

Ratamaksun perusmaksun määrittäminen Liikenneviraston vuosien 2019-21 verkkoselostukseen, menetelmämuistio 11.12.2018

## Sisällys

1 Yleistä .....	3
2 Lainsäädäntö .....	3
2.1 Rautatiemarkkinadirektiivi ja Suomen rautatielaki .....	3
2.2 Täytäntöönpanoasetus .....	4
3 Liikenneviraston menettely perusmaksun määrittämiseksi .....	7
3.1 Yleiskuvaus .....	7
3.2 Rataverkon ominaisuustiedot ja tarkastelun kattavuus .....	8
3.3 Liikennesuoritetiedot .....	9
3.4 Kustannustiedot .....	9
4 Kustannusten mallinnus 2013–2016 ja perusmaksun hinnat .....	10
4.1 Kustannusfunktio .....	10
4.2 Rajakustannukset .....	14
4.3 Sähkövetoisen liikenteen perusmaksun määrittäminen vaihtoehtoisella laskentamenetelmällä .....	15
4.3 Perusmaksun hinnat ja hintojen muutokset .....	16
5 Tulosten arviointi .....	19
5.1 Vertailulaskelma .....	19
5.2 Yksinkertaistettu valvonta .....	19
6 Hinnoittelun ja kustannusseurannan kehittäminen .....	20
6.1 Perusmaksun porrastukset .....	20
6.2 Muut vähimmäiskäyttömahdollisuuksien kustannukset .....	21
6.3 Liikenneviraston kustannusseurannan ja lainsäädännön vaatimusten yhteensovittaminen .....	22

Liite 1 – Laskenta-aineiston rataosat

Liite 2 – Kustannusfunktioiden estimoinnin tulokset

Liite 3 – Residuaali ja normaalijakauman testaus

Liite 4 – Heteroskedastisuuden testaus

## 1 Yleistä

Tässä muistiossa on esitetty ratamaksun perusmaksun määrittämisen lainsäädännölliset ehdot, Liikenneviraston vuosien 2019 ja 2020 verkkoselostuksissa käyttämä perusmaksun hintojen laskentamenetelmä, hintojen laskemista varten laadittu vuosien 2013–2016 aineisto sekä aineistolla tehdyn laskennan tulokset. Lisäksi arvioidaan rataverkon vähimmäiskäyttömahdollisuuksien hinnoittelun kehittämistarpeita.

## 2 Lainsäädäntö

### 2.1 Rautatiemarkkinadirektiivi ja Suomen rautatielaki

Ratamaksun perusmaksulla hinnoitellaan rataverkon vähimmäiskäyttömahdollisuuksia. Hinnoittelua koskevat säännökset esitetään Euroopan yhteisön rautatiemarkkinadirektiivissä 2012/34/EU, Suomen rautatielaisissa 304/2011 ja Euroopan komission täytäntöönpanoasetuksessa 2015/909. Lainsäädännössä otetaan erityisesti kantaa siihen, mihin kustannuksiin vähimmäiskäyttöpalvelujen hinnoittelun ja Liikenneviraston perusmaksun tulee perustua.

Rautatielain 33 § toteaa direktiivin mukaisesti ratamaksun perusmaksun soveltamisalasta:

*Rataverkon haltijan on tarjottava 37 §:ssä tarkoitetun ratamaksun perusmaksun vastikkeena rautatieliikenteen harjoittajille tasapuolisin ja syrjimättömin ehdoin rautatiemarkkinadirektiivin liitteen II kohdassa 1 tarkoitettuja rataverkon vähimmäiskäyttömahdollisuuksiin sisältyviä palveluja. Ratamaksun perusmaksun vastikkeena rataverkon haltijan on lisäksi turvattava radan käyttöoikeus 34 §:ssä tarkoitettuihin palvelupaikkoihin pääsemiseksi.*

Rautatielain 37 § esittää direktiivin mukaisesti perusmaksun hinnoittelun pääsäännön:

*Edellä 33 §:n 1 momentissa tarkoitetuilta vähimmäiskäyttömahdollisuuksiin sisältyviltä palveluilta perittävän ratamaksun perusmaksun on perustuttava suoraan rautatieliikenteen harjoittamisesta aiheutuviin kustannuksiin.*

Suoraan rautatieliikenteen harjoittamisesta aiheutuvat kustannukset niiden kustannusten pohjalta, jotka liittyvät vähimmäiskäyttömahdollisuuksien tarjoamiseen. Vähimmäiskäyttömahdollisuuksiin sisältyvät direktiivin liitteen II kohdan 1 mukaan:

- a) rautateiden ratakapasiteettia koskevien hakemusten käsittely;
- b) oikeus käyttää myönnettyä kapasiteettia;
- c) rautatieinfrastruktuurin käyttö, mukaan lukien verkon risteysasemat ja vaihteet;

- d) junaliikenteen ohjaus, mukaan lukien merkinanto, liikenteen ohjaus, lähettäminen ja viestinanto sekä tietojen antaminen junien liikkumisesta;*
- e) sähkönsiirtolaitteiden käyttö kuljetusvirran saamiseksi;*
- f) kaikki muut tiedot, jotka tarvitaan sellaisen liikenteen harjoittamiseen, jota varten kapasiteetti on myönnetty.*

Direktiiviliitteen luettelemien vähimmäiskäyttömahdollisuuksien sisällymistä Liikenneviraston perusmaksun määrittelyyn on arvioitu seuraavasti:

- Kohdassa a) on kyse määrältään suhteellisen vähäisestä hallinnollisesta virkautyöstä, jota ei ole sisällytetty perusmaksun määrittelyyn.
- Kohdan b) sisältöä ei ole tunnistettu radanpidon toimenpiteeksi.
- Kohtiin c) ja e) sisältyviä palveluja tarkastellaan perusmaksun määrittelyssä.<sup>1</sup>
- Kohtaan d) sisältyvät palvelut eivät toistaiseksi sisälly perusmaksun määrittelyyn mutta ne ovat toimintoja, joiden kustannuksia voitaisiin hinnoitella vähimmäiskäyttöpäalveluina.
- Kohdan f) sisältöä ei ole tunnistettu radanpidon toimenpiteinä.

## 2.2 Täytäntöönpanoasetus

Perusmaksun määrittelyssä tulee ottaa huomioon EU-tasolla annetut direktiiviä täydentävät säännökset. *Euroopan komission täytäntöönpanoasetus 2015/909 rautatieliikenteen harjoittamisesta suoraan aiheutuvien kustannusten yksityiskohtaisista laskentäsäännöistä* vahvistaa, mitä kustannuksia sisältyy junaliikenteen harjoittamisesta suoraan aiheutuvien kustannusten tarkasteluun ja mitä kustannuksia siihen ei saa sisältyä (asetuksen artikkelit 3 ja 4). Asetuksessa kiinnitetään erikseen huomiota siihen, että dieselvetoiselta liikenteeltä ei saa periä sähkövetoisien liikenteen aiheuttamia erityisiä kustannuksia. Säännöt on otettu huomioon radanpidon kustannusten erittelemisessä perusmaksun laskemista varten ja edelleen erillisen hinnan määrittämiseksi sähkö- ja dieselvetoisille liikennesuoritteille.

Artiklan 3 oleelliset kohdat ovat:

### *Koko verkon laajuiset suorat kustannukset*

- 1. Koko verkon laajuiset suorat kustannukset ovat erotus toisaalta vähimmäiskäyttömahdollisuuksien palvelujen tarjoamisesta ja palvelupaikkoja yhdistävän infrastruktuurin käyttöoikeuksista aiheutuvien kustannusten sekä toisaalta 4 artiklassa tarkoitettujen muiden kuin huomioon otettavien kustannusten välillä.*
- 4 Rajoittamatta 4 artiklan soveltamista ja jos rataverkon haltija voi, muun muassa parhaiden kansainvälisten käytäntöjen perusteella, määrittää ja osoittaa läpinäkyvästi, luotettavasti ja objektiivisesti, että kustannukset aiheutuvat suoraan rautatieliikenteen harjoittamisesta, rataverkon haltija voi ottaa koko verkon laajuisten suorien kustannusten laskennassa huomioon erityisesti seuraavat kustannukset:*

---

<sup>1</sup> Ratajohtoverkon sähkönsiirtopalvelu hinnoitellaan erikseen verkkoselostuksessa kuvatulla tavalla.

- a. sellaisen henkilöstön kustannukset, jota tarvitaan tietyn rataosuuden pitämiseen saatavilla, jos jokin toiminnanharjoittaja pyytää saada harjoittaa erityistä rautatieliikennettä kyseisen rataosuuden tavanomaisten liikennöinti-aitkojen ulkopuolella;
- b. rautatiepalvelujen vuoksi kulumiselle altistuvien vaihteiden, mukaan lukien yksinkertaiset vaihteet, risteysvaihteet ja raideristeykset, kustannusosuus;
- c. ajolangan tai virtakiskon taikka molempien ja kannattavien ratajohtolaitteiden uusimisen tai kunnossapidon kustannusosuus, joka aiheutuu suoraan rautatieliikenteen harjoittamisesta;
- d. sellaisen henkilöstön kustannukset, jota tarvitaan junareittien jakamiseen ja aikataulun laatimiseen, jos ne ovat aiheutuneet suoraan rautatieliikenteen harjoittamisesta.

Kohdassa 1 esitetyt kustannukset sisältyvät Liikennevirastossa niiden toimenpiteiden kustannuksiin, jotka tehdään rataverkon päivittäisen liikennöitävyyden ylläpitämiseksi (kunnossapito) ja liikenteestä aiheutuneen infrastruktuurin kulumisen korjaamiseksi ja uusimiseksi (korvausinvestoinnit). Näiden kustannusten koostamisessa otetaan huomioon artiklassa 4 esitetyt tarkennukset tarkastelusta pois suljettavista kustannuksista.

Kohdan 4 alakohtien a) ja d) kustannukset eivät ole Liikennevirastolle tällä hetkellä merkityksellisiä. Alakohtien b) ja c) kustannukset sisältyvät tarkasteltaviin kunnossapidon ja korvausinvestointien kustannuksiin.

Artikla 4 rajaa erityisiä radanpitoon liittyviä kustannuksia tarkastelun ulkopuolelle seuraavasti:

*Muut kuin huomioon otettavat kustannukset*

1. *Koko verkon laajuisia suoria kustannuksia laskettaessa rataverkon haltija ei saa ottaa huomioon seuraavia kustannuksia:*
  - a. *tietyn rataosuuden tarjontaan liittyvät kiinteät kustannukset, joista rataverkon haltijan on vastattava myös silloin, kun rautatieliikennettä ei ole;*
  - b. *kustannukset, jotka eivät liity rataverkon haltijan suorittamiin maksuihin. Kustannukset tai kustannuspaikat, jotka eivät liity suoraan vähimmäiskäyttömahdollisuuksien tai palvelupaikkoja yhdistävän infrastruktuurin käyttöoikeuksien tarjontaan;*
  - c. *kustannukset, jotka aiheutuvat maan ja muun kiinteän omaisuuden hankinnasta, myynnistä, purkamisesta, puhdistuksesta, uudelleenistutuksista tai vuokraamisesta;*
  - d. *koko verkkoa koskevat yleiskustannukset, mukaan lukien palkka- ja eläkekulut;*
  - e. *rahoituskustannukset;*
  - f. *kustannukset, jotka liittyvät tekniikan edistykseen tai vanhentumiseen;*
  - g. *aineettoman omaisuuden kustannukset;*
  - h. *radanvarren anturien, radanvarren viestintälaitteiden ja merkinantolaitteiston kustannukset, jotka eivät aiheudu suoraan rautatieliikenteen harjoittamisesta;*
  - i. *informaatiolaitteiden, muiden kuin radanvarren viestintälaitteiden tai televiestintälaitteiston kustannukset;*

- j. yksittäiseen ylivoimaiseen esteeseen, onnettomuuteen ja palveluhäiriöön liittyvät kustannukset, sanotun kuitenkaan rajoittamatta direktiivin 2012/34/EU 35 artiklan soveltamista;*
  - k. sähkönsyöttölaitteiston kustannukset, jotka eivät aiheudu suoraan rautatieliikenteen harjoittamisesta. Sellaisen rautatieliikenteen suoriin kustannuksiin, jossa ei käytetä sähkönsyöttölaitteistoa, ei saa sisältyä sähkönsyöttölaitteiston käyttökustannuksia;*
  - l. kustannukset, jotka liittyvät direktiivin 2012/34/EU liitteessä II olevan 1 kohdan f alakohdassa mainittujen tietojen toimittamiseen, paitsi jos ne aiheutuvat rautatieliikenteen harjoittamisesta;*
  - m. hallintokustannukset, jotka aiheutuvat direktiivin 2012/34/EU 31 artiklan 5 kohdassa ja 32 artiklan 4 kohdassa tarkoitetuista eriytettyjen maksujen järjestelmästä;*
  - n. poistot, jotka eivät määräydy rautatieliikenteen harjoittamisesta aiheutuvan, rataverkon tosiasiallisen kulumisen perusteella;*
  - o. rakennusteknisen infrastruktuurin kunnossapitoon ja uusimiseen liittyvä kustannusosuus, joka ei aiheudu suoraan rautatieliikenteen harjoittamisesta.*
2. *Jos rataverkon haltija saa erityisiä infrastruktuuri-investointeja varten rahoitusta, jota se ei ole velvollinen maksamaan takaisin, ja jos tällaiset investoinnit otetaan huomioon suoria kustannuksia laskettaessa, investoinnit eivät saa nostaa maksuja, sanotun kuitenkaan rajoittamatta direktiivin 2012/34/EU 32 artiklan soveltamista.*
3. *Kustannukset, joita tämän artiklan nojalla ei saa ottaa huomioon laskennassa, on määritettävä tai arvioitava 3 artiklan 5 kohdassa tarkoitetun viitekauden perusteella.*

Artiklan 4 kohdan 1 alakohdista usea on haasteellinen kustannusten erittelyvaatimusten vuoksi ja niihin liittyy myös tulkinnanvaraisuuksia. Kohtia kommentoidaan seuraavasti:

- a) Perusmaksun laskenta-aineistoon kuuluu ainoastaan sellaisia rataosia, joilla on liikennettä. Edelleen, mallinnus ottaa huomioon tarkasteltavien kustannusten ja liikennemäärien välisen suhteen niin, etteivät liikenteestä riippumattomat (kiinteät) kustannukset muutoinkaan vaikuta perusmaksun hintoihin.
- b) Kaikki tarkasteltavat kustannukset liittyvät rataverkon haltijan suorittamiin maksuihin. Laskenta-aineistoon sisältyy vain vähimmäiskäyttömahdollisuuksiin ja palvelupaikkoja yhdistävään infrastruktuuriin liittyviä kustannuksia.
- c) Luetellut kustannuserät rajataan pois tarkastelusta.
- d) Luetellut kustannuserät rajataan pois tarkastelusta.
- e) Liikenneviraston kirjanpidossa ei oteta huomioon valtion määrärahojen rahoituskustannuksia. Liikennevirasto ei itse hanki radanpidon rahoitusta muutoin kuin ratamaksulla. Siihen ei liity rahoituskustannuksia.
- f) Kohta on ongelmallinen. Kunnossapidon ja korvausinvestointien kustannuksia tarkastellaan erittelemättä kustannusten aiheutumiseen liittyviä syitä (liikenne, infrastruktuurin ikä, sää jne.). Tekninen edistyminen liittyy vääjäämättä radanpidon toimenpiteisiin esimerkiksi siksi, että kuluneet tai rikkoutuneet laitteet ja varusteet korvataan yleensä uusimmalla teknologialla. Mallinnus tuo esille liikennesuoritteista aiheutuvan osan kustannuksissa.
- g) Liikennevirastolla ei ole radanpitoon liittyvää aineetonta omaisuutta.

- h) Kaikkien radanvarren antureiden, viestintälaitteiden ja merkinantolaitteiden käsitetään palvelevan rautatieliikenteen harjoittamista ja siksi niihin liittyvät kustannukset sisältyvät tarkasteluun. Mallinnus tuo esille liikennesuoritteista aiheutuvan osan kustannuksista.
- i) Kohta on ongelmallinen viittauksen epäselvyyden vuoksi. Edelleen, esimerkiksi varsin teknistyneessä liikenteenohjaustoiminnassa oleellisesti liikenteeseen liittyviä informaatiolaitteita sijaitsee muualla kuin ratojen varsilla. Matkustajainformaatiolaitteiden kustannukset on rajattu pois tarkastelusta.
- j) Näiden kustannusten erittelyminen on vaikeaa, eikä sitä ole tehty.
- k) Tarkasteltaviin kustannuksiin sisältyy vain välittömästi ratalinjalla olevan juna-liikennettä palvelevan sähkölaitteiston kustannukset. Sähkönsiirtolaitteiston kustannuksia käytetään vain sähkövetoisten liikennesuoritteiden hinnoitteluun. Kuitenkin myös sähköistämättömille rataosille syötetään sähköä siellä sijaitsevien sähköisten laitteiden tarpeisiin.
- l) Tällaisia kustannuksia ei sisälly perusmaksun laskenta-aineistoon.
- m) Tällaisia kustannuksia ei sisälly perusmaksun laskenta-aineistoon.
- n) Tällaisia kustannuksia ei sisälly perusmaksun laskenta-aineistoon.
- o) Rakennusten kunnossapitokustannuksia ei sisälly laskenta-aineistoon.

Artiklan 4 kohdan 2 tulkitaan koskevan esimerkiksi Liikenneviraston hankkeita, joita rahoitetaan TEN-T-tuilla. Nämä ovat kehittämisinvestointeja, jotka rajautuvat perusmaksulaskelmien ulkopuolelle.

Perusmaksun laskentaan sisällytettäviä ja sen ulkopuolelle rajautuvia radanpidon kustannuksia tarkastellaan samojen viitekausien (tilikausien) mukaisesti niin kuin lainsäädäntö edellyttää.

## 3 Liikenneviraston menettely perusmaksun määrittämiseksi

### 3.1 Yleiskuvaus

Perusmaksun hintojen laskemiseksi laaditaan aineisto, joka kuvaa Liikenneviraston rataverkkoa, rataverkon liikennöintiä ja radanpitoa seuraavin tiedoin:

- rataverkon ominaisuudet rataosittain eriteltynä,
- vuosittaiset liikennesuoritteet rataosittain eriteltynä ja
- rataosille vuosittain kohdentuneet radanpidon menot (kunnossapito ja korvausinvestoinnit) kustannusten tarkasteluun liittyvät lainsäädännölliset rajaukset huomioon ottaen.

Aineiston käsittely perusmaksun hintojen määrittämiseksi perustuu Euroopan komission täytäntöönpanoasetuksen (2015/909) 6 artiklassa kuvattuun *ekonometriseen kustannusmallinnukseen* (muistion luvut 4.1-4.2). Aineistolla suoritetaan tilastollinen mallinnus, joka tarkastelee rataosittaisten kustannusten suhdetta rataosien infrastruktuurin

määrään ja liikennesuoritteisiin. Mallinnukset tehdään erikseen kustannuksille, jotka sisältävät sähköradanpidon kustannukset ja kustannuksille, jotka eivät sisällä sähköradanpidon kustannuksia. Tuloksena saadaan junaliikennesuoritteen aiheuttamat kustannukset (senttiä bruttotonnikilometriä kohden) erikseen dieselvetoisille ja sähkövetoisille suoritteille. Tulos kuvaa lainsäädännössä esitetyn mukaisesti suoraan rautatieliikenteen harjoittamisesta aiheutuvia radanpidon kustannuksia.

Sähkövetoisen liikennesuoritteen maksu on määritetty lisäksi täytäntöönpanoasetuksen artiklan 3 mukaisella *vaihtoehtoisella laskentamenetelmällä* (muistion luku 4.3), jossa koko rataverkon laajuisista sähköradanpidon erilliskustannuksista on asiantuntija-arviona erotettu suoraan liikenteestä aiheutuvat kustannukset ja jaettu ne sähkövetoisella liikennesuoritteella.

Ekonometrisen kustannusmallinnuksen tuloksia on käytetty dieselvetoisen liikennesuoritteen hinnan määrittämiseen vuosina 2019-21 sekä sähkövetoisen liikennesuoritteen hinnan määrittämiseen vuonna 2019. Vaihtoehtoisen laskentamenetelmän tuloksia on käytetty sähkövetoisen liikennesuoritteen hinnan määrittämiseen vuosina 2020-21.

### 3.2 Rataverkon ominaisuustiedot ja tarkastelun kattavuus

Aineisto sisältää seuraavat rataverkon ominaisuustiedot:

- rataverkon jako rataosiin,
- rataosan linjapituus,
- rataosan raidepituus,
- rataosan moniraitaisuus ja
- sähköistys.

Ominaisuustiedot koottiin 120 rataosan erittelytarkkuudella (Liite 1) verkkoselostuksesta ja ratatietojärjestelmästä. Rataosien yhteenlaskettu pituus on 5 634 km. Laskenta-aineisto kattaa Liikenneviraston liikennöidyn rataverkon pituuden kutakuinkin kokonaan.

### 3.3 Liikennesuoritetiedot

Aineisto sisältää vuotuiset tilastoidut liikennesuoritetiedot rataosittain bruttotonneina (junakaluston ja lastin yhteispaino) suoritetyyppiäottelulla:

- tavaraliikenne,
- tavaraliikenne – päivystys (vaihtotyöliikenne),
- henkilöliikenne – kaukoliikenne ja
- henkilöliikenne – lähiliikenne.

### 3.4 Kustannustiedot

Aineisto sisältää seuraavat rataosille vuosittain kohdistuneet kunnossapidon kustannukset:

- päällysrakenteen kunnossapito,
- vaihteiden kunnossapito,
- radan varusteiden ja laitteiden kunnossapito,
- erikseen sähkökunnossapito (ks. alla erillinen kuvaus),
- siltojen kunnossapito,
- alus- ja pohjarakenteen sekä rautatiealueiden kunnossapito,
- raideliikenteen ohjaus- ja turvalaitejärjestelmien kunnossapito ja
- kunnossapidon materiaalit; mm. kiskot, pölkyt ja sepeli sekä varusteisiin ja laitteisiin liittyvät materiaalit.

Sähkökunnossapidon kustannuksia ovat:

- siltojen sähkötekniinen kunnossapito,
- sähköratajärjestelmien kunnossapito,
- radan vahvavirtalaitteiden kunnossapito,
- radan muiden erikoisjärjestelmien kunnossapito,
- erikseen tilattavat sähkökunnossapidon työt; ajo- ja kannatinlankojen vaihdot, ripustimien vaihdot, erotusjaksojen vaihdot, ryhmityseristimien vaihdot, erottimien ja niiden ohjaimien vaihdot, katkaisijoiden vaihdot syöttöasemille ja erottimien vaihdot syöttöasemille ja
- materiaalit: ajo- ja kannatinlangat, ripustinmateriaalit, erotusjaksot, ryhmityseristimet, katkaisijat, erottimet ja ohjaimet.

Aineisto sisältää seuraavat rataosille vuosittain kohdistuneet korvausinvestointikustannukset:

- päällysrakenteen, kuten tukikerroksen, uusiminen ja puhdistus,
- kiskojen, pölkkyjen, ajolankojen ja kannatinlankojen uusiminen,
- vaihteiden uusiminen ja korjaukset,
- kiskojen ja vaihteiden hionnat sekä
- materiaalit; mm. kiskot, pölkkyt, sepeli sekä muut rakenteelliset materiaalit.

Kustannustiedot on koottu vuosilta 2013–2016. Kunnossapidon tiedot on koottu alueisännöitsijöille tehdyllä kyselyllä (yhteensä 12 kunnossapitoaluetta). Sähkökunnossapidon tiedot ovat peräisin sähköratojen käyttökeskusalueiden kustannusseurannasta (neljä käyttökeskusaluetta). Sähköisten laitteiden kunnossapitoa on myös sähköistämättömillä rataosilla. Korvausinvestoinneista on laadittu erittelyt Liikenneviraston kustannusseurantatiedoista. Täsmentäviä tietoja on kerätty radanpidon asiantuntijoilta ja Liikenneviraston taloushallinnon asiantuntijoilta.

Pääosin kustannukset on voitu kohdentaa rataosille suoraan kootun informaation sisältämin verkollisin osoitetiedoin (rataosanumero). Pidemmille ratalinjoille kirjattuja kunnossapidon ja korvausinvestointien kustannustietoja on kohdennettu rataosajakoon laskennallisesti linjakilometrien suhteessa. Sähkökunnossapidon kustannukset ovat kokonaisuudessaan alueittaisia ja ne ovat jaettu rataosille alueiden linjakilometrien suhteessa. Sähkökunnossapidon kustannukset jakaantuvat sähköistetyille ja sähköistämättömille rataosille asiantuntija-arvion mukaisessa 80/20 prosentin suhteessa.

Perusmaksun hintojen mallinnuksessa käytetyt kustannukset on esitetty summatasolla tämän muistion luvussa 5.1.

## 4 Kustannusten mallinnus 2013–2016 ja perusmaksun hinnat

### 4.1 Kustannusfunktio

Liikennevirasto laati syksyllä 2017 perusmaksun hintojen määrittelyä varten mallinnuksia edellä kuvatuilla aineistoilla, jotka koottiin vuosilta 2013–2016. Mallinnuksessa määritettiin kustannusfunktio regressioanalyysillä, jossa selitettävänä tekijänä ovat kustannukset (kunnossapito ja korvausinvestoinnit rataosittain) ja selittävinä muuttujia ovat liikennesuorite (bruttotonnit rataosittain) ja raidekilometrit (rataosittain).

Kustannusfunktiona käytetty funktio on lineaarisessa muodossaan:

$$\ln C_{it} = \alpha + \beta_y \ln(Y_{it}) + \beta_u \ln(U_{it}) + \epsilon_{it}, \text{ jossa}$$

$C_{it}$  = radanpidon kustannukset rataosalla (kunnossapito ja korvausinvestoinnit),

$Y_{it}$  = rataosan raidepituus (km, rataosan pituus \* rataosan raiteiden lukumäärä),

$U_{it}$  = liikennesuoritteiden määrä rataosalla (bruttotonni),

$i$  = rataosa,

$t$  = tarkasteluvuosi ja

$\epsilon_{it}$  = virhetermi, joka kuvaa selittämättä jäävää kustannusten vaihtelua.

Laskelmissa raidepituus on rataosien pituus kerrottuna raiteiden lukumäärällä kullakin rataosalla (raiteiden lukumäärä on sama koko rataosalla päästä päähän). Liikenteen määrä rataosalla on tilastovuoden aikana (sama viitejakso kuin kustannusten tarkastelun tilikausi) kuljetettu bruttotonnimäärä, joka sisältää junan kokonaispainon ml. lasti.

Neljän erillisen tilastovuoden (2013–2016) aineistoista muodostettiin yhteen liittämällä niin sanottu paneeliaineisto.

Aineistolla tehtiin kaksi estimointia niin, että kustannustiedot poikkesivat toisistaan seuraavalla tavalla:

- 1) Kustannuksiin sisältyivät kaikki tarkasteltavat kustannukset.
- 2) Kustannuksista jätettiin pois sähköradanpitoon liittyvät kustannukset.

Vaihtoehdossa 1 muodostettiin kustannusmalli (kustannusfunktio), joka tarkastelee rataosittaisten liikennesuoritteiden (bruttotonnien) ja raidepituuksien suhdetta tarkasteltaviin rataosittaisiin kustannuksiin (kaikki tarkasteltavat kustannukset ml. sähköradanpito).

Vaihtoehdossa 2 muodostettiin kustannusmalli (kustannusfunktio), joka tarkastelee rataosittaisten liikennesuoritteiden (bruttotonnien) ja raidepituuksien suhdetta tarkasteltaviin kustannuksiin kaikilla rataosilla ilman sähköradanpidon kustannuksia.

Tällä tavalla muodostettiin mallit, joista voidaan johtaa erilliset rajakustannukset ja koko rataverkolle yleistettävissä oleva perusmaksun hinta sähkövetoiselle ja dieselvetoiselle liikenteelle.

Estimoidut mallit (kustannusfunktiot) ja niiden selitysasteet on esitetty taulukossa 1.<sup>2</sup> Kustannusaineistoltaan kattavamman mallin, joka sisältää myös sähkökunnossapidon kustannukset, selitysaste on korkeampi kuin mallin, jossa sähkökunnossapidon kustannukset eivät ole mukana.

Taulukko 1. Estimoitujen kustannusfunktioiden kertoimet ja tunnusluvut.

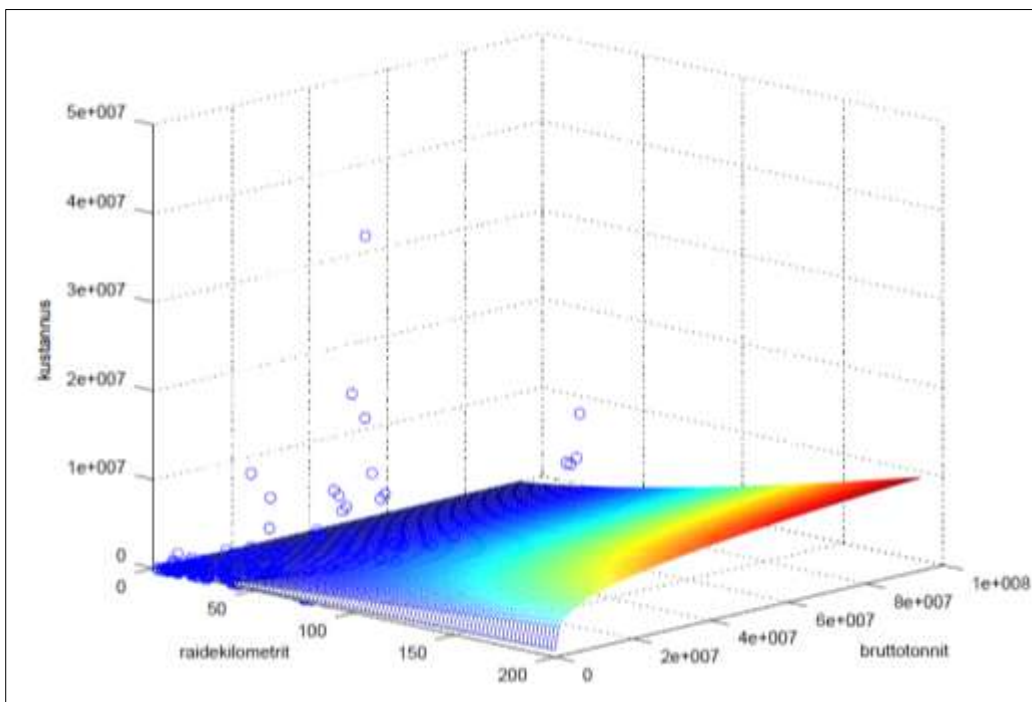
Mallin-nus	Kustannusai- neisto	N	Seli- tysaste	Mallin kertoimet			Keskivirhe
				R <sup>2</sup>	vakio $\alpha$	Liikennesuo- rite $\beta_u$	
1	Kaikki kustannukset ml. sähköradanpidon kustannukset	476	0,664	5,016	0,246	1,252	1,054749
2	Kaikki kustannukset, mutta ei sähköradanpidon kustannuksia	476	0,564	5,894	0,227	1,072	1,06069

<sup>2</sup> Mallinnus on tehty yhdistetyllä pienimmän neliösumman menetelmällä. Liikenneviraston ja Ratahallintokeskuksen aikaisemmissa selvityksissä on tehty vertailuja myös muiden menetelmien toimivuudesta.

Kuvassa 1 on esitetty estimoinnissa käytetty tietoaaineisto pisteinä ja estimoitu kustannusfunktio (mallinnusvaihtoehto 1) pintana. Kuvassa 2 on esitetty estimoinnissa käytetty tietoaaineisto pisteinä ja estimoitu kustannusfunktio (mallinnusvaihtoehto 2) pintana.

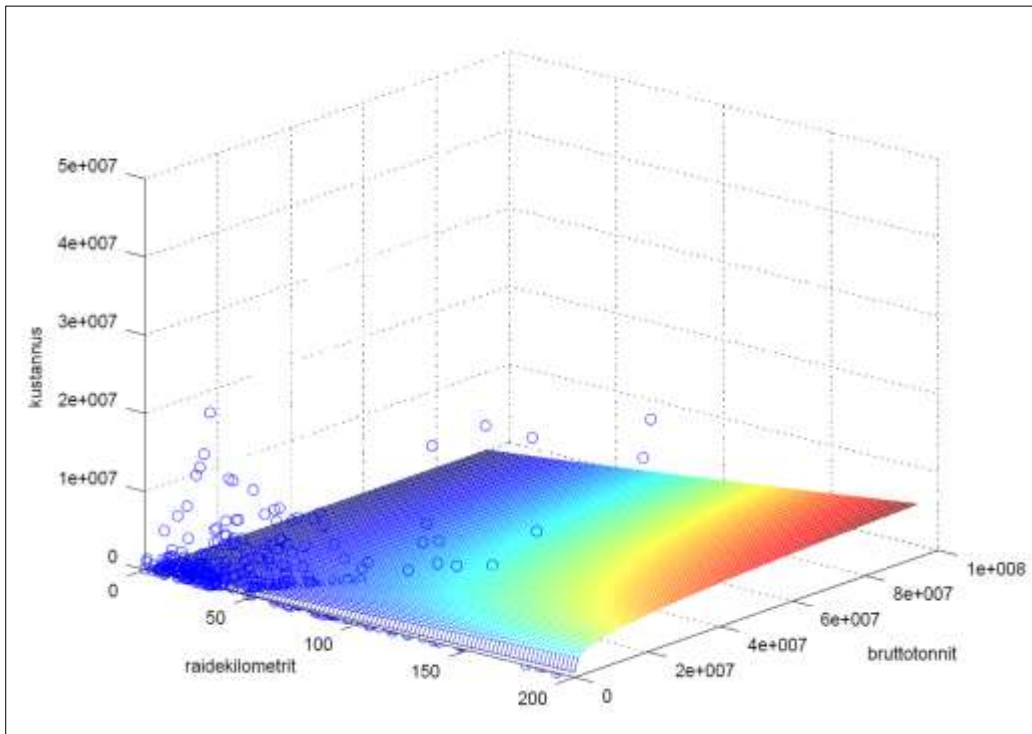
Kuvassa 3 on esitetty mallinnettujen pintojen erotus; mallinnusvaihtoehdot 1 ja 2. Kuva havainnollistaa sitä, että sähköradanpidon kustannukset eivät ole vakio raidekilometrien ja bruttotonnien suhteen. Siitä seuraa kahden eri mallinnusvaihtoehdon tuloksena saatavien rajakustannusten ero (ks. luku 4.2).<sup>3</sup>

Liitteessä 2 esitetään kustannusfunktioiden estimoinnin tulokset tunnuslukuineen. Liitteissä 3 ja 4 esitetään mallinnoille tehdyt tilastolliset testit.

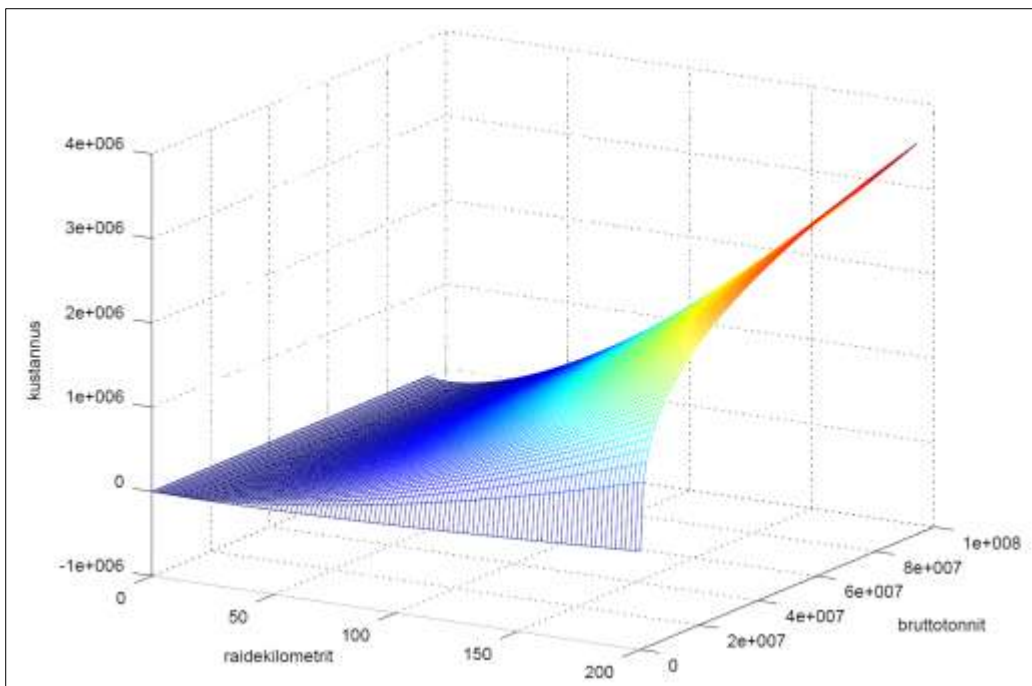


Kuva 1. Havaintoaineisto pisteinä ja estimoidun mallin mukainen pinta 3-ulotteisena esityksenä – kaikki rataosat sisältäen kaikki kustannukset (siis ml. sähköratojen sähkökunnossapidon kustannukset) vuosien 2013–2016 aineiston mukaan.

<sup>3</sup> Rajakustannus on mallinnetun pinnan tangenti eri kohdissa pintaa.



Kuva 2. Havaintoaineisto pisteinä ja estimoidun mallin mukainen pinta 3-ulotteisena esityksenä – kaikki rataosat sisältäen kaikki muut kustannukset, mutta ei sähköratojen sähkökunnossapidon kustannuksia vuosien 2013–2016 aineiston mukaan.



Kuva 3. Estimoitujen mallien mukaisten pintojen erotus (vrt. kuvat 1 ja 2).

## 4.2 Rajakustannukset

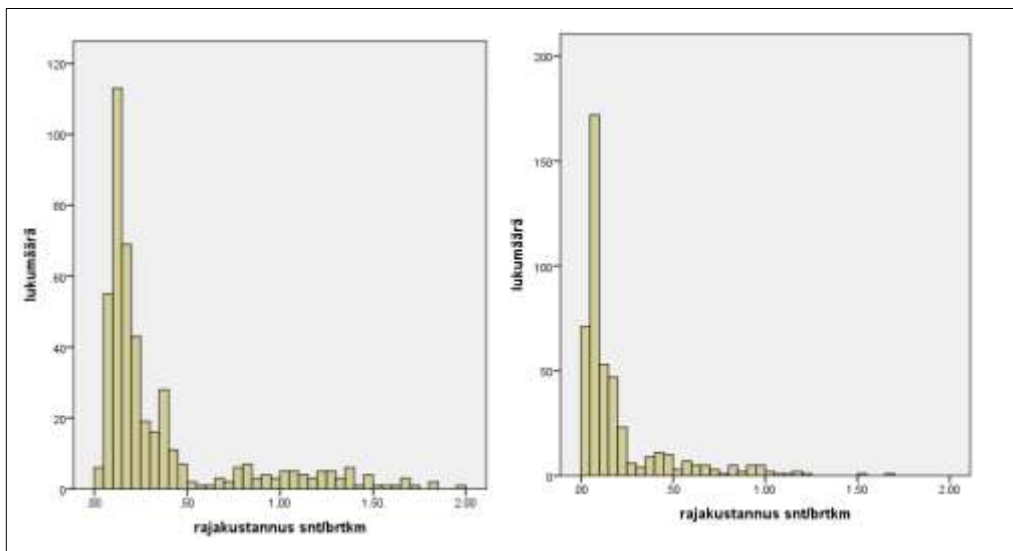
Rajakustannus (ts. suoraan junaliikennesuoritteesta aiheutuva kustannus) lasketaan derivoimalla estimoidut kustannusfunktiot. Kun kustannusfunktio osittaisderivoidaan liikennesuoritteen suhteen, tuloksena saadaan rajakustannusfunktio, joka ilmaisee, kuinka paljon tarkastellut radanpidon kustannukset muuttuvat yhden junaliikennesuoritteen (bruttotonnikilometri, brtkm) seurauksena.

Rajakustannus (MC) on kustannusfunktion osittaisderivaatta liikenteen määrän suhteen ja se esitetään seuraavasti:

$$MC = \frac{\beta_u e^{(\alpha + \beta_y \ln(Y_{it}) + \beta_u \ln(U_{it}) + 0.5 \sigma^2)}}{U_{it} Y_{it}}$$

$\sigma^2$  = mallin virhetermin varianssin estimaatti.

Rajakustannus lasketaan erikseen jokaiselle aineiston sisältämälle rataosalle. Eri rataosien huomattavasti vaihtelevien raidepituuksien, liikennesuoritemäärien ja kustannusten vuoksi myös yksittäisten rataosien rajakustannukset vaihtelevat merkittävästi (kuva 4).



Kuva 4. Rataosittaisen rajakustannuksen jakauma kaikille rataosille (ilman sähköradanpidon kustannuksia; oikea kuva – sisältäen sähköradanpidon kustannukset; vasen kuva) tehtyjen mallinnusten mukaan (vuosien 2013–2016 aineisto).

Perusmaksun hinnoittelua varten määritettävä rajakustannus lasketaan painottamalla rataosakohtaisia rajakustannuksia rataosien liikennesuoritteen määrällä seuraavasti:

$$MC = \frac{\sum MC_{it} \cdot U_{it}}{\sum U_{it}}$$

Vuosien 2013–2016 paneeliaineistolla laskettu painotettu rajakustannus on (vuoden 2016 hinnoissa):

- 0,1653 snt/brtkm, kun kustannusaineistoon sisältyvät kaikki tarkastellut kustannukset ml. sähköradanpidon kustannukset ja
- 0,1259 snt/brtkm, kun kustannusaineistossa eivät ole mukana sähköradanpidon kustannukset.

#### 4.3 Sähkövetoisen liikenteen perusmaksun määrittäminen vaihtoehtoisella laskentamenetelmällä

Sähkövetoisen liikennesuoritteiden kustannuslisä on määritetty lisäksi täytäntöönpanoasetuksen artiklan 3 mukaisella menettelyllä, jossa koko rataverkon laajuisista sähköradanpidon erilliskustannuksista on asiantuntija-arviona erotettu suoraan liikenteestä aiheutuvat kustannukset ja jaettu ne sähkövetoisella liikennesuoritteella.

Seuraavassa on esitetty sähköradanpidon vuosikustannukset keskimäärin vuosina 2013-16 Liikenneviraston kustannusseurannan mukaisella luokittelulla ja arvioitu niiden suoraan liikenteestä aiheutuva osuus.

Siltojen sähkötekniinen kunnossapito sisältää määräajoin tehtäviä maadoitustarkastuksia liikenteestä riippumattomasti. Kustannukset vuosina 2013-16 olivat keskimäärin **0,174 M€/v**, joista suoraan liikenteen aiheuttamia **0 %** eli **0 €/v**.

Sähköratajärjestelmän kunnossapito sisältää turvallisuuden ja käytettävyyden varmistamiseksi tehtäviä tarkistuksia ilman yhteyttä liikennesuoritteeseen (70 %). Suoraan liikenteestä aiheutuvia kustannuksia ovat ryhmyseristimien, erotusjaksojen ja vaihdekujiin ajojohtimien kunnossapitokustannukset (30 %), jotka kaikki aiheutuvat kaluston ja sähköinfrastruktuurin kontaktista ja kosketusvoimasta. Kustannukset vuosina 2013-16 olivat keskimäärin **3,732 M€/v**, joista suoraan liikenteen aiheuttamia **30 %** eli **1,120 M€/v**.

Radan vahvavirtalaitteiden kunnossapito on pääosin liikenteestä riippumatonta tarkastustoimintaa (50 %). Vaihteenlämmityksen kunnossapidon osuus 50 % ja siitä puolet on suoraan liikenteestä aiheutuvaa. Tämä aiheutuu ylimenevän kaluston aiheuttamasta mekaanisesta tärinästä. Kustannukset vuosina 2013-16 olivat keskimäärin **1,998 M€/v**, joista suoraan liikenteen aiheuttamia **25 %** eli **0,500 M€/v**.

Erikseen tilattavat sähkökunnossapidon työt ovat tarkistustehtävien perusteella määritettyjä kustannuksia, joilla on suora yhteys liikenteeseen. Kustannukset aiheutuvat kaluston ja sähköinfrastruktuurin kontaktista ja kosketusvoimasta. Työrakosyistä aikais-

tamisen ja tulevaisuuteen varautumisen takia rajataan kustannuksista 10 % ulkopuolelle. Kustannukset vuosina 2013-16 olivat keskimäärin 1,173 M€/v, joista suoraan liikenteen aiheuttamia 90 % eli 1,056 M€/v.

Materiaalikustannukset ovat - edellisen kohdan tavoin - tarkistustehtävien perusteella määräytyviä kustannuksia, joilla on suora yhteys liikenteeseen. Kustannukset aiheutuvat kaluston ja sähköinfrastruktuurin kontaktista ja kosketusvoimasta. Työrakosyistä aikaistamisen ja tulevaisuuteen varautumisen takia rajataan kustannuksista 10 % ulkopuolelle. Kustannukset vuosina 2013-16 olivat keskimäärin 0,136 M€/v, joista suoraan liikenteen aiheuttamia 90 % eli 0,123 M€/v.

Radan muiden erikoisjärjestelmien kunnossapito ja muut työt ovat tarkistuskustannuksia riippumatta junaliikenteestä. Kustannukset vuosina 2013-16 olivat keskimäärin 0,263 M€/v, joista suoraan liikenteen aiheuttamia 0 % eli 0 €/v.

Korvausinvestoinnit ovat suoraan junaliikenteestä aiheutuvia ja tarkastusten perusteella tehtäviä investointeja, joilla palautetaan sähköinfrastruktuurin osat alkuperäiseen tasoon. Kustannukset aiheutuvat kaluston ja sähköinfrastruktuurin kontaktista ja kosketusvoimasta. Työrakosyistä aikaistamisen ja tulevaisuuteen varautumisen takia rajataan kustannuksista 10 % ulkopuolelle. Kustannukset vuosina 2013-16 olivat keskimäärin 6,678 M€/v, joista suoraan liikenteen aiheuttamia 90 % eli 6,010 €/v.

Kaiken kaikkiaan suoraan liikenteestä aiheutuvien sähköradanpidon kustannusten summa on 8,807 M€/v. Kustannuksista arvioidaan kohdentuvan sähköiselle rataverkolle 80 % eli 7,046 M€/v.

Sähkövetoisen liikenteen liikennesuorite vuosina 2013-16 oli keskimäärin 26 190 miljoonaa bruttotonnikilometriä.

Kun suoraan liikenteestä aiheutuvien sähköistetyn radan sähköradanpidon kustannusten summa (7,046 M€/v) jaetaan liikennesuoritteella (26 190 milj.brtn), saadaan yksikköhinnaksi 0,0269 snt/brtkm (vuoden 2016 hintataso). Luku on sähkövetoisen liikenteen lisähinta liikennesuoritetta kohden.

Sähkövetoisen liikenteen hinnaksi muodostuu siten dieselvetoisen liikenteen hinta 0,1259 snt/brtkm lisättynä edellä mainitulla sähkövetoisen liikenteen lisähinnalla 0,0269 snt/brtkm, eli yhteensä 0,1528 snt/brtkm.

#### 4.3 Perusmaksun hinnat ja hintojen muutokset

Perusmaksun hinnat ilmoitetaan kolmen vuoden jaksoille. Ensimmäinen kolmen vuoden hinnoittelujakso on 1.1.2019–31.12.2021. Hinnat ja hintojen täsmentämisperusteet ilmoitetaan ennakkoon mahdollisimman tarkkaan viimeistään noin vuosi ennen sen verkko-

selostuskauden alkua, jonka aikana hinnat peritään. Ilmoitetut hinnat perustuvat tutkimustuloksiin ja radanpidon kustannusmuutokset huomioon ottaviin indeksitarkistuksiin. Muita hintojen muutoksia voidaan tehdä erityisistä syistä ja myös niistä ilmoitetaan ennakkoon.

Liikennevirasto julkaisi luvussa 4.2 esitetyt laskentatulokset perusmaksun hintoina sähkö- ja dieselvetoisille junaliikennesuoritteille joulukuussa 2017 vuoden 2019 Verkkoselostuksessa. Rautatiealan sääntelyelin esitti kesäkuussa 2018 Liikennevirastolle sähkövetoisien liikennesuoritteiden hinnan korotuksen vaihteistamista liian suuren kertakorotuksen välttämiseksi sekä kehotti tekemään jatkotutkimuksia mm. eri käyttövoimiin kohdistuvan perusmaksun määrittämiseen liittyen. Lokakuussa 2018 Rautatiealan sääntelyelin esitti sähkövetoisien liikennesuoritteiden hinnan määrittämistä vaihtoehtoisella menetelmällä vuodelle 2020 ja sen jälkeen.

Dieselvetoisien liikennesuoritteiden hinnat vuosina 2019-21 ja sähkövetoisien liikennesuoritteiden hinta vuonna 2019 perustuvat luvuissa 4.1-4.2 kuvattuun ekonometriseen mallinnukseen sillä erotuksella, että sähkövetoisien liikennesuoritteiden hinnankorotus vuoteen 2018 nähden on puolitettu. Sähkövetoisien liikennesuoritteiden hinta vuosina 2020-21 perustuu luvussa 4.3 kuvattuun vaihtoehtoiseen laskentamenetelmään sillä erotuksella, että sähkövetoisien liikennesuoritteiden lisähinta dieseliin nähden huomioidaan vain osittain (noin 63 %).

Liikennevirasto ottaa käyttöön radanpidon kustannusmuutokset huomioon ottavan indeksimenettelyn perusmaksun hintojen tarkistamiseksi kolmivuotisten hinnoittelujaksojen aikana. Tulokset on kiinnitetty Tilastokeskuksen maarakennuskustannusindeksin (2010=100) osaindeksin *ratojen ylläpito* pistelukuun 109,99 (vuoden 2016 vuosikeskiarvo). Indeksien mukaisessa perusmaksun hintojen tarkistamisessa (ylöspäin tai alaspäin) otetaan huomioon indeksin julkaisuvaikutus ja perusmaksun hinnoista ilmoittamisen vaatimukset. Liikennevirasto käyttää hintojen tarkistamiseen koko vuodelle ilmoitettuja indeksien keskimuutoksia.

Tässä muistiossa kuvatut tutkimustulokset ja edellä kuvatut hintojen määrittämisen ehdot huomioon ottaen, perusmaksu peritään 1.1.–31.12.2019 seuraavasti:

- Sähkövetoisien junaliikennesuoritteiden hinta on luvuissa 4.1-4.2 kuvattujen ekonometrisen mallinnuksen mukaisena ja laskennallisen korotuksen puolittamisen mukaan ja vuoden 2017 indeksillä tarkistettuna<sup>4</sup>: 0,1511 snt/brtkm.

---

<sup>4</sup> Nykyisten perusmaksun hintojen mukaan vuoden 2017 junaliikennesuoritteiden perusteella määräytyvä painotettu vertailuhinta on 0,1335 snt/brtkm. Laskelmien mukainen sähkövetoisien liikennesuoritteiden hinta olisi 0,1653 snt/brtkm. Rautatiealan sääntelyelimen suositusta mukaillen hinnankorotus on määritetty laskennallisesti puolitettuna (0,1494 snt/brtkm vuoden 2016 hinnoissa) ja hintaa on edelleen tarkistettu indeksien mukaisella korotuksella (vuoden 2017 pisteluku on 111,31; vuosikorotus 1,20 %).

- Dieselvetoisen junaliikennesuoritteen hinta on luvuissa 4.1-4.2 kuvatus ekonometrisen mallinnuksen mukaisena ja vuoden 2017 indeksillä tarkistettuna<sup>5</sup>: 0,1274 snt/brtkm.

Hinnoittelujaksolla hintoja muutetaan edelleen seuraavasti:

- 1.1.–31.12.2020 perusmaksuna peritään dieselvetoisen liikenteen osalta vuoden 2019 hinnat. Sähkövetoisen junaliikennesuoritteen hinta on luvussa 4.3 kuvatus vaihtoehtoisen laskentamenetelmän mukaisena ja laskennallisen korotuksen porrastamisen mukaan ja vuoden 2017 indeksillä tarkistettuna<sup>6</sup>: 0,1444 snt/brtkm.
- 1.1.–31.12.2021 perusmaksuna peritään vuoden 2020 hinnat tarkistettuna indeksillä (2017 -> 2018).

Vuosina 2018–2019 Liikennevirasto tutkii perusmaksun määrittämistä lisää täydentäen aineistoja uusilla tilastovuosilla (2017–2018). Tutkimukset vahvistavat menetelmällisiä valmiuksia, luovat perustan määrittää hinnoittelujaksolla 1.1.2022–31.12.2024 perittävät hinnat ja pohjustavat mahdollisuuksia määrittää hintoihin ohjaavia porrastuksia.

---

<sup>5</sup> Laskettu tulos 0,1259 snt/brtkm (vuoden 2016 hinnoissa), jota on tarkistettu indeksin mukaisesti (kuten edellä).

<sup>6</sup> Laskelmien mukainen sähkövetoisen liikennesuoritteen hinta olisi 0,1528 snt/brtkm. Vuoden 2019 tavoin korotusta ei huomioida täysimääräisesti, vaan korotus porrastetaan. Sähkövetoisen liikennesuoritteen lisähinnasta (0,0269 snt/brtkm) dieseliin nähden huomioidaan 63 % ja hintaa on edelleen tarkistettu indeksin mukaisella korotuksella (vuoden 2017 pisteluku on 111,31; vuosikorotus 1,20 %).

## 5 Tulosten arviointi

### 5.1 Vertailulaskelma

Liikennevirasto on arvioinut perusmaksun määrittelyä komission täytäntöönpanoasetuksen (2015/909) 6 artiklan mukaisesti mallinnukselle vaihtoehtoisella 5 artiklassa kuvatulla tavalla eli niin sanotulla jakolaskumallilla. Taulukko 2 esittää, että kun mallinnuksella tarkastellut kustannukset kohdennetaan liikennesuoritteille jakolaskulla, muodostuu perusmaksun vertailuhinta merkittävästi korkeammaksi kuin mallinnuksen tulos.

*Taulukko 2. Rataosien kunnossapito- ja korvausinvestointikustannukset (mallinnukseen sisältyneet kustannukset ml. sähkökunnossapidon kustannukset) ja niiden kohdentaminen liikennesuoritteille jakolaskulla.*

Euroa (vuoden 2016 hinnoissa)	2013	2014	2015	2016	Keskiarvo	Artikla 7, kohta 1 (osuudet)
Kunnossapito (josta sähköratojen sähkökunnossapitoa)	89 572 485 (9 873 344)	90 389 760 (11 236 519)	90 646 343 (11 438 570)	84 359 526 (13 595 655)	88 742 029	8 874 203 (10 %)
Korvausinvestoinnit	105 205 666	90 650 427	65 064 404	59 364 751	80 071 312	16 014 262 (20 %)
<b>Yhteensä</b>	<b>194 778 151</b>	<b>181 040 187</b>	<b>155 710 747</b>	<b>143 724 277</b>	<b>168 813 341</b>	<b>24 888 465</b>
Liikennesuorite, miljoonaa brtkm	30 240,90	29 184,30	32 461,40	32 823,70		
Vertailuhinta, snt/brtkm	0,6441	0,6203	0,4797	0,4379	0,5455	

### 5.2 Yksinkertaistettu valvonta

Seuraavassa arvioidaan täytäntöönpanoasetuksen (2015/909) 7 artiklassa määritettyjä perusmaksun tason yksinkertaistetun valvonnan rajoja. Huomionarvoista on, että tässä esitetyt tarkastelut eivät sido rautatiealan sääntelyelintä mitenkään, vaan sääntelyelin määrittää valvontamenettelyt itsenäisesti. Seuraavat arviot on tehty suoraviivaisesti asetuksen esittämien reunaehtojen mukaisesti sääntelyelimen mahdollisia ratkaisuja selvittämättä.

Yksinkertaistetun valvonnan raja on määritetty artiklan kohdassa 1 perusmaksulle määritettyjen hintojen mukaisen arvioidun tuoton sekä kunnossapitoon ja uusimiseen liittyvien kustannusten välisenä suhteena.

Liikenneviraston vuoden 2017 liikennesuoritteilla laatiman arvion mukaan 1.1.2019 käyttöön otettavat perusmaksun hinnat tuottaisivat tuloa 42,2 milj. euroa sähkövetoiselta liikenteeltä ja 5,0 milj. euroa dieselvetoiselta liikenteeltä. Tuotto olisi yhteensä 47,2 milj. euroa (sis. hintojen indeksointi).

Perusmaksun arvioitu tuotto on 28 prosenttia tarkastelluista vuosien 2013–2016 keskimääräisistä kunnossapidon ja uusimisen kustannuksista (168,8 milj. euroa; taulukko 2). Se ylittää selvästi 7 artiklan kohdassa 1 määritetyn 15 prosentin enimmäisosuuden kunnossapidon ja uusimisen kokonaiskustannuksista. Tämä tarkastelu ei puolla yksinkertaistettua valvontaa.

Arvioitu tuotto ylittää selvästi myös artiklan 7 kohdassa 1 määrätyn toisen rajan, eli summan, joka saadaan laskemalla yhteen 10 prosenttia kunnossapitokustannuksista ja 20 prosenttia uusimiskustannuksista (24,9 milj. euroa; taulukko 2).

Kuitenkin, jos hyödynnetään 7 artiklan kohdassa 1 määrättyä mahdollisuutta korottaa em. prosentteja enintään kaksinkertaisiksi jäsenvaltion omalla päätöksellä, alittaa perusmaksun odotettu tuotto molemmat yksinkertaistetun valvonnan rajat.

Seitsemännen artiklan kohdassa 2 määritetty toinen yksinkertaistetun valvonnan kriteeri on perusmaksun vertailuhinta, joka muodostuu perittäväksi esitetyllä perusmaksulla 1 000 tonnin junalle yhtä junakilometriä kohti. Asetuksen määräämä vertailuhinta on 2,00 euroa vuoden 2005 hintatasossa, jota voidaan korjata soveltuvalla indeksillä vertailuajankohdan tasoon. Tilastokeskuksen maarakennuskustannusindeksin (2005=100) osaindeksin *kunnossapito* pisteluku vuodelle 2016 on 135,38. Tätä indeksia käyttämällä vuoden 2016 tasolla 1 000 tonnin junan vertailuhinta olisi 2,71 euroa/kilometri.

Liikenneviraston 1.1.2019 alkaen käyttöön ottamalla ekonometriseen mallinnukseen perustuvilla yksikköhinoilla 1 000 tonnin junan kilometrihinnaksi muodostuu käyttövoimasta riippuen 1,274–1,512 euroa (vuoden 2017 hinnoissa). Tulos puoltaa yksinkertaistettua valvontaa.

## 6 Hinnoittelun ja kustannusseurannan kehittäminen

### 6.1 Perusmaksun porrastukset

Perusmaksua on lainsäädännön mukaan sallittua porrastaa ympäristöperusteisesti (päästöt ja melu) tai infrastruktuurin kulumisen perusteella (poikkeava akselileveys, jäykät akselistot tai rikkinäiset pyöräkerrat). Edelleen, porrastukset ovat sallittuja kysynnän ohjaamiseksi. Porrastusten tulee kohdistua samoin ehdoin kaikkiin liikenteenharjoittajiin. Porrastukset voivat koskea rataverkon liikennöintiä kaikkialla tai nimettyjä rata-osuuksia tai yleisesti määritettyjä tyyppitilanteita.

Ympäristöperusteisten porrastusten käyttöönottoon liittyy ympäristöhaittojen merkittävyyden arviointi lähtötilanteessa sekä vertailu kilpailevilla liikennemuodoilla käytössä

oleviin ohjauskeinoin. Tieliikenteessä terveydelle haitallisten päästöjen ohjaus perustuu tällä hetkellä ajoneuvoja ja polttoaineita koskeviin normeihin. Päästöjä ohjaavia infrastruktuurin käyttömaksuja tai -veroja ei Suomessa ole käytössä. Ilmastoperusteinen tieliikenteen päästöjen ohjaus sisältyy polttoaineiden raaka-ainelajeja (bio- ja fossiiliset raaka-aineet) koskevaan normistoon ja energiaverotukseen. Lainsäädännöllisten rajoitteiden vuoksi esimerkiksi dieselvetoisen junaliikenteen hinnoittelu päästöihin perustuvien korotuksien ei ole mahdollista.

Rataverkkoa erityisesti kuluttavan kaluston maksukorotukset voivat olla jatkossa pohdittava asia. Se edellyttää näytön laatimista korotusten perusteiksi. Tällä hetkellä rikkinäistä kalustoa pyritään tunnistamaan ja poistamaan liikenteestä valvonnan avulla.

Ratakapasiteetin kysynnän ohjaus perusmaksun porrastuksella voi tarkoittaa perusmaksun korottamista ruuhkautuvilla rataosilla ja perusmaksun alentamista vähäliikenteisillä rataosilla ja uusien kuljetusten edistämiseksi.

Perusmaksua on mahdollista korottaa uusilla rataosilla investointikustannusten kattamiseksi tietyin ehdoin.

Kaikkiin porrastuksiin liittyviä yksityiskohtaisia reunaehtoja tulee arvioida tarkemmin hinnoittelupohdintoihin edettäessä.

## 6.2 Muut vähimmäiskäyttömahdollisuuksien kustannukset

Liikenneviraston perusmaksun määrittämiseen ei tällä hetkellä sisälly seuraavia vähimmäiskäyttömahdollisuuksiin kuuluvia kustannuksia:

- liikenteenohjauspalvelu,
- liikenteenohjaukseen liittyvät Liikenneviraston informaatiojärjestelmät ja
- ratalinjojen kehittämineninvestoinnit.

Liikenteenohjauksen ja siihen liittyvien informaatiojärjestelmien kustannuksia sisältyy sekä liikenteenohjaus- ja informaatiopalvelujen ostosopimukseen että näiden palvelujen tuottamiseen liittyviin Liikenneviraston sisäisiin toimintoihin. Kustannuksia ei ole sisällytetty perusmaksun laskentaperusteisiin siksi, että niiden on arvioitu olevan liikennesuoritteiden määrästä vain vähäisesti riippuvia kiinteitä kustannuksia. Näkemykset tästä asiasta vaihtelevat Euroopan eri maissa.

Liikenteenohjauksen ja siihen liittyvien muiden kustannusten suhdetta liikennemääriin tulisi jatkossa tutkia tarkemmin hinnoittelumahdollisuuksien arvioimiseksi. Vaihtoehtona voi olla kustannusten hinnoittelu karkeammin (jakolaskumallilla) ilman tarkkaa näyttöä niiden suhteesta liikennesuoritteiden määrään.

Eurooppalaiset ratkaisut voivat ohjata Liikenneviraston valintoja liikenteenohjauspalvelun hinnoittelun kehittämisessä. Hinnoittelu voisi tapahtua joko osana perusmaksua tai erillisellä liikenteenohjausmaksulla kuten joissain jäsenvaltioissa.

Ratalinjojen kehittämisinvestoinnit (palvelutason parantaminen tai uusien rataosien rakentaminen) kuuluvat myös vähimmäiskäyttömahdollisuuksiin. Kustannuksia ei ole sisällytetty perusmaksuun siksi, että perusmaksun hinnoittelu on kohdistunut kunnossapidon ja kulumisen korvaamisen kustannuksiin. Kehittämisinvestointien kustannukset ovat luonteeltaan kapasiteetin lisäämisen ja palvelutason korottamisen kustannuksia.

Kehittämisinvestointien hinnoittelu olisi mahdollista erillisellä perusmaksun korotuksella, joka koskisi rataosia, missä toimenpiteet on tehty. Kehittämisinvestointien kustannuksia ei ole mielekästä kytkeä koko rataverkolla perittävään perusmaksuun. Vaihtoehtoisesti voitaisiin periä rataosakohtaisia lisämaksuja silloin, kun investoinnit tuottavat selvää taloudellista hyötyä liikennöitsijöille ja tietyille markkinasegmenteille (vrt. oikoradan investointivero).

Liikenneviraston tuottamia rautatieliikennettä palvelevia toimintoja tulisi edellä mainittujen tapausten lisäksi arvioida hinnoittelun näkökulmasta. Yksi tällainen palvelu, jonka hinnoittelua on jo kehitetty, on ratajohtoverkon sähkönsiirtopalvelu. Sille on laadittu täyskustannusperusteinen hinnoittelumalli.

Muita erillisen hinnoittelun piiriin sääntelylainsäädännön mukaan kuuluvia palveluja ovat muun muassa ratapiharaiteiden ja lastauspaikkojen käyttö. Nämä palvelut eivät kuulu vähimmäiskäyttömahdollisuuksiin, vaan ne ovat palveluja, joiden käyttöä voidaan hinnoitella aina täyteen kustannusvastaavuuteen saakka. Erikseen hinnoiteltaviin palveluihin voivat kuulua myös matkustajainformaatiojärjestelmä sekä esimerkiksi liikkuvan kaluston tarkastuspalvelut.

### 6.3 Liikenneviraston kustannuseurannan ja lainsäädännön vaatimusten yhteensovittaminen

Vähimmäiskäyttömahdollisuuksien ja muiden palvelujen hinnoittelun sääntelyssä kiinnitetään runsaasti huomiota kustannustietojen erittelytarkkuuteen. Liikennevirastossa vaatimuksiin on pyritty vastaamaan mahdollisimman oikeaoppisella kustannustietojen koostamisella. Haasteeksi muodostuu useassa kohti se, että lainsäädännössä kategorisesti määritellyt vaatimukset ja radanpidon toteuttamisen ja seurannan käytännöt termeineen eivät vastaa toisiaan yksi yhteen.

Radanpidon kustannuksia on mahdollista käsitellä siltä pohjalta, kuinka radanpitoa toteutetaan ja kuinka kustannuksia käsitellään Liikenneviraston suunnittelu-, hankinta- ja kustannuseurantamenettelyissä. Kunnossapidon, liikenteenohjauksen ja informaatiojärjestelmien, korvausinvestointien ja kehittämisinvestointien toteutus ja seuranta

ovat kehittyneet toiminnallisine nimikkeineen ja kustannusluokituksineen ja seuranta-tapoineen ajan saatossa. Eri radanpidon toiminnoissa, esimerkiksi kunnossapidossa ja korvausinvestoinneissa, toteutuksen ja kustannusseurannan menettelyt ovat jossain määrin erilaiset.

Lainsäädännössä hinnoittelua ohjaavat palvelujen tarjoamisen ja kustannusten seurannan luokitukset nimikkeineen poikkeavat Liikenneviraston käyttämistä luokituksista ja nimikkeistä. Tämän vuoksi monessa kohtaa on tehtävä tulkintoja siitä, mitkä Liikenneviraston kustannukset ovat lainsäädännön mukaan perusmaksun perusteisiin kuuluvia kustannuksia ja mitkä eivät ole. Myös muiden palvelujen hinnoittelun osalta on pohdittava, kuinka palvelujen tuottamisen kustannuksia käsitellään yhtäältä lainsäädännössä ja toisaalta Liikenneviraston menettelyissä.

Radanpidon palvelujen tuottamisen kustannusseurannan kehittämiseksi on tarve monesta eri näkökulmasta arvioituna. Liikenneviraston tulee voida täyttää erilaisia maksuja periessään niitä koskevat lainsäädännölliset vaatimukset maksujen läpinäkyvistä kustannusperusteista.<sup>7</sup> Liikenneviraston tulee voida eritellä eri palvelujen tuottamisesta aiheutuvat kustannukset kustannusseurannasta rutiininomaisin menettelyin.

Edelleen, Liikenneviraston tulee voida osoittaa, mikä osa radanpidon kokonaiskustannuksista on mukana palveluista perittävien maksujen määrittelyssä ja mikä osa kustannuksista rajautuu palvelujen hinnoittelun ulkopuolelle. Nämä erittelyt tulee kyetä toteuttamaan niiden palveluluokka- ja kustannuserittelysääntöjen mukaisesti, mitkä on asetettu lainsäädännössä.

Taulukon 3 esittämien radanpidon toimintojen ja niitä vastaavien kustannusten sekä taulukon 4 mukaisten lainsäädännön esittämien rataverkon haltijan palvelujen välille on voitava määrittää kategoriset kytkökset. Kuvaukseen kuuluu erittely siitä, mitä palveluja Liikennevirasto tarjoaa, mihin direktiivin mukaiseen palveluluokkaan palvelut kuuluvat, mitkä ovat palveluun liittyvät kustannukset Liikenneviraston kustannusseurannassa ja mikä on kyseisten palvelujen ja kustannusten hinnoitteluratkaisu.

Kustannusseurannan kehittämisessä on kuitenkin otettava huomioon se, että tarkkojen kustannuserittelyjen laatiminen kuormittaa radanpidon hankintaprosesseja sekä urakoiden toteutusta ja seuranta. Tarkkojen erittelyn laatiminen on vaikeaa ja se voi sinänsä lisätä radanpidon kustannuksia. Edelleen, lainsäädännön tulkinnat ja täytäntöönpano hakevat muotoaan kaikissa Euroopan yhteisön jäsenvaltioissa. Kustannusseurannan tarkkuutta tulisi kehittää ottaen huomioon se, mitä hinnoitteluratkaisuja Liikennevirasto pyrkii tulevaisuudessa toteuttamaan myös kansainvälisistä kokemuksista ja malleista oppia hakien. Sen jälkeen tiedetään, mitä kustannustietoa hinnoittelun toteuttamiseksi tulee tuottaa.

---

<sup>7</sup> Rautatiemarkkinadirektiivin, komission täytäntöönpanoasetuksen ja Suomen rautatielain lisäksi myös valtion maksuperustelaililla ja sen mukaisilla vastikkeellisuusvaatimuksilla on merkitystä valtion rataverkon haltijan tarjoamien palvelujen hinnoittelulle.

Taulukko 3. Radanpidon toiminnot Liikenneviraston kustannus-seuranassa.

Toimiala	Toiminto
456030 Suunnittelu ja hankkeet - toimiala	101 Tukitoiminnot
	102 Ydintoiminnot
	104 Ohjaustoiminnot
	302 Elinkaaren varmistaminen
	401 Liikenneväylien parantamisinvestoinnit
	403 Suunnittelu
456040 Väylänpito - toimiala	101 Tukitoiminnot
	102 Ydintoiminnot
	201 Hoito
	302 Elinkaaren varmistaminen
	303 Omaisuuden hallinta
	401 Liikenneväylien parantamisinvestoinnit
	402 Liikenteen hallinnan järjestelmät
	403 Suunnittelu
	501 Liikenteen ohjaus ja informaatio
	505 Muut verkon käytön palvelut
456050 Liikenne ja tieto TOA - toimiala	101 Tukitoiminnot
	102 Ydintoiminnot
	201 Hoito
	303 Omaisuuden hallinta
	402 Liikenteen hallinnan järjestelmät
	403 Suunnittelu
	501 Liikenteen ohjaus ja informaatio
	505 Muut verkon käytön palvelut

Taulukko 4. Rataverkon haltijan palvelut rautatiemarkkinadirektiivissä (Liite 2).

Vähimmäiskäyttömahdollisuudet	<p>a) rautateiden ratakapasiteettia koskevien hakemusten käsittely;</p> <p>b) oikeus käyttää myönnettyä kapasiteettia;</p> <p>c) rautatieinfrastruktuurin käyttö, mukaan lukien verkon risteysasemat ja vaihteet;</p> <p>d) junaliikenteen ohjaus, mukaan lukien merkinanto, liikenteen ohjaus, lähettäminen ja viestinanto sekä tietojen antaminen junien liikkumisesta;</p> <p>e) sähkönsiirtolaitteiden käyttö kuljetusvirran saamiseksi;</p> <p>f) kaikki muut tiedot, jotka tarvitaan sellaisen liikenteen harjoittamiseen, jota varten kapasiteetti on myönnetty.</p>
Käyttöoikeus, palvelupaikoille ja palvelupaikoissa tarjottaviin palveluihin:	<p>a) matkustaja-asemat, niihin kuuluvat rakennukset ja muut tilat, mukaan lukien matkatietopalvelut ja soveltuvat tilat lipunmyyntipalveluille;</p> <p>b) tavaraliikenneterminaalit;</p> <p>c) järjestelyratapihat ja junanmuodostuslaitteet, mukaan lukien vaihtoyölaiteet;</p> <p>d) varikkosivuraiteet;</p> <p>e) huoltotilat, lukuun ottamatta perusteellisen huoltopalvelun tiloja, jotka on tarkoitettu suurnopeusjunien tai muun tyyppisen erityisiä tiloja edellyttävän liikkuvan kaluston huoltoon;</p> <p>f) muut tekniset laitteet, mukaan lukien puhdistus- ja pesulaitteet;</p> <p>g) rautatietoimintaan liittyvät meri- ja sisävesisatamien varusteet;</p> <p>h) taukotilat;</p> <p>i) tankkauspalvelut ja polttoaineen toimittaminen näihin palveluihin, josta perittävät maksut on erotettava laskuissa polttoaineen tankkauksesta perittävistä maksuista.</p>
Lisäpalvelut	<p>a) kuljetussähkövirta, josta perittävät maksut on erotettava laskuissa sähkönsiirtolaitteiden käytöstä perittävistä maksuista, sanotun kuitenkaan rajoittamatta direktiivin 2009/72/EY soveltamista;</p> <p>b) matkustajavaunujen esilämmitys;</p> <p>c) yksilölliset sopimukset, jotka koskevat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— vaarallisten aineiden kuljetusten valvontaa,</li> <li>— erikoiskuljetusten avustamista liikenteessä</li> </ul>
Oheispalvelut	<p>a) televiestintäverkkojen käyttömahdollisuus;</p> <p>b) lisätietojen toimittaminen;</p> <p>c) liikkuvan kaluston tekninen tarkastus;</p> <p>d) lipunmyyntipalvelut matkustaja-asemilla;</p> <p>e) perusteelliset huoltopalvelut, joita tarjotaan huoltotiloissa, jotka on tarkoitettu suurnopeusjunien tai muun tyyppisen erityisiä tiloja edellyttävän liikkuvan kaluston huoltoon.</p>

Liite 1. Laskenta-aineiston rataosat

Nro	Nimi	
1	Helsinki-Pasila	37
2	Pasila-Huopalahti	38
3	Huopalahti-Leppävaara	39
4	Leppävaara-Kauklahti	40
5	Kauklahti-Kirkkonummi	41
6	Huopalahti-Vantaankoski	42
7	Vantaankoski-Hiekkaharju	43
8	Kirkkonummi-Karjaa	44
9	Pasila-Hiekkaharju	45
10	Hiekkaharju-Kerava	46
11	Kerava-Hyvinkää	47
12	Kerava-Lahti (Kytömaa-Hakosilta)	48
13	Vuosaari-Kerava	49
14	Hyvinkää-Riihimäki	50
15	Riihimäki-Toijala	51
16	Toijala-Tampere	52
17	Tampere-Orivesi	53
18	Orivesi-Haapamäki	54
19	Haapamäki-Seinäjoki	55
20	Parkano-Seinäjoki	56
21	Lielähti-Parkano	57
22	Seinäjoki-Kokkola	58
23	Kokkola-Ylivieska	59
24	Kokkola-Ykspihlaja	60
25	Ylivieska-Tuomioja	61
26	Tuomioja-Oulu	62
27	Murtomäki-Talvivaara	63
28	Oulu-Kemi	64
29	Laurila-Rovaniemi	65
30	Rovaniemi-Kemijärvi	66
31	Juurikorpi-Kotka	67
32	Kouvola-Juurikorpi	68
33	Lahti-Kouvola	69
34	Kouvola-Mikkeli	70
35	Mikkeli-Pieksämäki	71
36	Mynttilä-Ristiina	72
		73
		Pieksämäki-Kuopio
		Kuopio-Siilinjärvi
		Siilinjärvi-Iisalmi
		Iisalmi-Kontiomäki
		Kajaani-Lamminniemi
		Kontiomäki-Pesiökylä
		Kontiomäki-Vartius
		Karjaa-Hanko
		Hyvinkää-Karjaa
		Karjaa-Turku
		Turku-Turun Satama
		Turku-Raisio
		Raisio-Uusikaupunki
		Tampere-Lielähti
		Lielähti-Kokemäki
		Kokemäki-Pori
		Seinäjoki-Kaskinen
		Seinäjoki-Vaasa
		Kemi-Ajos
		Kemi-Veitsiluoto
		Kemi-Laurila
		Laurila-Tornio
		Tornio-Kolari
		Tornio-Röyttä
		Riihimäki-Lahti
		Lahti-Heinola
		Haapamäki-Jyväskylä
		Haapajärvi-Ylivieska
		Juurikorpi-Hamina
		Kouvola-Luumäki
		Luumäki-Lappeenranta
		Lappeenranta-Imatra T
		Imatra T-Parikkala
		Parikkala-Savonlinna
		Huutokoski-Savonlinna
		Huutokoski-Varkaus
		Varkaus-Viinijärvi

- |     |                       |     |                             |
|-----|-----------------------|-----|-----------------------------|
| 74  | Viinijärvi-Joensuu    | 113 | Imatra T-Kaukopää           |
| 75  | Joensuu-Uimaharju     | 114 | Imatrankoski-Imatrankoski R |
| 76  | Lieksa-Nurmes         | 115 | Lappeenranta-Mustola        |
| 77  | Uimaharju-Lieksa      | 116 | Siilinjärvi-Viinijärvi      |
| 78  | Nurmes-Vuokatti       | 117 | Tornio-Haaparanta           |
| 79  | Turku-Toijala         | 118 | Lahti-Loviisan satama.      |
| 80  | Parkano-Niinisalo     | 119 | Kontiomäki-Vaala            |
| 81  | Jyväskylä-Saarijärvi  | 120 | Vaala-Oulu                  |
| 82  | Saarijärvi-Haapajärvi |     |                             |
| 83  | Jyväskylä-Pieksämäki  |     |                             |
| 84  | Iisalmi-Haapajärvi    |     |                             |
| 85  | Pyhäsalmi-Pyhäkumpu   |     |                             |
| 86  | Pieksämäki-Huutokoski |     |                             |
| 87  | Vuokatti-Kontiomäki   |     |                             |
| 88  | Kerava-Olli           |     |                             |
| 89  | Olli-Sköldvik         |     |                             |
| 90  | Toijala-Valkeakoski   |     |                             |
| 91  | Orivesi-Jämsänkoski   |     |                             |
| 92  | Jämsä-Kaipola         |     |                             |
| 93  | Jämsänkoski-Jyväskylä |     |                             |
| 94  | Vilppula-Mänttä       |     |                             |
| 95  | Pännäinen-Pietarsaari |     |                             |
| 96  | Tuomioja-Raahe        |     |                             |
| 97  | Raahe-Rautaruukki     |     |                             |
| 98  | Pesiökylä-Ämmänsaari  |     |                             |
| 99  | Raisio-Naantali       |     |                             |
| 100 | Kokemäki-Rauma        |     |                             |
| 101 | Pori-Mäntyluoto       |     |                             |
| 102 | Luumäki-Vainikkala    |     |                             |
| 103 | Vuonos-Sysmäjärvi     |     |                             |
| 104 | Varkaus-Kommila       |     |                             |
| 105 | Säkäniemi-Joensuu     |     |                             |
| 106 | Joensuu-Ilomantsi     |     |                             |
| 107 | Parikkala-Säkäniemi   |     |                             |
| 108 | Säkäniemi-Niirala     |     |                             |
| 109 | Vuokatti-Lahnaslampi  |     |                             |
| 110 | Murtomäki-Otanmäki    |     |                             |
| 111 | Kouvola-Kuusankoski   |     |                             |
| 112 | Imatra T-Imatrankoski |     |                             |

Liite 2. Kustannusfunktioiden estimoinnin tulokset.

Malli: Kaikki kustannukset ml. sähköradanpidon kustannukset

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.815 <sup>a</sup>	.664	.662	1.05475

a. Predictors: (Constant), ln\_rata\_km, ln\_kok\_tonnit

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1039.028	2	519.514	466.981	.000 <sup>b</sup>
	Residual	526.210	473	1.112		
	Total	1565.238	475			

a. Dependent Variable: ln\_kok\_kust

b. Predictors: (Constant), ln\_rata\_km, ln\_kok\_tonnit

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	5.016	.408		12.281	.000
	ln_kok_tonnit	.246	.028	.242	8.818	.000
	ln_rata_km	1.252	.048	.722	26.298	.000

a. Dependent Variable: ln\_kok\_kust

Malli: Kustannukset ilman sähköradanpidon kustannuksia

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.751 <sup>a</sup>	.564	.562	1.06069

a. Predictors: (Constant), ln\_rata\_km, ln\_kok\_tonnit

**ANOVA<sup>a</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	654.874	2	327.437	291.040	.000 <sup>b</sup>
	Residual	506.275	450	1.125		
	Total	1161.149	452			

a. Dependent Variable: ln\_kok\_kust

b. Predictors: (Constant), ln\_rata\_km, ln\_kok\_tonnit

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	5.894	.425		13.868	.000
	ln_kok_tonnit	.227	.029	.254	7.931	.000
	ln_rata_km	1.072	.053	.651	20.351	.000

a. Dependent Variable: ln\_kok\_kust

Liite 3. Residuaali ja normaalijakauman testaus

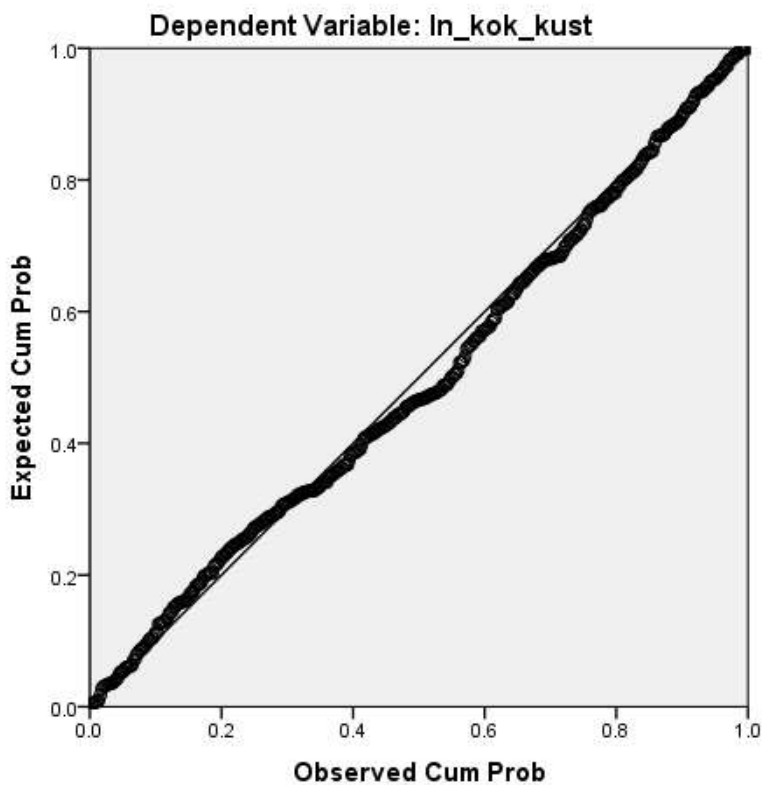
Malli: Kaikki kustannukset ml. sähköradanpidon kustannukset

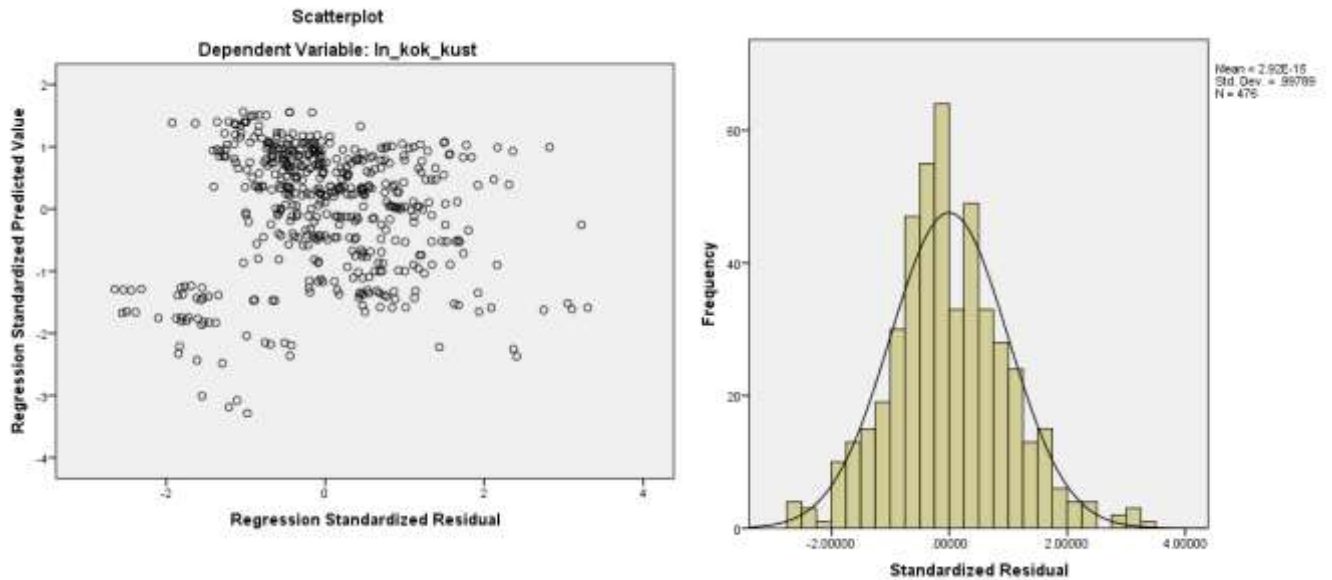
**Residuals Statistics<sup>a</sup>**

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	8.2332	15.4053	13.0935	1.47900	476
Residual	-2.79510	3.48460	.00000	1.05253	476
Std. Predicted Value	-3.286	1.563	.000	1.000	476
Std. Residual	-2.650	3.304	.000	.998	476

a. Dependent Variable: In\_kok\_kust

**Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual**





**Descriptive Statistics**

	N	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
Unstandardized Residual	476	.283	.112	.464	.223
Standardized Residual	476	.283	.112	.464	.223

**Tests of Normality**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Unstandardized Residual	.055	476	.002	.991	476	.008
Standardized Residual	.055	476	.002	.991	476	.008

a. Lilliefors Significance Correction

Residuaalit eivät ole tilastollisesti normaalijakautuneita (Shapiri-Wilk testi,  $p > .05$ ), Vinous (Skewness) on 0.283 (SE 0.112) ja Huipukkuus (Kurtosis) on 0.464 (SE 0.223), vaikka histogrammin mukaan jakauma on normaalijakauman kaltainen.

Malli: Kustannukset ilman sähköradanpidon kustannuksia

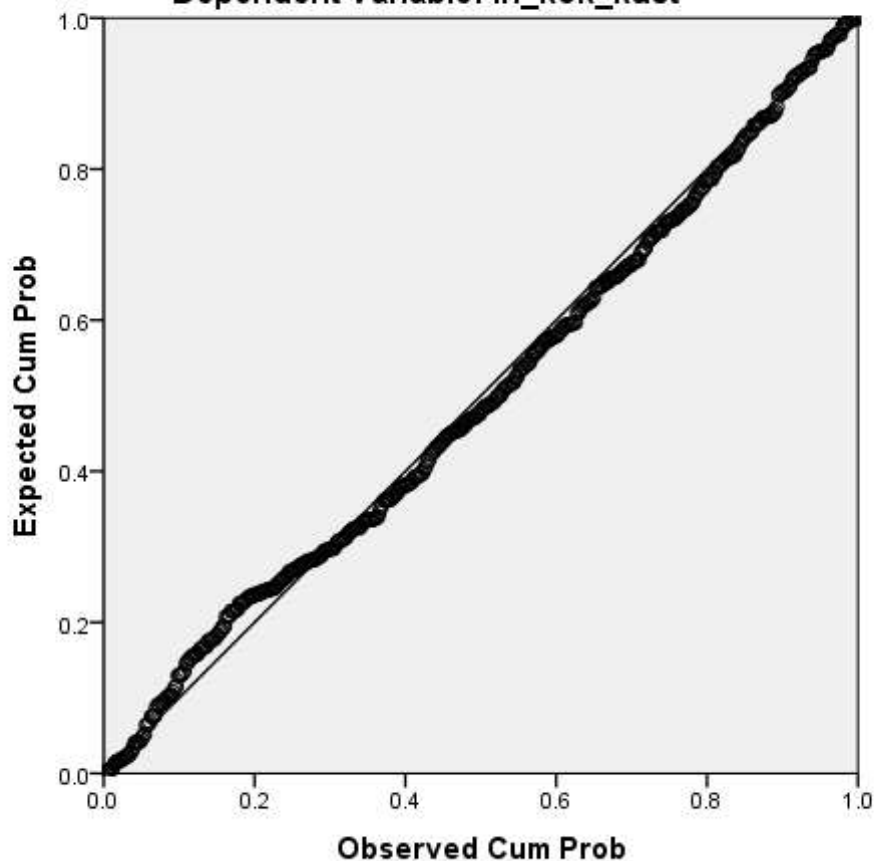
**Residuals Statistics<sup>a</sup>**

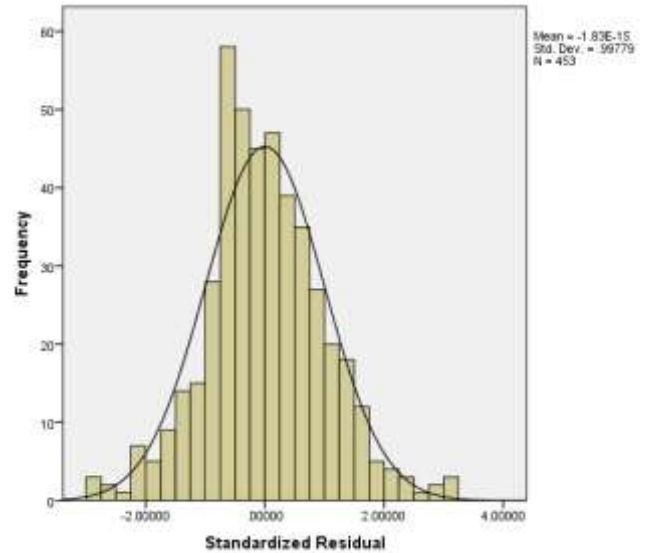
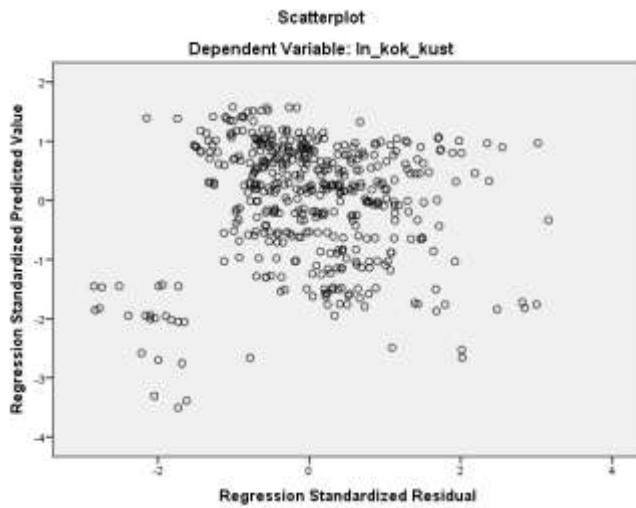
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	8.9394	15.0616	13.1620	1.20368	453
Residual	-3.02144	3.35235	.00000	1.05834	453
Std. Predicted Value	-3.508	1.578	.000	1.000	453
Std. Residual	-2.849	3.161	.000	.998	453

a. Dependent Variable: In\_kok\_kust

**Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual**

Dependent Variable: In\_kok\_kust





#### Descriptive Statistics

	N	Skewness		Kurtosis	
		Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
Unstandardized Residual	453	.144	.115	.554	.229
Standardized Residual	453	.144	.115	.554	.229

#### Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Unstandardized Residual	.046	453	.021	.992	453	.012
Standardized Residual	.046	453	.021	.992	453	.012

a. Lilliefors Significance Correction

Residuaalit eivät ole tilastollisesti normaalijakautuneita (Shapiri-Wilk testi,  $p > .05$ ), Vinous (Skewness) on 0.144 (SE 0.115) ja Huipukkuus (Kurtosis) on 0.554 (SE 0.229), vaikka histogrammin mukaan jakauma on normaalijakauman kaltainen.

Liite 4. Heteroskedastisuuden testaus

Malli: Kaikki kustannukset ml. sähköradanpidon kustannukset

Run MATRIX procedure:

BP&K TESTS

=====

Regression SS

138.0824

Residual SS

1026.627

Total SS

1164.710

R-squared

.1186

Sample size (N)

476

Number of predictors (P)

2

Breusch-Pagan test for Heteroscedasticity (CHI-SQUARE df=P)

69.041

Significance level of Chi-square df=P (H0:homoscedasticity)

.0000

Koenker test for Heteroscedasticity (CHI-SQUARE df=P)

56.432

Significance level of Chi-square df=P (H0:homoscedasticity)

.0000

----- END MATRIX -----

Breusch-Paganin ja Koenkerin testisuureiden mukaan tietoaaineistossa esiintyy heteroskedastisuutta

Malli: Kustannukset ilman sähköradanpidon kustannuksia

Run MATRIX procedure:

BP&K TESTS

=====

Regression SS

115.4792

Residual SS

1032.842

Total SS

1148.321

R-squared

.1006

Sample size (N)

453

Number of predictors (P)

2

Breusch-Pagan test for Heteroscedasticity (CHI-SQUARE df=P)

57.740

Significance level of Chi-square df=P (H0:homoscedasticity)

.0000

Koenker test for Heteroscedasticity (CHI-SQUARE df=P)

45.555

Significance level of Chi-square df=P (H0:homoscedasticity)

.0000

----- END MATRIX -----

Breusch-Paganin ja Koenkerin testisuureiden mukaan tietoaaineistossa esiintyy heteroskedastisuutta