

Ratamaksun perusmaksun määrittäminen

Sisältö

1	JOHDANTO	3
2	LAINSÄÄDÄNNÖN HUOMIOIMINEN RATAMAKSUSSA.....	5
2.1	Rautatiemarkkinadirektiivi ja Suomen raideliikennelaki	5
2.2	Täytäntöönpanoasetus	6
3	PERUSMAKSUN MÄÄRITTELYN MENETELMÄ JA LÄHTÖTIEDOT	9
3.1	Yleiskuvaus	9
3.2	Rataverkon ominaisuustiedot ja tarkastelun kattavuus	9
3.3	Liikennesuoritettiedot.....	10
3.4	Kustannustiedot.....	10
4	LASKELMAT JA PERUSMAKSUT.....	12
4.1	Väyläviraston radanpidon kustannukset.....	12
4.1.1	Vähimmäiskäyttöpalveluiden kustannukset	12
4.1.2	Muut kuin huomioon otettavat kustannukset	13
4.2	Perusmaksun määrittäminen	16
4.2.1	Perusmaksun perusosa.....	17
4.2.2	Sähkösyöttölaitteiston käytön lisähinta	19
4.3	Perusmaksun yksikköarvot	21
5	TULOSTEN ARVIOINTI.....	22
5.1	Perusmaksun perusosan arviointi	22
5.2	Sähkösyöttölaitteiston käytön lisähinnan arviointi	22
	LIITE 1. RADANPIDON KUSTANNUKSET 2013–24	23
	LIITE 2. RADANPIDON KUSTANNUSTEN MUODOSTAMINEN YKSIKKÖARVOJEN LASKENTAAN.....	26
	LIITE 3. KUSTANNUSFUNKTION ESTIMOINNIN TULOKSET	27
	LIITE 4. LASKENTAKOODI.....	29

Tiivistelmä

Väylävirasto määrittä Suomen raideliikennelakiin 1302/2018, Euroopan komission täytäntöönpanoasetukseen 2015/909 ja Euroopan yhteisön rautatiemarkkinadirektiiviin 2012/34/EU perustuvan ratamaksun vuodelle 2027. Ratamaksu määritettiin valtion rataverkkoa käyttäville rautatieliikenteen harjoittajille. Vuoden 2027 ratamaksu koostui ratamaksun perusmaksun perusosasta sekä sähkönsyöttölaitteiston käytön lisähinnasta. Vuoden 2027 ratamaksu määritettiin laajentamalla laskenta-aineistoa vuoden 2024 tiedoilla.

Radanpidon kustannukset koottiin Väyläviraston kustannustenhallintajärjestelmästä, minkä jälkeen kustannusaineistoon tehtiin sisällöllisiä tarkennuksia erillisselvityksistä. Perusmaksun perusosan hinta eli kaikelta liikenteeltä suoraan liikenteestä aiheutuva kustannus määriteltiin ekonometriseen mallinnukseen perustuvalla laskelmalla, jossa kustannusfunktio määritettiin regressioanalyysillä. Kustannusfunktion selitettävänä tekijänä olivat kunnossapidon kustannukset ja korvausinvestoinnit rataosittain ja selittävinä muuttujia olivat liikennesuoritteiden bruttotonnit ja raidekilometrit rataosittain. Sähkönsyöttölaitteiston käytön lisähinta määriteltiin vähennyslaskumenettelyllä, jossa sähköistetyn rataverkon sähkönsyöttölaitteiston kustannuksista eroteltiin asiantuntija-arvioina suoraan liikenteestä aiheutuvat kustannukset ja jaettiin ne sähkönsyöttölaitteistoa käyttävän liikenteen liikennesuoritteella.

Kaikelta junasuoritteelta perittävä perusmaksun perusosa oli ekonometrisen mallinnuksen mukaisena 0,2054 senttiä bruttotonnikilometriä kohden (snt/brtkm). Sähkönsyöttölaitteiston käytön lisähinta oli käytetyn laskelman mukaisena 0,0167 snt/brtkm.

Perusmaksun perusosan laskelma täytti ekonometrisessa mallinnuksessa käytetyn lineaarisen regression oletukset ja sille tehdyt testit. Sähkönsyöttölaitteiston käytön lisähinnan määrittely täytti täytäntöönpanoasetuksessa määritellyn vähennyslaskumenettelyn vaatimukset. Ratamaksulaskelmat laadittiin tarkasti ja läpinäkyvästi sekä hyödyntäen parhaita kansainvälisiä käytäntöjä.

1 Johdanto

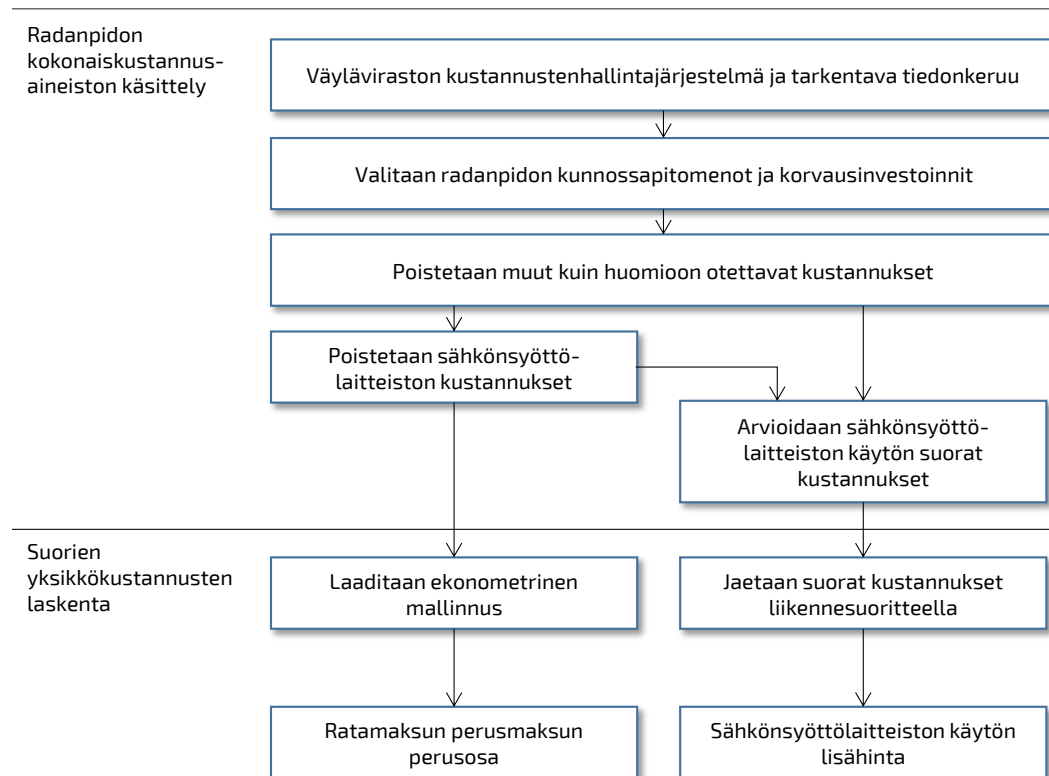
Muistiossa on tuotu esiin rautatiemarkkinadirektiivin 2012/34/EU vaatima ratamaksun perusmaksulaskelma, laskelman määrittämisen lainsäädännölliset ehdot, Väyläviraston vuoden 2027 verkkoselostuksissa käyttämä perusmaksun hintojen laskentamenetelmä, hintojen laskemista varten laadittu aineisto sekä aineistolla tehdyn laskennan tulokset ja niiden arviointi.

Ratamaksulaskelmat on laadittu yhdistämällä kahta lainsäädännön sallimaa menetelmää. Päämenetelmänä on käytetty rajakustannushinnoittelua soveltavaa ekonometrista kustannusmallinnusta, jonka periaatteita Suomessa on käytetty ratamaksun määrittämisessä vuodesta 2003 lähtien. Toisena menetelmänä on käytetty vähennyslaskumenettelyä, jolla on määritelty sähkönsyöttölaitteiston käytön lisähinta.

Ratamaksulaskelmissa on hyödynnetty parhaita kansainvälisiä käytäntöjä, vaikkakin laskelmien yksityiskohdista on toistaiseksi ollut saatavilla vain rajoitetusti tietoa eri maiden verkkoselostuksissa ja niiden liitteissä. Esitettävien laskelmien tarkkuudessa ja dokumentoinnissa on pyritty luomaan kestäviä, kansainvälisen tason ylittäviä käytäntöjä. Laskelmien tueksi on laadittu taustaselvityksiä ja -tutkimuksia.

Väylävirasto ei peri aikataulukaudella 2027 muita ratamaksuja kuin perusmaksua. Perusmaksu sisältää lainsäädännön edellyttämän erittelyn sähkönsyöttölaitteistoa käyttävän ja sitä käyttämättömän liikenteen maksuista.

Ratamaksun perusmaksun määrittely (kuva 1) koostuu kahdesta kokonaisuudesta: radanpidon kokonaiskustannusaineiston käsittelystä ja suorien yksikkökustannusten laskennasta. Radanpidon kokonaiskustannuksista on erotettu kunnossapitomenot ja korvausinvestoinnit perusmaksun perusosaa sekä sähkönsyöttölaitteiston käytön lisähintaa varten. Tämä jälkeen on poistettu muut kuin huomioon otettavat kustannukset. Kaikelta liikenteeltä perittävä perusmaksun perusosa muodostuu ekonometrisen mallinnuksen tuloksena sekä sähkönsyöttölaitteiston käytön lisähinta vähennyslaskumenettelyllä. Kustannusaineiston käsittelyä ja mallinnusta käsitellään tarkemmin luvussa 4.



Kuva 1. Ratamaksun perusmaksun määrittely.

2 Lainsäädännön huomioiminen ratamaksussa

Ratamaksun perusmaksulla hinnoitellaan rataverkon vähimmäiskäyttömahdollisuuksia. Hinnoittelua koskevat säännökset esitetään Euroopan yhteisön rautatiemarkkinadirektiivissä 2012/34/EU, Suomen raideliikennelaissa 1302/2018 ja Euroopan komission täytäntöönpanoasetuksessa 2015/909. Lainsäädännössä otetaan erityisesti kantaa siihen, mihin kustannuksiin vähimmäiskäyttöpalvelujen hinnoittelun ja Väyläviraston perimän ratamaksun perusmaksun tulee perustua.

2.1 Rautatiemarkkinadirektiivi ja Suomen raideliikennelaki

Raideliikennelain (1302/2018) 132 § toteaa direktiivin mukaisesti ratamaksun soveltamisalasta:

Rataverkon haltijan on tarjottava 139 §:ssä tarkoitetun ratamaksun vastikkeena rautatieliikenteen harjoittajille tasapuolisin ja syrjimättömin ehdoin rautatiemarkkinadirektiivin liitteen II 1 kohdassa tarkoitettuja rataverkon vähimmäiskäyttömahdollisuuksiin sisältyviä palveluja. Ratamaksun vastikkeena rataverkon haltijan on lisäksi turvattava radan käyttöoikeus 133 §:ssä tarkoitettuihin palvelupaikkoihin pääsemiseksi.

Raideliikennelain 139 § esittää rautatiemarkkinadirektiivin (2012/34/EU) mukaisesti perusmaksun hinnoittelun pääsäännön:

Edellä 132 §:n 1 momentissa tarkoitetuilta vähimmäiskäyttömahdollisuuksiin sisältyviltä palveluilta perittävän ratamaksun perusmaksun on perustuttava suoraan rautatieliikenteen harjoittamisesta aiheutuviin kustannuksiin.

Suoraan rautatieliikenteen harjoittamisesta aiheutuvat kustannukset määritetään 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 Väyläviraston perusmaksun määrittelyyn on arvioitu seuraavasti:

- Kohdassa a) on kyse määrältään suhteellisen vähäisestä hallinnollisesta virkatyöstä, jota ei ole sisällytetty perusmaksun määrittelyyn.
- Kohdan b) sisältöä ei ole tunnistettu radanpidon toimenpiteeksi.
- Kohtiin c) ja e) sisältyviä palveluja tarkastellaan perusmaksun määrittelyssä.¹
- Kohtaan d) sisältyvät palvelut eivät toistaiseksi sisälly perusmaksun määrittelyyn, mutta ne ovat toimintoja, joiden kustannuksia voitaisiin hinnoitella vähimmäiskäyttöpalveluina.
- Kohta f) ei ole radanpidon toimenpide Suomen rataverkolla.

2.2 Täytäntöönpanoasetus

Perusmaksun määrittelyssä on otettava huomioon EU-tasolla annetut direktiiviä täydentävät säännökset. *Euroopan komission täytäntöönpanoasetus 2015/909 rautatieliikenteen harjoittamisesta suoraan aiheutuvien kustannusten yksityiskohtaisista laskentasäännöistä* vahvistaa, mitä kustannuksia sisältyy junaliikenteen harjoittamisesta suoraan aiheutuvien kustannusten tarkasteluun (artikla 3) ja mitä kustannuksia siihen ei saa sisältyä (artikla 4). Asetuksessa kiinnitetään erikseen huomiota siihen, että sellaiselta liikenteeltä, joka ei käytä sähkönsyöttölaitteistoa, ei saa periä sähkövetoisen liikenteen aiheuttamia erityisiä kustannuksia (artikla 4, kohta 1k). Säännöt on otettu huomioon radanpidon kustannusten erittelemisessä perusmaksun laskemista varten ja edelleen erillisen hinnan määrittämiseksi kaikelta liikenteeltä perittävälle perusmaksulle ja sähkösyöttölaitteiston käytön lisähinnalle.

Artiklan 3 oleelliset kohdat ovat:

Koko verkon laajuiset suorat kustannukset

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.

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:

- *sellaisen henkilöstön kustannukset, jota tarvitaan tietyn rataosuuden pitämiseen saatavilla, jos jokin toiminnanharjoittaja pyytää saada harjoittaa erityistä rautatieliikennettä kyseisen rataosuuden tavanomaisten liikennöinti-aikojen ulkopuolella;*

¹ Sähköenergian siirtopalvelu hinnoitellaan erikseen verkkoselostuksessa kuvatulla tavalla.

- *rautatiepalvelujen vuoksi kulumiselle altistuvien vaihteiden, mukaan lukien yksinkertaiset vaihteet, risteysvaihteet ja raideristeykset, kustannusosuus;*
- *ajolangan tai virtakiskon taikka molempien ja kannattavien ratajohtolaitteiden uusimisen tai kunnossapidon kustannusosuus, joka aiheutuu suoraan rautatieliikenteen harjoittamisesta; sellaisen henkilöstön kustannukset, jota tarvitaan junareittien jakamiseen ja aikataulun laatimiseen, jos ne ovat aiheutuneet suoraan rautatieliikenteen harjoittamisesta.*

Momentissa 1 esitetyt kustannukset sisältyvät Väylävirastossa niiden toimien kustannuksiin, jotka tehdään rataverkon jatkuvan liikennöitävyyden ylläpitämiseksi (kunnossapito) ja liikenteestä aiheutuneen infrastruktuurin kulumisen korjaamiseksi ja uusimiseksi (korvausinvestoinnit). Näiden kustannusten koostamisessa otetaan huomioon artikkelissa 4 esitetyt tarkennukset tarkastelusta pois suljettavista kustannuksista.

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 järjestel-
mistä;*
 - n. poistot, jotka eivät määräydy rautatieliikenteen harjoittamisesta aiheutuvan, rataverkon tosiasiallisen kul-
lumen perusteella;*
 - o. rakennusteknisen infrastruktuurin kunnossapitoon ja
uusimiseen liittyvä kustannusosuus, joka ei aiheudu
suoraan rautatieliikenteen harjoittamisesta.*
- 2. Jos rataverkon haltija saa erityisiä infrastruktuuri-investoin-
teja varten rahoitusta, jota se ei ole velvollinen maksamaan ta-
kaisin, ja jos tällaiset investoinnit otetaan huomioon suoria
kustannuksia laskettaessa, investoinnit eivät saa nostaa mak-
sua, sanotun kuitenkaan rajoittamatta direktiivin 2012/34/EU
32 artiklan soveltamista.*
- 3. Kustannukset, joita tämän artiklan nojalla ei saa ottaa huomi-
oon laskennassa, on määritettävä tai arvioitava 3 artiklan 5
kohdassa tarkoitetun viitekauden perusteella.*

Väylävirasto noudattaa muiden kuin huomioon otettavien kustannusten käsitte-
lyssä alaluvussa 4.1 esiteltyä toimintatapaa, jolla voidaan varmistaa, ettei rata-
maksuun sisällytetä ei-huomioitavia kustannuseriä.

3 Perusmaksun määrittelyn menetelmä ja lähtötiedot

3.1 Yleiskuvaus

Perusmaksun hintojen laskemiseksi on laadittu aineisto, joka kuvaa Väyläviraston rataverkkoa, rataverkon liikennöintiä ja radanpitoa seuraavin tiedoin:

- rataverkon ominaisuudet rataosittain eriteltynä;
- vuosittaiset liikennesuoritteet rataosittain eriteltynä;
- rataosille vuosittain kohdentuneet radanpidon kustannukset (kunnossapito ja korvausinvestoinnit) niiden tarkasteluun liittyvät lainsäädännölliset rajaukset huomioon ottaen.

Perusmaksun hintojen määrittäminen perustuu pääsääntöisesti Euroopan komission täytäntöönpanoasetuksen (2015/909) 6 artiklassa kuvattuun *ekonometriseen kustannusmallinnukseen* (liitteen kohta 4.2.1) ja sähkönsyöttölaitteiston käytön lisähinnan osalta täytäntöönpanoasetuksen 3 artiklassa kuvattuun vähennyslaskumenettelyyn. Aineiston ekonometrisella mallinnuksella on tarkasteltu rataosittaisten kustannusten suhdetta rataosien infrastruktuurin määrään ja liikennesuoritteisiin. Ekonometrinen mallinnus on tehty kustannuksille, jotka eivät sisällä sähkönsyöttölaitteiston käytön aiheuttamia radanpidon kustannuksia. Tuloksena on saatu junaliikennesuoritteen aiheuttamat kustannukset, ns. perusmaksun perusosa (senttiä bruttotonnikilometriä kohden).

Sähkönsyöttölaitteiston käytöistä peritään erikseen lisähinta, joka lisätään perusmaksun perusosaan. Sähkönsyöttölaitteiston käytön lisähinta peritään kaikelta sähkövetoiselta kalustolta (senttiä bruttotonnikilometriä kohden). Lisähinta on määritetty täytäntöönpanoasetuksen artiklan 3 mukaisella laskentamenetelmällä (liitteen kohta 4.2.2), jossa koko rataverkon laajuisista sähköradanpidon erilliskustannuksista on asiantuntija-arviona erotettu suoraan liikenteestä aiheutuvat kustannukset ja jaettu ne sähkönsyöttölaitteistoa käyttävien junien liikennesuoritteella.

3.2 Rataverkon ominaisuustiedot ja tarkastelun kattavuus

Laskenta-aineisto sisältää seuraavat rataverkon ominaisuustiedot:

- rataverkon jako rataosiin;
- rataosan linjapituus;
- rataosan raidepituus;
- rataosan moniraiteisuus;
- sähköistys.

Ominaisuustiedot on koottu 70 rataosan erittelytarkkuudella verkkoselostuksesta ja ratatietojärjestelmästä. Laskenta-aineisto kattaa Väyläviraston liikennöidyn rataverkon laajuuden pois lukien ratapihat ja eräät lyhyet pistoradat. Rataverkon liikennöity ratapituus vuonna 2024 oli 5 614 kilometriä, josta laskenta-aineisto kattaa 5 559 ratakilometriä.

3.3 Liikennesuoritetiedot

Aineisto sisältää vuotuiset tilastoidut liikennesuoritetiedot rataosittain bruttona (junakaluston ja lastin yhteispaino). Liikennesuoritetiedot vuosilta 2013–14 ovat peräisin VR:n liikennetietojärjestelmästä ja vuosilta 2015–24 rata-verkonhaltijan liikennetietojärjestelmästä.

3.4 Kustannustiedot

Perusmaksun määrittelyä varten radanpidon kokonaiskustannukset perusosan ja sähkönsyöttölaitteiston käytön lisähinnan osalta on kerätty Väyläviraston kustannustenhallintajärjestelmästä vuosilta 2013–24. Radanpidon kokonaiskustannukset on luokiteltu kustannuslajeittain (ks. kohta 4.1.1), niistä on tunnistettu vähimmäiskäyttöpalveluiden kustannukset ja kustannuksista on poistettu artiklan 4 mukaiset muut kuin huomioon otettavat erät (ks. kohta 4.1.2). Perusmaksun perusosan määrittämistä varten jäljellejääneestä aineistosta on tunnistettu ratalinjojen kunnossapitomenot ja korvausinvestoinnit, jotka muodostavat ekonometrisen mallinnuksen lähtöaineiston. Mallinnuksen tuloksena saadaan suoraan liikenteestä aiheutuvat yksikkökustannukset.

Perusmaksun perusosan aineisto sisältää seuraavat rataosille vuosittain kohdistuneet kunnossapidon kustannukset:

- päällysrakenteen kunnossapito;
- vaihteiden ja vaihteenlämmityksen kunnossapito;
- radan varusteiden ja laitteiden kunnossapito;
- siltojen kunnossapito;
- alus- ja pohjarakenteen sekä rautatiealueiden kunnossapito;
- junaliikenteen ohjaus- ja turvalaitejärjestelmien kunnossapito;
- kunnossapidon materiaalit; mm. kiskot, pölkyt ja sepeli sekä varusteisiin ja laitteisiin liittyvät materiaalit.

Perusmaksun perusosan aineisto sisältää seuraavat rataosille vuosittain kohdistuneet korvausinvestointikustannukset:

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

Sähkönsyöttölaitteiston käyttöön perustuvaa perusmaksun lisähinnan määrittämistä varten aineistosta on tunnistettu sähköradanpidon kustannukset ja asiantuntijamenettelyllä tunnistettu suoraan liikenteestä aiheutuvat infrastruktuurikustannusosuudet. Kustannukset on jaettu sähkönsyöttölaitteistoa käyttävällä liikennesuoritteella, jolloin on saatu sähkönsyöttölaitteistoa käyttävän liikenteen lisähinta.

Sähkönsyöttölaitteistoon liittyvät kustannukset on ryhmitelty seuraaviin kategorioihin ja alikategorioihin:

- siltojen sähkötekniikka kunnossapito;
- sähköratajärjestelmien kunnossapito; uusinnat, tarkastukset ja sähköasemat;
- radan vahvavirtalaitteiden kunnossapito; 110 kV:n järjestelmät, valaistus, lämmitysasemat ja muuntajat;
- radan muiden erikoisjärjestelmien kunnossapito;
- erikseen tilattavat sähkökunnossapidon työt; ajolankojen vaihdot, ripustimien vaihdot, erotusjaksojen vaihdot, ryhmityseristimien vaihdot, kannattimien vaihdot, erottimien ja niiden ohjaimien vaihdot, katkaisijoiden vaihdot syöttöasemille ja erottimien vaihdot syöttöasemille, ratajohdon perushuolto;
- materiaalit: ajolangat, ripustinmateriaalit, erotusjaksot, ryhmityseristimet, katkaisijat, kannattimet, erottimet ja ohjaimet.

Sähkönsyöttölaitteiston käytön kustannusten määrittämiseksi on jokaiselle näistä kategorioista määritelty kustannusten ja liikenteen välinen riippuvuus asiantuntija-arvioina. Arviot esitetään riippuvuutena 0–100 %. Riippuvuuksista on tehty riippumaton asiantuntijahaastatteluihin perustuva selvitys, joka on julkaistu Väyläviraston julkaisusarjassa.²

² [Junaliikenteen aiheuttamat sähkönsyöttölaitteiston käytön kustannukset](#). Väyläviraston julkaisu 59/2020.

4 Laskelmat ja perusmaksut

4.1 Väyläviraston radanpidon kustannukset

Ratamaksulaskelmassa hyväksyttävien, liikenteestä suoraan aiheutuvien kustannusten todentamiseksi on laadittu kooste ja jaottelu radanpidon kokonaiskustannuksista. Tässä alaluvussa on esitetty, kuinka radanpidon kokonaiskustannuksista on saatu vähimmäiskäyttöpalveluiden kustannukset ja edelleen ekonometrisessa kustannusmallinnuksessa käytettävät kustannukset vähentämällä vähimmäiskäyttöpalveluiden kustannuksista (kohta 4.1.1) muut kuin huomioon otettavat kustannukset (kohta 4.1.2).

Väyläviraston radanpidon kustannukset on kirjattu Väyläviraston Sampo-kustannustenhallintajärjestelmään, joka pohjautuu valtiokonsernin Kieku-toiminnanohjausjärjestelmään. Radanpidon kustannukset on koottu Sampo-kustannustenhallintajärjestelmästä seuraaville valtion talousarviokirjanpidon tileille:

- 3110202 Radanpito
- 3110205 Liikenteenohjauksen palvelumaksu
- 311077xxxx Väyläverkon kehittäminen (joista on valittu rataverkon kehittämisinvestoinnit).

Väyläviraston radanpidon kokonaiskustannukset on esitetty vuosittain (2013–2024) ja kustannuskategorioittain liitteen 1 taulukossa 1 (18 kategoriaa) ja grafiikkamuodossa liitteen kuvassa 1. Kustannusten luokittelu perustuu kustannustenhallintajärjestelmän tarkimmalla eli maksuerätasolla tehtyyn tarkasteluun.

4.1.1 Vähimmäiskäyttöpalveluiden kustannukset

Ratamaksun perusmaksulaskelmaa varten Väyläviraston radanpidon ja vähimmäiskäyttöpalveluiden (MAP³) kustannukset on eritelty. Ainoastaan vähimmäiskäyttöpalveluiden (MAP) kustannukset on huomioitu ratamaksun perusmaksulaskelmassa.

Vähimmäiskäyttöpalveluiden kustannukset:

- **Korvausinvestointeihin (MAP)** on otettu mukaan kustannukset, jotka ovat aiheutuneet ratalinjojen, turvalaitteiden ja laitureiden uusimisesta aiempaa vastaavalle tasolle. Korvausinvestoinnit (ei MAP) sisältää muut korvausinvestoinnit.
- **Kunnossapitokustannuksiin (MAP)** on otettu mukaan kustannukset, jotka ovat aiheutuneet ratalinjojen, turvalaitteiden ja laitureiden kunnossapidosta sekä ratalinjojen kunnossapidon erillistilauksista (YPI ja RHET). Kunnossapitokustannukset (ei MAP) sisältää muut kunnossapitokustannukset.
- **Sähkönsyöttölaitteiston kustannuksiin (MAP)** on otettu mukaan kustannukset, jotka ovat aiheutuneet sähkönsyöttölaitteiston korvausinvestoinneista sekä sähkönsyöttölaitteiston, ajo- ja kannatinlankojen

³ Vähimmäiskäyttöpalveluista käytetään englanninkielistä lyhennettä MAP, Minimum Access Package.

sekä sähkönsyöttölaitteistoa sisältävän rataosuuden vaihteiden ja valvontalaitteiden kunnossapidosta sekä sähköhäiriöiden suodatuslaitteistojen käytön kustannuksista. Sähkönsyöttölaitteiston kustannukset (ei MAP) sisältää muut sähkönsyöttölaitteiston kustannukset.

- **Junaliikenteen ohjauksen kustannukset (MAP / ei MAP)** ovat liikenteenohjauksen, liikenteenohjauskeskusten ja valvomoiden, kapasiteetin hallinnan sekä järjestelmäylläpidon kustannuksia. Vähimmäiskäyttöpalveluiden kustannusten lisäksi junaliikenteen ohjauksen kustannuksissa on muita kustannuksia, kuten järjestelmäkehitystä ja koulutusta. Junaliikenteen ohjauksen kustannuksia ei ole sisällytetty ratamaksun määrittämiseen.

Vuosien 2013–24 ajanjaksolta on MAP-kustannuksia keskimäärin 286 milj. euroa vuodessa ja sähkösyöttölaitteiston kustannukset pois lukien 266 milj. euroa vuodessa. Näistä on kohdennettavissa rataosille keskimäärin 206 milj. euroa. Yksityiskohtainen kustannuserittely on liitteen 1 taulukossa 2.

4.1.2 Muut kuin huomioon otettavat kustannukset

Tässä kohdassa on esitetty, kuinka radanpidon kokonaiskustannuksista on erotettu muut kuin huomioon otettavat kustannukset (täytäntöönpanoasetuksen artikla 4).

Radanpidon kustannusaineisto ei sisällä lainkaan seuraavia artiklan 4 mukaisia kustannuksia:

Taulukko 1. Artiklan 4 kohdassa 1 määritellyt kustannukset, jotka eivät sisälly Väyläviraston radanpidon kustannuksiin.

Artiklassa 4 määritellyt kustannukset	Selitys
d) Koko verkkoa koskevat yleiskustannukset, mukaan lukien palkka- ja eläkekulut.	Koko verkkoa koskevat yleiskustannukset kate- taan Väyläviraston toimintamenoista ja ne eivät sisälly tarkasteltavaan radanpidon kokonais- kustannusaineistoon.
e) Rahoituskustannukset.	Väyläviraston kirjanpidossa ei oteta huomioon valtion määrärahojen rahoituskustannuksia. Väylävirasto ei itse hanki radanpidon rahoitusta muutoin kuin ratamaksulla, johon ei liity rahoi- tuskustannuksia.
f) Kustannukset, jotka liittyvät tekniikan edistykseen tai vanhentumiseen.	Kustannusaineisto ei sisällä tekniikan edistymi- seen tai vanhenemiseen liittyviä kustannuksia. Näillä kustannuksilla tarkoitetaan alaskirjauk- sia, joita voidaan joutua tekemään, kun omai- suutta, jolla on vielä kirjanpidollista pitoaikaa jäljellä, vaihdetaan uuteen.
l) Kustannukset, jotka liittyvät direktiivin 2012/34/EU liitteessä II olevan 1 kohdan f alakohdassa mainittujen tietojen toimitta- miseen, paitsi jos ne aiheutuvat rautatieli- kenteen harjoittamisesta.	Tietojen toimittamiseen liittyviä kustannukset katetaan Väyläviraston toimintamenoista ja ne eivät sisälly tarkasteltavaan radanpidon koko- naiskustannusaineistoon.
m) Hallintokustannukset, jotka aiheutuvat direktiivin 2012/34/EU 31 artiklan 5 koh- dassa ja 32 artiklan 4 kohdassa tarkoite- tuista eriytettyjen maksujen järjestelmistä.	Ratamaksujärjestelmässä ei ole käytössä ase- tuksessa mainittuja kustannusvaikutusmek- anismeja, joten tällaisia hallinnollisia kustannuk- sia ei sisälly tarkasteltavaan radanpidon koko- naiskustannusaineistoon
n) Poistot, jotka eivät määräydy rautatieli- kenteen harjoittamisesta aiheutuvan, rata- verkon tosiasiallisen kulumisen perusteella.	Väylävirasto on budjettirahoitteinen virasto, jo- ten se ei tee kirjanpidollisia poistoja. Väylävi- rasto julkaisee vuosittain tilinpäätöksen, jossa poistojen suuruus arvioidaan liikekirjanpidon menetelmin.

Radanpidon kustannusaineisto sisältää täytäntöönpanoasetuksen artiklan 4 mukaisia ei-huomioitavia kustannuksia seuraavasti (viittaukset taulukon 1 kate-
gorioihin lihavoituina ja kursivoituina).

Taulukko 2. Artiklan 4 kohdassa 1 määritellyt kustannukset, jotka sisältyvät osin tai kokonaan Väyläviraston radanpidon kustannuksiin.

Artiklassa 4 määritellyt kustannukset	Selitys
a) Tietyn rataosuuden tarjontaan liittyvät kiinteät kustannukset, joista rataverkon haltijan on vastattava myös silloin, kun rautatieliikennettä ei ole.	Kunnossapitokustannukset (MAP) ja Korvausinvestoinnit (MAP) sisältävät ratalinjojen vähimmäiskäyttöpalveluiden kustannukset, joihin kuuluu kiinteitä ja muuttuvia kustannuksia. Rataosuuteen liittyvät kiinteät kustannukset eivät riipu junaliikenteestä ja rajatuvat pois ratamaksusta ekonometrisessä mallinnuksessa.
b) Kustannukset, jotka eivät liity rataverkon haltijan suorittamiin maksuihin. Kustannukset tai kustannuspaikat, jotka eivät liity suoraan vähimmäiskäyttömahdollisuuksien tai palvelupaikkoja yhdistävän infrastruktuurin käyttöoikeuksien tarjontaan.	Kustannusmateriaali sisältää ainoastaan Väyläviraston suorittamia maksuja. Korvausinvestoinnit (ei MAP) , Kunnossapitokustannukset (ei MAP) ja Sähkösyöttölaitteiston kustannukset (ei MAP) sisältävät mm. ratapihojen kustannuksia, ja ne ovat rajattu pois ratamaksulaskelman kustannuksista.
c) Kustannukset, jotka aiheutuvat maan ja muun kiinteän omaisuuden hankinnasta, mynnistä, purkamisesta, puhdistuksesta, uudelleenistutuksista tai vuokraamisesta.	Luetellut kustannuserät eivät pääsääntöisesti sisälly radanpidon kustannuksiin. Yksittäiset, sisältyvät kustannuserät on poistettu kustannusaineistoista.
g) Aineettoman omaisuuden kustannukset.	Ohjelmistolisenssejä sisältävä Tietojärjestelmät on rajattu pois ratamaksulaskelman kustannuksista. Väylävirastolla ei ole muuta radanpitoon liittyvää aineetonta omaisuutta.
h) Radanvarren anturien, radanvarren viestintälaitteiden ja merkinantolaitteiston kustannukset, jotka eivät aiheudu suoraan rautatieliikenteen harjoittamisesta.	Kustannukset sisältyvät kategorioihin Korvausinvestoinnit (MAP) ja Kunnossapitoinvestoinnit (MAP) . Ne kustannukset, jotka eivät aiheudu suoraan rautatieliikenteen harjoittamisesta, poistuvat ekonometrisessä mallinnuksessa.
i) Informaatiolaitteiden, muiden kuin radanvarren viestintälaitteiden tai televiestintälaitteiston kustannukset.	Kustannukset sisältyvät kategorioihin Korvausinvestoinnit (MAP) ja Kunnossapitoinvestoinnit (MAP) . Ne kustannukset, jotka eivät aiheudu suoraan rautatieliikenteen harjoittamisesta, poistuvat ekonometrisessä mallinnuksessa.
j) Yksittäiseen ylivoimaiseen esteeseen, onnettomuuteen ja palveluhäiriöön liittyvät kustannukset, sanotun kuitenkin rajoittamatta direktiivin 2012/34/EU 35 artiklan soveltamista.	Raivaus- ja pelastuspalvelu sekä Pilaantuneet maat ja ympäristönhallinta , jotka sisältävät vauriokustannukset, on rajattu pois ratamaksulaskelman kustannuksista.
k) Sähkösyöttölaitteiston kustannukset, jotka eivät aiheudu suoraan rautatieliikenteen harjoittamisesta. Sellaisen rautatieliikenteen suoriin kustannuksiin, jossa ei käytetä sähkösyöttölaitteistoa, ei saa sisältyä sähkösyöttölaitteiston käyttökustannuksia.	Sähkösyöttölaitteiston kustannukset on jaettu kahteen kategoriaan (Sähkösyöttölaitteiston kustannukset (MAP) ja Sähkösyöttölaitteiston kustannukset (ei MAP)), jotka molemmat on rajattu pois perusmaksun perusosan laskelmasta. Suoraan rautatieliikenteen harjoittamisesta aiheutuvat sähköradanpidon kustannukset arvioidaan asiantuntijapohjaisesti yksityiskohtaisen kustannuserittelyn pohjalta ja kohdennetaan sähkösyöttölaitteistoa käyttävään liikenteeseen.
o) Rakennusteknisen infrastruktuurin kunnossapitoon ja uusimiseen liittyvä kustannusosuus, joka ei aiheudu suoraan rautatieliikenteen harjoittamisesta.	Kunnossapitokustannukset (ei MAP) on rajattu pois ratamaksulaskelman kustannuksista.

Täytäntöönpanoasetuksen artiklan 4 kohdan 2 tulkitaan koskevan esimerkiksi Väyläviraston hankkeita, joita rahoitetaan TEN-T-tuilla. Nämä ovat **kehittämisinvestointeja**, jotka on rajattu perusmaksulaskelmien ulkopuolelle.

Artiklassa 4 määriteltyjen muiden kuin huomioon otettavien kustannusten lisäksi ratamaksulaskelmassa jätetään kokonaan huomioimatta kustannuskategorioista lisäksi **Tietoliikenne, Isännöinti, Kiinteistöhallinta, Oppimiskeskus, Selvitykset ja t&k** ja **Hallinnolliset kustannukset**. Lisäksi **Sähköenergian siirto-palvelu** on kustannus, jota ei sisällytetä ratamaksulaskentaan.

4.2 Perusmaksun määrittäminen

Vuoden 2027 ratamaksun perusmaksun laskentaan sisältyvät seuraavat kohdan 4.1.1 vähimmäiskäyttöpalveluiden kustannukset, joista on vähennetty kohdassa 4.1.2 mainitut muut kuin huomioon otettavat kustannukset:

- Korvausinvestoinnit (MAP), jotka koostuvat valtion talousarviokirjanpidon tilin 3110202 Radanpito ratalinjojen taseeseen aktivoituista, rataosille kohdistetuista kustannuksista.
- Kunnossapitokustannusten (MAP) se osa, joka voidaan kohdistaa rataosille joko suoraan tai rataverkon kunnossapidon isännöitsijöille suunnatun kyselyn perusteella.
- Sähkönsyöttölaitteiston kustannukset (MAP), jotka voidaan kohdistaa kohdassa 3.4 mainittuihin kustannuskategorioihin.

Korvausinvestoinnit ja kunnossapitokustannukset käsitellään ekonometrisella mallinnuksella (täytäntöönpanoasetuksen artikla 6) ja sähkönsyöttölaitteiston käytön kustannukset vähennyslaskumenettelyllä (artikla 3).

Ratamaksulaskelmassa jätetään vuonna 2027 huomioimatta **Junaliikenteen ohjauksen kustannukset (MAP)**, koska niiden riippuvuutta junaliikenteestä ei ole vielä arvioitu sekä tiettyjä yksittäisiä MAP-kustannuksia, joita ei voida kohdentaa rataosille.

Ekonometrinen mallinnus huomioi tarkasteltavien kustannusten ja liikennemäärien välisen riippuvuuden niin, etteivät liikenteestä riippumattomat tai kiinteät kustannukset vaikuta perusmaksun hintoihin. Näin käsitellään artiklan 4 muiden kuin huomioonotettavat kustannusten kohdat a, h ja i.

Ekonometrinen mallinnus edellyttää, että korvausinvestoinnit ja kunnossapitokustannukset ovat kohdennettu rataosille. Kohdentamisen perustana on käytetty niitä kustannustenhallintajärjestelmän maksuerätason kirjauksia, joissa riikohtaisesti on kirjattu rataosa. Esimerkki kirjauksesta:

Valtion talousarviokirjanpidon tili: 3110202 Radanpito, TA1
Hanke: RTHH-49 RO 1105 Huopalahti-Vantaankoski peruskorjaus, H
Projekti: RTPP-49 RO 1105 HUOPALAHTI-VANTAANKOSKI, P
Toimenpide: PR00011594 RO 1105 Hpl-Vks päällysrakenne- ja sillankorjaustyöt, TP, v
Maksuerä: L00000KOL IR132183A13 RO 1105 Louhelan asemassan maatukien ja holvien korjaus, M, v
Rataosa: RO 1105
Vuosi: 2013
Kategoria: Korvausinvestoinnit (MAP)
Tarkempi kategoria: Korvausinvestoinnit ratalinjat

Vuoden 2027 ratamaksun perusosan määrittämisessä jatkettiin vuonna 2024 aloitettua tilirataosalaskentaa, jossa sekä kustannusaineistojen että liikennesuoritetietojen rataosajaot vastaavat täysin toisiaan. Tämä muutos on poistanut tarpeen kohdentaa kustannustietoja liikennesuoritetietojen rataosille. Ne kustannukset, joiden liikennesuoriterataosaa ei tunneta, jätetään laskelman ulkopuolelle. Kustannusaineistojen kohdentumista rataosille on tarkennettu erityisesti korvausinvestointien osalta mm. hyödyntämällä käyttöomaisuuskirjanpidon tarkkoja paikkakirjauksia.

Vaihteenlämmityksen kustannukset muodostuvat vaihteenlämmitysenergian kustannuksista, jotka kohdennetaan rataosille lämmitettävien vaihteiden lukumäärän mukaan.

4.2.1 Perusmaksun perusosa

Väylävirasto on laatinut perusmaksun perusosan määrittelyä varten mallinnuksen edellä kuvatuilla aineistoilla, jotka on koottu vuosilta 2013–24. Mallinnuksessa on määritetty kustannusfunktio lineaarisella regressioanalyysillä, jossa selitettävänä tekijänä ovat kustannukset (kunnossapito ja korvausinvestoinnit rataosittain) ja selittäviä muuttujia ovat liikennesuorite (bruttotonnit rataosittain) ja raidekilometrit (rataosittain).

Aineisto on koottu laskemalla yhteen kustannukset (taulukossa 2 ja liitteessä 2 esitetyllä tavalla) ja liikennesuoritteet 12 vuoden ajalta (2013–24). Yhdistämällä useiden vuosien aineistot yksittäisten korvausinvestointien vaikutukset jakaantuvat tasaisesti tarkastelujakson ajalle. Laskentamenetelmän valinnassa on hyödynnetty Väyläviraston aiheesta teettämää opinnäytetyötä.⁴

Kustannusfunktiona käytetty funktio on:

$$\ln C_i = \alpha + \beta_{rd_km} \ln rd_km_i + \beta_{brt} \ln brt_i + \epsilon_i, \text{ missä}$$

C_i on radanpidon kustannukset rataosalla i

α , β_{rd_km} ja β_{brt} ovat mallin estimoitavat kertoimet

rd_km_i on rataosuuden i raidekilometrien määrä (rataosan pituus $\times$ rataosan raiteiden lukumäärä)

brt_i rataosuuden i liikennesuoritteiden määrä bruttotonneina

ϵ_i rataosan i kustannusten virhetermi, joka on ekonometrisen mallinnuksen ja todellisen kustannuksen erotus.

Laskelmassa raidepituus (raidekilometrien määrä) on rataosien pituus kerrottuna raiteiden lukumäärällä kullakin rataosalla. Liikenteen määrä rataosalla on tarkasteluajanjaksolla kuljetettu liikennesuoritteiden bruttotonnimäärä, joka sisältää junan kokonaispainon ml. lasti.

Aineistosta on estimoitu liikenteen rajakustannus muodostamalla kustannusfunktio, joka tarkastelee rataosittaisten liikennesuoritteiden (bruttotonnien) ja raidepituuksien suhdetta tarkasteltaviin kustannuksiin kaikilla rataosilla. Tarkasteluun ei ole sisällytetty vaihteenlämmityksen lisäksi muita sähkönsyöttölaitteistoon liittyviä kustannuksia.

⁴ [Rautatieinfrastruktuurin käytön rajakustannusten ekonometrisen mallinnuksen tarkastelu](#). Väylävirasto. Opinnäytetyö 8/2020.

Mallin estimointi on tehty R-laskentaohjelmistolla. Estimoidun mallin kertoimet (kustannusfunktio) ja selityssaste ovat⁵:

- Havaintojen määrä $N = 70$
- Selityssaste $R^2 = 0,6460$
- Mallin kertoimet:
 - Vakiokerroin $\alpha = 9,8019$
 - Liikennesuorite $\beta_{brt} = 0,2827$
 - Raidepituus $\beta_{rd_km} = 0,5574$
- Mallin keskivirhe = 0,6496.

Liitteessä 3 esitetään kustannusfunktion estimoinnin tulokset tunnuslukuineen ja mallinnuksille tehtyt tilastolliset testit.

Rajakustannus (ts. suoraan yksittäisestä junaliikennesuoritteesta aiheutuva kustannus) on laskettu osittaisderivoimalla kustannusfunktio liikennesuoritteen suhteen, jolloin tuloksena on saatu rajakustannusfunktio, joka ilmaisee, kuinka paljon tarkastellut radanpidon kustannukset muuttuvat yhden lisäjunaliikennesuoritteen (bruttotonnikilometri, brtkm) seurauksena.

Rajakustannus (MC) esitetään seuraavasti⁶:

$$MC_i = \beta_{brt} \frac{e^{\alpha + \beta_{rd_km} \ln rd_km_i + \beta_{brt} \ln brt_i + \frac{\sigma^2}{2}}}{brt_i \cdot rt_km_i}, \text{ missä}$$

rt_km_i on rataosuuden i pituus ja σ^2 on mallin virhetermin varianssin estimaatti.

Rajakustannus on estimoitu erikseen jokaiselle aineiston sisältämälle rataosalle. Eri rataosien huomattavasti vaihtelevien raidepituuksien, liikennesuoritemäärien ja kustannusten vuoksi myös yksittäisten rataosien rajakustannukset vaihtelevat merkittävästi.

Perusmaksun hinnoittelua varten määritettävä rajakustannus (MC) on laskettu painottamalla rataosakohtaisia rajakustannuksia rataosien liikennesuoritteen määrällä seuraavasti:

$$MC = \frac{\sum brtkm_i MC_i}{\sum brtkm_i}$$

Ekonometrisen mallinnuksen avulla määritetty rajakustannus, eli kaikelta juna-suoritteelta perittävä perusmaksun perusosa on vuoden 2024 kustannusindeksillä tarkistettuna 0,2054 snt/brtkm.

Mallinnuksen perusteella ratamaksulaskennassa huomioonotettavien kustannusten riippuvuus liikennesuoritteesta on 28,3 %. Toisin sanoen liikennemäärän kasvaessa 1 %:n, radanpidon kustannukset nousevat 0,283 %:lla.

⁵ Mallinnus on tehty pienimmän neliösumman menetelmällä. Liikenneviraston ja Ratahallintokeskuksen aikaisemmissa selvityksissä on tehty vertailuja myös muiden menetelmien toimivuudesta.

⁶ Kaavan johtaminen esim. Munduch, Gerhard & Pfister, Alexander & Sägner, Leopold & Stiassny, Alfred. (2002). *Estimating Marginal Costs for the Austrian Railway System*. Vienna University of Economics, Department of Economics, Department of Economics Working Papers.

Ratamaksun laskenta on suoritettu R-ohjelmointikielellä, ja laskentakoodi on liitteessä 4.

4.2.2 Sähkösyöttölaitteiston käytön lisähinta

Sähkönsyöttölaitteiston käytön lisähinta on määritetty täytäntöönpanoasetuksen artiklan 3 mukaisella menettelyllä, jossa koko rataverkon laajuisista sähköradanpidon erilliskustannuksista on asiantuntija-arvioina erotettu suoraan liikenteestä aiheutuvat infrastruktuurikustannukset ja jaettu ne sähkönsyöttölaitteistoa käyttävän liikenteen liikennesuoritteella. Suorien kustannusten osuus perustuu kymmenen riippumattoman asiantuntijan esittämään näkemykseen komponenttien kulumisen ja junaliikenteen välisistä riippuvuuksista. Laadittu selvitys on julkaistu Väyläviraston julkaisusarjassa.⁷

Seuraavassa on esitetty sähköradanpidon vuosikustannukset keskimäärin vuosina 2014–24 Väyläviraston kustannusseurannan mukaisella luokittelulla ja arvioitu niiden suoraan liikenteestä aiheutuva osuus. Vuoden 2013 sähköradanpidon kustannusaineisto ei ole täysin vertailukelpoinen myöhempien vuosien kanssa, joten se on jätetty laskenta-aineiston ulkopuolelle. Alla esitetyt luvut on indeksikorjattu vuoden 2024 hintatasoon.

Siltojen sähkötekkinen kunnossapito sisältää määräajoin tehtäviä maadoitus- ja tarkastuksia liikenteestä riippumattomasti. Kustannukset vuosina 2014–24 olivat keskimäärin 0,243 M€/v, joista suoraan liikenteen aiheuttamia 0 % eli 0 €/v.

Sähköratajärjestelmän kunnossapito koostuu vuosittaisiin kunnossapitosopimuksiin liittyvistä töistä ja erillistöistä. Kunnossapitosopimukseen liittyvät työt sisältävät turvallisuuden ja käytettävyyden varmistamiseksi tehtäviä tarkistuksia ilman yhteyttä liikennesuoritteeseen (70 %). Suoraan liikenteestä aiheutuvia kustannuksia ovat ryhmyseristimien, erotusjaksojen ja vaihdekujien ajojohtimien kunnossapitokustannukset (30 %), joista 10 % arvioidaan aiheutuvan ennen elinkaaren päättymistä tehtävistä korvausinvestoinneista. Kustannukset vuosina 2014–24 olivat keskimäärin 4,743 M€/v, joista suoraan liikenteen aiheuttamia 27 % eli 1,280 M€/v. Erillistyöt sisältävät kokonaisuudessaan turvallisuuden ja käytettävyyden varmistamiseksi tehtäviä tarkistuksia ja töitä eikä niissä ole liikenteestä riippuvia kustannuksia. Erillistöitä vuosina 2014–24 oli keskimäärin 0,311 M€/v, joista suoraan liikenteen aiheuttamia 0 % eli 0 €/v.

Radan vahvavirtalaitteiden kunnossapito koostuu vuosittaisiin kunnossapitosopimuksiin liittyvistä töistä ja erillistöistä. Kunnossapitosopimukseen liittyvien töiden kustannukset vuosina 2014–24 olivat keskimäärin 2,623 M€/v, eikä niistä kohdistu kustannuksia sähkönsyöttölaitteistoa käyttävän liikenteen perusmaksun lisään. Erillistyöt sisältävät 110 kV:n järjestelmien, valaistuksen ja lämmitysasemien kunnossapitoa. Nämä kunnossapitokustannukset eivät selvityksen perusteella riipu liikenteestä. Erillistöitä vuosina 2014–24 oli keskimäärin 1,308 M€/v.

⁷ [Junaliikenteen aiheuttamat sähkönsyöttölaitteiston käytön kustannukset](#). Väyläviraston julkaisuja 59/2020.

Osaksi radan vahvavirtalaitteiden kunnossapitoa luetaan myös muuntajien ja vaihteenlämmityslaitteistojen kunnossapitoa, jotka sisältävät määrääjain tehtäviä tarkastuksia ja komponenttien vaihtoja. Kustannukset vuosina 2014–24 muuntajien osalta olivat keskimäärin 0,090 M€/v, joista suoraan liikenteen aiheuttamia 50 % eli 0,045 €/v ja vaihteenlämmityslaitteistojen osalta keskimäärin 0,154 M€/v, joista suoraan liikenteen aiheuttamia 35 % eli 0,054 €/v.

Erikseen tilattavat sähkökunnossapidon työt koostuvat vuosittaisiin kunnossapitosopimukseen liittyvistä töistä ja erillistöistä. Erikseen tilattavat sähkökunnossapidon työt ovat ajolankojen vaihdot, ripustimien vaihdot, erotusjaksojen vaihdot, ryhmyseristimien vaihdot, erottimien ja niiden ohjaimien vaihdot, katkaisijoiden vaihdot syöttöasemille ja erottimien vaihdot syöttöasemille, ratajohdon perushuolto ja kannattimet. Näiden kunnossapitokustannusten riippuvuus liikenteestä on esitetty taulukossa 3 asiantuntija-arviona.

Taulukko 3. Erikseen tilattavien sähkökunnossapidon töiden riippuvuus liikenteestä.

Kustannuslaji	Riippuvuus liikenteestä	Syy
Ajolangat	90 %	Suora fyysinen kontakti, kosketusvoima, värähtely
Ripustimet	90 %	Liikenteen aiheuttama ratajohtojärjestelmän värähtely, 10 % aikaistaminen ja tuulen aiheuttama värähtely
Erotusjaksot	85 %	Suora fyysinen kontakti, kosketusvoima, värähtely
Ryhmyseristimet	95 %	Suora fyysinen kontakti, kosketusvoima, värähtely
Erottimet ja niiden ohjaimet	10 %	Kaluston käyttövirta kuluttaa erottimia ja niiden ohjaimia
Katkaisijat ja erottimet syöttöasemilla	20 %	Kaluston käyttövirta kuluttaa katkaisijoita ja erottimia
Ratajohdon perushuolto	0 %	Ei riipu liikenteestä
Kannattimet	5 %	Liikenteen aiheuttama ratajohtojärjestelmän värähtely
Muuntajat	50 %	Kaluston käyttövirta kuluttaa muuntajia

Kunnossapitosopimukseen liittyvien töiden kustannukset vuosina 2014–24 olivat keskimäärin 3,220 M€/v, joista liikenteestä riippuva osuus on 1,223 M€/v. Erillistöitä vuosina 2014–24 oli keskimäärin 2,565 M€/v, joista liikenteestä riippuva osuus on 0,974 M€/v.

Ajo- ja kannatinlankojen vaihdot erotellaan muusta sähkökunnossapidosta Väyläviraston kustannuslaskelmassa. Ajolankojen vaihdon kustannukset vuosina 2014–24 olivat keskimäärin 0,713 M€/v, joista suoraan liikenteen aiheuttamia oli 90 % eli 0,642 M€/v. Kannatinlankojen vaihdon kustannukset olivat keskimäärin 1,618 M€/v, joista suoraan liikenteen aiheuttamia oli 5 % eli 0,081 M€/v.

Materiaalikustannukset jakaantuvat vuosittaisiin kunnossapitosopimukseen liittyviin ja erillistöiden materiaalikustannuksiin. Kunnossapitosopimusten materiaalikustannukset koostuvat samoista komponenteista kuin erikseen tilattavat sähkökunnossapidon työt. Nämä kustannukset vuosina 2014–24 olivat keskimäärin 0,310 M€/v, joista suoraan liikenteen aiheuttamia 38 % eli 0,118 M€/v. Erillistöiden materiaalikustannukset sisältävät lämmitysasemien materiaaleja eivätkä ne riipu liikenteestä. Erillistöiden materiaalikustannukset jakaantuvat

lämmitysasemien materiaalikustannuksiin ja muihin materiaalikustannuksiin. Lämmitysasemien materiaalikustannukset vuosina 2014–24 olivat keskimäärin 0,113 M€/v, joista suoraan liikenteen aiheuttamia 40 % eli 0,045 M€/v ja muita materiaalikustannuksia oli 0,592 M€/v, jotka eivät riipu liikenteestä.

Radan muiden erikoisjärjestelmien kunnossapito ja muut työt ovat tarkistuskustannuksia riippumatta junaliikenteestä. Kustannukset vuosina 2014–24 olivat keskimäärin 0,685 M€/v, joista suoraan liikenteen aiheuttamia 0 % eli 0 €/v.

Kaiken kaikkiaan laskelmaan sisällytetyt sähköradanpidon kustannukset ovat 19,288 M€/v, joista suoraan liikenteestä aiheutuvien osuus on 4,462 M€/v.

Sähkönsyöttölaitteistoa käyttävän liikenteen liikennesuorite vuosina 2015–24 oli keskimäärin 26 787 miljoonaa bruttotonnikilometriä.

Kun suoraan liikenteestä aiheutuvien sähköistetyin radan sähköradanpidon kustannusten summa jaetaan liikennesuoritteella, saadaan sähkönsyöttölaitteiston käytön lisähinnaksi 0,0167 snt/brtkm (vuoden 2024 hintataso). Luku on sähkönsyöttölaitteistoa käyttävän liikenteen lisähinta liikennesuoritetta kohden.

4.3 Perusmaksun yksikköarvot

Väylävirasto käyttää radanpidon kustannusmuutokset huomioon ottavaa indeksimenettelyä perusmaksun hintojen tarkistamiseksi. Maksut on kiinnitetty Tilastokeskuksen maarakennuskustannusindeksiin (2010 = 100) osaindeksiin *ratojen ylläpito* pistelukuun 133,66 (vuoden 2024 vuosikeskiarvo). Väylävirasto käyttää hintojen tarkistamiseen koko vuodelle ilmoitettuja indeksin keskimuutoksia.

Tässä liitteessä kuvatut tutkimustulokset ja edellä kuvatut hintojen määrittämisen ehdot huomioon ottaen, perusmaksu peritään 1.1.–31.12.2027 seuraavasti:

- Kaikelta junasuoritteelta perittävä perusmaksun perusosa on luvussa 4.2.1 kuvatun ekonometrisen mallinnuksen mukaisena: 0,2054 snt/brtkm.
- Kaikelta sähkövetoiselta junasuoritteelta perittävä sähkönsyöttölaitteiston käytön lisähinta on luvussa 4.2.2 kuvatun laskelman mukaisena: 0,0167 snt/brtkm.

5 Tulosten arviointi

5.1 Perusmaksun perusosan arviointi

Ekonometrinen mallinnuksen tulosten tulkinta edellyttää, että mallinnukset oletukset täyttyvät. Mallinnuksessa käytetyn lineaarisen regressiomallin tulee täyttää viisi Gauss-Markov-teoreeman mukaista standardioletusta, jotta malli olisi tehokkain ja harhaton lineaarinen estimaattori (ns. BLUE, best linear unbiased estimator) tarkasteltavalle ilmiölle. Mikäli mallin virhetermit ovat lisäksi normaalijakautuneet, voidaan BLUE löytää pienimmän neliösumman menetelmällä. Oletukset ovat:

1. selittäjien arvot ovat itsenäisiä ja kiinteitä, eli ei-satunnaisia vakioita
2. selittäjien välillä ei ole lineaarisia riippuvuuksia
3. kaikilla virhetermeillä on sama odotusarvo
4. kaikilla virhetermeillä on sama varianssi
5. virhetermit eivät korreloi keskenään
6. virhetermit ovat normaalijakautuneita

Ehto 5 pätee vain sarja-aineistolle, esim. aikasarjoille. Rataosapoikkileikkausaineistoa ei voida järjestää sarjaksi, joten ehtoa 5 ei voida soveltaa.

Ehdot 1–4 ja 6 täyttyvät laaditulla mallinnuksella. Mallinnukseen liittyvät testit on esitetty liitteessä 3.

Perusmaksun perusosan määrittävän ekonometrisen mallin selitysaste on 0,646. Selitysaste tarkoittaa, mikä osa radanpidon kustannuksista on selitettävissä suoritemäärällä eli bruttotonnikilometreillä ja rataosien raidepituudella. Mallin selitysasteen on arvioitu olevan korkea.

5.2 Sähkönsyöttölaitteiston käytön lisähinnan arviointi

Sähkönsyöttölaitteiston käytön suoraan liikenteestä aiheutuvien kustannusten määrittäminen on perustunut sähköradanpidon kustannusten tarkkaan luokiteluun sekä kymmenen erityisasiantuntijan yksityiskohtaisiin ja dokumentoituihin haastatteluihin. Asiantuntijoiden näkemykset vahvistavat aikaisempaa käsitystä siitä, että valtaosa sähkönsyöttölaitteiston käytön suorista kustannuksista liittyvät niihin laitteisiin ja komponentteihin, jotka ovat suorassa kosketuksessa kalustoon. Asiantuntijoiden näkemysten suurimmat erot liittyivät tekijöihin, joihin alueellisilla sääolosuhteilla on vaikutusta.

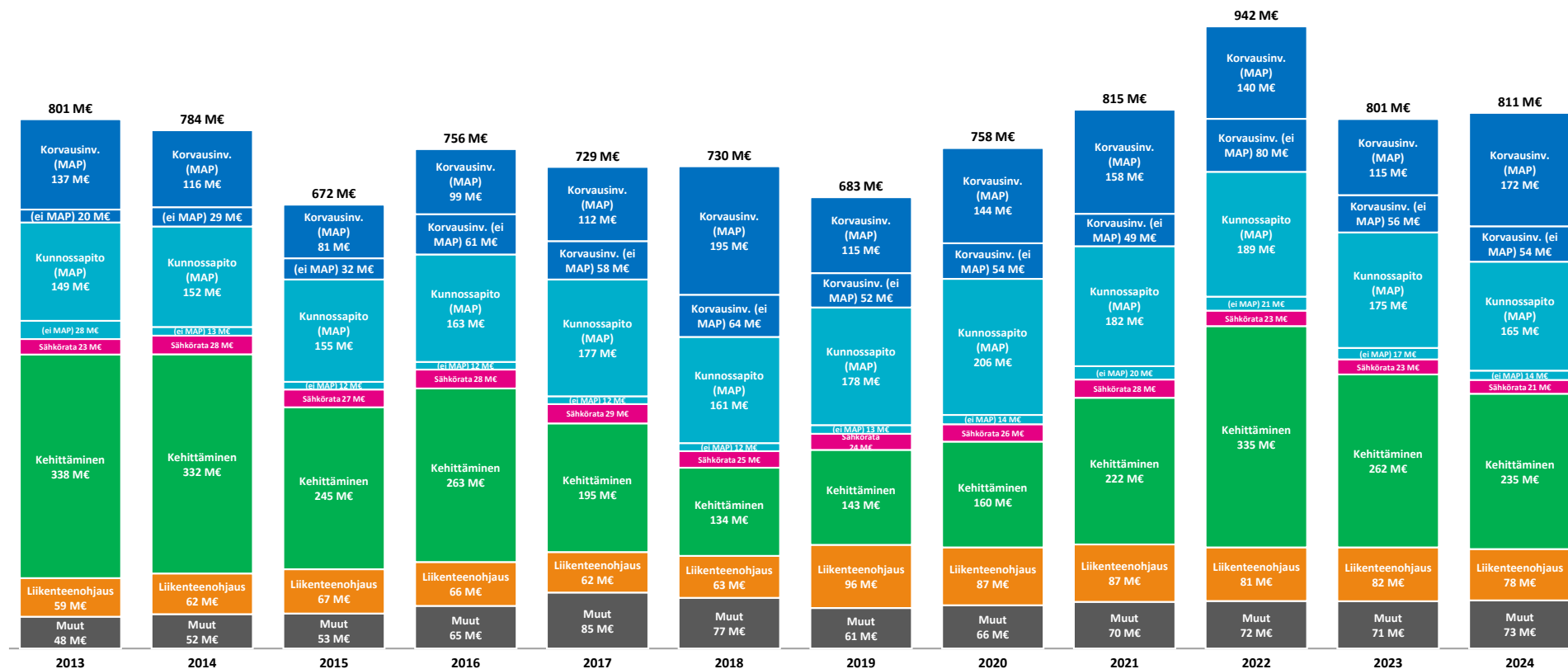
Verkkoselostusten kansainvälinen vertailu ei ole toistaiseksi antanut menetelmällistä tukea eikä vertailutietoa sähkönsyöttölaitteiston käytön lisähinnan määrittämiseen. Suomessa käytetty laskentamenetelmä muistuttaa Ranskassa käytössä olevaa menetelmää, jonka lähtökohtana on Suomen tavoin kustannusten luokittelu ja junaliikenteen riippuvuuden prosentuaalinen arviointi. Kansainvälisessä vertailussa Suomen hintaero sähkönsyöttölaitteistoa käyttävän ja muun liikenteen välillä on pieni.

Liite 1. Radanpidon kustannukset 2013–24

Taulukko 1. Väyläviraston radanpidon kustannukset 2013–2024 (milj. euroa) (lähde: Sampo-kustannustenhallintajärjestelmä). Lyhenne MAP tarkoittaa vähimmäiskäyttömahdollisuuksien kustannuksia. Nimelliset kustannukset.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Korvausinvestoinnit (MAP)	112,97	97,38	67,48	81,18	93,51	164,80	98,44	123,65	138,81	130,41	112,82	171,74
Korvausinvestoinnit (ei MAP)	16,21	24,52	26,73	50,00	48,24	54,03	44,56	46,32	43,16	74,73	55,25	53,56
Kunnossapitokustannukset (MAP)	123,17	127,15	129,08	133,97	147,30	136,01	152,97	177,00	159,95	176,17	171,41	164,82
Kunnossapitokustannukset (ei MAP)	22,79	10,94	9,77	9,49	9,90	10,46	11,35	11,97	17,79	19,85	16,96	14,21
Sähkönsyöttölaitteiston kustannukset (MAP)	15,30	19,86	18,86	20,60	20,73	19,69	19,43	20,23	22,07	20,88	20,92	19,76
Sähkönsyöttölaitteiston kustannukset (ei MAP)	4,06	3,66	3,44	2,82	3,55	1,29	1,60	2,36	2,45	1,00	1,25	1,05
Sähköenergian siirtopalvelu	10,47	10,19	9,64	10,19	10,60	11,37	9,97	12,27	13,96	17,86	17,14	15,63
Kehittämisinvestoinnit	279,75	277,59	204,27	216,24	162,02	113,22	123,13	137,45	195,55	312,29	256,34	235,13
Junaliikenteen ohjauksen kustannukset (MAP/ei MAP)	48,39	51,61	55,69	54,64	51,28	53,75	82,17	75,03	76,66	75,60	79,98	77,80
Tietojärjestelmät	4,23	5,62	5,77	7,02	10,13	11,69	7,10	7,97	6,91	7,55	8,46	10,29
Tietoliikenne	13,86	14,62	14,40	15,35	19,94	19,66	15,25	10,41	9,88	9,80	10,15	10,31
Isännöinti	4,55	4,96	4,99	4,66	4,49	4,86	5,01	5,57	5,27	5,25	5,31	4,57
Kiinteistönhallinta	1,73	2,21	1,70	1,94	2,01	1,52	1,03	0,98	1,03	2,57	1,73	1,61
Oppimiskeskus	0,00	0,00	0,40	3,72	9,24	1,87	1,01	1,76	1,76	1,52	1,71	1,62
Pilaantuneet maat ja ympäristönhallinta	1,00	0,56	0,60	0,48	0,46	0,44	0,49	0,47	0,37	0,28	0,61	0,34
Raivaus- ja pelastuspalvelu	0,51	1,31	2,48	4,57	7,00	6,96	3,79	4,34	10,14	7,82	7,03	7,47
Selvitykset ja t&k	1,38	2,65	2,36	2,67	3,63	3,39	6,37	8,58	10,16	10,03	12,44	13,23
Hallinnolliset kustannukset	1,97	1,23	1,83	2,52	2,88	3,11	2,62	3,93	2,61	4,42	5,40	7,69
Yhteensä	662,35	656,07	559,51	622,07	606,94	618,11	586,26	650,29	718,52	878,01	784,91	810,82

Kuva 1. Väyläviraston radanpidon kokonaiskustannukset on esitetty luokittain ja vuosittain (2013–24) alla olevassa kuvassa. Lyhenne MAP tarkoittaa vähimmäiskäyttömahdollisuuksien kustannuksia. Kustannukset indeksikorjattu vuoden 2024 hintatasoon MAKU-indeksillä.



Taulukko 2. Vähimmäiskäyttöpäalveluiden kustannukset 2013–24 (milj. euroa) (lähde: Sampo-kustannustenhallintajärjestelmä). Junaliikenteen ohjauksen kustannukset sisältävät jonkin verran muita kuin MAP-kustannuksia, joten niitä ei ole laskettu yhteissummiin. Kustannukset on esitetty nimellisin hinnoin.

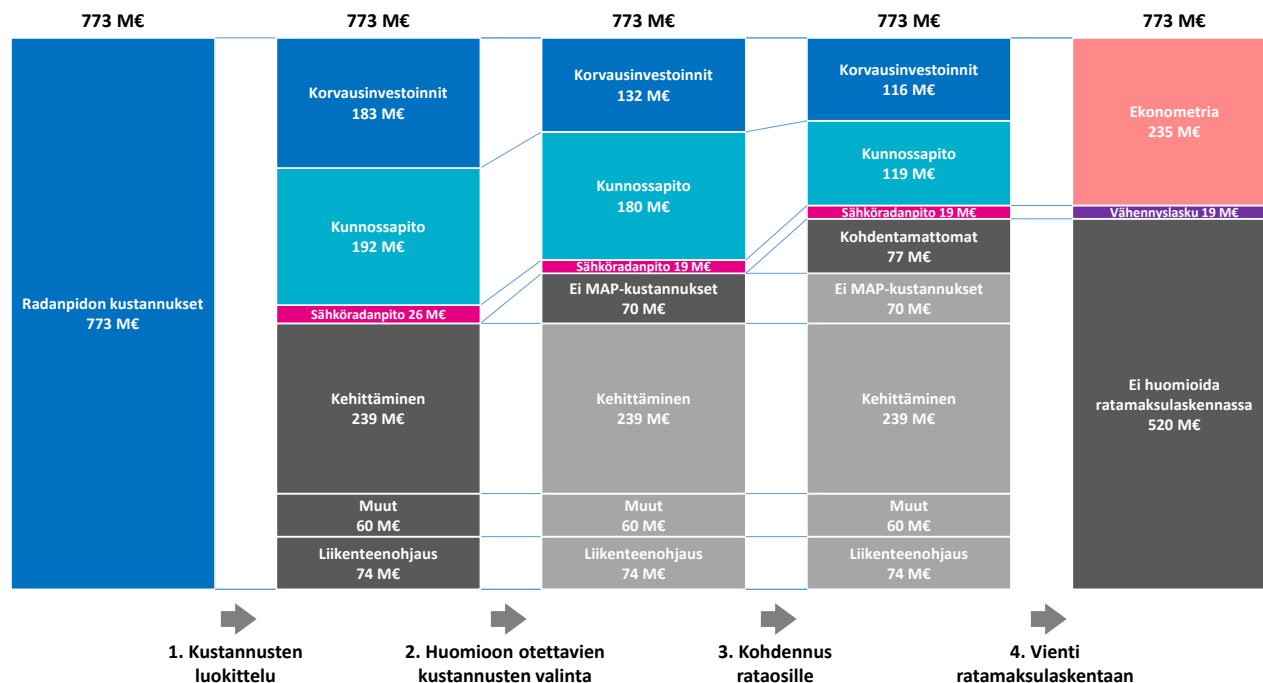
MAP-kustannukset	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Korvausinvestoinnit (MAP)	112,97	97,38	67,48	81,18	93,51	164,80	98,44	123,65	138,81	130,41	112,82	171,74
Kunnossapitokustannukset (MAP)	123,17	127,15	129,08	133,97	147,30	136,01	152,97	177,00	159,95	176,17	171,41	164,82
Sähkönsyöttölaitteiston kustannukset (MAP)	15,30	19,86	18,86	20,60	20,73	19,69	19,43	20,23	22,07	20,88	20,92	19,76
Junaliikenteen ohjauksen kustannukset (MAP/ei MAP)	48,39	51,61	55,69	54,64	51,28	53,75	82,17	75,03	76,66	75,60	79,98	77,80
Yhteensä (pl. junaliikenteen ohjaus)	251,44	244,39	215,43	235,75	261,55	320,50	270,83	320,88	320,83	327,46	305,16	356,33
Rataosille kohdennettavissa olevat MAP-kustannukset	192,72	176,42	140,81	155,88	191,05	258,88	186,70	244,47	260,99	239,08	200,55	222,41

Liite 2. Radanpidon kustannusten muodostaminen yksikköarvojen laskentaan

Yksikköarvojen laskenta-aineisto muodostetaan alla olevan kuvan mukaisesti seuraavilla vaiheilla:

1. Luokitellaan radanpidon kustannukset ratamaksussa huomioitaviin korvausinvestointeihin, kunnossapitokustannuksiin ja sähköradanpidon kustannuksiin sekä ulkopuolelle jätettäviin kehittämisinvestointeihin, liikenteenohjauksen kustannuksiin ja muihin kustannuksiin.
2. Valitaan kustannuksista vähimmäiskäyttömahdollisuuksiin kuuluvat (MAP) ja kuulumattomat (ei MAP) kustannukset.
3. Kohdennetaan kustannukset rataosille kustannustenhallintajärjestelmän tietojen perusteella.
4. Viedään perusmaksun perusosan ekonometriseen laskentaan korvausinvestoinnit ja kunnossapitokustannukset sekä sähkönsyöttölaitteiston käytön lisähinnan vähennyslaskumenetelmän mukaiseen laskentaan sähköradanpidon kustannukset.

Kuvassa esitetään radanpidon keskimääräiset vuosikustannukset ajanjaksolta 2013–24. Kustannukset indeksikorjattu vuoden 2024 hintatasoon MAKU-indeksillä.



Liite 3. Kustannusfunktion estimoinnin tulokset

Mallinnuksen tulos:

```
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.61916 -0.47514  0.03248  0.49575  1.76209

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   9.8019     0.7215   13.586 < 2e-16 ***
ln_brt         0.2827     0.0473    5.978 9.70e-08 ***
ln_rd_km       0.5574     0.1004    5.552 5.23e-07 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.6496 on 67 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.646,    Adjusted R-squared:
0.6354
F-statistic: 61.13 on 2 and 67 DF,  p-value: 7.8e-16
```

Mallin parametrit poikkeavat nollasta erittäin merkittävästi. Mallin selitysaste on 0,646.

Heteroskeadastisuuden testaaminen:

studentized Breusch-Pagan test

BP = 0.98964, df = 2, p-value = 0.6097

Koska testisuuren (BP) on alle 5,99, ei aineistossa ole heteroskedastisuutta.

Varianssianalyysi (ANOVA):

Analysis of Variance Table

Response: ln_eur

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
ln_brt	1	38.589	38.589	91.435	3.808e-14 ***
ln_rd_km	1	13.009	13.009	30.825	5.233e-07 ***
Residuals	67	28.276	0.422		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Molemmat mallin selittäjät selittävät merkittävästi mallinnettavaa vaihtelua.

Jäännös- eli virhetermin normaalijakauma:

Jarque-Bera-test

X-squared 0.4509911

Koska testisuuren (X-squared) on alle 5,99, aineiston jäännöstermit ovat normaalijakaantuneet.

Selittävien muuttujien multikollineaarisuus

Variable Inflation Factors (VIF)	
ln_brt	ln_rd_km
1.262644	1.262644

Selittävien muuttujien VIF-arviolle ei ole määritetty raja-arvoa. VIF-arvo määritellään muuttujapareittain $VIF = 1 / (1 - R^2)$. Jos VIF-arvo on suurempi kuin viisi, katsotaan, että selittävät muuttujat ovat liian multikollineaarisia. Testin perusteella mallin selittävässä muuttujissa ei ole multikollineaarisuutta.

Liite 4. Laskentakoodi

```
library(tidyverse)
library(lmtest)
library(readr)
library(tseries)
library(caret)

rm(list = ls(all.names = TRUE))

data <- read_delim("lähtödata.csv", ";", escape_double = FALSE, locale = locale(decimal_mark = ",", grouping_mark = " "), trim_ws = TRUE)

mallidata <- data %>% select(rd_km, rt_km, brt_yht, eur_yht, vuosi) %>%
  mutate(ln_brt = (log(brt_yht)), ln_eur = log(eur_yht), ln_rd_km = log(rd_km))
mallidata <- mallidata[mallidata$ln_brt > -Inf, ]
mallidata <- mallidata[mallidata$ln_eur > -Inf, ]

mallinnus <- lm('ln_eur ~ ln_brt + ln_rd_km', data=mallidata)
varianssi <- var(resid(mallinnus))
coeffs <- coef(mallinnus)

mallidata <- mallidata %>%
  mutate(MC = 100 * coeffs[2] * exp(coeffs[1] + coeffs[2] * ln_brt + coeffs[3] * ln_rd_km + 0.5* varianssi) / (brt_yht * rt_km)) %>%
  mutate(wMC = MC*(brt_yht*rt_km))

rajakust = sum(mallidata$wMC)/sum(mallidata$brt_yht*mallidata$rt_km)

summary(mallinnus)
bptest(mallinnus)
anova(mallinnus)
jarque.bera.test(resid(mallinnus))$statistic
car::vif(mallinnus)
```