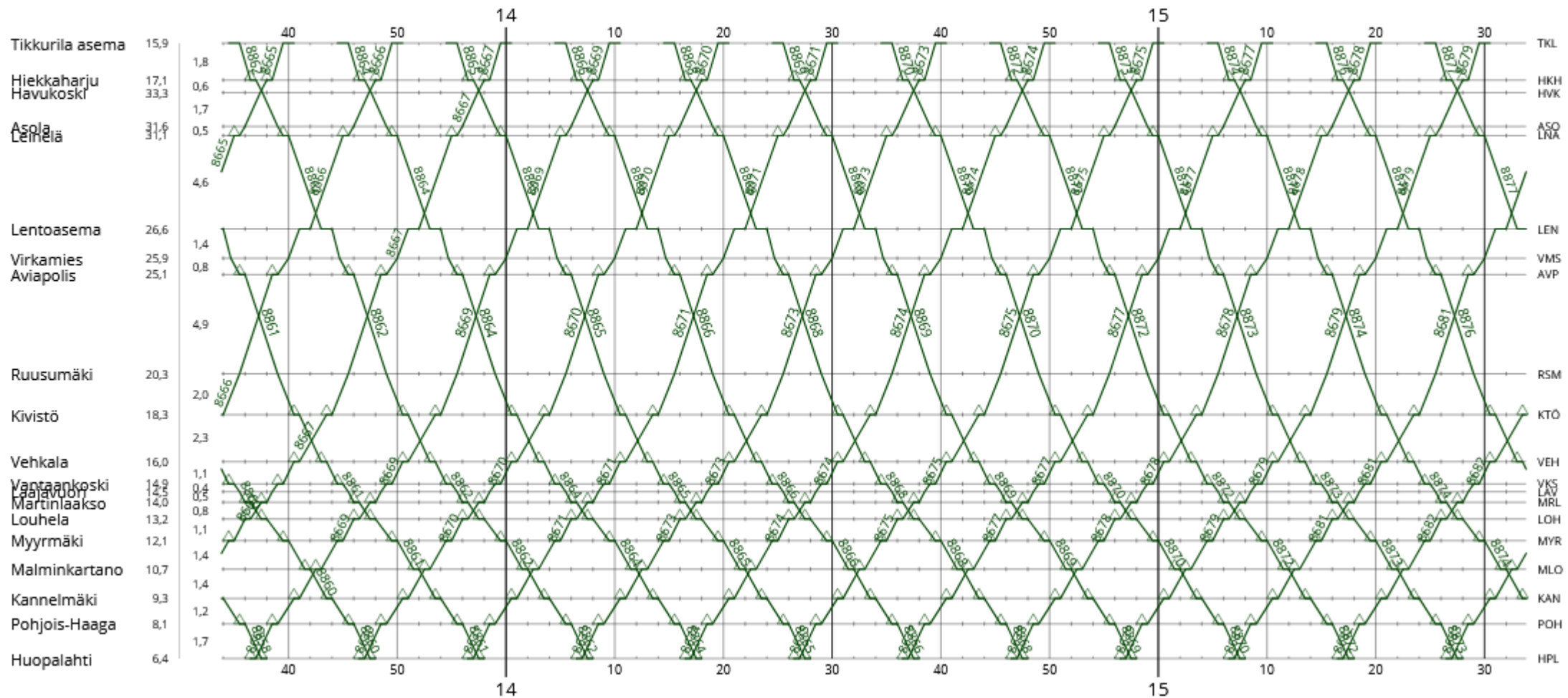
julidata.fi

Kehärata

Graafinen aikataulu

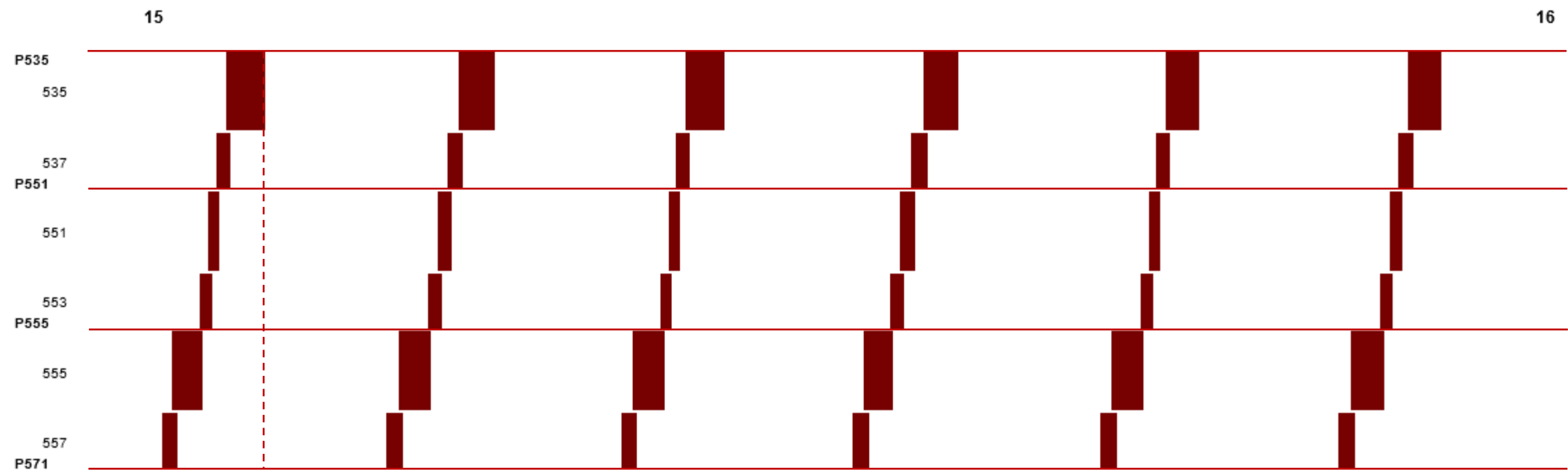
Huopalahti - Tikkurila

to 11.3.2021



juliadata.fi

Kehärata (Vehkala-Kivistö, PR)



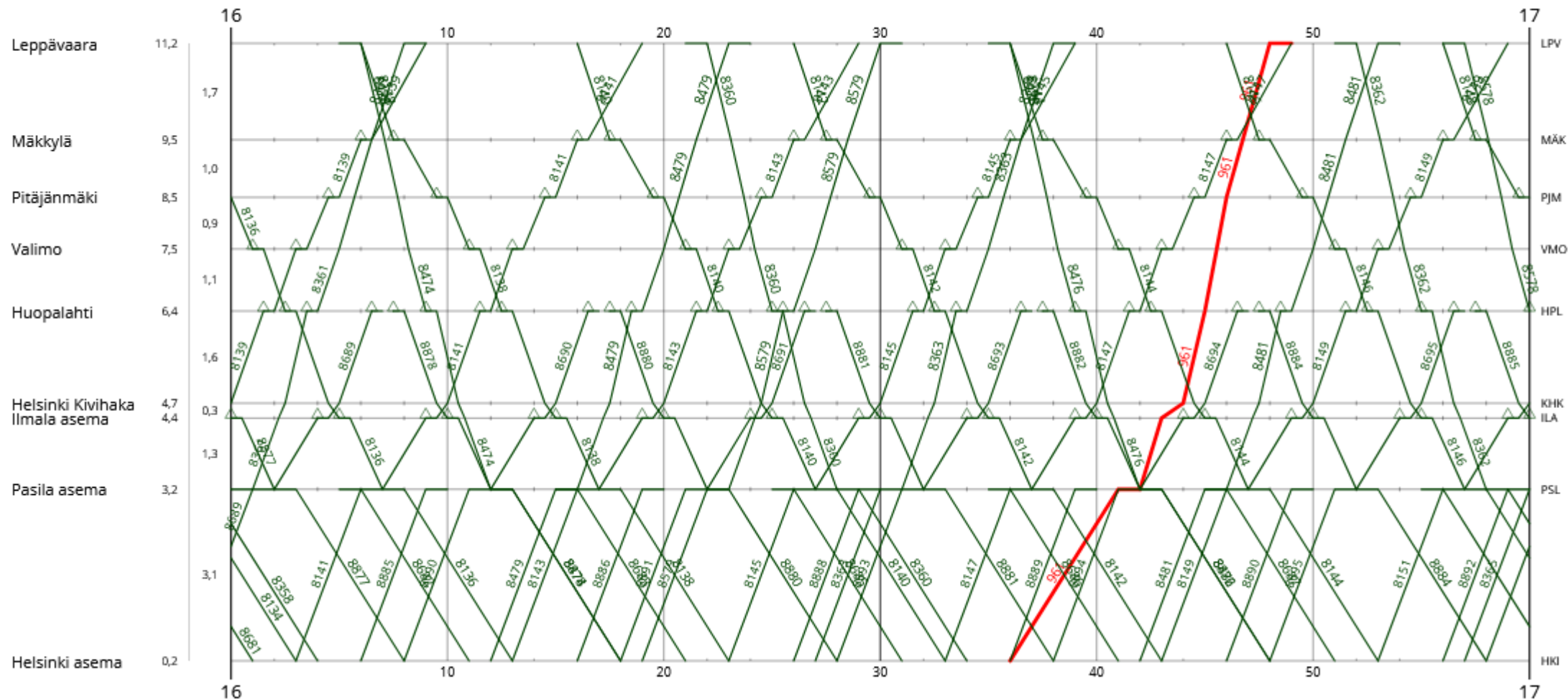
Raakadata: rata.digitraffic.fi (CC-BY-4.0)

Helsinki-Leppävaara

Graafinen aikataulu

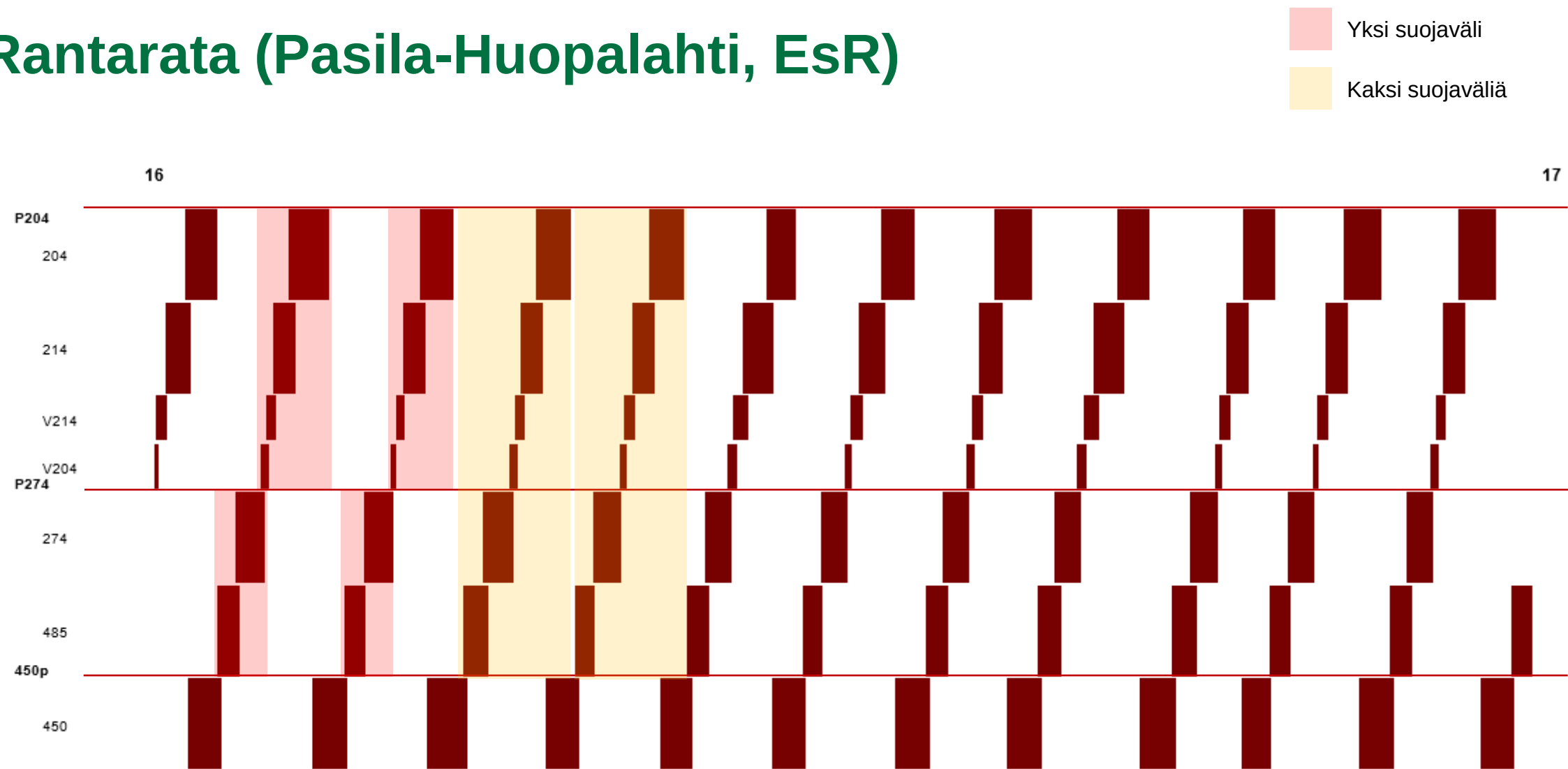
Helsinki - Leppävaara

to 11.3.2021



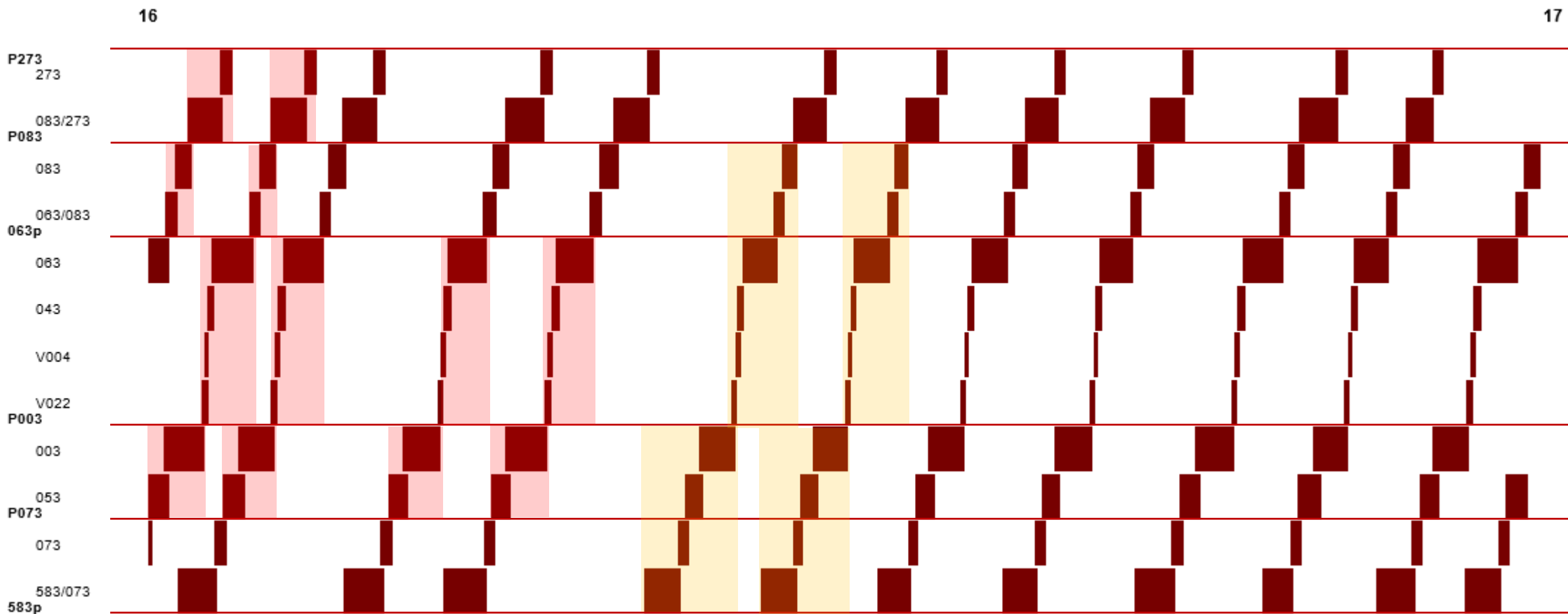
julidata.fi

Rantarata (Pasila-Huopalahti, EsR)



Raakadata: rata.digitraffic.fi (CC-BY-4.0)

Päärata (Pukinmäki-Puistola, IKR)



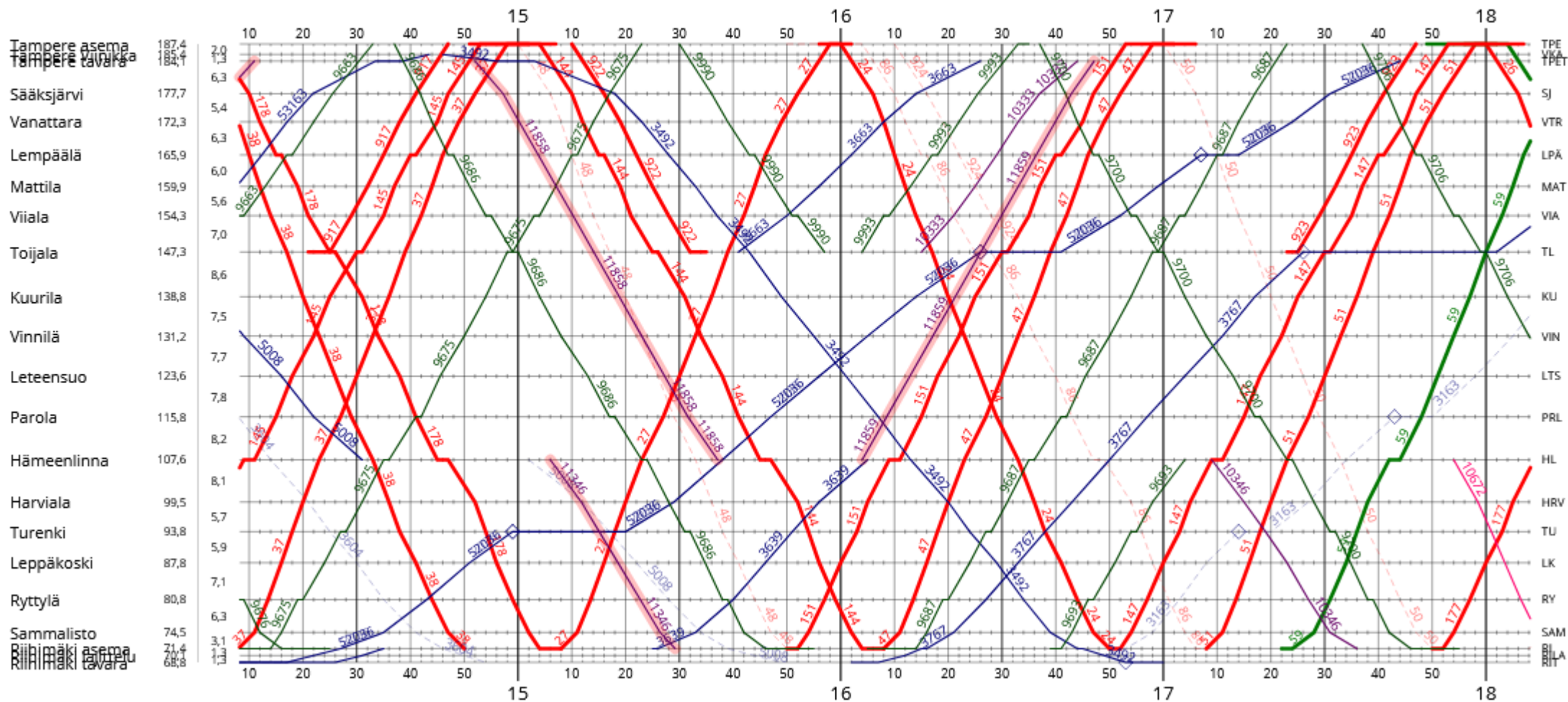
Raakadata: rata.digitraffic.fi (CC-BY-4.0)

Riihimäki-Tampere

Graafinen aikataulu

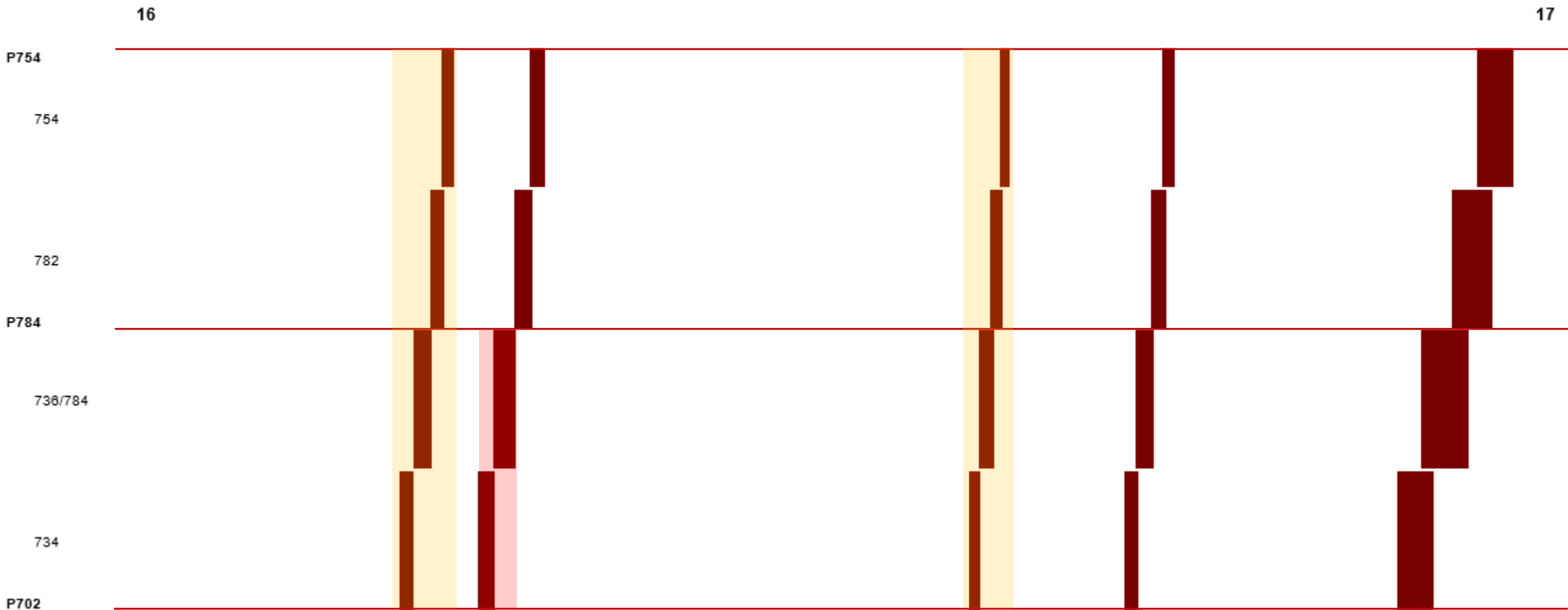
Riihimäki - Tampere

to 11.3.2021



julidata.fi

Riihimäki-Tampere (Viiala-Mattila, IR)

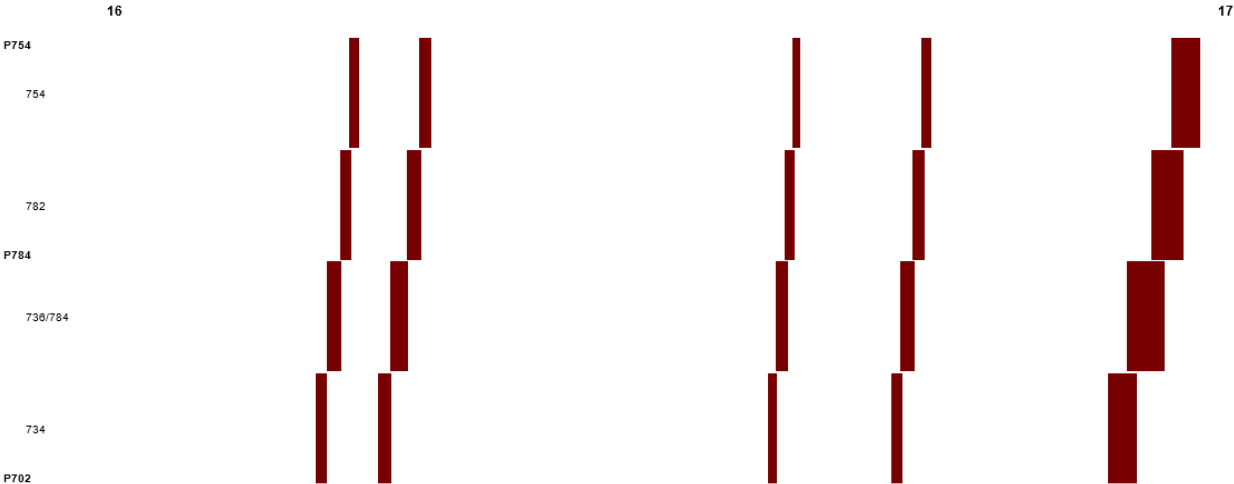
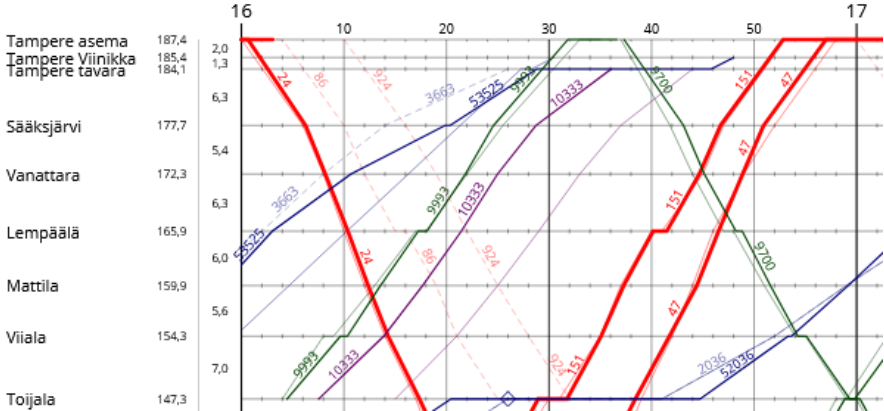


Raakadata: rata.digitraffic.fi (CC-BY-4.0)

Riihimäki-Tampere (Viiala-Mattila, IR)

Toteutunut liikenne

Riihimäki - Tampere



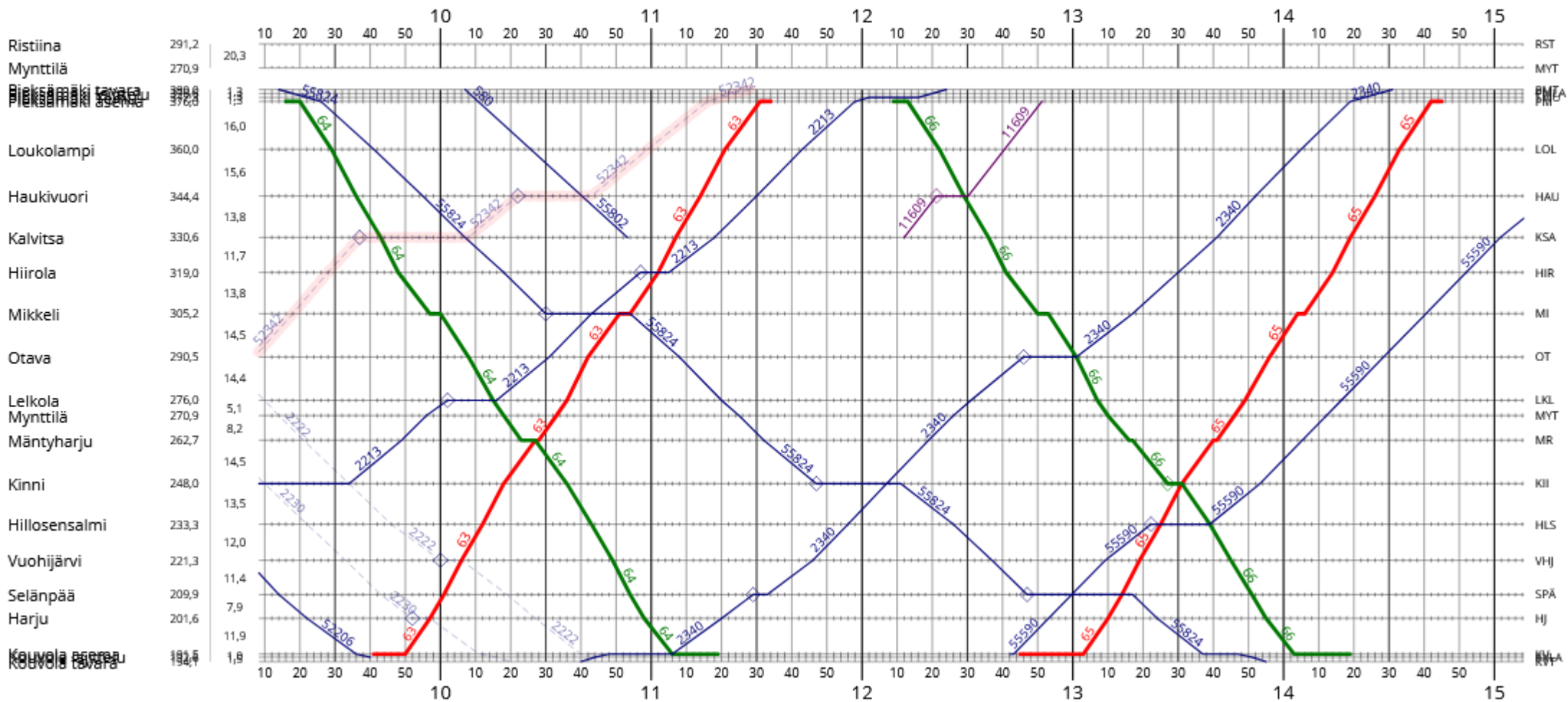
juliadata.fi

Savonrata

Graafinen aikataulu

Kouvola - Pieksämäki, Mynttilä - Ristiina

to 11.3.2021



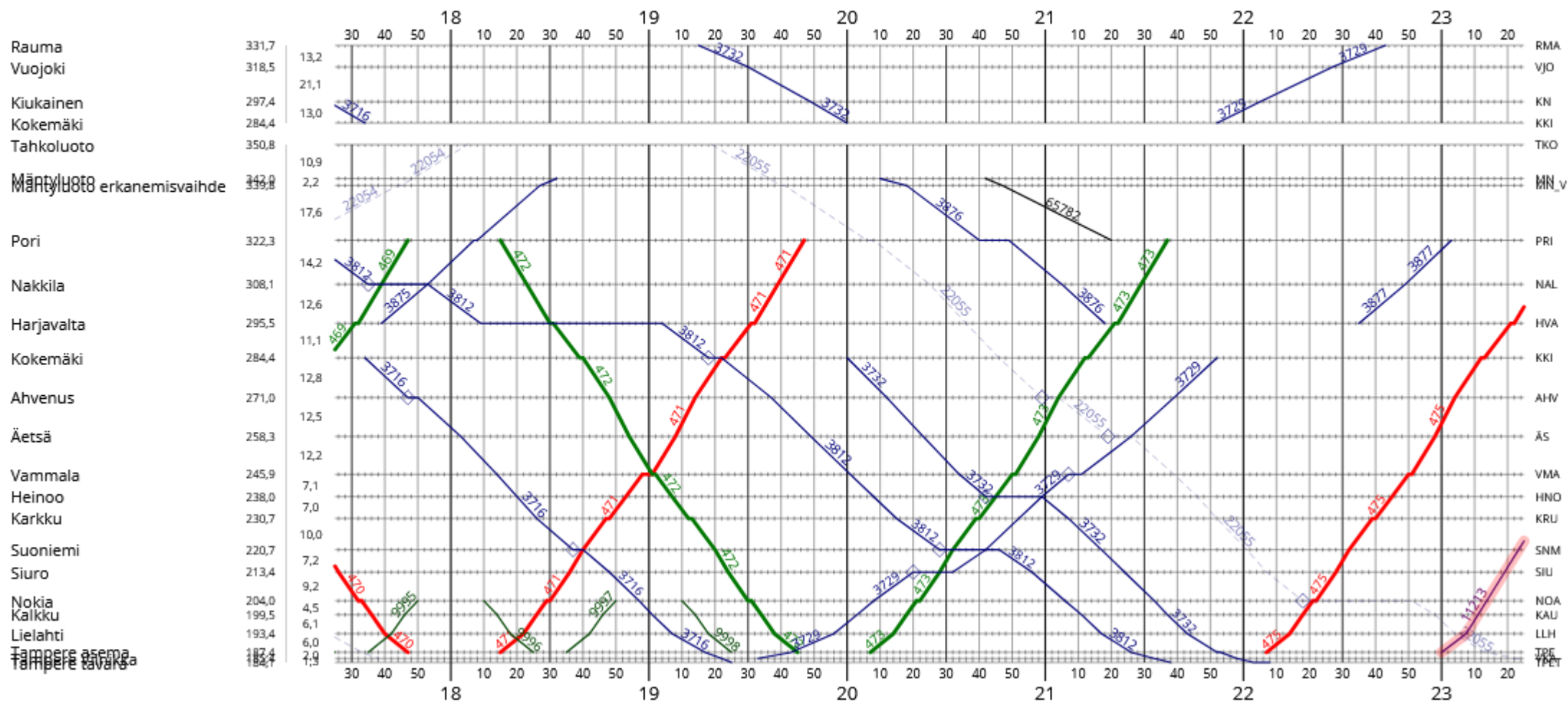
juliadata.fi

Porin rata

Graafinen aikataulu

Tampere - Mäntyluoto, Kokemäki - Rauma

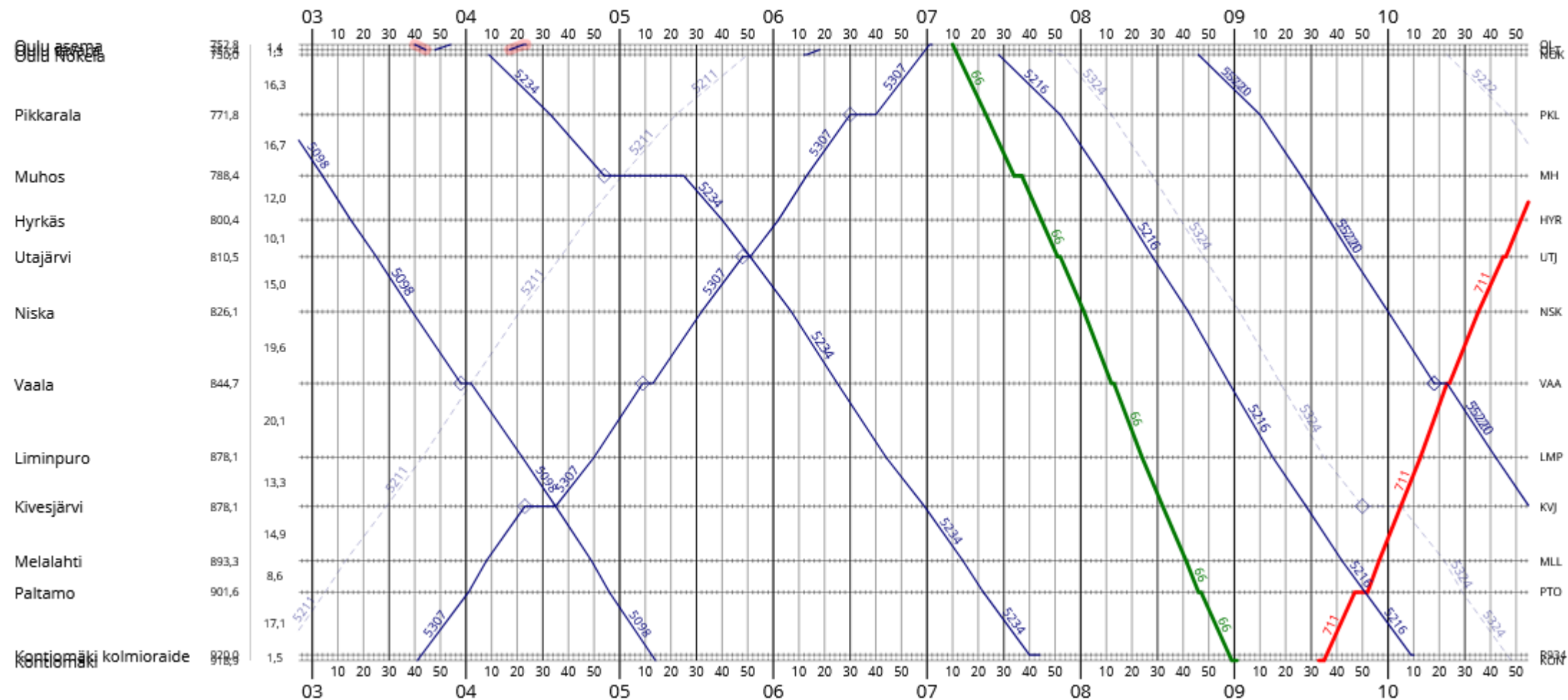
to 11.3.2021



julidata.fi

Graafinen aikataulu

to 11.3.2021



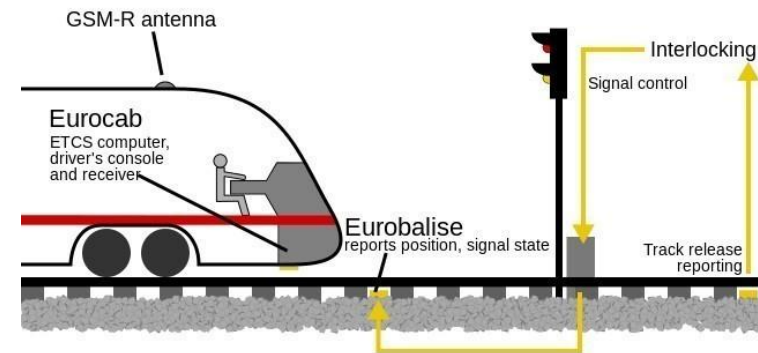
juliadata.fi



ETCS, tasso 1

ETCS, taso 1

- ETCS-järjestelmä tasolla 1 on JKV-järjestelmän kaltainen pistemäinen järjestelmä näkyvin opastimin
- Käytännössä siirtymällä ETCS:n tasolle 1 ei käytettävissä olevan kapasiteetin määrä muutu merkittävästi millään tavalla paitsi jos ratainfraa kehitetään samalla, mutta sama kehitys on tehtävissä myös nykyisin turvalaittein
- ETCS:n tasoa 1 ei tästä johtuen käsitellä tässä esityksessä tämän tarkemmin



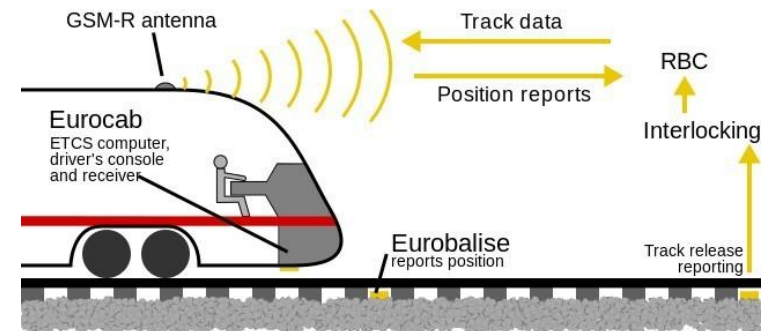
https://ec.europa.eu/transport/modes/rail/ertms/etcs-levels-and-modes_en



ETCS, tasso 2

ETCS, taso 2

- ETCS:n tasolla 2 ei ole näkyviä opasteita, vaan jatkuvatoimisen radiopohjaisen kulunvalvonnan avulla veturin kuljettajalaite esittää aina ajantasaisen tilanteen.
- Kuljettajaneeli näyttää, kuinka kaukana on seuraava rajoite (nopeusrajoitus tai "punainen opastin")
- Rata on jaettu kiinteisiin suojaväleihin tyypillisesti akselinlaskentatekniikan avulla
- Pelkän radiopohjaisen tiedonsiirron lisäksi radassa on yhä baliiseja, joiden avulla yksikön sijainti voidaan määritellä ja sijaintitiedon tarkkuutta parantaa



https://ec.europa.eu/transport/modes/rail/ertms/etcs-levels-and-modes_en

ETCS, taso 2

- Tärkein ETCS-tason 2 ominaisuus on sen jatkuva päivittyminen
 - Kuljettaja näkee kuljettajapaneelistä välittömästi, että rata edessä on vapautunut, eikä tarvitse enää lähestyä opastinta valvontanopeudella, jotta kulunvalvonta saa päivitetyn tiedon baliisiryhmän kohdalla.
 - Tarpeeton jarruttaminen ja kiihdyttäminen vähenee, mikä sujuvoittaa liikennettä ja parantaa energiatehokkuutta
 - Valvontanopeuden merkitys vähenee, vaikkei katoa. Myös ETCS-tasolla 2 yksikkö voi lähestyä valvontanopeudella ajoluvan määrittämää päätepestettä ja kuljettajan on huolehdittava, että yksikkö pysähtyy ennen tavoitepestettä.

ETCS, taso 2

- Näkyvistä opastimista luopuminen mahdollistaa sen, että nykyisestä 1200 metrin minimiopastinvälistä voidaan luopua
- Tilapäiset nopeusrajoitukset voidaan toimittaa radioteitse suoraan kuljettajapäätelaitteelle, jolloin se valvoo niiden noudattamista, eikä tilapäisten nopeusrajoitusten asettaminen vaadi enää kiinteitä baliiseja
- Välitön hätäjarrutus, jos kulkutien valvontaehdot eivät ole enää voimassa ja yksikkö on menossa tälle alueelle nopeudella, jolla käyttöjarrutus ei ehdi pysäyttää yksikköä – voidaan lähettää myös hätäjarrutuskäsky



**Miten ETCS-tason 2
kapasiteettihyödyt saadaan
käyttöön?**

Kapasiteettihyödyt

- *Sveitsissä Mattstetten-Rothrist –rataosalla käytetään ETCS-tasoa 2. Siellä kulkee päivittäin yli 240 junaa (matkustaja- ja tavaraliikennettä) enintään 200 km/h. Junien väli on saatu kutistettua jopa 110 sekuntiin.*
- Keski-Euroopassa on raportoitu yllä olevan kaltaisia tuloksia sekä jopa kymmenien prosenttien kapasiteettilisäyksiä. Ratkaisevaa näissä on, millainen lähtötilanne on ollut, sekä se, että kyseessä on ollut usein kaksi- tai useampiraiteinen rataosa.
- Suomen rataverkon laaja yksiraiteisuus asettaa haasteita hyötyjen saavuttamiselle. Väyläviraston julkaisemissa selvityksissä on kuitenkin tehty laskelmia kaupunkiliikenteen ja kaksiraiteisten ratojen osalta ja saatu hyviä tuloksia.

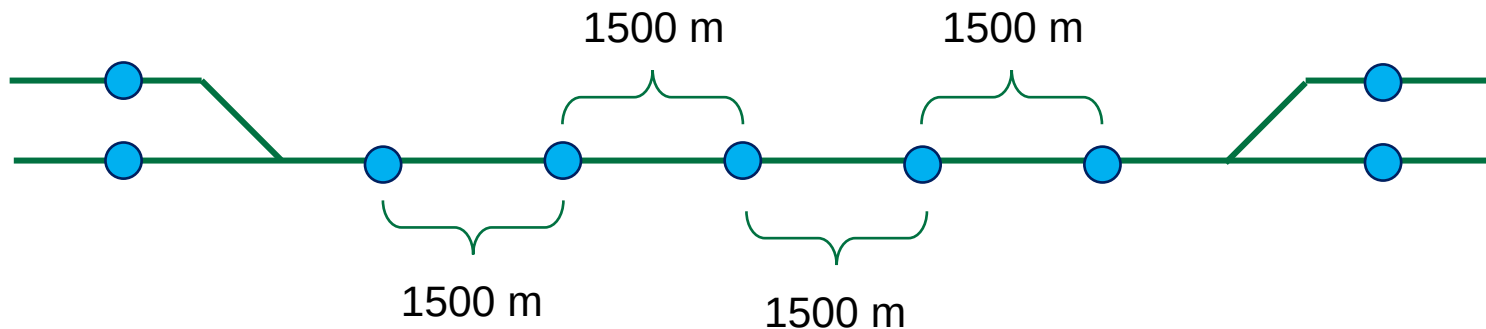
Kapasiteettihyödyt

Saatavat kapasiteettihyödyt voi jakaa kahteen eri kategoriaan:

- **Merkittävä kapasiteettilisäys:** Kapasiteettia saadaan niin paljon lisää, että se mahdollistaa esimerkiksi tiheämmän junavälin ansiosta kokonaan uusia junavuoroja. Mahdollisuus riippuu paljon rataosasta.
- **Pienet kapasiteettilisäykset:** Kapasiteettia saadaan lisää sen verran, että liikennettä saadaan hieman sujuvammaksi etenkin ruuhka-aikaan tai häiriötilanteissa, mutta lisäys on kuitenkin sen verran vähäinen, ettei se mahdollista uusia junavuoroja, vaan normaalitilanteessa lisäys jää aikatauluihin pelivaraksi. Näiden saavuttaminen on kuitenkin helppoa.

Suojavälien lyhentäminen

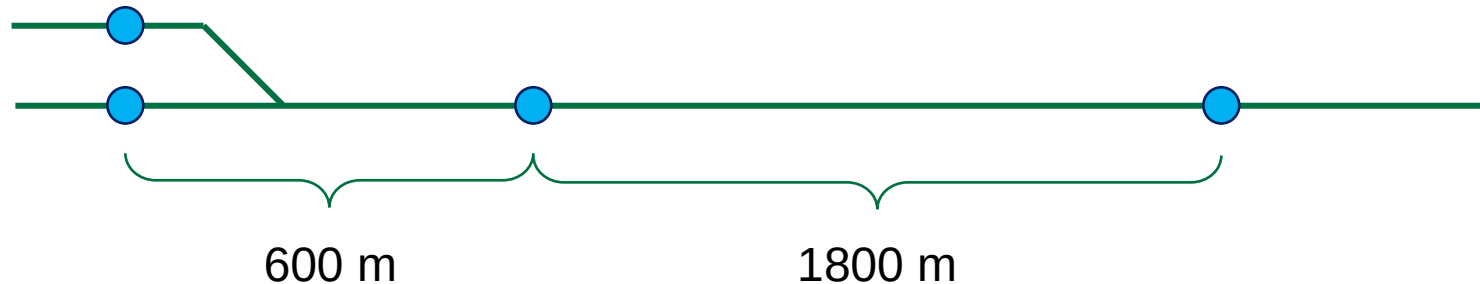
- Keskeisin keino saada lisäkapasiteettia on lyhentää nykyisiä suojavälejä ja muuttaa asemavälisuojustetut osuudet tiheästi suojastetuiksi
- Suojavälien pituus tulee suunnitella junamäärän ja junien nopeuksien perusteella
- Rakentamalla 300 metriä pitkiä suojavälejä eivät yksiköt kuitenkaan voi ajaa tällä etäisyydellä toisistaan suurella nopeudella, sillä jarrutusmatka vaikuttaa edelleen yksikön edessä vapaaksi vaaditun alueen pituuteen. Lyhyet suojavälit mahdollistavat kuitenkin ajoluvan pidentämisen nykyistä nopeammin ja useammin, mikä helpottaa mm. eri nopeuksilla kulkevien junien liikkumista peräkkäin.



HUOM! Myös nykyisellä turvalaitetekniikalla suojavälejä voidaan lyhentää tai toteuttaa tiheää suojastusta. ETCS-tason 2 hyödyt saadaan, kun suojavälin pituus on alle 1200 metriä. Hyötyä saadaan myös siitä, että linjalle ei tarvitse kaapeloida ja rakentaa opastimia.

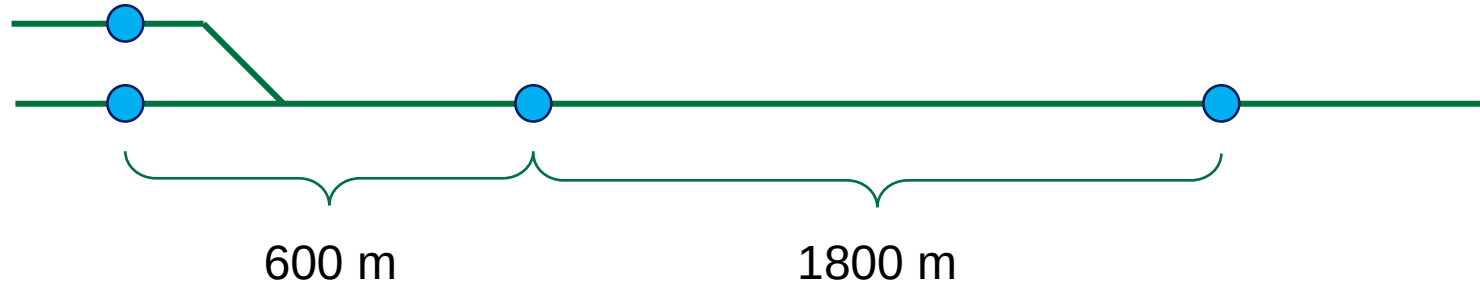
Suojavälien pituudet

- Tilanteissa, joissa hidas juna joutuu väistämään nopeaa junaa, voidaan hitaamman junan lähtöä nopeamman junan perään jouduttaa, mikäli linjan ensimmäinen tai ensimmäiset suojavälit rakennetaan lyhyiksi.
- Tällöin juna voi lähteä kiihdyttämään pysähdyksistä pian ohituksen jälkeen ja kiihdytyksen aikana edellä kulkeva nopea juna on ehtinyt jo vapauttaa seuraavan pidemmän osuuden ennen kuin hitaampi juna ehtii sinne.



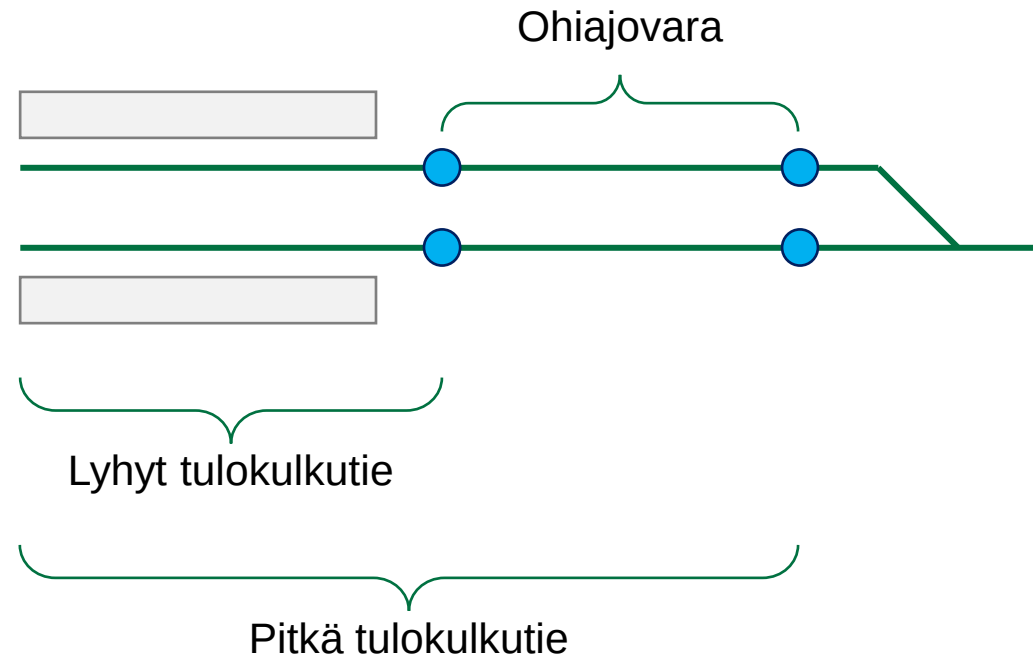
Suojavälien pituudet

- Lyhyt suojaväli parantaa myös liikennepaikalle saapumista, koska tällöin kulkutie on mahdollista turvata aikaisemmassa vaiheessa liikennepaikalta eteenpäin, eikä yksikkö joudu esimerkiksi pysähtymään laituriin yhtä usein siten, että kulunvalvonta rajoittaa lähestyvän maali pisteen ja sen valvontanopeuden vuoksi saapumisnopeutta



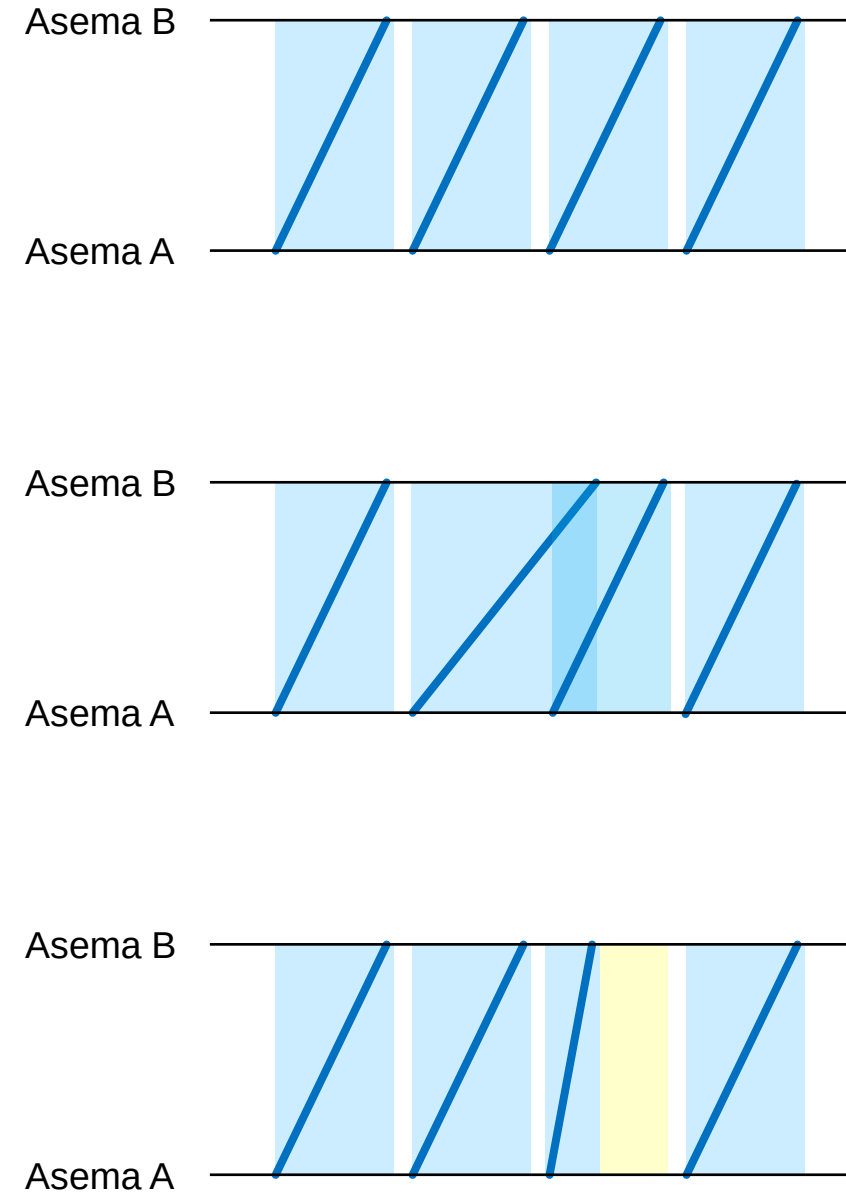
Ohiajovara ja samanaikainen saapuminen

- Turvalaitetekniikka voi mahdollistaa, että liikennepaikalle voi olla lyhyt tai pitkä tulokulkutie. Lyhyellä tulokulkutiellä ohiajovaraksi voidaan hyödyntää loppuosa raiteesta eikä sitä tarvitse ulottaa tulovaihteelle saakka, jolloin samanaikaiset tulokulkutiet eri suunnista voidaan helpommin ja turvallisemmin sallia.



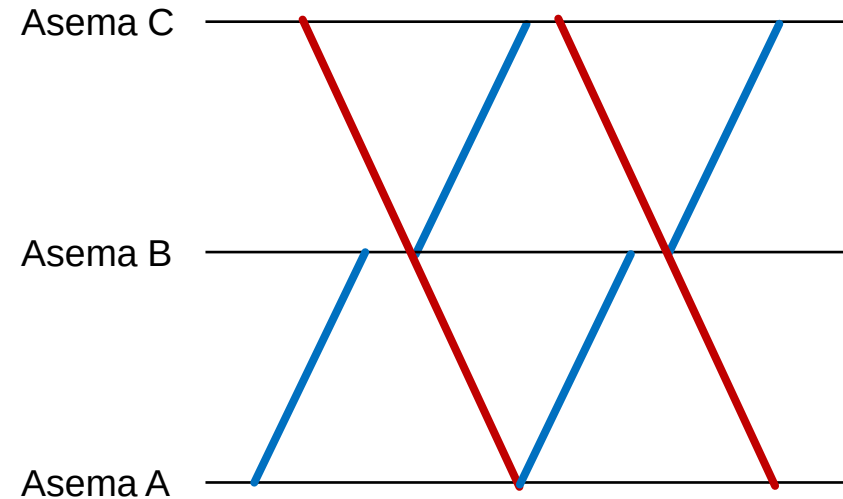
Samankaltainen liikenne

- Kapasiteetin hyödyntäminen on tehokkainta, kun junien keskinopeudet ovat keskimäärin samaa tasoa. Tällainen tilanne saavutetaan kuitenkin tyypillisesti vain kaupunkiliikenteen radoilla.
- Mikäli hitaampi tai nopeampi juna halutaan saada kulkemaan muun liikenteen seassa, voi junien järjestyksellä olla vaikutusta kapasiteetin käytön tehokkuuteen



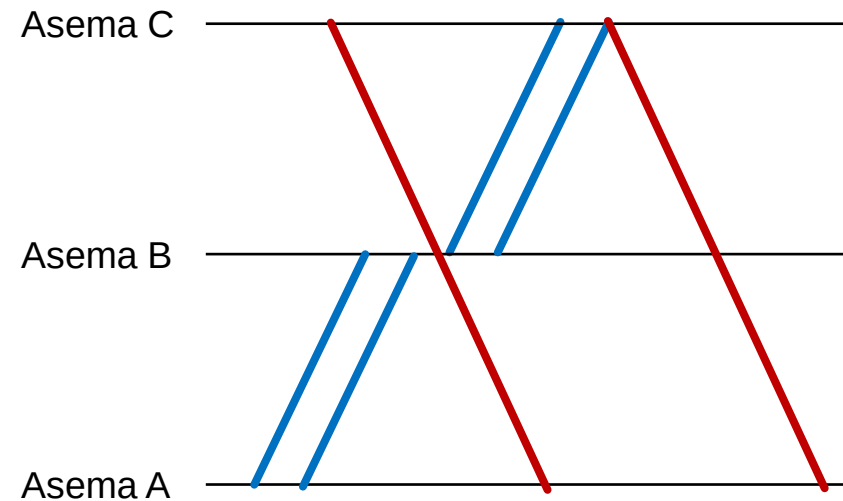
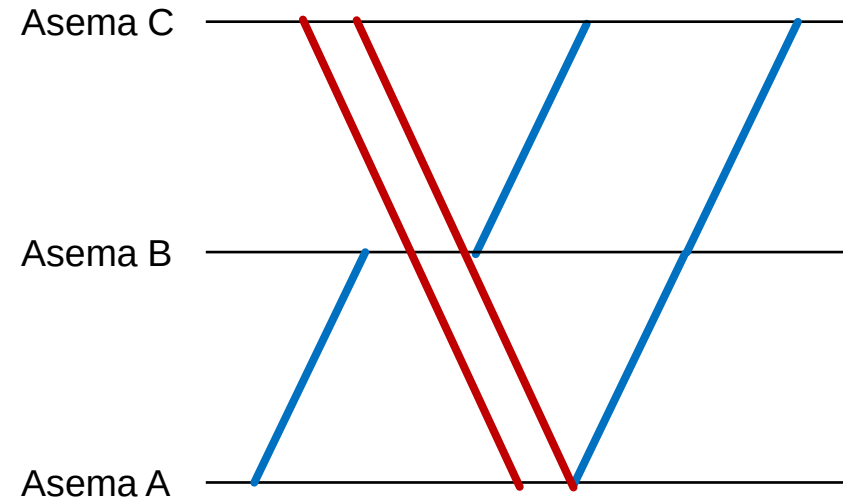
Junakohtaukset

- Koska suuri osa suomalaista rataverkkoa on yksiraiteista, on aikataulusuunnittelulla ja aikataulurakenteella hyvin keskeinen osa kapasiteetin tehokkaassa käytössä
- Esimerkkikuvan tilanteessa ei moderni kulunvalvontatekniikka pysty tuomaan juuri mitään hyötyä nykytilanteeseen verrattuna, mikä voi pahimmillaan johtaa siihen, että esimerkiksi rakennettua tiheää suojastusta ei kyetä hyödyntämään mitenkään
- Mikä on vaihtoehto?



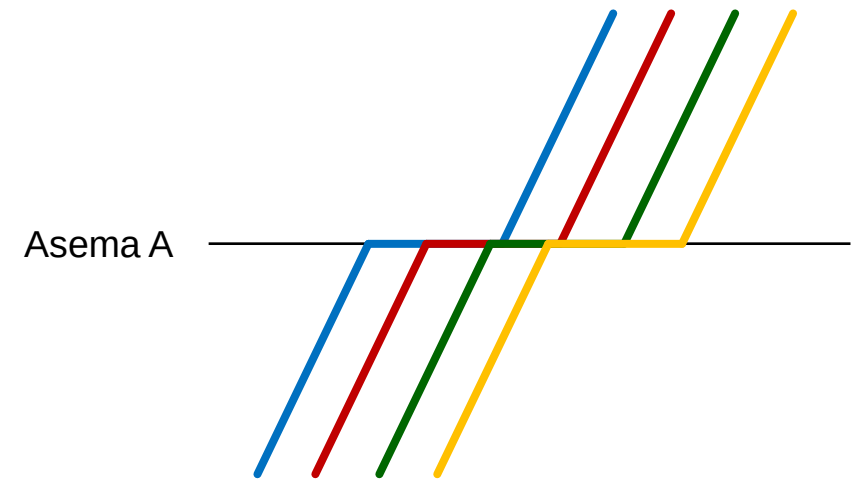
Junakohtaukset

- Aikataulurakenteessa pitäisi pystyä hyödyntämään tiheää suojustusta siten, että vuorottelun sijaan ajetaan mahdollisimman paljon junia peräkkäin samaan suuntaan
- Kohtauspaikalla kuluva aika voi kasvaa hieman, mutta saavutettava aikahyöty voi olla kokonaistilanteessa huomattava
- Alemmassa kuvassa korostuu, että kohtauspaikan raiteiden määrällä on myös merkitystä sille, millaiset aikataulurakenteet ovat mahdollisia



Laituriraiteet

- Mikäli junien etäisyyttä toisistaan voidaan lyhentää nykyisestä, alkaa ehkä yllättäen matkustajapysähdyksien määrä ja pituus vaikuttaa suojavälien pituutta enemmän
- Jos kaupallinen pysähdys on esimerkiksi kaksi minuuttia pitkä, ei junia ole kovin mielekasta ajattaa tätä tiheämmin tai sitten täytyy varmistaa, että pysähdyspaikalla on riittävä määrä laituriraiteita
- Tikkurilaan vertautuvassa esimerkkikuvassa tarvitaan vähintään kolme laituriraidetta



Simulointi osana aikataulusuunnittelua

- Mikäli junatiheyttä halutaan kasvattaa nykyisestä, tulee aikataulusuunnittelussa käyttää apuna tietokonepohjaista simulointia, joka kykenee simuloimaan ETCS-kulunvalvonnan toimintaa ja jossa on tarkka rataverkon kuvaus
 - Nykyisenkaltainen suunnittelusääntö kolmen tai neljän minuutin junavälistä ei ole enää riittävä, vaan simuloinnin avulla voidaan varmistaa, että suunniteltu liikennesuunnitelma on toteutettavissa rakenteilla olevalla tai valmiina olevalla infrastruktuurilla
 - Simulointi edellyttää tarkkoja lähtötietoja kalustosta ja radasta. Henkilöliikenteen osalta tilanne ei ole yhtä hankala kuin tavaraliikenteen osalta, koska tavaraliikenteessä vaihtuvilla junakokoonpanoilla (pituus ja paino) on suuri vaikutus junien toteutuviin ajoaikoihin.

Junatiheys vs. häiriöherkkyys?

- Nykyistä suuremman junamäärän tai lyhyempien junavälien kääntöpuoli on häiriöherkkyuden kasvaminen
 - Lyhytkin häiriö ehtii vaikuttamaan suurempaan määrään junia
 - Toisaalta ETCS-tasolla 2 sen tuoma lisäkapasiteetti saadaan hyödynnettyä tehokkaasti juuri tilanteissa, joissa junia on paljon kulussa lähekkäin
- Kuinka paljon ratakapasiteettia pitäisi jättää puskuriksi ja pelivaraksi ja kuinka tarkasti kaikki mahdollinen ratakapasiteetti halutaan hyödyntää?

Ratainfran kehittäminen

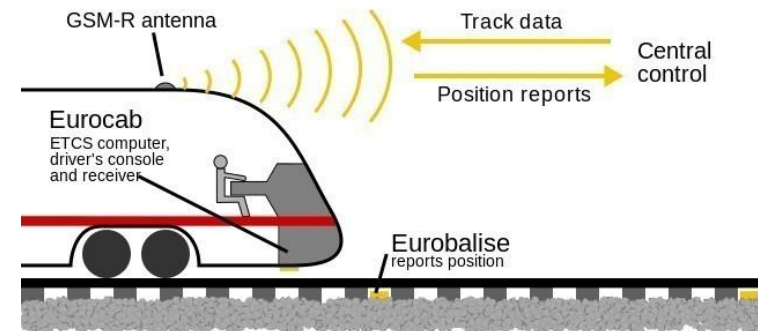
- Vaikka ETCS-kulunvalvonta toisi itsessään jonkin verran lisäkapasiteettia, ei ratainfran kehittämisen merkitystä pidä silti unohtaa
 - Yksiraiteisilla radoilla kohtaustaikojen ja niillä olevien sivuraiteiden merkitys: rakennetaan mieluummin yhden sijaan vähintään kaksi sivuraidetta
 - Kaksiraiteisilla sekaliikenne-radoilla riittävän usein olevat ohittamismahdollisuudet
- Tulevissa ratainvestoinneissa sekä ETCS-suunnittelussa tulee huomioida liikenne-rakenteen asettamat reunaehdot ja varmistaa, että liikennettä palveleva rataverkko ja ETCS tukevat toisiaan parhaalla mahdollisella tavalla



ETCS, tasso 3

ETCS, taso 3

- ETCS:n tasolla 3 ei käytetä enää kiinteitä suojavailejä tai ratalaittein toteutettua vapaanaolon valvontaa, vaan yksikkö ilmoittaa jatkuvasti sijaintitietoaan sekä valvoo että yksikkö on kokonainen



https://ec.europa.eu/transport/modes/rail/ertms/etcs-levels-and-modes_en

ETCS, taso 3

- Keskeisin tason 3 kapasiteettiin vaikuttava asia on kiinteiden suojavälien poistuminen. Suojavälien sijainnit ja pituudet muuttuvat jatkuvasti junaliikenteen mukaisesti niin, että yksiköt voivat liikkua mahdollisimman lähellä toisiaan kuitenkin turvallisuus huomioiden.
 - Ratkaisu mahdollistaa tasoon 2 verrattuna paljon lyhyempien suojavälien käyttämisen, koska raiteen vapaanaolon valvontaa ja akselinlaskijoita ei enää tarvita. Hyödyn saaminen edellyttää kuitenkin hyvin tiheää liikennettä.
 - Tiheästä liikenteestä ja lyhyistä junaväleistä johtuen on junien automaattiajo (ATO) käytännössä edellytys kolmostason lisäkapasiteetin hyödyntämiselle.
- Tasolla 3 kulunvalvontalaitteisto ei käytännössä rajoita käytettävissä olevaa kapasiteettia



Yhteenveto

Yhteenveto

- ETCS-järjestelmä tasoilla 2 ja 3 mahdollistaa lisäkapasiteettia tiheästi liikennöidyille useampiraiteisille radoille, minne nykymenetelmin sitä on vaikea saada enää lisää
- Asemavälisuojustuksien muuttaminen tiheämmäksi suojastukseksi tuo lisäkapasiteettia ja on yksinkertaisempaa toteuttaa ETCS:n avulla
- Suuri merkitys on kuitenkin aikataulusuunnittelulla, jotta lisähyötyjä voidaan mahdollisimman tehokkaasti hyödyntää
- Rataverkon infrastruktuurin kehittämistä tulee jatkaa edelleen, koska Digirata ei ratkaise kaikkia ongelmia
- Digirataa ei rakenneta pelkästään kapasiteettihyötyjä varten, vaan nykyinen kulunvalvontajärjestelmä on elinkaarensa päässä. Kun uusiminen tuo myös kapasiteettihyötyjä, niin otetaan siitä hyöty irti!

The logo consists of a large white circle on a dark green background. Inside the circle, the words "DIGI" and "RATA" are stacked vertically in a bold, dark green, sans-serif font. There are several horizontal green lines of varying lengths and thicknesses, some with small circles at their ends, scattered around the circle and across the top and bottom of the slide.

**DIGI
RATA**

Kiitos!

Tuliko mieleen jotain kysyttävää?

Saa kysyä nyt tai lähetä vaikka myöhemmin
sähköpostia: teemu.sirkia@fintraffic.fi

Lisälukemista

- Kohti digitaalista ja älykästä rautatieliikennettä: Digirata-selvityksen loppuraportti https://digirata.fi/wp-content/uploads/2020/04/Digirata_loppuraportti_02042020.pdf
- ERTMS/ETCS-tason 2 kapasiteettiä hyödyt kaksiraiteisilla radoilla https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2018-41_ertms_etcs-tason_web.pdf
- ERTMS/ETCS level 2 capacity benefits on the city lines of the Helsinki Region https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj_2019-43_ertms_etcs_level2_web.pdf
- Increasing Infrastructure Capacity: How ERTMS Improves Railway Performance <https://www.ertms.net/wp-content/uploads/2018/10/10-Increasing-infrastructure-capacity1.pdf>