

Saramäen alueen terminaaliraiteistojen yleissuunnittelu **SUUNNITELMASELOSTUS**



SISÄLLYSLUETTELO

SISÄLLYSLUETTELO	1
1 JOHDANTO	2
2 TYÖN LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET	3
2.1 YLEISET LÄHTÖKOHDAT	3
2.2 LIIKENNESUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT	4
2.3 RATASUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT	4
2.4 POHJARAKENNUSSUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT	4
3 LIIKENTEELLISET TARKASTELUT	5
3.1 NYKYINEN LIIKENNE	5
3.2 LIIKENTEEN ASETTAMAT EHDOT TERMINAALIRAITTEISTOLLE	5
3.3 TERMINAALIRAITTEISTON VAIHEITTAIN RAKENTAMINEN JA LIIKENNÖINTIMALLIT ERI KEHITTÄMISVAIHEISSA	6
4 TEKINEN SUUNNITTELU	10
4.1 RATASUUNNITTELU	10
4.2 TURVALAITESUUNNITTELU	10
4.3 POHJARAKENNESUUNNITTELU	11
4.3.1 <i>Pohjasuhdekuvaus</i>	11
4.3.2 <i>Laboratorio- ja pohjatutkimukset</i>	11
4.3.3 <i>Vanhat laskelmat</i>	12
4.3.4 <i>Uudet laskelmat</i>	14
4.3.5 <i>Perustamistavat</i>	14
4.3.6 <i>Kuivatus</i>	17
4.3.7 <i>Sähköistyksen vaikutus pohjarakentamisen vaiheistukseen</i>	17
4.3.8 <i>Pohjarakentamisen vaikutus ratageometriaan</i>	17
5 KUSTANNUKSET	18
5.1 KUSTANNUSARVION TARKKUUS	18
6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDESUOSITUS	20

1 JOHDANTO

Saramäen terminaaliraitteiston suunnittelu liittyy rataosan Toijala–Turku-varteeseen suunnittelun teollisuus- ja logistiikkatoiminnoille varatun raitteiston liikenteelliseen, ratatekniseen ja pohjarakennesuunnitteluun.

Työn tarkoituksena on määrittää terminaalin mahdollinen liikennöintimalli ja sen edellyttämät raidetarpeet, suunnitella raitteisto ja sen liittyminen pääraiteeseen sekä määrittää raitteiden, vaihteiden ja mahdollisten laitureiden perustamistavat.

Tilaaaja Turun kaupunki, Ympäristö- ja kaavoitusvirasto

Tilaaajan edustajina ovat toimineet Jaakko Lindholm ja Jouko Turto

Toimittaja Arcus Oy ja Oy VR-Rata Ab Rautatiesuunnittelu (Rrs)

Toimittajan vastuuhenkilöt ja heidän vastuualueensa ovat olleet:

Harry Gustafsson, Arcus Oy, Projektipäällikkö
Mikko Suoranta, Rrs, Pohjarakennesuunnittelu, kustannustarkastelut
Nina Mähönen, Rrs, Liikenteelliset tarkastelut
Jarmo Nurmi, Rrs, Ratasuunnittelu, kustannustarkastelut
Jussi Nousiainen, Rrs, Ratasuunnittelu
Esko Kaijansinkko, Rrs, Turvalaitesuunnittelu, kustannustarkastelut

2 TYÖN LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET

2.1 Yleiset lähtökohdat

Työn tavoitteena on tehdä alustava yleissuunnittelu Saramäen alueen terminaaliraitteistoista. Suunnittelualue on osa vireillä olevan Lentoaseman ja sen ympäristön osayleiskaavan aluetta. Suunnittelualue on osittain asemakaavoittamatonta ja osalla aluetta on lainvoimaiset asemakaavat, joiden muuttaminen on kuitenkin vireillä. Alue sijaitsee valtatie 9 itäpuolella, Toijala–Turku-radon varrella, Turun ja Maarian liikennepaikkojen välissä (kuva 1). Alue rajautuu etelässä Vaistentiehen ja pohjoisessa Niittykulmantiehen. Saramäen terminaaliraitteistojen on alustavien kaavailujen mukaan suunniteltu sijoittuvan sekä linjaraiteiden länsi- (läpivirtaustermiinali) että itäpuolelle (yhdistettyjen kuljetusten termiinali ja kuormausalue).

Turun kaupunki kartoittaa alueelle tulevia toimijoita, mutta sopimuksia ei ole laadittu vielä minkään tahon kanssa. On kuitenkin todennäköistä, että alueelle tulee useampia toimijoita. Tähän on varauduttava myös suunnittelussa mm. siten, että raitteisto mahdollistaa pistoraitteiden toteuttamisen eri toimijoiden alueille.



Kuva 1. Saramäen suunnittelualueen sijainti.

Toijala–Turku-rataosa on D-luokan sähköistetty, suojastettu, kauko-ohjattu ja junien kulunvalvonnalla varustettu yksiraiteinen henkilö- ja tavaraliikennelata, jossa radan suurin nopeus on 140 km/h. Rataosan suurin sallittu nopeus tavarajunille on 100 km/h ja suurin sallittu akselipaino 225 kN.

Suunnittelualueella sijaitsee yhteensä kaksi tasoristeystä: Vaistentien tasoristeys ratakilometrillä 267+105 ja Niittykulman tasoristeys ratakilometrillä 264+888.

2.2 Liikennesuunnittelun lähtökohdat

Liikennesuunnittelussa suunniteltiin alustava terminaalin liikennöintimalli ja sen edellyttämät raidetarpeet. Raidetarpeiden määrittämisessä pyrittiin eri raiteiston osien vaiheittain toteutuksen mahdollistamiseen. Liikennöintimallin suunnittelu laadittiin erikseen linjaraiteiden länsi- ja itäpuolisille raiteistoille. Suunnittelun aikana oltiin yhteydessä operaattorin asiantuntijoihin.

Terminaalin liikennöintiedellytykset tutkittiin Toijala–Turku-rataosan liikenteen osalta aikataulugrafiikkatarkasteluna. Liikenteelliset tarkastelut perustuvat kevään ja syksyn 2007 junaliikenteen aikatauluihin.

Lähtökohtana pidettiin, että terminaalialueella operoinnin tulee olla pääraiteesta riippumaton. Raiteistosuunnittelussa kulkutieraiteiden mitoittavana junapituutena käytettiin 750 m.

2.3 Ratasuunnittelun lähtökohdat

Ratasuunnittelun osalta nykyisen Toijala–Turku-radan länsipuolelle suunniteltiin raiteisto terminaalille, joka liitetään pääraiteeseen alueen eteläpäässä. Pohjoispäähän suunniteltiin liittymävaraus.

Nykyisen linjaraiteen itäpuolelle suunniteltiin kuormausraiteisto ja yhdistettyjen kuljetusten raiteisto, jotka liitetään myös nykyiseen rataan sekä alueen etelä- että pohjoispäässä.

Nykyisten raiteiden sijaintitietoina käytettiin viimeisintä laskennallista geometriaa ja korkeusviivaa, jotka on laskettu Toijala–Turku-perusparannussuunnittelun yhteydessä.

2.4 Pohjarakennussuunnittelun lähtökohdat

Työssä määritettiin raiteiden, vaihteiden ja laitureiden perustamistavat. Lähtökohtana oli, että vaihteet suunniteltiin painumattomille perustuksille. Työn yhteydessä optimoitiin raiteiden korkeusviivan sijaintia massansiirtojen ja painumien suhteen.

Työssä hyödynnettiin alueella aiemmin tehtyjä pohjatutkimuksia. Lisätutkimuksia tehtiin kriittisimmissä paikoissa. Saven painumaominaisuuksia tutkittiin ödometrikokein.

Laitureiden ja terminaalialueiden mitoituksessa tulee varautua siihen, että siirrettävät kuormat voivat olla huomattavan suuria (esim. ~20 tonnin kappaleita). Junaliikenteessä mitoitusperusteena on 250 kN akselipaino. Rakennepaksuudet sovittiin suunniteltavan Rata-tekniikan ohjeiden (RAMO) mukaisesti.

3 LIIKENTEELLISET TARKASTELUT

3.1 Nykyinen liikenne

Toijala–Turku rataosan henkilöliikenne muodostuu Tampereelle ja siitä edelleen Pieksämäen suuntaan liikennöivistä henkilöjunista. Syksyllä 2007 Toijala–Turku -rataosalla liikennöitiin yhteensä 18 henkilöjunaa vuorokaudessa, joista puolet suuntautuu pohjoiseen Tampereen suuntaan ja puolet etelään Turun suuntaan. Junapareista neljä on IC-junia ja viisi sinisellä kalustolla liikennöitäviä pikajunia.

Vakinaisessa kulussa olevia tavarajunia Toijala–Turku-rataosalla oli arkisin yhteensä yhdeksän junaa vuorokaudessa. Näistä viisi suuntautui Tampereen suuntaan ja neljä Turun suuntaan. Tavarajunaliikenne on voimakkaasti suuntautunut niin, että vuorokauden ensimmäisellä puoliskolla liikenne suuntautuu pääosin Turkuun ja jälkimmäisellä puoliskolla pääosin Tampereen suuntaan.

Tavarajunista yksi junapari liikennöi Uudenkaupungin ja Kemiran välillä sekä kaksi junaparia Tampereen ja Turun tavararatapihojen välillä. Kaksi tavarajunaa liikennöidään Turusta Kouvolan tavaratapihalle ja yksi Vainikkalasta Turkuun.

Vakinaisten tavarajunien lisäksi rataosan aikataulugrafiikassa on varattu aikataulut tarvittaessa ajettaville tavaraliikenteen lisäjunille.

Joulukuun 2007 graafinen aikataulu on esitetty *liitteessä 1*.

3.2 Liikenteen asettamat ehdot terminaaliraitteistolle

Saramäen alueen terminaaliraitteiston raiteistomallille asettaa reunaehtoja sekä pääraiteella tapahtuva liikenne että terminaalialueen sisäinen liikennöinti ja sen sujuvuus.

Turun aseman ja Maarian liikennepaikan välillä, jonne myös Saramäen terminaaliraitteisto on suunniteltu sijoittuvan, pisimmät välit vakinaisessa kulussa olevien junien välillä ovat noin puolen tunnin mittaisia, yöaikaa (23-07) lukuun ottamatta, jolloin välit ovat jonkin verran pidempiä. Koska liikennöinti Turusta Saramäen alueelle kestää vähintään 15 minuuttia ja paluusuuntaan vastaavan verran, tulee operoinnin terminaaliraitteistolla olla pääraiteesta riippumatonta, jotta terminaalialueella tapahtuvaa vaihtotyötä ei tarvitse keskeyttää pääraiteella liikennöivien junien ohikulun ajaksi. Tämän vuoksi vaihtotyötoiminta Saramäen alueella on turvattava turvavaihtein.

Myös pääraiteella tapahtuvan liikenteen sujuvuuden turvaamiseksi operointi pääraiteen yli länsi- ja itäpuolisten raiteistojen välillä on minimoitava.

Terminaalialueella tapahtuvan toiminnan tehokkuuden vuoksi sekä pääraiteiden länsi- että itäpuolisilla raiteistoilla tulee olla mahdollisuus ympäriajoön, jotta kesken vaihtotyötä ei tarvitse käydä kääntymässä pääraiteella. Liikennöitsijän operointiin tarvitaan kummallakin raiteistolla vähintään kaksi raidetta, jotka mahdollistavat esimerkiksi Turun suunnasta liikennöitäessä tyhjen vaunujen tuomisen raiteistolle samalla käynnillä, kun päivystäjä hakee täysiä vaunuja pois.

Linjaraiteen länsipuolisella raiteistolla (läpivirtaustermiinaali) kuormausraiteen (tai mahdollisesti rakennettavan hallin sisäpuolisen raiteen) tulee olla sähköistämätön kuormaustoiminnan turvallisuuden varmistamiseksi.

Pääraiteen itäpuoliselle raiteistolle on alustavasti suunniteltu yhdistettyjen kuljetusten termiinaalia. Terminiain raiteistomalli edellyttää raiteiden läpisähköistystä ja sähköistyksen toteutusta siten, että virta kuormausalueen ajolangoista voidaan katkaista ja langat maadoittaa kuormaustoiminnan ajaksi. Tähän on olemassa useita erilaisia tekniikoita, joista soveliaim on selvitettävä jatkosuunnittelussa. Kuormauslaiturin mitoitus tehdään Oulun Oritkarissa toteutetun termiainin mukaisesti siten, kuormausraiteiden raideväli on 30 metriä.

3.3 Terminaaliraiteiston vaiheittain rakentaminen ja liikennöintimallit eri kehittämissivaiheissa

Terminiainiraiteistot ja niiden liikennöintimallit suunniteltiin siten, että raiteistojen vaiheittain rakentaminen on mahdollista toiminnan laajentuessa. Kaikkiaan toteuttamisviiheita sovitettiin olevan yhteensä seitsemän:

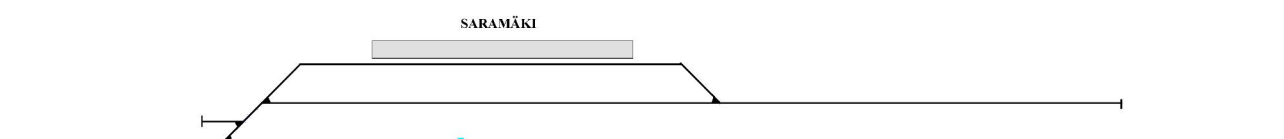
- Pääraiteen läntiselle puolelle termiainiraiteisto, liikennöinti Turusta
- Ensimmäinen logistiikkatoimijoiden pistoraide
- Alueen kytkeminen pääraiteeseen pohjoispäästä, termiainiraiteiston kolmas raide ja raiteiston sähköistys
- Toinen logistiikkatoimijoiden pistoraide
- Yhdistettyjen kuljetusten termiaini pääraiteen itäpuolelle
- Pistoraide yhdistettyjen kuljetusten termiainin eteläpähän, kolmas raide
- Kaksoisraidevaraus pääraiteella

Alla olevissa luvuissa on kuvattu lyhyesti rakentamisviiheet ja liikennöintimallit eri kehittämissivaiheissa.

Vaihe 1

Ensimmäisessä viiheessä rakennetaan pääraiteen länsipuolinen termiainiraiteisto siten, että alue kytetään pääraiteeseen vain eteläpäästä (*kuvii 2*). Raiteiston läntisin raide toimii kuormausraiteena, keskimäinen raide ja vetopätkä toimivat operoinnissa vaihdettaessa tyhjiä vaunuja täysien tilalle kuormausraiteelle. Kaikkien toteuttamisviiheidien raiteistokaviot on esitetty suunnitelman liitteenä 2.

VAIHE 1 - Terminiainiraiteiston rakentaminen, liikennöinti Turusta

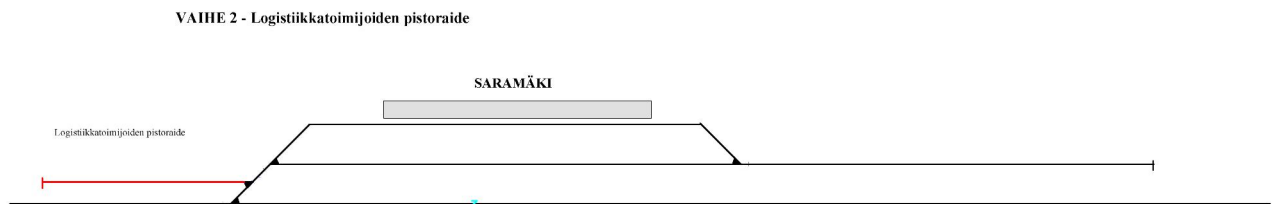


Kuvii 2. Viihe 1 - Terminiainiraiteiston rakentaminen, liikennöinti Turusta

Liikennöinti ensimmäisessä vaiheessa on suunniteltu hoidettavan Turun tavarapihalta käsin päivystäjäveturilla (diesel), koska terminaalialuetta ei vielä tässä vaiheessa ole sähköistetty. Veturi tuo Turusta tullessaan tyhjät vaunut, jotka se vetää kuormausraiteelle samalla painaen täydet vaunut vetopätkälle. Jätettyään tyhjät vaunut kuormausraiteelle veturi kytketään kiinni täysiin vaunuihin, jotka se vie mennessään Turun tavarapihalle liitettäväksi lähtevään junaan. Ensimmäisen vaiheen liikennöintiä on havainnollistettu *liitteen 3 kuvissa 1-7*.

Vaihe 2

Toisessa vaiheessa rakennetaan tarvittaessa terminaalialueen eteläpäässä olevan turva-vaihteen perään pistoraide mahdollisille logistiikkatoimijoille.

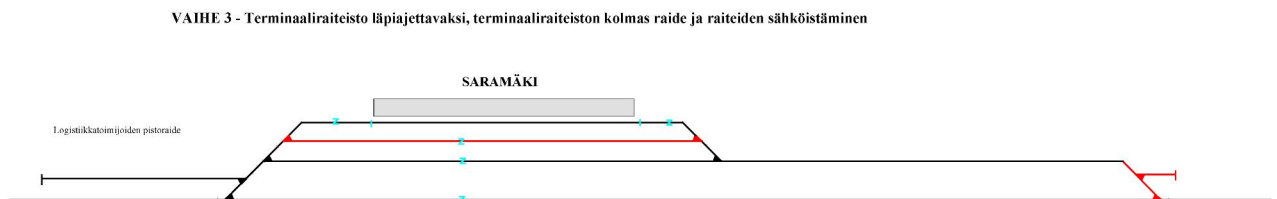


Kuva 3. Vaihe 2 - Logistiikkatoimijoiden pistoraide.

Liikennöinti toisessa vaiheessa on edelleen ajateltu toteutettavan päivystäjäveturilla Turun tavarapihalta käsin. Veturi tuo Turusta tullessaan tyhjät vaunut, jotka se vaihtaa kuormausraiteella ja logistiikkatoimijoiden pistoraiteella oleviin täysiin vaunuihin *liitteen 3 kuvissa 8-19* havainnollistetun mukaisesti.

Vaihe 3

Kolmannessa vaiheessa terminaaliraiteisto kytketään pääraiteeseen myös alueen pohjoispäästä. Pääraiteesta riippumattoman liikennöinnin mahdollistamiseksi rakennetaan kolmas raide terminaalialueelle. Terminaaliraiteisto sähköistetään kuormausraidetta lukuun ottamatta, jota ei sähköistetä kuormausstoiminnan turvallisuuden varmistamiseksi.

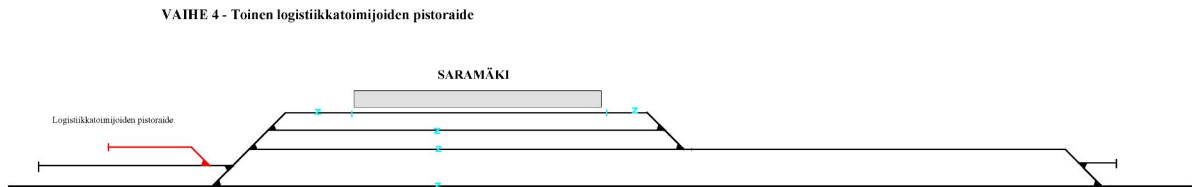


Kuva 4. Vaihe 3 - Terminaaliraiteisto läpiajettavaksi, terminaaliraiteiston kolmas raide.

Kolmannessa vaiheessa terminaaliraiteisto rakennetaan läpiajettavaksi, jolloin liikennöinti alueelle ja sieltä eteenpäin on mahdollista tehdä sekä Turun että Toijalan suunnasta. Tällöin on mahdollista, että kuormausraiteella ja logistiikkatoimijoiden pistoraiteella kuormatuista vaunuista muodostetaan juna raiteiston keskimmaiselle raiteelle, josta se lähtee kulkuun pohjoisen suuntaan käymättä välissä Turussa. Kolmannen vaiheen liikennöintiä on havainnollistettu *liitteen 3 kuvissa 20-61*.

Vaihe 4

Neljännessä vaiheessa pääraiteen länsipuolista raiteistoa on tarvittaessa mahdollista täydentää lisäämällä logistiikkatoimijoiden pistoraiteita alueen eteläpäässä olevan raiteen rinnalle.

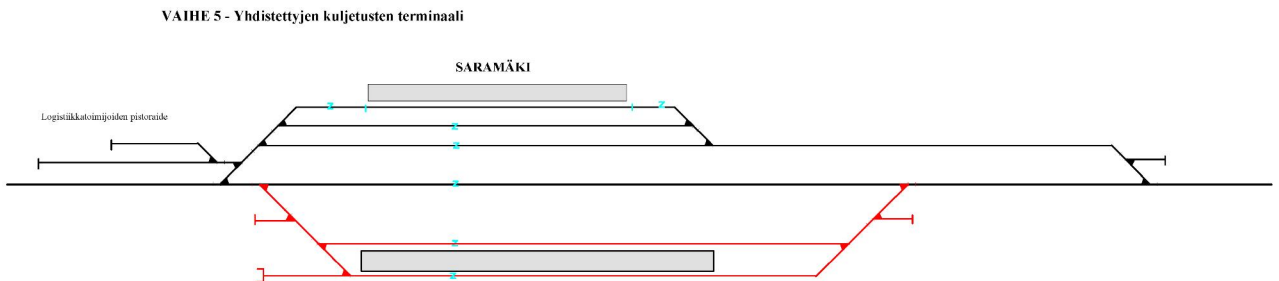


Kuva 5. Vaihe 4 - Toinen logistiikkatoimijoiden pistoraide.

Liikennöinti neljännessä vaiheessa on mahdollista tehdä kuten edellisessä toteutusvaiheessa (*liitteen 3 kuvat 20-61*).

Vaihe 5

Viidennessä vaiheessa toteutetaan yhdistettyjen kuljetusten terminaali kuormauslaitureineen pääraiteen itäpuolelle. Raiteisto sähköistetään. Koska pääraiteen itä- ja länsipuolen toteuttaminen ovat toisistaan riippumattomia, on vaiheen 5 toteuttaminen tarvittaessa mahdollista tehdä samanaikaisesti vaiheiden 1-4 kanssa.



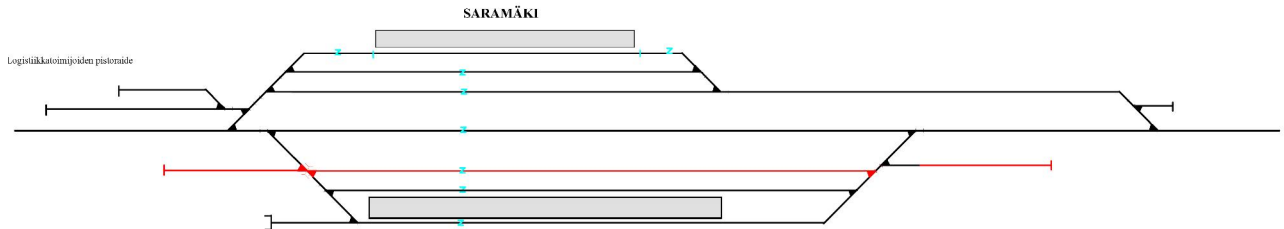
Kuva 6. Vaihe 5 - Yhdistettyjen kuljetusten terminaali.

Ajoneuvojen ajo junaan ja sieltä pois tehdään raiteiston eteläpäässä olevaa kuormausrampia pitkin. Puoliperävaunut kuormataan kuormauslaiturin kautta raiteen sivusta. Lähtevät junat muodostetaan raiteiston itäisimmälle raiteelle. Turusta tuleva linjaveturi kytetään vaunujen pohjoispäähän, jonka jälkeen juna voi lähteä kulkuun Toijalan suuntaan. Liikennöintiä yhdistettyjen kuljetusten terminaaliraitteistolla on havainnollistettu *liitteen 3 kuvissa 62-80*.

Vaihe 6

Mikäli myös pääraiteen itäpuoliselle raiteistolle halutaan toteuttaa logistiikkatoimijoiden pistoraiteita, tehdään ne kuudennessa rakentamisvaiheessa alueen eteläpäässä olevan turvavaihteen jatkoksi. Pääraiteesta riippumattoman liikennöinnin mahdollistamiseksi rakennetaan kolmas raide terminaalialueelle. Alueen pohjoispäässä olevan turvavaihteen jatkoksi rakennetaan raide, joka toimii pohjoispään kautta tehtävissä vaihtotöissä vetopätänä.

VAIHE 6 - Pistoraide yhdistettyjen kuljetusten raiteiston eteläpään ja kolmas raide itäpuoliselle raiteistolle



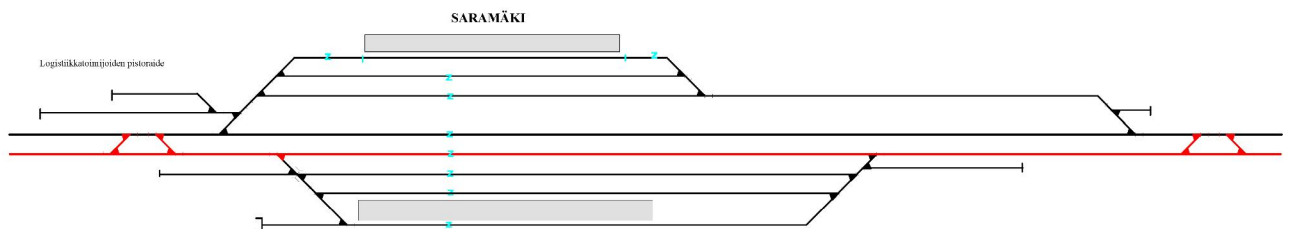
Kuva 7. Vaihe 6 - Pistoraide itäpuolisen raiteiston eteläpään ja kolmas raide.

Koska logistiikkatoimijoiden pistoraiteilla kuormattavat vaunut ovat mitä todennäköisimmin kuljetustarpeeltaan ja kiireellisyydeltään hyvin erilaista kuin yhdistettyjen kuljetusten vaunut, on todennäköistä että vaunuja ei yhdistetä näiden kanssa yhdeksi junaksi. Tällöin liikennöinti hoidettaneen kuten vaiheissa 1 ja 2 Turun tavarapihalta käsin, kuten *liitteen 3 kuvissa 81-90* on havainnollistettu. Toinen mahdollisuus on liittää pistoraiteilla olevat täydet vaunut pääraiteen länsipuolella olevien vaunujen kanssa samaan junaan, mutta koska pääraiteen yli liikennöintiä on pyrittävä minimoimaan, ei tämä ole kovin suositeltava vaihtoehto.

Vaihe 7

Seitsemäs vaihe ei varsinaisesti kuulu Saramäen alueen terminaaliraitteistojen rakentamiseen, vaan vaiheessa on kuvattu pääraiteen kaksoisraidevarauksen sijainti ja varauksen aiheuttamat muutokset terminaalialueen raiteissa. Kaksoisraidevarauksen on suunniteltu olevan pääraiteen itäpuolella. Pääraiteiden välille suositellaan rakennettavan puolenvaihtopaikat terminaaliraitteiston etelä- ja pohjoispuolelle mahdollistamaan sujuva ja vastaantulevaa liikennettä mahdollisimman vähän häiritsevää liikennöintiä sekä pohjois- että eteläsuunnasta kummallekin terminaaliraitteistolle.

VAIHE 7 - Terminaliraitteisto ja kaksoisraidevaraus nykyisen pääraiteen itäpuolella



Kuva 8. Vaihe 7 - Kaksoisraidevaraus nykyisen pääraiteen itäpuolella.

4 TEKNINEN SUUNNITTELU

4.1 Ratasuunnittelu

Ratasuunnittelun tavoitteena yleissuunnitelmavaiheessa on tehdä suunnitelmat sekä radan vaaka- että pystygeometriasta. Tässä suunnitteluvaiheessa on ollut tarkoituksenmukaisista käsitellä koko geometriaa yhtenä tiedostona, joten eri suunnitteluvaiheita ei ole eroteltu. Hankkeen toteutus on jaettu seitsemään vaiheeseen Liikenteellisten tarkastelujen kohdan 3.3 mukaisesti. Myöhemmin rakennussuunnitteluvaiheessa geometriat tullaan jakamaan vaiheiden mukaisesti eri geometriatiedostoihin.

Vaakageometriassa raidepituudet ovat liikennöintiedellytysten mukaiset ja pystygeometriassa pituuskaltevuudet ovat RHK:n Ratateknisten ohjeiden osan 17 rautatieliikennepaikan mitoitusohjeen mukaiset. Tässä ratasuunnitelmassa on noudatettu Ratahallintokeskuksen Ratateknisten ohjeiden (RATO) suunnittelulle annettuja ohjeita.

Suunnittelualue sijaitsee Toijala–Turku-radon varressa siten, että läntiselle terminaaliraitteistolle erkaneva eteläisin vaihde on ratakilometrillä 266+792 ja pohjoisin vaihde ratakilometrillä 264+678. Itäpuolen terminaalin eteläinen vaihde sijaitsee ratakilometrillä 266+752 ja pohjoinen vaihde ratakilometrillä 265+297.

Mittapiirustus on vaiheen 6 lopputilanteen mukainen. Kaksoisraidevaraus (vaihe 7) on tässä suunnitelmassa huomioitu vain tilavarauksena nykyisen pääraiteen itäpuolella, mutta myös länsipuolella terminaalialueen kohdalla on toiselle pääraiteelle tilaa. Raidegeometrikan kannalta kaksoisraiteen sijainti nykyisen pääraiteen itäpuolella on länsipuolta optimaalisempi.

Suunnittelualueella sijaitseva Niittykulman tasoristeys (ratakilometrillä 264+888) tulisi poistaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, mutta vähintään toteutusvaiheen 3 ratkaisu edellyttää tasoristeyksen siirtoa tai korvaamista silta- tai kiertotiejärjestelyin.

4.2 Turvalaitesuunnittelu

Turvalaitesuunnittelu on laadittu yleispiirteisellä tasolla alustavien kustannusten määrittämiseksi.

Ensimmäisen vaiheen turvalaiteratkaisu on ajateltu olevan käsikäyttöinen avainsalpalaitteella lukittu linjavaihde, joka ei mahdollista tulo- eikä lähtökulkuteiden muodostamista. Ratkaisu on turvallisuuden kannalta minimivaatimukset täyttävä laitteisto, joka on kustannuksiltaan mahdollisimman edullinen, mutta käytettävyydeltään hyvin alkeellinen. Ensimmäisen vaiheen toteuttaminen edellyttää seuraavia turvalaitetoimenpiteitä:

- Siirretään linjan opastimia P328 ja Eop 328 sekä niiden baliiseja, toistopisteitä, kaapeleita, kaappeja jne. noin 1000 metriä nykyistä etelämmäksi Turun suuntaan.
- Lisätään avainsalpalaitteita, vaihteen varmistuslukot ja eristysosuudet kaapelointeineen.
- Muutetaan Vaistentien tasoristeyksen toimintaa ja eristysosuuksia.
- Muutetaan ohjausnäyttöjen ohjelmat jne.

Toisen vaiheen turvalaiteratkaisussa ei ole merkittäviä eroja ensimmäiseen vaiheeseen nähden. Toisessa vaiheessa tehdään lähinnä varmistuslukkojen muutoksia sekä ohjeistusten muutoksia.

Kun terminaaliraitteisto kytketään pääraiteeseen myös pohjoispäästä, edellyttää se uuden ala-aseman Toijala–Turku-rataosan alueasetinlaitteeseen.

Vaiheiden 4-6 turvalaitekustannukset nousevat vaiheittain uusien opastimien ja muiden turvalaitekomponenttien asentamisen myötä.

4.3 Pohjarakennesuunnittelu

4.3.1 Pohjasuhdekuvaus

Terminaalialue sijaitsee pääosin pehmeikköalueella, jossa maakerrokset ylhäältä alas ovat tyypillisesti:

Syvyys [m]	Kerros-paksuus [m]	Maalaji	Leikkauslujuus [kPa]	Vesipitoisuus[%]
0 - 1,5	1 - 2	kuivakuorisavi	yli 50 *)	~40
1,5 - 5	3 - 5	pehmeä savi	10 - 14	~70 - 80
5 - 8	3 - 5	pehmeä savi	14 - 16	~70 - 80
8 - 12	3 - 5	savi	16 - 25	~60 - 70
12 - 14	1 - 4	siltti	yli 20	~40 - 50
14 -17	0 - 3	moreeni		

*) Kuivakuoren leikkauslujuutena käytettiin laskennoissa 30 kPa.

Savikerrosten yhteispaksuus on yleisesti noin 10 - 15 metriä. Kova pohja on syvimmillään noin 24 m syvyydessä. Moreenikerros kallion päällä on yleisesti varsin ohut.

Alueen keskivaiheilla kilometrivälillä 265+200 - 265+450 Toijala–Turku-radan itäpuolella on avokallio noin 10 - 25 metrin päässä. Toijala–Turku-radan eteläpuolella välillä 266+260 - 266+360 on avokalliota ja ohuita kitkamaakerroksia.

Toijala–Turku-rataosa on perustettu terminaalialueen kohdalla maanvaraisesti. Radan vakavuutta on parannettu vastapenkereillä.

4.3.2 Laboratorio- ja pohjatutkimukset

Toijala–Turku-rataosalle on tehty aiemmin pohjatutkimuksia radan vakavuustarkasteluja varten. Tutkimukset ovat painokairauksia ja siipikairauksia, sekä maanäytteitä. Painokairauksilla on tutkittu pehmeitä kerroksia ja maalajirajoja, siipikairauksilla maan leikkauslujuutta. Tutkimusten perusteella savikerrokset ovat ominaisuuksiltaan varsin samankaltaisia koko pehmeikön alueella.

Pääradalta on useampia pohjatutkimuksia leikkauksista: 264+680, 264+800, 265+000, 265+100, 265+120, 265+200, 265+220, 265+500, 265+740, 266+180, 266+180, 266+220, 266+260, 266+460, 266+720. Näissä poikkileikkauksissa on useampia painokairauksia ja yleensä yksi siipikairaus. Lisäksi yksittäisiä painokairauksia on 27 pisteestä. Kairauksia on pääraiteella keskimäärin 40 metrin välein.

Yleissuunnittelun yhteydessä Saramäen alueelle ohjelmoitiin painokairauksia, heijarikairauksia ja siipikairauksia yhteensä 57 kappaletta, sekä kolmeen kohtaan häiriintymättömät näytteet, joista tehtiin ödometrikokeet ja indeksikokeet. Tutkimuskaluston huonon saataavuuden takia näistä ehdittiin tekemään vain 11 painokairausta, 2 siipikairausta ja ödometrikokeet.

Pohjatutkimusten vähäisen määrän takia terminaalialueen pohjasuhteita pystytään arvioimaan vain karkeasti. Lähellä nykyistä pääraidetta kerrosten arviointi on luotettavampaa.

Ödometrikokeet tehtiin km 265+000, km 265+500 ja km 266+640. Ödometrikokeilla tutkitaan maan muodonmuutosparametreja, konsolidaatiokerrointa, sekä maassa vallitsevaa jännitystilaa. Tulosten perusteella määritettiin maakerrosten painumia ja painumanopeutta erilaisilla kuormilla.

Kustakin ödometrinäytteestä tukittiin kolme syvyyttä. Tehdyt kokeet onnistuivat hyvin ja kokeiden tulokset olivat keskenään varsin samankaltaiset ja vertailukelpoiset. Tutkimukset tukevat hyvin aiempia painokairauksia ja siipikairauksia, joissa savikerrokset ovat varsin homogeenisiä.

Tulosten perustella maa oli ylikonsolidoitunutta. Ylikonsolidaatio vaihteli välillä 30 - 60 kPa syvyydestä riippuen. Muodonmuutosparametrien perustella maa oli runsaasti painuvaa. Tutkittu savi painuu vähän, kun sitä kuormitetaan pienillä kuormilla, jotka ovat vallitsevaa esikonsolidaatiota pienempiä. Tämän jälkeen saven painumat ovat suuria.

Tehdyt kaksi uutta siipikairausta antoivat merkittävästi suurempia leikkauslujuuksia, kuin aiemmissa siipikairauksissa. Laskelmissa on käytetty vanhojen siipikairausten mukaisia leikkauslujuuksia.

4.3.3 Vanhat laskelmat

Radan vakavuutta ja vastapenkereiden määrää on laskettu viimeksi Toijala-Turku radan sähköistyksen yhteydessä vuonna 1998, sekä peruskorjauksen yhteydessä vuonna 2007. Radan sähköistyksen yhteydessä Saramäen terminaalialueen kohdalle suunniteltiin vastapenkereitä, mutta niitä ei ole toteutettu.

Sähköistyksen yhteydessä suunniteltuja vastapenkereitä ovat:

km-väli	Laskenta-poikkileikkaus	F _{kok} *)	Suunniteltu vastapenger
265+800 – 266+230	265+940	1,19	Vastapenger molemmin puolin tasoon kv - 0.7 m, leveys kl+10 m
	266+120	1,22	
	266+220	1,47	
266+300 - 266+950	266+520	1,37	Vastapenger molemmin puolin tasoon kv - 1.0 m, leveys kl+10 m
	266+720	1,22	
	266+813	1,32	
	266+900	1,53	
267+120 – 268+740	267+260	1,02	Vastapenger vasemmalle puolelle tasoon kv-0.7 m etäisyydelle kl 12 m
	267+380	1,00	
	267+460	1,08	
	267+720	1,00	
	268+100	1,38	
	268+500	1,31	

*) Kokonaisvarmuus ennen vastapengertä. Junakuormana laskennoissa on käytetty 120 kN/m nauhakuormaa (vastaa 34 tonnin akselikuormaa).

Peruskorjauksen yhteydessä suunniteltuja pohjanvahvistustoimenpiteitä ovat:

km-väli	Laskenta-poikkileikkaus	F _{kok} *)	Suunniteltu toimenpide
264+940 - 265+040	265+000	1,34	Vastapenger oikealle puolelle tasoon kv-0.9 m etäisyydelle kl 15,5 m. Ojan putkitus.
265+040 - 265+180	265+120	1,27	Vastapenger oikealle puolelle tasoon kv-0.8 m etäisyydelle kl 13 m. Ojan putkitus.
	265+220	1,49	
264+940 - 265+150	265+000	1,31	Vastapenger vasemmalle puolelle tasoon kv-0.7 m etäisyydelle kl 11 m. Ojan putkitus välille 265+040–265+150.
	265+120	1,17	
	265+220	3,10	
266+670 - 266+880	266+720	1,21	Vastapenger oikealle puolelle tasoon kv - 0.9 m, leveys kl+9 m, ojan siirto.
267+130 – 267+280	267+300	F ~1,0	Kummallekin puolelle pilaristabilointi d=600 mm pilareilla rataa vastaan kohtisuorina lamelleina. Lamelliväli vasemmalla on k/k 1.7 m ja oikealla k/k 2.7 m.

*) Kokonaisvarmuus ennen pohjanvahvistusta. Junakuormana laskennoissa on käytetty 88 kN/m nauhakuormaa (vastaa 25 tonnin akselikuormaa).

4.3.4 Uudet laskelmat

Radan vakavuutta laskettaessa käytettiin hyväksi vanhoja laskelmia. Laskentapoikkileikkauksista valittiin vakavuudeltaan kriittisimmät poikkileikkaukset, joissa vakavuudet tarkasteltiin sekä nykyisen radan, että uusien terminaaliraiteiden ja laitureiden suhteen. Vakavuudet tarkasteltiin eri kuormitustapauksilla. Laskentoja tehtiin kahdessa vaiheessa: Stabiiliteetteja laskettiin seitsemästä poikkileikkauksesta ensimmäisen raidegeometrialuonnoksen valmistuttua. Laskentoja tarkennettiin toisella laskentakierroksella kolmessa kriittisimmässä poikkileikkauksessa (265+000, 265+500 ja 265+740) raidegeometrian päivityksen ja ödometrikokeiden valmistumisen jälkeen. Yhteensä laskelmia 55 tehtiin tapaukselle. Stabiiliteetilaskennat tehtiin SlopeW-ohjelmalla käyttäen taustalla todellisia poikkileikkauksia, joissa oli maanpinta ja kairaukset. Junakuormana laskennoissa käytettiin 88 kN/m nauhakuormaa (vastaa 25 tonnin akselikuormaa).

Painumalaskelmat, pilaristabiloinnin mitoitukset ja stabiloitujen rakenteiden vakavuudet laskettiin ödometrikokeiden tulosten perusteella pisteistä 265+000, 265+500 ja 266+940. Laskennat tehtiin Smuran ratapenkereen syvästabiloinnin mitoitukseen räätälöidyllä ohjelmalla, Smuran tiepenkereen painuman ohjelmalla, sekä Espoon kaupungin syvästabiloinnin mitoitukseen teettämällä ohjelmalla. Näistä Espoon kaupungin ohjelma antaa havainnollisen painuma - pilariväli kuvaajan, josta pystytään katsomaan eri pilarivälien ja kuormitusten välistä painumaa. laskennoissa pilareiden leikkauslujuutena käytettiin 150 kPa. Stabiiliteetti-, painuma- ja pilarinmitoituslaskelmat ovat nähtävissä yhteenvetoiheen laskentamapissa.

Laskennat tehtiin RATO 3 (radan rakenne) ja voimassa olevien pohjarakennusnormien ja määräysten mukaan. Laskennat tehtiin kokonaisvarmuusmenettelyllä.

4.3.5 Perustamistavat

RATO 3 ohjeiden mukaan radan stabiiliteetin tulee kokonaisvarmuudella laskien olla vanhalla radalla vähintään 1,5 ja uudella radalla 1,8. Mikäli radan alla käytetään pilaristabilointia, tulee kokonaisvarmuuden olla yli 1,4, ennen kuin pilaristabilointia saa käyttää. Tällöin pilaristabilointi toimii rakenteessa poistamassa painumia.

Perustamistavat on vähäisistä lähtötiedosta johtuen valittu konservatiivisesti.

Suunnitelmissa käytetyt perustamistavat:

Elementtipaalulaatta. Pääraiteelta erkanevat vaihteet perustetaan savikoilla paalulaattojen varaan. Elementtipaalulaattaa käytetään liikenteellisen radan alla vaihteen perustana. Raiteen molemmin puolin lyödään paalurivistöt, jonka varaan valetaan kantavat palkit. Elementit asennetaan joko raideliikennekatkon aikana, tai vaihtoehtoisesti elementit tunkataan radan sivusta teräksistä sapluunaa hyväksikäyttäen.

Radan alle tunkataan teräksinen "sapluuna", joka ulottuu radan molemmin puolin olevien palkkien päälle. Kantava laattaelementti tunkataan "sapluunan" sisään. Sapluunan sisällä

oleva maa siirtyy radan sivuun. Tunkkaaminen tapahtuu työalustan päältä. Työ voidaan tehdä raideliikenteen kulkiessa radan päällä. Esitettyä ratkaisua on käytetty Turku–Toijala-rataosalla Ermanninsuolla.

Paalulaatta. Vaihdealueilla, jotka liittyvät pääraiteelta erkaneviin vaihteisiin käytetään kauppana pääraiteesta paalulaattaa.

Stabilointi pääradan vieressä. Pääraiteen läheisyydessä olevien raiteiden pohjamaita stabiloidaan pääraiteen ja rakennettavien terminaaliraiteiden painumien ehkäisemiseksi. Samalla ratojen vakavuus myös paranee. Alustavasti mitoitettu k/k väli Ø 600 mm pilareille on 1,2 m. Laskettu kokonaispainuma on noin 50 mm. Stabiloinnin päällä käytetään ylipengertä ennen kerrosten rakentamista. Painuma tapahtuu pääosin ylipenkereen aikana.

Stabilointi terminaalien vaihdealueilla. Terminaalialueen vaihdealueet stabiloidaan vaihteiden pohjien painumien ehkäisemiseksi, sekä radan stabiliteetin parantamiseksi. Stabiloinnilla pyritään saamaan homogeeninen alusta vaihteille. Alustavasti mitoitettu k/k väli Ø 600 mm pilareille on 1,2 m. Laskettu kokonaispainuma on noin 50 mm. Stabiloinnin päällä käytetään ylipengertä ennen kerrosten rakentamista.

Stabilointi laiturialueella. Terminaalialueen laiturialueet stabiloidaan kantavuuden lisäämiseksi, painumien ehkäisemiseksi ja alueellisen stabiliteetin parantamiseksi (rata- ja laiturin). Alustavasti mitoitettu k/k väli Ø 600 mm pilareille on 0,9 m. Pysyvällä maksimikuormalla 50 kN/m² lasketun laiturin kokonaispainuma on noin 100 mm. Stabiloinnin päällä käytetään ylipengertä ennen kerrosten rakentamista.

Massanvaihto. Pehmeikköjen reuna-alueilla ja matalilla pehmeiköillä käytetään massanvaihtoa.

Maanvarainen. Kantavilla maapohjilla ja rataleikkauksissa, joissa stabiliteetti on riittävä ja lasketut painumat ovat pieniä, rata perustetaan maanvaraisesti.

Pohjarakenteiden siirtymärakenteita ei ole tässä vaiheessa määritetty. Ne tulee suunnitella eri perustamistapojen välille, kun kohteen perustamistapojen rajat tarkentuvat. Siirtymärakenteet tulee suunnitella RATO 3:n mukaisilla sallituilla radan kaltevuuden muutoksille ja painumille.

Perustamistavat vaiheittain ovat seuraavat:

Vaihe	Km-väli	Rakenne	Perustamistapa ja kommentit
1	264+812-265+665	Pistoraide	Stabilointi. Vakavuuslaskentojen perusteella kohde olisi voitu perustaa myös maavaraisesti vastapenkereillä. Pääraiteeseen aiheutuvien painumien perusteella valittiin kuitenkin stabilointi. Vakavuus nykytilassa riittämätön ($F=1,21 -1,28$) stabiloinnikäyttöön. Stabiloinnin edellytyksenä on $F=1,4$ Edellyttää lisätutkimuksia penkereen alta, tarkempaa kerrosjakoa sekä uutta laskentakierrosta.
1	265+665-265+790	Vaihdealue	Stabilointi. Poistamaan painumia vaihdealueelta.
1	265+790-266+510	Rata ja laitur	Rata maavarainen, laitur stabilointi. Keskivaiheilla maavarainen ja louhintaa. Laiturin painuma stabiloinnin jälkeen pysyvällä kuormalla 50 kN/m ² noin 100mm ($F>1,58$ ennen pilarointia)
1	266+510-266+670	Vaihdealue	Stabilointi. Poistamaan painumia vaihdealueelta.
1	266+670-266+795	Vaihdealue	Pukkipaalulaatta radan kohdalle, muualle paalulaatta. Liittyminen pääraiteen vaihteisiin tehdään painumattomaksi.
1	266+780-266+840	Vaihdealue	Stabilointi. Poistamaan painumia vaihdealueelta.
2	266+840-267+100	Pistoraide	Stabilointi. Vakavuuslaskentojen perusteella kohde olisi voitu perustaa myös maavaraisesti vastapenkereillä. Pääraiteeseen aiheutuvien painumien perusteella valittiin kuitenkin stabilointi.
3	264+678-266+812	Vaihdealue	Pukkipaalulaatta radan kohdalle, muualle paalulaatta. liittyminen pääraiteen vaihteisiin tehdään painumattomaksi.
5	264+988-265+140	Pistoraide	Stabilointi. Vakavuuslaskentojen perusteella kohde olisi voitu perustaa myös maavaraisesti vastapenkereillä. Pääraiteeseen aiheutuvien painumien perusteella valittiin kuitenkin stabilointi. Edellyttää lisätutkimuksia penkereen alta, tarkempaa kerrosjakoa sekä uutta laskentakierrosta.
5	265+140-265+200	Pistoraide	Massanvaihto. Tarkemmat rajat selviävät lisätutkimuksilla. huomioitava nykyisen raiteen läheisyys. Työ tehtävä lyhyissä pätkissä tai mahdollisesti ponttiseinien suojassa.
5	265+200-265+312	Pistoraide	Maanvarainen, louhintaa maaleikkaussyvytyteen. Tarkemmat rajat selviävät lisätutkimuksilla.
5	265+312-265+510	Vaihdealue	Maanvarainen, massanvaihto. Vaihdealue voidaan tehdä rauhassa liikenteeltä, kun junat siirretään kulkemaan länsipuolen terminaalin läpi.
5	265+510-265+600	Raide	Stabilointi. Vakavuuslaskentojen perusteella kohde olisi voitu perustaa myös maavaraisesti vastapenkereillä. Pääraiteeseen aiheutuvien painumien perusteella ja rakenteen jatkuvuuden takia valittiin kuitenkin stabilointi. ($F>1,7$)
5	265+600-266+510	rata ja laitur	Rata maavarainen, laitur
5	265+400-266+650	vaihdealue	Stabilointi. Poistamaan painumia vaihdealueelta ($F>1,43$ ennen stabilointia)
5	265+650-266+800	rata	Paalulaatta. Liittyminen pääraiteen vaihteisiin tehdään painumattomaksi. Vaihdealue voidaan tehdä rauhassa liikenteeltä, kun junat siirretään kulkemaan länsipuolen terminaalin läpi.
6	266+800-267+100	Pistoraide	Stabilointi. Vakavuuslaskentojen perusteella kohde olisi voitu perustaa myös maavaraisesti vastapenkereillä. Pääraiteeseen aiheutuvien painumien perusteella valittiin kuitenkin stabilointi.

4.3.6 Kuivatus

Terminaalialueen laiturien ja radan välinen kuivatus hoidetaan salaojin. Salaojien ja tarkastuskaivojen tulee olla riittävän suuria kuivatuksen toimivuuden varmistamiseksi. Alueen ulkoreunojen kuivatus hoidetaan avo-ojin. Riittävän ojien pituuskaltevuuden ja kuivatussyvyyden saavuttamiseksi ojia ja salaojia joudutaan osittain kaivamaan rataleikkausta syvemmälle. Pääraiteen viereisiä ojia joudutaan syventämään alueen eteläpäässä kuivatusta parannettaessa.

Salaojien ja sähköratapylväiden vaatima tila on otettu huomioon ratageometriaa suunniteltaessa. Salaojat tulee rakentaa vähintään 2,7 m päähän radan keskilinjasta. Jos samalle puolelle salaojien kanssa tulee sähköratapylväitä, joudutaan salaojia käytännössä rakentamaan sähköratapylväiden perustusten ulkopuolelle. Tällöin salaojien etäisyys radan keskilinjasta on noin 5 metriä.

4.3.7 Sähköistykseen vaikutus pohjarakentamisen vaiheistukseen

Radan sähköratapylväiden perustukset on edullisinta rakentaa rakennekerrosten teon aikana, jotta vältetään ylimääräiseltä kaivamiselta ja liikennehaitoilta. Tällöin sähköratapylväät on edullisinta tehdä toteutusvaiheissa 1 ja 5.

4.3.8 Pohjarakentamisen vaikutus ratageometriaan

Lopulliset pohjarakennustavat ja -menetelmät tarkentuvat ja varmentuvat myöhemmissä suunnitteluvaiheissa. Mikäli nämä pohjarakennustavat ovat vaikeasti toteutettavissa nykyisen pääraiteen läheisyydessä, tulee pohjarakentamistapojen vaikutus huomioida ratageometriaa tarkennettaessa. Stabilointi, paalutus ja massanvaihto liikenteen alla olevan raiteen vieressä ovat hankalasti toteutettavia toimenpiteitä. Ne vaativat liikennekatkoja, sähkönsyötön katkoja, turvamaadoituksia ja mahdollisesti tukiseiniä. Näitä töitä suunniteltaessa tulee työskentelyyn varata riittävä tila raiteen vierestä.

Vaiheen 5 pohjarakentamistöitä voidaan mahdollisesti helpottaa siirtämällä Toijala–Turku radan liikenne tilapäisesti kulkemaan länsipuolen terminaaliraiteiston läpi.

Radan poikkisuuntaisten pohjarakentamistoimenpiteiden tulee radan alla olla yhteneviä. Radan poikkisuuntainen homogeeninen perustamistapa estää haitallisia raiteen sivukaltevuuden muutoksia. Pääraiteen vieressä kulkevien raiteiden tulee olla riittävän kaukana, jotta rata saadaan perustettua koko pohjaltaan yhteneväksi.

Terminaaliraiteet on sijoitettu siten, että Turku-Toijala radan kaksoisraide voidaan toteuttaa radan molemmille puolille 6,75 m päähän pääraiteesta. Tällöin sähköistys-, kuivatus- ja perustamistyöt voidaan toteuttaa pienimmillä liikennehaitoilla.

5 KUSTANNUKSET

Terminaaliraiteiston kustannusarvio eri toteuttamisvaiheiden osalta on esitetty taulukossa 1. Yksityiskohtaisemmat kustannuslaskelmat on esitetty suunnitelman *liitteenä 4*.

Kustannuslaskennat pohja- ja ratarakenteiden osalta on tehty infranetin mukaisilla yksikköhinnoin Infra 2006 nimikkeistöllä. Laskentaversio on 2/2007 (9.5.2007). Niiltä osin, kun kustannuksia ei ole löytynyt, on käytetty VR:n materiaalipalvelun tilastoituja toteutuneita hintoja. Kustannukset on kerrottu kertoimella 1,375, joka sisältää urakoitsijan, suunnittelu- tehtävien, rakennuttaja - ja omistajatehtävien kustannukset (37,5 %). **Arvioitaessa rakennuskustannuksia tulee kokonaishinta vielä kertoa rakentamisajankohdan rakennusindeksillä.**

Terminaaliraiteiston sähköistyksen kustannukset on laskettu kokemusperäisellä yksikköhinnalla 100 €/ratametri. Yhdistettyjen kuljetusten terminaaliraiteistomalli edellyttää raiteiden läpissähköistystä ja sähköistyksen toteutusta siten, että virta kuormausalueen ajolangoista voidaan katkaista ja langat maadoittaa kuormaustoiminnan ajaksi.

Turvalaitekustannukset on laadittu yleispiirteisellä tasolla tehtyjen alustavien suunnitelmien pohjalta.

5.1 Kustannusarvion tarkkuus

Kustannusarvion perustana oleva massalaskenta on tehty suunnitelmista mitattujen alojen ja pituuksien perusteella. Kaivu- ja leikkausmassojen menekkiä ei arvioitu maastomallien kolmiointien perusteella, vaan ne on arvioitu aloina, jotka on kerrottu keskimääräisinä syvyyksinä. Pilaristabilointien, paalupituuksien ja massanvaihtojen syvyydet on arvioitu keskimääräisinä syvyyksinä. Pohjarakennustapojen rajakohdat on arvioitu käytettävissä olevien tutkimusten sekä osin maan pinnan muotojen perusteella. Arvio on tutkimuspisteiden vähäisyyden vuoksi karkeahko.

Radan päällysrakenteen (raidesepelin, betonipölkkyjen ja kiskotuksen) ja eristyskerroksen osalta materiaalimäärä ovat tarkkoja, ne perustuvat todelliseen geometrialaskennasta saattuihin raidemetreihin.

Laiturialueiden osalta määrät perustuvat todellisiin laiturialoihin. Pääradan itäpuolisen laiturin kustannukset on laskettu 28 metrin leveydelle.

Pohjarakennuksen osalta kustannusarvio on vielä karkeahko. Kustannukset on laskettu nyt lähtötietoihin nähden "varmoilla" perustamistavoilla. Lasketut kustannukset saattavat oleellisesti pienentyä, mikäli stabilointikohteisiin saadaan suunniteltua vaihtoehtoisia pohjarakennusratkaisuja (stabilointikohteiden yhteisarvo kustannusarviossa on noin 8,7 M€).

Näitä vaihtoehtoisia ratkaisuja voidaan tarkastella, kun kohteeseen tehdään lisää pohjatutkimuksia ja laboratoriotutkimuksia. Vaihtoehtoisia pohjarakentamistapoja on käsitelty kappaleessa 6: johtopäätökset ja toimenpidesuositukset. **Kustannusarvion tarkentaminen on tarkoituksenmukaista, kun vaihtoehtoiset pohjarakentamistavat ovat käsitelty.**

SARAMÄEN ALUEEN TERMINAALIRAITTEISTOJEN YLEISSUUNNITTELU
Kustannusarvio

		Kokonais- hinta	Kokonaishinta urakoituna *)
VAIHE 1	Terminaaliraitteiston rakentaminen ja koko terminaaliraitteiston pohjanvahvistustoimenpiteet		
	Raitteisto	1 236 000	
	Maarakenteet	5 588 000	
	Turvallitteet	320 000	
	VAIHE 1 YHTEENSÄ	7 144 000	9 822 000
VAIHE 2	Logistiikkatoimijoiden pistoraide ja pohjanvahvistustoimenpiteet		
	Raitteisto	210 000	
	Maarakenteet	182 000	
	Turvallitteet	5 000	
	VAIHE 2 YHTEENSÄ	397 000	547 000
VAIHE 3	Terminaaliraitteisto läpiajettavaksi (pohjanvahvistus), terminaaliraitteiston kolmas raide ja sähköistys		
	Raitteisto	666 000	
	Maarakenteet	728 000	
	Turvallitteet	2 700 000	
	Sähkötarakenteet	437 000	
	VAIHE 3 YHTEENSÄ	4 530 000	6 230 000
VAIHE 4	Toinen logistiikkatoimijoiden pistoraide pohjanvahvistustoimenpiteineen		
	Raitteisto	180 000	
	Maarakenteet		
	Turvallitteet	500 000	
	VAIHE 4 YHTEENSÄ	680 000	934 000
VAIHE 5	Yhdistettyjen kuljetusten terminaali, itäpuolisen raiteiston pohjanvahvistustoimenpiteet		
	Raitteisto	1 464 000	
	Maarakenteet	5 353 000	
	Turvallitteet	400 000	
	Sähkötarakenteet	208 000	
	VAIHE 5 YHTEENSÄ	7 425 000	10 202 000
VAIHE 6	Pistoraide yhdistettyjen kuljetusten raiteiston eteläpään (pohjanvahvistus), kolmas raide		
	Raitteisto	120 000	
	Maarakenteet	786 000	
	Turvallitteet	400 000	
	Sähkötarakenteet	188 000	
	VAIHE 6 YHTEENSÄ	1 494 000	2 054 000
	TERMINAALIRAITTEISTOT YHTEENSÄ	21 670 000	29 790 000

*) Kokonaishintaan urakoituna on sisällytetty urakoitsijan kustannukset, suunnittelukustannukset ja rakennuttamis- ja omistajatehtävien kustannukset.

37,5 %

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDESUOSITUS

Terminaalialueen yleissuunnittelussa on tehty yksi toteutuskelpoinen malli terminaalialueen liikennöinnin toteuttamiseksi. Myöhemmissä suunnitteluvaiheissa lähtötietojen ja suunnitteluperusteiden muuttuessa tätä voidaan tarvittaessa päivittää, täydentää ja muuttaa.

Nykyisen pääradan geometrian ja terminaalialueen toimintojen perustella terminaaliraitteille ja laitureille on haettu optimaalinen paikka. Radan vaakageometriaa tule päivittää terminaalialueen toimintojen, radan pohjarakenteiden, kuivatuksen, sähköistyksen ja turvalaitteiden asettamien vaatimusten mukaisesti suunnitteluvaiheiden edetessä. Radan pystygeometrian päivitys liittyy oleellisena osana hankkeen massatasapainon hallintaan, pohjarakentamisratkaisujen valintaan ja tätä kautta kustannusten hallintaan.

Kustannusarvion suurin muuttuja on radan ja laitureiden perustamistapojen valinta.

Perustamistapojen ja suunnitteluratkaisujen varmentamiseksi ehdotamme kaksivaiheista toimintatapaa:

1) Kriittisten maaparametrien määrittäminen ja perustamistapojen vaihtoehtojen suunnittelu

Suunnitteluosuudelle tehdään neljään kriittisimpään kohtaan täydentävä pohjatutkimus- ja laboratorio-ohjelma. Tutkimukset tehdään kohtiin 265+500, 265+500, 265+940 ja 266+460. Näistä kolmessa kohteessa on jo tehty ödometrikokeita. Kullekin kohdalle tehdäisiin painokairauksia sekä siipikairauksia radan ulkopuolelle ja nykyisen radan kohdalle. Lisäksi ainakin kahteen kohtaan ohjelmoidaan häiriintymättömien näytteiden otot. Näytteistä tehdään kolmiaksiaalikoheet. Lisäksi näytekohdille asennetaan pohja- ja huokosvesiputket.

Maaparametrien määrittämisen jälkeen kohteiden stabiliteetit lasketaan tehokkailla parametreilla. Osa laskennasta tehdään FEM-ohjelmistoilla. Kohteisiin tehdään myös painumalaskenta.

Pohjarakentamisvaihtoehdot kartoitetaan tarkentuneiden parametrien perusteella. Tarkasteluun otetaan myös uusia innovatiivisia pohjarakentamistapoja. Yhtenä vaihtoehtona tarkastellaan lujitekennoratkaisua, jossa lujiteverkoista ja maasta muodostetaan yhtenäinen metrin korkuinen kennosto. Tämä geokennosto käyttäytyy yhtenäisen laatan tavoin, jakaen kuormaa ja pienentäen painumia. Painumien nopeuttamiseksi kennoston alapuoliseen maahan voidaan asentaa pystysalaojia. Rakennetta tarkastellaan sekä ratojen, että laiturirakenteiden alle. Kuvatun kaltaisen kennoston hinta on murto-osa stabilointiin tai paullaan verrattuna. Kennoston suunnitteluun saa apua materiaalivalmistajilta, joilta löytyy pitkäaikaista kokemusta näistä rakenteista, niiden suunnittelusta, mallintamisesta, työnäykäisestä rakentamisesta ja instrumentoinnista.

Kustannusarvio päivitetään tarkennettujen pohjarakentamisvaihtoehtojen perusteella.

2) Pohjatutkimusten teko suunnittelualueelle

Pohjatutkimuksia tehdään kattavasti koko suunnittelualueelle ja erityisesti pääraiteen ulkopuoliselle alueelle. Tutkimuksia tehdään siten, että kairauksia on kattavasti 20 metrin välein leikkauksissa koko terminaalialueella. Tutkimusmenetelminä käytetään painokairauksia, siipikairauksia, heijarikairauksia, puristinheijarikairauksia ja porakonekairauksia. Tutkimuspisteiden kokonaismäärä on noin 200 - 300 pistettä. Tutkimusten perustella saadaan määritettyä pohjarakentamistavat ja niiden likimääräiset rajat.

Kustannusarvio päivitetään tutkimuskierroksen perusteella.

Näiden kahden tutkimuskierroksen jälkeen terminaalialueen yksityiskohtaisemmalle suunnittelulle on hyvät edellytykset.

Liitteet

- Liite 1.** Toijala–Turku-rataosan graafinen aikataulu 9.12.2007 alkaen.
- Liite 2.** Eri kehittämissvaiheiden raiteistokaaviot
- Liite 3.** Liikennöintimallit Saramäen terminaaliraiteistojen eri kehittämissvaiheissa.
- Liite 4.** Kustannusarviot eri toteuttamissvaiheissa.