



# Keskinopeustavoitteen validointi lokakuu 2018



# Keskinopeus lokakuu 2018

- Linjan keskinopeus 23,2 km/h (kesäkuussa vastaava 22,8 km/h)
- Linjan matka-aika ruuhka-aikaan on 64 min
- Linjan kiertoaika ruuhka-aikaan on 138 min
  - Linjan matka-aika kumpaankin suuntaan + päätepysäkkiajat
  - Kiertoaikaan sisältyy pelivaraa 9+2 min (2,5+2,5 min linjalla, 2+2 min päätepysäkeillä ja 2 min aikataulun tasausaikaa)
- Ruuhka-aikaan tarvitaan 5 minuutin vuorovälillä 28 vaunua
  - Hankesuunnitelmassa arvioitu vaunumäärä ruuhka-aikaan oli 26 vaunua

# Matka-aika lokakuu 2018

- Linjan matka-aika ruuhka-aikaan on 64 min, joka koostuu seuraavista osa-ajoista:
  - Linjan ajoaika pysäkkien välillä, kun pysähdytään kaikilla pysäkeillä on 47 min (OpenTrack itään 46:56 – länteen 46:57)
    - OpenTrackilla simuloitu ajoaika 100 % suorituskyvyllä suunnitellulla nopeuskaaviolla
  - Pysäkkiajat huipputuntien aikaan linjan 32 pysäkillä (pl. Päätepysäkit) 12 min
  - Liittymäviiveet 2,5 min
    - Liikennevaloliittymissä aiheutuvat viiveet
  - Aikataulun pelivara 2,5 min
    - Ajoajan pelivara 1,5 min on arvioitu laskemalla erotuksen suuruusluokka 100 % ja 95 % (48:38 itään-48:43 länteen) suorituskyvyllä simuloituista ajoajoista
    - Pysäkkiaikojen pelivara 1 min on arvioitu Vissim-simuloinnilla
- Jos kaikki pelivara suunniteltaisiin päätepysäkeille, linjan matka-aika olisi 61,5 min ja keskinopeus 24,1 km/h

# Päätepysäkkiajat lokakuu 2018

- Päätepysäkkiaika Keilaniemessä 4 min
  - Tekninen kääntöaika, jonka aikana tapahtuu matkustajien nousu ja poistuminen 2 min
  - Pelivara 2 min
- Päätepysäkkiaika Itäkeskuksessa 6 min
  - Matkustajien nousu ja poistuminen 1 min
  - Tekninen kääntöaika 2 min
  - Ajo kääntöraiteelle/kääntöraiteelta laituriraiteelle 1 min
  - Pelivara 2 min

# Mahdollisuudet ja riskit lokakuu 2018

- Mahdollisuudet lyhentää kiertoaikaa
  - Varikon liittymässä syväurainen raideristeys lyhentää kiertoaikaa 0,5 min
  - Pienennetään aikataulun pelivaraa, jolloin liikenteen täsmällisyys heikkenee
  - Kadun nopeusrajoitusta suuremman ajonopeuden salliminen kadun reunassa ja keskellä lyhentäisi kiertoaikaa 2 min (toistaiseksi oletettu ainoastaan selvästi kadusta erillään oleville osuuksille)
  - Nostetaan pysäkkien lähestymisnopeus 20km/h → 30 km/h, jos pelivaraa pysäkeillä on muutenkin riittävästi
- Riskit, jotka saattavat pidentää kierrosaikaa
  - Liikennevaloviiveet (Yhteensä 2,5 min yli 50 ohjatussa risteyksessä on erittäin vaativa tavoite)
  - Operaattori tai kuljettajat eivät uskalla ajaa erityisesti ohjaamattomista risteämistä oletetuilla nopeuksilla, pidentää kiertoaikaa 1 minuutin (tai enemmänkin)

# Muutokset kesäkuusta lokakuuhun

- Keskinopeus kesäkuussa 22,8 km/h, lokakuussa 23,2 km/h → muutos +0,4 km/h
- Ratageometriassa tarkennuksia, merkittävin muutos Maaherrantien geometrian parantuminen
- Perustarkastelussa Otaniementien, Eliel Saarisen tien ja Pirkkolantien nopeusrajoitus on laskettu kadun nopeusrajoituksen mukaiseksi
  - Lainsäädäntö ja kaupunkien tahto epäselviä
  - Suurin yksittäinen nopeuttamismahdollisuus
- Alberganesplanadilla sallittua huippunopeutta on nostettu 20 -> 30 km/h
  - Ohjaamattomien ylitysten järjestelyjä parannettu
- Pysäkeiltä lähtö on arvioitu aikaisempaa nopeammaksi (ei rajoitusta)
  - Lähdössä keula ylittää ylityspaikan pääsääntöisesti ennen kuin nopeus ylittää 20 km/h ja kaikissa tapauksissa ennen 30 km/h nopeutta

# Muutokset hankesuunnitelmasta

- Päätepysäkeillä on yhteensä 2 min enemmän kääntöaikaa
- Liikennevaloliittymien aiheuttamat viiveet on otettu huomioon (hankesuunnitelmassa oletettiin 100 % liikennevaloetus), vaikutus kiertoaikaan 5 min (2,5 min suuntaansa)
- Ratageometriaa on muutettu, kokonaisuutena pieni nopeutuminen
- Perkkaalle on lisätty yksi pysäkki, vaikutus kiertoaikaan 1,5 min (45 sekuntia suuntaansa)
- Pysäkeille saapumisen nopeusrajoitus 20 km/h
- Alberganesplanadin nopeusrajoitus 40 -> 30 km/h ohjaamattomien ylitysten takia (virhe hankesuunnitelman simuloinnissa)



RAIDE-JOKERI

**Keskinopeuden laskentaperusteet**



# Keskinopeustavoite

- Keskinopeus lasketaan aikataulun matka-ajasta:  
keskinopeus (km/h) = linjan pituus (km) / matka-aika (h)
- Päätepysäkkien kääntöaika ei vaikuta keskinopeuteen
- Raide-Jokerin liikennöinti suunnitellaan siten, että vaunu lähtee jokaiselta pysäkiltä aikataulun mukaisesti
- Jotta liikennöinti on täsmällistä, aikatauluun pitää jättää pelivaraa

# Aikataulun matka-aika

- Aikataulun matka-aika koostuu osatekijöistä:
  - Ajo-aika pysäkkien välillä raitiotien geometrian ja nopeusrajoitusten mukaisesti
  - Pysäkkiaika
  - Liittymäviiveet
  - Aikataulun pelivara

# Ajoaika

- Ajoaikaan vaikuttavat osatekijät ovat:
  - Raitiovaunun suorituskyky
  - Kadun nopeusrajoitus (osin)
  - Raitiotien pysty- ja vaakageometria sekä kallistukset
  - Nopeusrajoitukset vaihteissa
  - Nopeusrajoitukset pysäkeillä
- Ajoaika määritetään OpenTrack-simulointiohjelmistolla, johon on mallinnettu Artic XL-raitiovaunu, raitiotien geometria, vaihteet, nopeusrajoitukset ja pysäkkien sijainti

# Nopeusrajoitusten määräytyminen

- Raitiotietä ajetaan näkemän perusteella, maksiminopeus on 70 km/h
- Vaakageometrian kaarteet rajoittavat nopeutta, nopeusrajoitus riippuu kaarresäteestä ja raitiotien kallistuksesta
- Kun raitiotie on sekaliikennekaistalla tai joukkoliikennekadulla, käytetään kadun nopeusrajoitusta
- Kun raitiotie on kadun keskellä tai reunassa omalla kaistallaan, käytetään kadun nopeusrajoitusta
- Kun raitiotie on kadun sivussa kadusta erotetulla alueella, käytetään geometrian ja liikenneympäristön sallimaa nopeutta, joka voi olla kadun nopeusrajoitusta suurempi
- Valo-ohjatuissa liittymissä ei liittymärajoituksia
- Ohjaamattomissa kävelyn ja pyöräliikenteen ylityksissä (pysäkeillä) 30 km/h
- Pysäkkiä lähestyessä nopeus 20 km/h
  - Vastaa jalankulkualueita ja huomioi pysäkkien ohjaamattomiin ylityspaikkoihin liittyviä häiriöitä
- Jalankulkualueilla nopeusrajoitus 20 km/h, joka on tieliikennelain mukainen rajoitus piha- ja kävelykaduille

# Pysäkkiaika

- Pysäkkiaikaan vaikuttavat raitiovaunun ja pysäkin toiminnalliset järjestelyt sekä nousevien ja poistuvien matkustajien määrä
- Ruuhka-aikaan pysäkkiajat ovat pidempiä, keskinopeutta ja kalustotarvetta on arvioitu ruuhka-ajan liikenteellä
- HSL on määrittänyt Raide-Jokerin pysäkkiajat
- HSL:n pysäkkiaikoihin sisältyy pelivaraa pysäkeillä tapahtuville viiveille
- Ruuhka-ajan pysäkkiajat on lisäksi tarkastettu Vissim-simuloinnilla
- Kuljettajien vaihto tapahtuu päätepysäkeillä, pysäkkiajat eivät sisällä kuljettajan vaihtoon kuluva aikka

# Liittymäviiveet

- Pääperiaate on, että raitiovaunulla on 100 % liikennevaloetus
- Käytännössä liikennevaloetus ei toteudu täydellisenä, vaikka Jokerin etuudet ovat selvästi voimakkaampia kuin nykyisillä linjoilla
- Liikennevaloliittymien viiveet määritetään Vissim-simulointiohjelmistolla, johon on mallinnettu raitiotielinjan liittymät, liikennevalot ja liittyvien katujen liikennemäärät

# Aikataulun pelivara

- Aikataulun pelivara takaa liikenteen täsmällisyyden
- Pelivaralla varaudutaan normaaliin ajo- ja pysäkkiaikojen vaihteluun.
- Pelivaraa jätetään sekä linjan matka-aikaan että päätepysäkkiaikoihin

# Kalustotarve

- Kalustotarpeen määrittää linjan kiertoaika ja vuoroväli
- Kiertoaika sisältää linjan aikataulun matka-ajan ja päätepysäkkiajan kumpaankin suuntaan
- Päätepysäkkiaika 2 min pelivaralla on minimissään 4 min
- 5 minuutin vuorovälillä 26 vaunulla kiertoaika voi olla enintään 130 min ja aikataulun matka-aika 61 min  
 $((61+61+4+4)/5=26)$