

Radan kulumisen rajakustannukset vuosina 1997 - 2002

Juha Tervonen ja Tiina Idström



Ratahallintokeskuksen
julkaisu A 5/2004

Radan kulumisen rajakustannukset vuosina 1997 – 2002

Juha Tervonen ja Tiina Idström

Helsinki 2004

Ratahallintokeskus
Liikennejärjestelmäyksikkö

Ratahallintokeskuksen julkaisu A 5/2004
ISBN 952-445-101-8
ISSN 1455-2604
Helsinki 2004

Saatavana myös pdf-muodossa
www.rhk.fi

Kannen kuva: Risto Laine

Tervonen, Juha – Idström, Tiina: Radan kulumisen rajakustannukset vuosina 1997 – 2002. Ratahallintokeskus, Liikennejärjestelmäyksikkö. Helsinki 2004. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 5/2004. 37 sivua ja 2 liitettä. ISBN 952-445-101-8, ISSN 1455-2604.

Tiivistelmä

Liikenteestä aiheutuvat radan kulumisen rajakustannukset laskettiin aiemman kerran vuosien 1997 – 1999 liikennöinti- ja kustannusaineistoilla. Nyt rajakustannukset laskettiin vuosien 2000 – 2002 aineistoilla, sekä yhdistetyllä kuuden vuoden (1997 – 2002) aineistolla. Siten on voitu arvioida liikenteessä ja radanpidon muuttuvien kustannusten tasossa vuosittain tapahtuvien vaihteluiden vaikutusta radanpidon kustannusfunktioon ja rajakustannuksiin.

Laskenta perustuu menettelyyn, jossa määritetään ensin radanpidon muuttuvien kustannusten funktio, ja siitä johdetaan radan kulumisen rajakustannukset liikennesuoritteiden suhteessa. Muuttuviksi kustannuksiksi käsitetään kaikki ratalinjalla tehdyt kunnossapidon työt ja ratalinjalla tehdyt korvausinvestoinnit.

Rajakustannuksia käytetään ratamaksun perusmaksun tason määrittämiseen. Kuuden vuoden aineistolla tehdyn laskelman perusteella voidaan todeta, ettei ratamaksun perusmaksua ole syytä muuttaa. Vuosiaineistoilla tehtyjen laskelmien vertailusta voidaan kuitenkin nähdä miten rajakustannusten taso voi vaihdella.

Vuosien 2000 – 2002 aineistoilla laskettuna radan kulumisen rajakustannusten painotetut keskiarvot olivat kaikki muuttuvat kustannukset mukaan luettuna noin 0,077 – 0,087 senttiä/brtkm (nimellisten hintojen mukaan). Pelkästään kunnossapidon kustannuksilla (peruskunnossapito ja erikseen tilatut työt) laskettuna radan kulumisen rajakustannukset olivat noin 0,018 – 0,025 senttiä/brtkm. Rajakustannusten taso laski selvästi vuosien 1997 - 1999 rajakustannuksiin verrattuna, koska korvausinvestointien rahoitustaso oli vuosina 2000 – 2002 selvästi alhaisempi.

Radan kulumisen rajakustannusten painotettu keskiarvo kuuden vuoden (1997 – 2002) muuttuvien kustannusten aineistolla laskettuna oli noin 0,11 senttiä/brtkm. Tulos on laskettu maarakennuskustannusindeksin mukaan vuoden 2002 hintoihin muutetulla kustannusaineistolla. Pelkästään kunnossapidon kustannuksilla lasketut radanpidon rajakustannukset olivat kuuden vuoden aineistossa noin 0,016 senttiä/brtkm.

Rajakustannusten laskentamenetelmä toimii hyvin ja täyttää ratamaksujen määrittämiselle direktiivissä ja laissa asetetut vaatimukset. Rajakustannusten laskennan kehittämistarpeet koskevat ennen kaikkea radanpidon muuttuvia kustannuksia koskevien tausta-aineistojen kehittämistä osana radanpidon kustannushallinnan kehittämistä. Tausta-aineistoina käytettyjen kustannusseurantajärjestelmien epätarkkuuksien vuoksi muuttuvia kustannuksia ei kyetty kohdentamaan rataverkolle täysimääräisesti. Sen vuoksi tulokset ovat radan kulumisen rajakustannusten aliarvio.

Korvausinvestointien vuosittaiset vaihtelut ovat ratamaksun määrittämisen kannalta ongelma, koska se heijastuu rajakustannusten tasoon. Mitä epätasaisempaa korvausinvestointien rahoitus on, sitä enemmän rajakustannukset vaihtelevat vuosittain.

Tervonen, Juha – Idström, Tiina: Marginalkostnaderna av baninfrastrukturen i Finland åren 1997 – 2002. Banförvaltningscentralen, Trafiksystemenheten. Helsingfors 2004. Banförvaltningscentralens publikationer A 5/2004. 37 sidor, 2 bilagor. ISBN 952-445-101-8, ISSN 1455-2604.

Sammanfattning

Marginalkostnaderna för banans slitage, som beror på trafiken, beräknades senast gång enligt trafik- och kostnadsmaterial från åren 1997-1999. Marginalkostnaderna beräknades nu enligt materialet från åren 2000 – 2002, samt med ett sammanställt material från sex år (1997 – 2002). På så sätt har man kunnat beräkna hur de årliga variationerna i nivån för trafikens och banunderhållets rörliga kostnader inverkar på banhållningens kostnadsfunktion och på marginalkostnaderna.

Kalkylen baserar sig på ett förfarande där funktionen av banhållningens rörliga kostnader först definieras och därav härleds sedan marginalkostnaderna för banans slitage i förhållande till trafikarbetet. Med rörliga kostnader avses alla underhållsarbeten och ersättningsinvesteringar som har utförts på banlinjen.

Marginalkostnaderna används för att bestämma banavgiftens grundavgiftsnivå. På basis av en kalkyl som har gjorts enligt material från sex år kan man konstatera att det inte finns skäl att ändra på banavgiftens grundavgift. Det framgår dock av en jämförelse av kalkylerna, som har gjorts enligt ett års material, hur marginalkostnadernas nivå kan variera.

De vägda medeltalen för banslitagets marginalkostnader, räknat enligt materialet från åren 2000 – 2002, var inklusive alla rörliga kostnader ca 0,077 – 0,087 cent/brtkm (enligt nominella priser). Marginalkostnaderna för banslitaget, räknat enbart enligt underhållskostnaderna (basunderhåll och separat beställda arbeten), var ca 0,018 – 0,025 cent/brtkm. Marginalkostnadsnivån sjönk klart jämfört med marginalkostnaderna åren 1997 – 1999, eftersom finansieringsnivån för ersättningsinvesteringar åren 2000 – 2002 var betydligt lägre.

Det vägda medeltalet för banslitagets marginalkostnader, beräknat enligt materialet med rörliga kostnader för sex år (1997 – 2002), var ca 0,11 cent/brtkm. Resultatet har beräknats enligt jordbyggnadkostnadsindexet med ett kostnadsmaterial som har ändrats enligt priserna år 2002. Marginalkostnaderna för banunderhållet beräknat endast på basis av underhållskostnaderna, var enligt sex års material ca 0,016 cent/brtkm.

Metoden för beräkningen av marginalkostnaderna fungerar bra och fyller kraven i direktivet och lagar om bestämningen av banavgifter. Behoven att utveckla beräkningen av marginalkostnaderna berör framförallt utvecklingen av bakgrundsmaterialen med rörliga kostnader vid banhållning, vilket utgör en del av kostnadsstyrningens utveckling inom banhållningen. På grund av bakgrundsmaterialens inexakta kostnadsuppföljningssystem har de rörliga kostnaderna inte helt och hållet kunnat allokeras för bannätet. Resultatet är därför en nedvärdering av banslitagets marginalkostnader.

De årliga variationerna i ersättningsinvesteringarna utgör ett problem då banavgifterna skall definieras, eftersom det avspeglas i marginalkostnadsnivån. Ju ojämnare finansieringen av ersättningsinvesteringar är, desto större är marginalkostnadernas årliga variationer.

Juha Tervonen – Tiina Idström: Marginal Rail Infrastructure Costs in Finland 1997 – 2002. Finnish Rail Administration, Traffic System Department. Helsinki 2004. Publications of Finnish Rail Administration A 5/2004. 37 pages, 2 app. ISBN 952-445-101-8, ISSN 1455-2604.

Abstract

According to economic theory, fair and efficient pricing of existing infrastructure is based on infrastructure costs which are variable on the short run. Prices on the use of rail networks are set according to the marginal wear and tear of tracks caused by single users. Capital costs of existing network are not included in marginal cost pricing. Therefore, pricing the use of tracks requires separating variable and fixed rail infrastructure costs from each other.

Marginal rail infrastructure costs can be derived from a cost function, which explains the statistical relationship how variable infrastructure costs vary according to changes in track use. The marginal change in variable infrastructure cost per unit of performance, e.g. gross tonne kilometre, represents the fair and efficient price for track use.

Idström (2002) estimated the marginal costs of infrastructure use in Finland for the years 1997 – 1999, based on a methodology adopted from Sweden. Now this estimation procedure is repeated with traffic and variable cost data for 2000 – 2002. It was also possible to make estimations with a six year data set (1997 – 2002).

The main results for the years 2000 – 2002 are (in nominal prices):

- Calculated from all variable costs, the weighted average of marginal costs are 0,077 – 0,087 cents/gross tonne kilometre.
- Calculated from maintenance costs, the weighted average of marginal costs are 0,018 – 0,025 cents/gross tonne kilometre.

The main results for the years 1997 – 2002 are (in prices of 2002):

- Calculated from all variable costs, the weighted six year average of marginal costs are 0,11 cents/gross tonne kilometre.
- Calculated from maintenance costs, the weighted six year average of marginal costs are 0,016 cents/ gross tonne kilometre.

Compared to the results of the previous study (1997 – 1999), the level of marginal costs calculated from all variable costs decreased significantly. The main reason for this is that the budgets for replacement investments were significantly lower in 2000 – 2002.

The other important explanation is, that a deficit of variable costs in estimation data arises from the way in which variable costs are registered into cost monitoring systems. Several important variable cost items can not be allocated to track sections due to imperfect information on the location where maintenance and replacement investments have taken place. Also the share of costs registered as overhead has slightly risen. This type of cost registering leads to variable costs being left out of the estimation. Therefore, there is full justification to say that the above results are an underestimation of marginal infrastructure costs. This sets out requirements for developing cost monitoring systems.

The results from the six year data set present marginal costs in which the impacts of annually fluctuating budgets and inflation have been evened out. Such a result is perhaps most justifiable for setting infrastructure charges.

Esipuhe

Ratahallintokeskus käynnisti toukokuussa 2003 selvityksen radan kulumisen rajakustannuksista vuosina 2000 – 2002. Rajakustannusten selvittäminen tuoreiden tilastoaineistojen pohjalta on aika ajoin tärkeää, koska ratamaksun perusmaksu perustuu radan kulumisen rajakustannuksiin.

Työssä on arvioitu radan kulumisen rajakustannuksia sekä kolmen vuoden (2000 – 2002) että kuuden vuoden (1997 – 2002) aineistoilla. Selvitys on jatkoa vastaavalle Ratahallintokeskuksessa tehdylle selvitykselle radan kulumisen rajakustannuksista vuosina 1997 – 1999.

Projektin ohjausryhmään kuuluivat apulaisjohtaja Martti Kerosuo, ylitarkastaja Harri Lahelma ja ylitarkastaja Vesa Kärkkäinen Ratahallintokeskuksesta sekä ylitarkastaja Tuomo Suvanto liikenne- ja viestintäministeriöstä.

Projektissa konsultteina toimivat Juha Tervonen (JT-Con) ja Tiina Idström (JP-Transplan Oy). Antti Ruotoistenmäki (Inframan Oy) avusti konsultteja tilastollisessa analyysissä.

Ratahallintokeskuksesta aineistoja toimittivat Matti Orivuori (korvausinvestointikustannukset), Vesa Kärkkäinen (kunnossapidon kustannustieto), Mikko Heiskanen (erikseen tilattujen töiden kustannukset), Harri Lahelma (liikennetilastot) ja Lisbeth Laine (kirjanpito ja vuosiraportointi). VR-konsernista aineistoja toimittivat Esko Torri (peruskunnossapidon kustannukset) ja Jarmo Oksanen (sähkömoottorijunaliikenteen tilastot).

Helsingissä, kesäkuussa 2004

Ratahallintokeskus

Liikennejärjestelmäyksikkö

Sisällysluettelo

1 JOHDANTO	8
2 RAJAKUSTANNUKSET RATAMAKSUN PERUSTEENA.....	9
3 KUSTANNUSTEN LUOKITTELU JA LASKENTAMENETTELY	10
3.1 LASKENTAMENETTELYN VAIHEET	10
3.2 RADANPIDON KIINTEÄT JA MUUTTUVAT KUSTANNUKSET.....	10
3.3 KUSTANNUSFUNKTIO JA RAJAKUSTANNUSTEN LASKENTA	13
4 AIKAISEMMAT TULOKSET	15
4.1 RAJAKUSTANNUKSET SUOMESSA VUOSINA 1997 - 1999.....	15
4.2 RAJAKUSTANNUKSET MUISSA MAISSA.....	16
5 LASKENTA-AINEISTOT VUOSILLE 2000 – 2002	18
5.1 RATAOSAT.....	18
5.2 SUORITETIEDOT	18
5.3 RADANPIDON MUUTTUVAT KUSTANNUKSET.....	20
6 TULOKSET JA NIIDEN ARVIOINTI.....	24
6.1 YLEISTÄ	24
6.2 KUSTANNUSFUNKTIO JA RAJAKUSTANNUKSET VUOSINA 2000 – 2002.....	24
6.3. VUOSIEN 1997 – 1999 JA 2000 – 2002 VERTAILU	27
7 RAJAKUSTANNUSTEN LASKENNAN ARVIOINTI.....	31
7.1. NYKYISEN LASKENNAN VAHVUUDET JA HEIKKOUEDET.....	31
7.2 VERTAILU KESKIMÄÄRÄISEEN HINNOITTELUUN	32
8 JOHTOPÄÄTÖKSET	34

Lähteet

- Liitteet**
- 1 Rataosajako
 - 2 Maarakennuskustannusindeksi

1 Johdanto

Taloustieteen mukaan olemassa olevien liikenneväylien käytön tehokas ja oikeudenmukainen hinnoittelu perustuu lyhyellä aikavälillä muuttuviin väylänpidon kustannuksiin. Hinta asetetaan väylien käytöstä aiheutuvan väylien kulumisen rajakustannusten mukaan. Sillä tarkoitetaan yhden suoriteyksikön lisäyksestä aiheutuvaa väylänpidon kustannusten lisäystä. Liikenneväylien käytön hinnoittelu edellyttää väylänpidon lyhyellä aikavälillä muuttuvien ja kiinteiden kustannusten erottelamista toisistaan. Jo olemassa olevien väylien pääomakustannukset rajataan tällöin hinnoittelun ulkopuolelle.

Radanpidon rajakustannukset lasketaan radanpidon muuttuvien kustannusten kustannusfunktioista tilastomatematiikan keinoin. Toisin sanoen, kustannusfunktioista voidaan laskea tilastollinen suhde sille, kuinka paljon radanpidon muuttuvat kustannukset lisääntyvät kun liikennesuoritteet lisääntyvät. Tämä kustannuslisä lasketaan yksittäistä suoritetta kohti, ja se vastaa rataverkon käytöstä kulumisen perusteella perittävää tehokasta ja oikeudenmukaista hintaa. Rajakustannukset lasketaan toteutuneiden radanpidon muuttuvien kustannusten mukaan, joka ei välttämättä vastaa radanpidon optimaalista rahoitustasoa.

Idström (2002) määritteli radanpidon muuttuvien kustannusten kustannusfunktion sekä laski junaliikenteestä aiheutuvat radan kulumisen rajakustannukset kertaalleen vuosien 1997 – 1999 liikenne- ja kustannusaineistoilla. Ratamaksun määrittämisen vuoksi lisäinformaation hankkiminen radanpidon muuttuvien kustannusten kustannusfunktioista ja rajakustannuksista on aika ajoitin tarpeen. Tässä selvityksessä aikaisempi laskenta siis toistetaan vuosien 2000 – 2002 kustannusaineistoilla ja liikennesuoritteilla.

Selvityksessä arvioidaan myös mikä on rajakustannusten kuuden vuoden keskiarvo. Mitä pidemmällä tilastoaineistolla laskenta tehdään, sitä parempi käsitys saadaan kustannusfunktion merkitsevistä tekijöistä ja radan kulumisen rajakustannuksista pidemmällä aikavälillä. Pitkällä aikasarjalla tehdyissä laskelmissa radanpidon rahoitustason vuosittaiset vaihtelut tasoittuvat ja lisäksi kustannusaineistoista voidaan indeksin avulla poistaa inflaation sekä maarakennuskustannusten vaihtelun vaikutus.

Selvityksessä arvioidaan myös laskentamenettelyn kehittämistarpeita ja tulosten merkitystä rataverkon hinnoittelun kannalta.

Raportin luvussa 2 kuvataan rajakustannusten käyttöä ratamaksujen määrittämisessä. Luvussa 3 kuvataan radanpidon kustannusten jakaminen muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin, kustannusfunktion muodostaminen ja estimointi sekä rajakustannusten laskennan teoria ja menetelmät. Luvussa 4 esitellään Suomessa ja muissa maissa aiemmin tehtyjen vastaavien laskelmien tulokset.

Luvussa 5 kuvataan tämän selvityksen laskenta-aineiston muodostaminen. Luvussa 6 esitetään tulokset ja vertaillaan niitä aiempiin tuloksiin. Luvussa 7 arvioidaan rajakustannusten laskennan vahvuuksia ja heikkouksia sekä verrataan rajakustannuksiin perustuvaa rataverkon käytön hinnoittelua keskimääräisten radanpidon kustannusten mukaiseen hinnoitteluun. Luvussa 8 esitetään johtopäätökset.

2 Rajakustannukset ratamaksun perusteena

Rautatieliikenteen hinnoittelusta säädetään ratamaksudirektiivissä¹ sekä rataverolaissa². Junaliikenteeltä tulee periä vähintään junaliikenteen rataverkolle aiheuttamat rajakustannukset. Suomessa rataverkon käytöstä peritään maksua ratalinjalla tapahtuvasta liikennöinnistä. Ratapihojen käyttöä ei ole hinnoiteltu. Ratamaksut koostuvat perusmaksusta ja rataverosta (taulukko 2.1).

Taulukko 2.1. Ratamaksun perusmaksu ja rataverro Suomessa 1.1.2004 lähtien (Ratahallintokeskus, 2003a).

Ratamaksut	Maksun suuruus
Perusmaksu	Tavaraliikenne: 0,12227 senttiä/brtkm* Henkilöliikenne: 0,1189 senttiä/brtkm
Rataverro	Tavaraliikenne - sähkövetoinen: 0,05 senttiä/brtkm - dieselvetoinen: 0,1 senttiä/brtkm Henkilöliikenne: 0,01 senttiä/brtkm

* Brtkm = bruttotonnikilometri, eli junan ja lastin yhteispainon sekä kilometrisuoritteen tulo.

Perusmaksu on määritetty laskemalla rataosien käytöstä aiheutuvat rajakustannukset ekonometrisella estimoinnilla (Idström, 2002). Perusmaksu on suuruudeltaan vuosille 1997, 1998 ja 1999 laskettujen rataosittaisten rajakustannusten painotettu keskiarvo.

Rataverkon palvelutasoa parantavia investointeja ja kokonaan uusia rataosuuksia voidaan direktiivin mukaan lisäksi rahoittaa erillisellä investointimaksulla (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2002). Uus- ja laajennusinvestoinnit eivät kuitenkaan ole radanpidon muuttuvia kustannuksia, eikä niitä voida sisällyttää rajakustannusten laskentaan.

Liikenne- ja viestintäministeriö (2002) on todennut, että perusmaksun ja rataveron eri tekijöiden perusteita ja tasoja on perusteltua tarkastella noin kolmen vuoden välein, jotta ne heijastaisivat rataverkon tason ja liikenteen aiheuttamien kustannusten muutoksia.

¹ Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi rautateiden infrastruktuurikapasiteetin käyttöoikeuden myöntämisestä ja rautateiden infrastruktuurin käyttömaksujen perimisestä sekä turvallisuustodisteiden antamisesta, sovittelukomitean hyväksymä teksti, Bryssel (2001/14/EY).

² Rataverolaki 27.6.2003/605.

3 Kustannusten luokittelu ja laskentamenettely

3.1 Laskentamenettelyn vaiheet

Rataverkon käytöstä aiheutuvan kulumisen perusteella perittävä ratamaksu on mahdollista määrittää eri tavoilla. Euroopan komission asiantuntijat ovat ensisijaisesti suosittaneet radanpidon muuttuvien kustannusten kustannusfunktion määrittämistä ja estimointia, sekä rajakustannusten laskentaa sen pohjalta (European Commission, 1999).

Menettely toteutetaan seuraavien vaiheiden kautta:

- Radanpidon kustannukset jaetaan liikenteen määrän mukaan lyhyellä aikavälillä muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin.
- Muodostetaan ehdotus kustannusfunktiosta sen pohjalta, minkä tekijöiden arvioidaan selittävän radanpidon muuttuvia kustannuksia.
- Kootaan kustannusfunktion tekijöitä koskevat tilastotiedot vuosiaineistoiksi; muuttuvat kustannukset, liikennesuoritteet (liikenteen akselipainot) sekä rataosien tekniset tiedot (rataosa- ja raidepituudet, vaihteiden lukumäärä, rataverkon taso ja nopeudet).
- Kohdennetaan kustannus-, suorite- ja tekniset tiedot rataverkolle sovitun rataosajaon mukaisesti, mahdollisesti infrastruktuurin laatueroita huomioituna (esim. vilkkaasti liikennöidyt radat ja vähäliikenteiset radat).
- Estimoidaan kustannusfunktio, eli selvitetään radanpidon muuttuvien kustannusten ja infrastruktuurin käytön sekä teknisten ominaisuuksien välinen tilastollinen riippuvuus.
- Derivoidaan kustannusfunktio rataosittain liikenteen määrien suhteen, eli lasketaan yhden suoritteeseen lisäyksestä aiheutuvat radan kulumisen rajakustannukset rataosittain.
- Lasketaan rataosittaisten rajakustannusten painotettu keskiarvo.

Menetelmän soveltamisen edellytyksiä ovat onnistunut kustannusfunktion määrittäminen, hyvien suorite- ja kustannusaineistojen sekä teknisten tietojen saatavuus, sekä perusteellinen estimointi.

3.2 Radanpidon kiinteät ja muuttuvat kustannukset

Radanpidon muuttuvat kustannukset ovat liikenteestä aiheutuvia olemassa olevan rataverkon kunnossapitokustannuksia ja kulumista korvaavia investointeja. Muuttuvat kustannukset vaihtelevat lyhyellä aikavälillä ja vaihtelulla on yhteys rataverkon käyttöön, kun taas kiinteät kustannukset eivät vaihtele lyhyellä aikavälillä eikä niillä ole yhteyttä liikenteen määrään. Lyhyellä aikavälillä tarkoitetaan myös sitä, että infrastruktuurin laajuus ei kyseisenä aikana muutu.

Radanpidon muuttuvista kustannuksista voidaan laskea rajakustannukset, eli kustannukset, jotka kuvaavat yksittäisen junasuoritteeseen aiheuttamaa radan kulumista. Rajakustannukset ovat teorian mukaan tehokkain rataverkon käytön hinnoitteluinstrumentti, koska se perustuu tarkalleen liikenteestä aiheutuviin radanpidon kustannuksiin.

Ratahallintokeskuksessa radan kulumisen rajakustannukset määritetään Euroopan komission asiantuntijoiden suosituksista johdetulla tavalla (European Commission, 1999).

Radanpidon kustannukset luokitellaan aluksi kiinteisiin ja muuttuviin kustannuksiin (taulukko 3.1). Asiantuntijoiden mukaan kiinteitä, eli liikenteen määrästä riippumattomia kustannuksia ovat maanhankinta, uusien ratojen rakentaminen, laajennusinvestoinnit (ml. olemassa olevien ratojen tasoa parantavat investoinnit; esimerkiksi sähköistys) sekä hallinto ja muut yleiskustannukset.

Radanpidon muuttuvia, eli liikenteen määrästä aiheutuvia kustannuksia sisältävät korvausinvestoinnit, kunnossapito ja liikenteenohjaus. Käytännössä näiden kustannuserien liikenteen määrästä riippuvaa ja riippumatonta osaa ei tunneta tarkkaan. Ratahallintokeskus on arvioinut asiaa asiantuntijapohjalta kunnossapidon osalta, mutta arviot ovat subjektiivisia ja ne vaihtelevat huomattavasti kunnossapitotyön tyypistä riippuen (Idström, 2002).³

Myös lyhyt aikaväli on epätarkka käsite, eikä se vastaa kirjanpidon aikakäsitteitä. Osa kustannuksista on säännöllisesti toistuvia ja välittömästi liikenteen määrästä riippuvia. Osa taas toteutuu enemmän radan päällysrakenteen osien, laitteiden ja varusteiden teknisten elinkaarten mukaan. Myös radanpidon toimenpidekierto sekä käytettävissä olevat määrärahat vaikuttavat kustannusten ajoittumiseen ja määrään.

Suomessa radanpidon muuttuviksi kustannuksiksi on luettu ratalinjalla tapahtuvat kunnossapidon työt sekä ratojen päällysrakenteen ja liikennettä palvelevien laitteiden ja varusteiden korvausinvestoinnit kokonaisuudessaan. Tällöin muuttuviin kustannuksiin luetaan mukaan taulukon 3.1 suosituksista poiketen myös raiteiden puhdistus (lumen auraus ja vaihteiden puhdistus) sekä varusteiden ja laitteiden huoltotöitä. Osin ratkaisu johtuu myös radanpidon kustannuseurannan luokitteluista. Rataverkon kunnan tarkastus ja huolto ovat muuttuvissa kustannuksissa mukana.

Hallinnolliset kustannukset eivät ole muuttuvia kustannuksia, mutta asiantuntijoiden mukaan eräät viranomaiskustannukset (esimerkiksi poliisi) ja aikataulusuunnittelu ovat. Näitä kustannuksia ei lueta Suomessa muuttuviin kustannuksiin. Aikataulusuunnittelu, samoin kuin poliisin kustannukset, eivät kuulu radanpitäjän kustannuksiin.

Ratojen käyttötoimintaa ja liikenteenohjausta ei lueta muuttuviin kustannuksiin, koska ne ovat käytännössä liikennemäärien vaihteluista vain vähäisesti riippuvia henkilöstö- tai energiakustannuksia (esimerkiksi liikennekeskusten toiminta tai vaihteiden lämmitysenergia). Muuttuvina ei myöskään pidetä tiedonsiirron sekä käytöstä poistettujen raidemateriaalien ja pilaantuneiden maiden hävittämisen kustannuksia.

³ Esimerkiksi vaihteisiin ja kiskoihin kohdistuvista kunnossapitotöistä 80 % johtuu asiantuntija-arvion mukaan liikennemääristä, kun taas puupölkkyjen vaihto johtuu 90 %:sti sään aiheuttamasta haurastumisesta, vain 10 %:n osuudella liikenteen määristä.

Taulukko 3.1. Suositukset radanpidon kustannusten jakamiseksi kiinteisiin ja muuttuviin kustannuksiin (European Commission, 1999).

Kustannustekijä	Kiinteä	Muuttuva
Maanhankinta	Kyllä	Ei
Uusien ratojen rakentaminen	Kyllä	Ei
Olemassa olevien ratojen tason nosto ja laajentaminen	Kyllä	Ei
Korvausinvestoinnit		
<i>Suuret korjaukset</i>		
- perusparantaminen ilman kehittämistä	Osittain	Osittain
- siltojen, tunneleiden, vaihteiden, ja laitureiden suuret korjaukset, jotka tehdään esim. kerran 30 vuodessa	Osittain	Osittain
<i>Uusiminen</i>		
- siltojen, tunneleiden, vaihteiden, ja laitureiden sekä raiteiden uusiminen, joka palauttaa käyttöarvon ennalleen	Osittain	Osittain
Rakenteiden kunnossapito		
- siltojen, teknisten laitteiden pienet korjaukset	Ei	Osittain
- sepelin puhdistus, tiivistys	Ei	Osittain
Jatkuva kunnossapito ja käyttö		
- talvikunnossapito (vaihteiden puhdistus ja auraus)	Kyllä	Osittain
- raiteiden puhdistus ja kasvustonharvennus	Kyllä	Ei
- tarkastukset	Kyllä	Osittain
- siltojen tukilaattojen, turvalaitteiden huolto	Kyllä	Ei
- liikenteenohjaus	Pääasiassa ei	Kyllä
Hallinto		
- yleiskulut	Kyllä	Ei
- poliisi	Ei	Kyllä
- aikataulusuunnittelu	Ei	Kyllä

3.3 Kustannusfunktio ja rajakustannusten laskenta

Radanpidon kustannusfunktion määrittäminen ja estimointi sekä rajakustannusten laskenta perustuu kaksivaiheiseen ekonometriseen menettelyyn, jonka vaiheet ovat a) radanpidon muuttuvien kustannusten selittäminen kustannusfunktiolla sekä b) radan kulumisen rajakustannusten johtaminen kustannusfunktion ja liikenteen määrän muutoksen suhteesta (Johansson & Nilsson, 2001).

Idström (2002) on soveltanut menettelyä Suomeen. Radan kulumisesta koituvat radanpidon muuttuvat kustannukset riippuvat oletuksen mukaan ainakin rataosan hyödyntämisasteesta (suoritteista) ja rataosan raiteiden yhteispituudesta, mutta mahdollisesti myös vaihteiden lukumäärästä ja rataosan laadusta. Hyödyntämisastetta kuvaa rataosille kohdistuva junien kokonaispaino (vuositasolla yhteen laskettuna). Laatu tarkoittaa esimerkiksi rataosan kunnossapitotasoa, nopeusrajoituksia sekä sähköistystä.

Radanpidon muuttuvien kustannusten riippuvuus eri tekijöistä on tuntematon. Tätä riippuvuutta voidaan kuvata jokaiselle tarkastellulle rataosalle (i) eri tarkasteluvuosina (t) niin sanotulla Cobb-Douglas-muotoisella⁴ kustannusfunktiolla:

$$C_{it} = g(Y_{it}, U_{it}, Z_{it}, \varepsilon_{it}) = g(x_{it}, \varepsilon_{it}), \quad (1)$$

jossa

- C_{it} = radanpidon muuttuvat kustannukset
- Y_{it} = rataosan pituus (km)
- U_{it} = vuoden ajalta yhteen laskettu junapaino rataosalla (bruttotonnit)
- Z_{it} = laatumuuttuja (vaihteiden lkm, nopeus, sähköistys, kunnossapitotaso jne.)
- x_{it} = radanpidon muuttuvia kustannuksia selittävä funktio
- ε_{it} = virhetermi ja
- g = matemaattinen funktiomuoto.

Jatkossa yhtälö muutetaan logaritmiseen muotoon, koska yhtälön selitettävän ja selittävien tekijöiden väliset riippuvuudet ovat logaritmisia. Koska rataosittaiset aineistot käsitellään erikseen jokaiselle vuodelle, ei alaindeksiä t tarvita. Muuttuvien kustannusten tason vaikutus on huomioitu lisäämällä yhtälöön korvausinvestointeja kuvaava tasomuuttuja K . Se saa arvon 1, kun rataosalla on tehty korvausinvestointeja vähintään noin 16 000 euron verran, ja arvon 0, jos määrä on alhaisempi.

Yllä kuvattu yhtälö on logaritmisessa muodossa:

$$\ln C_i = \alpha_0 + \beta^y y_i + \beta^u u_i + \beta^z z_i + \beta_K^y K_i y_i + \beta_K^u K_i u_i + \varepsilon_i \quad (2)$$

Yhtälön selitettävä muuttuja on radanpidon kustannukset C , ja sitä selittävät tekijät ovat y eli raidekilometrit, u eli hyödyntämisaste bruttotonneina mitattuna, z eli laatuindikaattori ilmaisemassa mm. vaihteiden lukumäärää, K eli korvausinvestointien tasomuuttuja, ja ε eli virhetermi. Logaritmfunktion β -kertoimet ovat joustoja, jotka ilmaisevat kunkin selittävän tekijän ja selitettävän tekijän muutosten välisiä prosentuaalisia muutoksia. Muuttujien arvot määritetään regressioanalyysillä.

⁴ Cobb-Douglas-teknologiassa tuotantopanokset ovat toistensa epätäydellisiä substituutteja, eli voivat korvata toisiaan.

Kustannusfunktion estimoinnin jälkeen voidaan laskea rataverkon käytön aiheuttamat rajakustannukset. Kunkin rataosan hyödyntämisaste (bruttotonnit) kerrotaan rataosan pituudella bruttotonnikilometrisuoritteen määrittämiseksi ($G_{tkm} = U_{it}Y_{it}$). Tästä edelleen johdetaan rataosan rajakustannukset derivoimalla kustannusfunktio bruttotonnikilometrien (G_{tkm}_{it}) suhteen:

$$MC_{it} = \hat{\beta}^u \frac{C_{it}}{G_{tkm}_{it}} \quad (3)$$

Haluttuun rajakustannusten estimaattiin päästään vaihtamalla edelliseen kaavaan selittävien tekijöiden estimaatit ja lisäämällä sovitetut kustannukset (fitted cost):

$$MC_{it} = \hat{\beta}^u \frac{\hat{C}_{it}}{G_{tkm}_{it}} \quad (4)$$

Tällöin kustannusfunktio on muotoa $\hat{C}_{it} = \exp(\alpha_0 + \beta^y y_i + \beta^u u_i + z_i \beta_z + \sigma)$, jossa σ^2 on virhetermin *varianssin* estimaatti.

Yllä esitetyllä kaavalla lasketaan rajakustannukset liikennemäärien suhteen jokaisella aineiston sisältämällä rataosalla. Tuloksena saadaan arvio siitä, kuinka paljon kunnossapidon ja korvausinvestointien töitä on tehty euroissa mitattuna kullakin rataosalla bruttotonnikilometreinä mitattua liikennemäärää kohti.

Rataosittaiset rajakustannukset (senttiä/brtkm) vaihtelevat runsaasti. Periaatteessa ratojen käytön hinnoittelu voisi laskentatarkkuuden puolesta olla vaikka rataosakohtaista, mutta se olisi käytännössä monimutkaista toteuttaa.

Käytännön syistä on edelleen tarpeen johtaa painotettu keskimääräinen rajakustannus koko rataverkolle, tai sen rinnalla esimerkiksi erikseen henkilö- ja tavaraliikenteen käyttämille rataverkon osille, kuten Suomessa on tehty.

Painokertoimena käytetään liikennemääriä, eli $paino_{it} = G_{tkm}_{it} / \sum_i G_{tkm}_{it}$.

Täten keskimääräisten rajakustannusten kaava on:

$$\overline{MC}_{it} = \hat{\beta}^u \frac{\sum_i \hat{C}_{it}}{\sum_i G_{tkm}_{it}} \quad (5)$$

4 Aikaisemmat tulokset

4.1 Rajakustannukset Suomessa vuosina 1997 - 1999

Idströmin (2002) vuosille 1997 – 1999 laskemat radanpidon muuttuvien kustannusten kustannusfunktion tekijät on esitetty taulukossa 4.1. Regressioanalyysin mukaan radanpidon muuttuvia kustannuksia tilastollisesti selittävät muuttujat olivat raidepituus, bruttotonnit sekä korvausinvestointien tasomuuttuja K. Aineistossa oli 91 havaintoa (rataosaa). Mallin selityksasteet vastaavat poikkileikkausaineistojen tyypillisiä tuloksia.⁵

Taulukko 4.1. Radanpidon kustannusfunktion muuttujat ja mallin selityksasteet vuosina 1997 – 1999 (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2002).

Vuosi	Hav. lkm	Selityksaste	Vakiokerroin	Korvausinvestointien tasokerroin	Raidepituuskerroin	Bruttotonnikerroin
1997	91	0,56	6,30	1.19	0.95	0.29
1998	91	0,48	6,77	1.02	0.77	0.32
1999	91	0,42	6,63	1.13	0.91	0.28

Taulukossa 4.2 on esitetty kustannusfunktiosta johdetut radan kulumisen rajakustannukset rataosien liikennemäärillä painotettuina keskiarvoina. Vuosina 1997 – 1999 yhdestä bruttotonnikilometristä aiheutui noin 0,11 – 0,13 sentin rajakustannukset.

Taulukko 4.2. Rajakustannusten painotetut keskiarvot vuosina 1997 – 1999, nimellisin hinnoin (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2002).

Vuosi	senttiä/brtkm
1997	0,1263
1998	0,1341
1999	0,1077
keskiarvo	0,1227

Rajakustannukset vaihtelivat paljon rataosittain. Se johtuu rataosien suoritemäärien ja muuttuvien kustannusten vuosittaisista vaihteluista. Muuttuvien kustannusten vaihtelu on merkittävämpi rajakustannuksen vaihtelua selittävä tekijä, koska etenkin korvausinvestointien määrä vaihtelee paljon. Kunnossapitoa tehdään sen sijaan tasaisemmin kaikilla rataosilla.

⁵ Idström (2002) testasi rataosan kunnossapitotasoa, nopeutta ja vaihteiden lukumäärää radanpidon muuttuvia kustannuksia selittävänä tekijänä, mutta ne eivät selittäneet kustannuksia selkeästi.

4.2 Rajakustannukset muissa maissa

Ruotsi

Ruotsissa radanpidon muuttuvien kustannusten kustannusfunktio on määritetty vuosien 1994 – 1996 kustannus- ja liikennemäärätiedoilla (Johansson & Nilsson, 2001). Liikennemäärätietojen puuttumisen vuoksi asemat ja ratapihat on pääsääntöisesti jätetty aineistosta pois. Radat on jaettu päärataverkkoon ja alempiasteiseen rataverkkoon ja niille on estimoitu omat kustannusriippuvuudet.

Muuttuvien kustannusten aineisto käsittää pelkästään kunnossapidon kustannuksia. Korvausinvestoinnit on rajattu pois yhtäältä siksi, että korvausinvestointien on tulkittu olevan osittain rataverkon kehittämistä; niillä nostetaan myös palvelutasoa (painorajaa ja/tai nopeusrajoituksia) ja korvausinvestoinnit voivat osittain riippua laiminlyödyistä kunnossapidosta. Toisaalta korvausinvestointiaineistoja ei ole Ruotsissa saatavilla.⁶

Rataosien pituus ja liikenteen määrä selittivät parhaiten radanpidon muuttuvia kustannuksia. Myös vaihteiden lukumäärä ja rataosan kunnossapitotaso selittivät radanpidon muuttuvia kustannuksia. Lisäksi havaittiin, että radanpidon kustannukset alenevat selvästi liikenteen määrän lisääntyessä, mutta vain tiettyyn rajaan saakka, jonka jälkeen ne vakiintuvat. Kaksi- ja useampiraiteisten rataosien (päärataverkko) kunnossapito havaittiin bruttotonnikilometriä kohti suhteellisesti edullisemmaksi kuin yksiraiteisten rataosien (alempiasteinen rataverkko). Rajakustannukset olivat Ruotsissa pelkillä kunnossapidon kustannuksilla laskettuna keskimäärin 0,014 senttiä/brtkm vuonna 1995 (taulukko 4.3).

Taulukko 4.3. Kunnossapitokustannuksista lasketut rajakustannukset Ruotsissa vuonna 1995, vuoden 2000 hinnoissa (Johansson & Nilsson, 2001).⁷

Rajakustannus vuonna 1995	äyriä/brtkm	senttiä/brtkm
Koko rataverkko	0,120	0,014
Päärataverkko	0,084	0,010
Alempiasteinen rataverkko	0,930	0,11

Itävalta

Itävallassa radanpidon muuttuvien kustannusten kustannusfunktio on määritetty vuosien 1998 – 2000 kunnossapitokustannus- ja liikennemäärätiedoilla Ruotsin mallin mukaisesti (Munduch ym., 2002). Kolmelta vuodelta kootut tiedot on yhdistetty yhdeksi aineistoksi. Kustannusaineisto käsittää kunnossapidon päärataverkolla sekä alempitasoisella rataverkolla, mutta ei korvausinvestointeja. Itävallan aineistossa on eritelty asemien kohdalla olevat rataosat, yli 10 asteen nousut (vastamäet), jyrkät mutkat ja tunnelit.

Radanpidon muuttuvia kustannuksia selittivät rataosan pituus sekä rataosalla liikkuneiden bruttotonniin määrä. Liikenteen määrän suhteen alenevat rajakustannukset havaittiin samalla tavoin kuten Ruotsissa. Myös päärataverkon ja alempiasteisen rataverkon kunnossapidon kustannuserot vastasivat Ruotsin havaintoja. Rataosien nousut ja jyrkät

⁶ SIKA:n (2002) mukaan korvausinvestointien tarkastelumahdollisuuksia on tarpeen arvioida uudelleen.

⁷ Euron keskipurssi Ruotsin kruunun suhteen oli 8,45 vuonna 2000 (Suomen Pankki).

mutkat selittivät kustannuksia alempitaisoisella rataverkolla. Rajakustannukset olivat Itävallassa koko rataverkolle pelkistä kunnossapidon kustannuksista arvioituna keskimäärin 0,055 senttiä/brtkm vuonna 2000 (taulukko 4.4).

Taulukko 4.4. Rajakustannukset Itävallassa kunnossapitokustannuksista laskettuna, vuoden 2000 hinnoissa (Munduch ym., 2002).

Rajakustannus vuonna 2000	senttiä/brtkm
Koko rataverkko	0,055
Päärataverkko	0,048
Alempiasteinen rataverkko	0,31

Norja

Norjassa on valmisteltu rajakustannusten laskentaa, mutta tähänastinen työ tuloksineen ei ole vertailukelpoista muiden maiden kanssa. Aineistoon liittyvien ongelmien vuoksi Norjan tuore raportti (Daljord, 2003) on enemmänkin estimoinnin mahdollisuuksia arvioiva esiselvitys, vaikka siinä on tehty karkea laskelma.

Norjan ratahallinnolla ei kustannuseurantajärjestelmää, joka kokoaisi tietoa rataosittaisista ratatöistä. Sen vuoksi esiselvityksen kustannusaineisto on luotu tutkimusta varten 'parhaana arvauksena' ratahallinnon alueviranomaisten tilinpitojärjestelmistä. Tilinpitojärjestelmä ei erottele kunnossapidon töitä sekä korvaus- ja laajennusinvestointeja selkeästi toisistaan. Lisäksi tilinpidon aluejako ei vastaa rataverkon teknistä aluejakoa. Näistä syistä laskenta-aineiston luominen on ollut Norjassa vaikeaa.

5 Laskenta-aineistot vuosille 2000 – 2002

5.1 Rataosat

Radanpidon muuttuvien kustannusten kustannusfunktion estimoinnissa ja rajakustannusten laskennassa käytetty aineisto on koottu alun perin 93 rataosalle Ratahallintokeskuksen liikennetilastoinnin rataosajaon mukaisesti (Kuva 5.1 ja liite 1). Rataosa on tietty yhteysväli tai muuten rajattu ratalinjan osa. Tarkastelun ulkopuolelle on rajattu Ratahallintokeskuksen rataverkon ja teollisuuslaitosten väliset liityntäraiteet sekä teollisuuslaitosten ja satamien alueella olevat radat ja raiteet.

Aineistossa kuvataan jokaiselle rataosalle:

- rataosan pituus,
- raidekilometrit rataosalla,
- tekniset tiedot; sähköistys, kunnossapitoluokka sekä vaihteiden lukumäärä,
- bruttotonnit – junien ja lastin sekä matkustajien yhteenlaskettu paino erikseen tavara- ja henkilöliikenteen junille,
- peruskunnossapidon kustannukset,
- erikseen tilatun kunnossapidon kustannukset silloin kun ne lukeutuvat radanpidon muuttuviin kustannuksiin sekä
- korvausinvestoinnit silloin kun ne lukeutuvat radanpidon muuttuviin kustannuksiin.

Rataosien pituudet vaihtelevat kolmesta kilometristä lähes kahteen sataan kilometriin. Rataosa-aineisto on yhteispituudeltaan 5 626 kilometriä. Vuonna 2001 Ratahallintokeskuksen rataverkon pituus oli kokonaisuudessaan 5 850 kilometriä. Siten rataverkosta tarkastelussa on mukana 96 %. Rataosa-aineistossa on kaiken kaikkiaan noin 7 514 raidekilometriä, koska useilla rataosilla on rinnakkaisia raiteita.

5.2 Suoritetiedot

Rataosittaiset junien kokonaispainot, bruttotonnit, käsittävät kalenterivuoden aikana kullakin rataosalla kulkeneiden junien, rahdin sekä matkustajien yhteenlasketun painon. Erilaisia junatyyppisiä tai akselipainoeroja ei huomioida rajakustannusten laskennassa, vaan laskenta käsittelee vain homogeenisiä bruttotonneja ja bruttotonnikilometrejä.

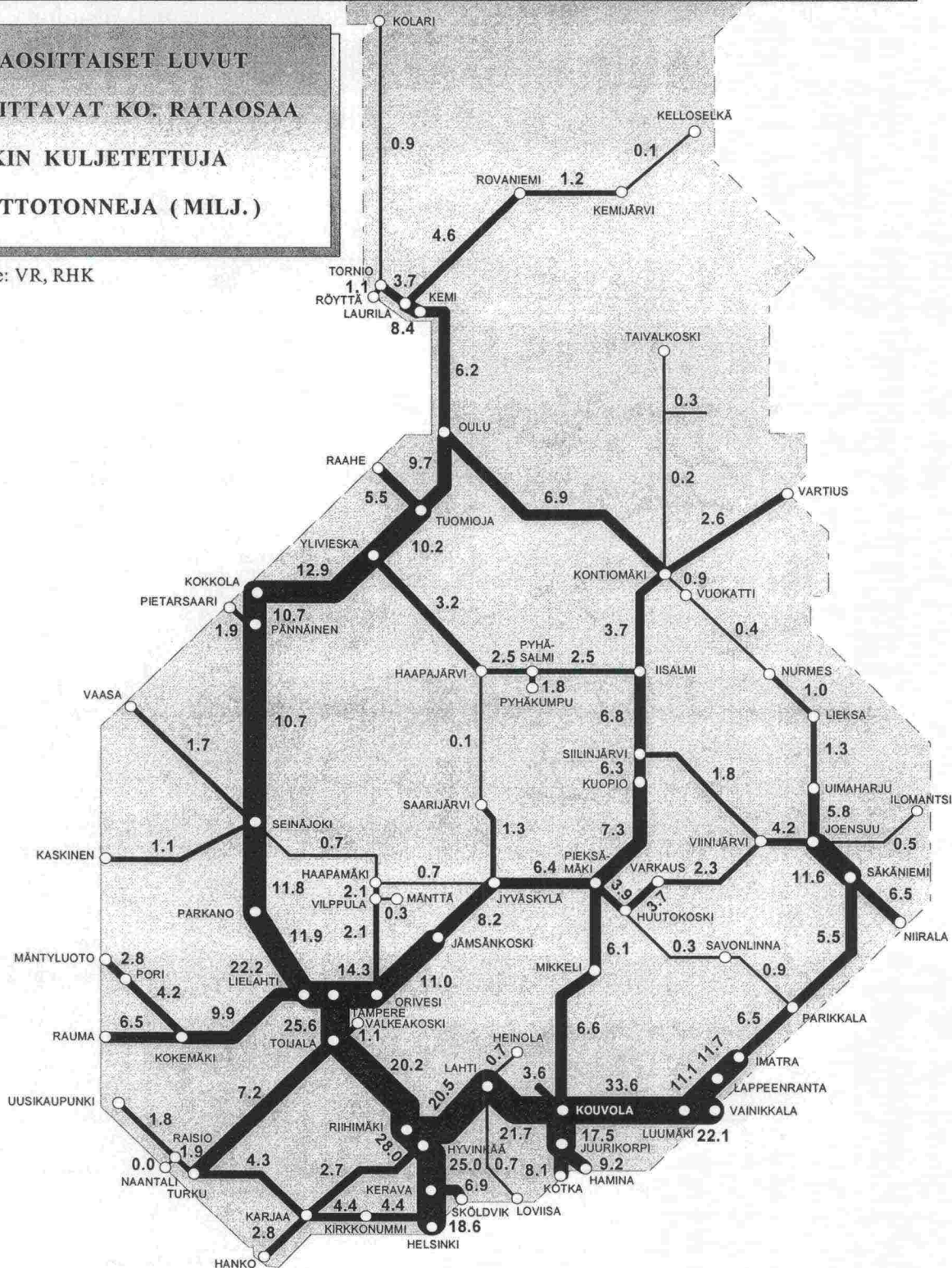
Rataosia käyttäneiden junien yhteispainot on koottu erikseen tavarajunaliikenteelle, henkilöliikenteen kaukojunille sekä lähiliikenteen henkilöjunille. Kaukojuna- ja tavarajunaliikenteen rataosittaiset junapainot on poimittu suoraan Ratahallintokeskuksen liikennetilastojen tausta-aineistoista (Ratahallintokeskus 2001c, 2002c ja 2003c). Ratahallintokeskuksen suoritetilastot eivät sisällä sähkömoottorijunaliikennettä (ns. sm-junat), eli pääkaupunkiseudun lähijunaliikennettä sekä eräitä Etelä-Suomen henkilöjunavuoroja. Niiden osalta rataosittaiset bruttotonnit on määritetty erillislaskentana.

BRUTTOTONNIT RATAOSITTAIN VUONNA 2003

(Ilman SM-kalustoa)

RATAOSITTAISET LUVUT
OSOITTAVAT KO. RATAOSAA
PITKIN KULJETETTUJA
BRUTTOTONNEJA (MILJ.)

Lähde: VR, RHK



23.1.2004 HL/M-LR

RATAHALLINTO-
KESKUS
BANFÖRVALTNINGS-
CENTRALEN

Kuva 5.1. Ratahallintokeskuksen rataverkko ja liikennemäärät vuonna 2003.

5.3 Radanpidon muuttuvat kustannukset

Ratahallintokeskuksen kokonaismenot ja radanpidon muuttuvat kustannukset

Radanpidon muuttuvien kustannusten aineistot kootaan erittelemällä rataosilla tehtyjen ratatöiden muuttuvat kustannukset radanpidon kokonaismenoista. Ratahallintokeskuksen varojen kokonaiskäyttö on esitetty Taulukossa 5.1. Erittelyssä käsitellään eria *Radan kunnossapito ja käyttö* (sis. peruskunnossapidon ja erikseen tilattujen töiden kustannukset) ja *Korvausinvestoinnit*.

Taulukko 5.1. Ratahallintokeskuksen talousarvion varojen käyttö vuosina 2000 – 2002 (Ratahallintokeskus, 2002a).

Miljoonaa euroa	2000	2001	2002
Radan kunnossapito ja käyttö	111,9	120,8	129,6
Korvausinvestoinnit	152,0	142,5	134,9
Välisumma	263,9	263,3	264,5
(osuus kaikista menoista)	(66 %)	(69 %)	(63 %)
Kehittäminen	80,9	59,4	52
Eräät ratahankkeet	-	-	35,1
Liikenteenohjaus	34,5	37,2	37,8
Hallinto, muut yleiskustannukset ja kiinteistötoimi	20,8	23,4	28,4
Välisumma	136,2	120	153,3
(osuus kaikista menoista)	(34 %)	(31 %)	(37 %)
VAROJEN KÄYTTÖ YHTEENSÄ	400,1	383,3	417,8

Rataosittaisen laskenta-aineiston kokoamisessa käytetään kirjanpidon tietojen sijaan VR-Rata Oy:n ja Ratahallintokeskuksen kustannusseurantajärjestelmiä, joissa ratatöiden kustannukset on eritelty käyttökohteittain. Peruskunnossapidon, erikseen tilattujen töiden sekä korvausinvestointien kustannuksia seurataan kolmella eri järjestelmällä, jotka ovat kaikki hieman erilaisia.

Kustannusseurantojen mukaan vuosina 2000 – 2002 peruskunnossapidon, erikseen tilattujen töiden ja korvausinvestointien menot olivat kokonaisuudessaan 232 – 243 M€ (sis. ratapihoilla tehdyt työt; taulukko 5.2).

Taulukko 5.2. Ratatöiden menot Ratahallintokeskuksen kustannusseurannan mukaan vuosina 2000 – 2002 (ilman kehittämisinvestointeja).

Miljoonaa euroa	2000	2001	2002
Peruskunnossapito	63	65	65
Erikseen tilattu kunnossapito	25	33	36
Korvausinvestoinnit	149	134	142
YHTEENSÄ	237	232	243

Rataosille kohdistetut radanpidon muuttuvat kustannukset ovat suuruudeltaan noin 145 – 164 M€/vuosi vuosina 2000 – 2002 (taulukko 5.3). Peruskunnossapidon, erikseen tilattujen töiden ja korvausinvestointien kokonaismenoista (vrt. taulukko 5.2) laskenta-aineisto kattaa keskimäärin noin 66 %.

Taulukko 5.3. Rataosille kohdistetut radanpidon muuttuvat kustannukset yhteensä.

Miljoonaa euroa	2000	2001	2002
Peruskunnossapito	38	38	37
Erikseen tilattu kunnossapito	10	13	15
Korvausinvestoinnit	116	94	109
YHTEENSÄ	164	145	161

Laskenta-aineistosta on rajattu pois perusmääritteiden mukaan sellaiset kustannukset, jotka eivät kuulu rajakustannusten laskentaan. Niitä ovat ratapihoilla tehdyt työt, peruskunnossapidon yleiskustannukset sekä eräät muut muuttuviin kustannuksiin lukeutumattomat kustannukset. Tällaisia kustannuksia ovat muun muassa erikseen tilattuina töinä tai korvausinvestointeina rahoitetut valvontaan ja ohjaukseen liittyvät laitteiden ja järjestelmien investointikustannukset.

Lisäksi laskennasta rajautuu pois sellaisia erikseen tilattuja töitä ja korvausinvestointeja, jotka on kirjattu kustannusseurantaan tavalla, joka ei salli kustannusten kohdentamista rataosille. Laskenta-aineistosta jää siten jonkin verran pois kustannuksia, jotka määritelmän mukaan kuuluisivat laskentaan mukaan. Kustannusaineistot käydään seuraavaksi tarkemmin läpi kustannuslajeittain.

Peruskunnossapito

Peruskunnossapidon työt kuuluvat yleiskustannuseriä lukuun ottamatta kokonaisuudessaan radanpidon muuttuviin kustannuksiin. Kaiken kaikkiaan vuosina 2000 – 2002 peruskunnossapidon töitä on teetetty noin 62 – 64 M€ arvosta (taulukko 5.4). Peruskunnossapidon töitä on voitu kohdistaa rataosille jokaisena vuonna noin 37 – 38 M€ verran, joka vastaa keskimäärin noin 60 % kaikista peruskunnossapidon menoista.

Rataosakohdistus voidaan tehdä varsin helposti VR-Rata Oy:n kustannusseuranta-järjestelmän pohjalta. Siinä on valmis kustannusluokittelu ja rataosajako 57 rataosalle. Koska laskenta-aineistossa on 93 rataosaa, joillakin yhteysväleillä kustannuksia viedään laskenta-aineiston rataosajakoon linjakilometrien mukaan useammalle rataosalle jakamalla.

Laskenta-aineistoon ei ole viety hallinnollisia kustannuksia, ratapihoilla ja liityntäraiteilla tehtyjä töitä sekä eräitä muita vähäisempiä yleisiä kustannuseriä. Tarkastelusta pois rajattuja peruskunnossapidon töitä on eri vuosina 24 – 27 M€ verran, josta hieman yli puolet on ratapihojen peruskunnossapidon töitä.

Taulukko 5.4. Rataosille kohdistettu sekä tarkastelun ulkopuolelle jäänyt tai rajattu peruskunnossapito.

Peruskunnossapito (1000 euroa)	2000	2001	2002
Rataosille kohdistettu peruskunnossapito (osuus kaikista peruskunnossapidon töistä)	37 900 (61 %)	38 000 (60 %)	36 700 (57 %)
Rataosille kohdistamaton peruskunnossapito	24 100	25 200	27 300
Yhteensä	62 000	63 200	64 000

Erikseen tilattu kunnossapito

Erikseen tilattu kunnossapito käsittää erillisprojekteina tehtäviä kunnossapitotöitä ja pienempiä korvausinvestointeja, joita tehdään erillisillä määrärahoilla. Kaiken kaikkiaan erikseen tilattuja kunnossapidon töitä on teetetty eri vuosina noin 25 – 36 M€ arvosta (taulukko 5.5). Erikseen tilattuja töitä on voitu kohdistaa rataosille eri vuosina noin 10 – 15 M€ verran, joka vastaa vuodesta riippuen noin 40 % koko summasta.

Rataosilla tehdyt erikseen tilatut työt on viety muuttuvien kustannusten aineistoon Ratahallintokeskuksen kustannus seurannan projektitietojen perusteella. Aineistosta on poistettu ratapihatyöt, työkohteen (rataosan) osalta erittelemättömät työt ja muuttuviin kustannuksiin muuten lukeutumattomat erikseen tilatut ratatyöt kustannuksineen.

Taulukko 5.5. Rataosille kohdistetut sekä tarkastelun ulkopuolelle jääneet tai rajatut erikseen tilatut ratatyöt ja raidemateriaalit.

Erikseen tilattu kunnossapito (1000 euroa)	2000	2001	2002
Rataosille kohdistetut erikseen tilatut työt (osuus kaikista erikseen tilatuista töistä)	9 900 (39 %)	13 000 (40 %)	15 400 (43 %)
Rataosille kohdistamattomat erikseen tilatut työt	8 500	12 800	13 700
Raidemateriaalit	7 000	7 000	7 000
Yhteensä	25 400	32 800	36 100

Erikseen tilattujen töiden raidemateriaaleja (kiskojen ja pölkkyjen kiinnitysmateriaalit ja raidesepele) ei ole voitu kohdentaa työkohteille, koska ne on esitetty kustannus seurannassa summana, ei käyttömäärien mukaan projekteille vietyinä kustannuksina. Aineistosta pois jäävien raidemateriaalien kokonaisarvo on noin 7 M€/vuosi, josta osa on rataosilla tehtyjen töiden ja osa ratapihoilla tehtyjen töiden raidemateriaaleja. Lisäksi useiden eri puolilla rataverkkoa tehtyjen samantyyppisten erikseen tilattujen töiden kustannuksia on kirjattu seurantaan summana, joka estää kustannusten kohdistamisen rataosille.⁸ Erittelemättömät kustannuskirjaukset ovat puute laskenta-aineiston muodostamisen ja rajakustannusten määrittämisen kannalta.

⁸ Esimerkiksi kiskonhionta, ultraäänitarkistus, raidereleiden vaihto- ja huoltotyöt, vaihteiden vaihtotyöt, käänötilaitteiden kunnostus- ja huoltotyöt sekä siltojen tarkistukset ja korjaukset.

Korvausinvestoinnit

Korvausinvestoinnit käsittävät pääasiassa rataverkon perusparannustöitä sekä laitteiden ja varusteiden korjaamista tai uusimista, eli ovat liikennöinnistä aiheutuvan kulumisen korjaamista. Rataosille kohdistettavat korvausinvestoinnit on viety aineistoon Ratahallintokeskuksen kustannusseurannan projektikohtaisten osoitetietojen perusteella.

Korvausinvestointeja on kohdistettu rataosille eri vuosina noin 94 – 116 M€, eli keskimäärin noin 75 % kaikista korvausinvestoinneista (taulukko 5.6). Laskenta-aineistosta on rajattu pois ratapihoilla tehdyt korvausinvestoinnit (suurin pois rajattu erä). Lisäksi pois rajautuu muita kustannusaineistossa kohdistamattomina esitettyjä tai muutoin radanpidon muuttuviin kustannuksiin lukeutumattomia korvausinvestointeja.

Taulukko 5.6. Rataosille kohdistetut ja tarkastelusta pois rajatut korvausinvestoinnit.

Korvausinvestoinnit (1000 euroa)	2000	2001	2002
Rataosille kohdistetut korvausinvestoinnit	116 000	93 500	109 000
(osuus kaikista korvausinvestoinneista)	(78 %)	(70 %)	(77 %)
Rataosille kohdistamattomat korvausinvestoinnit	33 000	40 500	33 000
Yhteensä	149 000	134 000	142 000

6 Tulokset ja niiden arviointi

6.1 Yleistä

Radanpidon muuttuvien kustannusten kustannusfunktiot on ensin estimoitu vuosille 2000 – 2002. Kustannusfunktioista on johdettu radan kulumisen rajakustannukset kullekin vuodelle erikseen.

Kustannusfunktio on estimoitu sekä koko muuttuvien kustannusten kustannusaineistolle (peruskunnossapito, erikseen tilatut työt ja korvausinvestoinnit) että pelkästään kunnossapidon kustannuksille (peruskunnossapito ja erikseen tilatut työt).

Radan kulumisen rajakustannukset on laskettu kunakin vuonna erikseen jokaiselle rataosalle, mutta tuloksena esitetään kaikkien rataosien painotetut keskiarvot. Rajakustannusten rataosittaista vaihtelua havainnollistetaan myös.

Lisäksi on tehty estimointi, jossa vuosien 1997 – 2002 aineistot on koottu yhteen ja muuttuvat kustannukset on muutettu maarakennuskustannusindeksillä vuoden 2002 hintatasoon. Tämä estimointi kuvaa radanpidon muuttuvien kustannusten kustannusfunktion sekä radan kulumisen rajakustannukset kuuden vuoden keskiarvona, ja sitä voidaan pitää tämän selvityksen päätuloksena.

6.2 Kustannusfunktio ja rajakustannukset vuosina 2000 – 2002

Kaikki rataosat ja koko muuttuvien kustannusten aineisto

Radanpidon muuttuvien kustannusten kustannusfunktio on estimoitu ensin koko rataverkolle koko kustannusaineistolla. Laskennassa aineistosta putoavat pois sellaiset havainnot (rataosat), joilta puuttuu joko liikennemäärä- tai kustannustieto.

Estimoinnin mukaan kustannusfunktion merkitseviä muuttujia ovat rataosien liikennemäärä, rataosien raidepituus ja korvausinvestointien tasomuuttuja⁹ (taulukko 6.1). Muuttujien saamat arvot ovat suurin piirtein samaa tasoa eri vuosina. Mallin selitysasteet ovat 51 – 56 %:n välillä, joka on tavanomaista poikkileikkausaineistolle. Odotusten mukaisesti raidepituus- ja bruttotonnikertoimien arvo on alle yhden. Rataosan vaihteiden lukumäärä, sähköistys ja kunnossapitoluokka eivät saa merkitsevää arvoa.

Vuosille 2000 – 2002 lasketut radan kulumisen rajakustannukset ovat rataosien liikennemäärien mukaan painotettuina keskiarvoina noin 0,077 - 0,087 senttiä/brtkm (taulukko 6.2).

⁹ Muuttuja saa arvon 1, jos korvausinvestointien määrä rataosalla on yli 16 819 euroa. Muutoin muuttujan arvo on 0.

Taulukko 6.1. Radanpidon kustannusfunktio vuosina 2000 – 2002, koko muuttuvien kustannusten aineisto.

Vuosi	Hav. lkm	Selityksaste	Vakio-kerroin	Korvausinvestointien tasokerroin	Raidepituuskerroin	Bruttotonnikerroin
2000	90	0,5129	4,4808	1,1383	0,8963	0,2906
2001	86	0,5568	4,5932	1,1185	0,9583	0,2670
2002	88	0,5089	4,5874	0,9525	0,9600	0,2714

Taulukko 6.2. Radan kulumisen rajakustannukset vuosina 2000 – 2002, koko muuttuvien kustannusten aineisto (senttiä/brtkm tarkasteluvuoden hinnoissa).

Vuosi	Rajakustannus, senttiä/bruttotonnikilometri
2000	0,08729
2001	0,08402
2002	0,07658

Rajakustannusten vaihtelu rataosittain – koko muuttuvien kustannusten aineisto

Radan kulumisen rajakustannukset vaihtelevat rataosittain huomattavasti. Vuosille 2000 – 2002 laskettujen rataosittaisten rajakustannusten vaihteluväli (koko muuttuvien kustannusten aineistossa) oli esimerkiksi sellainen, että pienimmät rajakustannukset olivat alle 0,02 senttiä/brtkm ja korkeimmat jopa yli 5 senttiä/brtkm. Ääripäät vaihtelevat vuodesta toiseen, mutta erittäin alhaisia tai erittäin korkeita rataosittaisia rajakustannustuloksia on yleensä lukumääräisesti vähän.

Rajakustannukset ovat yleensä pienimmät rataosilla, joilla on huomattavan paljon etenkin painavaa tavaraliikennettä suhteessa rataosalla tehtyihin radanpidon töihin (muuttuviin kustannuksiin). Rajakustannukset ovat puolestaan korkeat, mikäli rataosalla on vähän liikennettä (bruttotonneja) suhteessa rataosalla tehtyihin radanpidon töihin.

Saman rataosan rajakustannukset voivat vaihdella paljonkin eri vuosina, johtuen vuosittaisista liikennemäärien ja etenkin rataosalla tehtyjen ratatöiden määrän vaihteluista. Ratatöiden määrä vaihtelee paljon etenkin korvausinvestointien osalta, koska niitä tehdään tietyn toimenpidekierron mukaisesti. Toisina vuosina töitä on paljon, kun taas toisina vuosina ei lainkaan. Se heijastuu rajakustannuksiin erittäin voimakkaasti.

Rajakustannusten suuruuden ja vuosittaisten vaihteluiden vuoksi rataosittaisia rajakustannuksia ei ole mielekäästä käyttää ratamaksun määrittämiseen. Eri rataosien rajakustannusten liikennemäärillä painotetut keskiarvot tasoittavat nämä vaihtelut, ja soveltuvat paremmin rataverkon hinnoitteluun.

Kaikki rataosat ja pelkät kunnossapitokustannukset

Radanpidon kustannusfunktio ja radan kulumisen rajakustannukset laskettiin erikseen aineistolla, josta on jätetty pois korvausinvestoinnit. Näin saadaan selville pelkkien kunnossapitokustannusten (peruskunnossapito ja erikseen tilatut työt) kustannusfunktio ja rajakustannukset.

Kunnossapitokustannuksia selittävät raidepituus, erikseen tilattujen töiden tasomuuttuja, rataosalla liikennöidyt bruttotonnit, sekä koko kustannusaineistosta poiketen, vuonna 2000 ja 2002 myös vaihteiden lukumäärä (taulukko 6.3). Mallin selityksasteet ovat varsin korkeita.

Kunnossapitokustannusten mukaiset radan kulumisen rajakustannukset olivat rataosien painotettuna keskiarvona noin 0,018 – 0,025 senttiä/brtkm vuosina 2000 - 2002 (taulukko 6.4). Koko kustannusaineistolla laskettuihin tuloksiin verrattuna nähdään, että korvausinvestoinnit vaikuttavat huomattavan paljon radan kulumisen rajakustannusten tasoon.

Taulukko 6.3. Radanpidon kustannusfunktio vuosina 2000 – 2002, kunnossapitokustannusten aineisto.

Vuosi	Hav. lkm	Selityksaste	Vakio-kerroin	Raidepituuskerroin	Erikseen tilattujen töiden tasokerroin*	Vaihteiden lukumääräkerroin	Bruttotonnikerroin
2000	89	0,7168	6,8781	0,6919	0,6116	0,2245	0,1325
2001	85	0,7333	6,1326	0,9837	0,5817	-	0,1551
2002	88	0,6846	6,8341	0,5908	0,4726	0,1959	0,1748

* Muuttuja saa arvon 1 jos rataosalle on kirjattu erikseen tilattuja töitä. Muussa tapauksessa muuttujan arvo on 0.

Taulukko 6.4. Radan kulumisen rajakustannukset vuosina 2000 – 2002, kunnossapitokustannusten aineisto (senttiä/brtkm tarkasteluvuoden hinnoissa).

Vuosi	Rajakustannus, senttiä/bruttotonnikilometri
2000	0,0179
2001	0,02313
2002	0,02458

Kuuden vuoden keskiarvo

Rajakustannusten pidemmän aikavälin keskiarvon määrittämiseksi kuuden vuoden muuttuvien kustannusten vuosittaiset aineistot (1997 – 2002) yhdistettiin yhdeksi aineistoksi. Muuttuvat kustannukset muutettiin inflaation ja maarakennuskustannusten vaihtelun vaikutusten tasoittamiseksi kustannusindeksillä vuoden 2002 hintoihin (liite 2).

Taulukko 6.5 kuvaa kuuden vuoden aineistolla lasketun kustannusfunktion muuttujien arvot ja mallin selityksasteen. Muuttujien arvot ovat loogisia vuosittaisiin estimointituloksiin verrattuna. Kuuden vuoden keskimääräinen radan kulumisen rajakustannus

(rataosien painotettuna keskiarvo) on noin 0,11 senttiä/brtkm vuoden 2002 hintatasossa (taulukko 6.6). Se vastaa kutakuinkin nykyistä ratamaksun perusmaksun tasoa.

Taulukko 6.5. Radanpidon kustannusfunktio vuosien 1997 – 2002 aineistolla laskettuna, kaikki muuttuvat kustannukset mukana.

Vuodet	Hav. lkm	Selityssaste	Vakio-kerroin	Korvausinvestointien tasokerroin	Raidepituuskerroin	Bruttotonnikerroin
1997 - 2002	538	0,5048	4,8913	1,1159	0,89024	0,2809

Taulukko 6.6. Radan kulumisen rajakustannus kuuden vuoden painotettuna keskiarvona, koko muuttuvien kustannusten aineisto (senttiä/brtkm vuoden 2002 hinnoissa).

Vuodet	Rajakustannus
1997 - 2002	0,10814

Pelkillä kunnossapidon kustannuksilla (peruskunnossapito ja erikseen tilatut työt) laskettuna rajakustannusten kuuden vuoden painotettu keskiarvo on 0,01575 senttiä/brtkm (vuoden 2002 hinnoissa; 536 havaintoa; mallin selityssaste 0,6872). Mallin merkittäviä muuttujia olivat vakio (8,0129), erikseen tilattujen töiden taso (0,5958), raidepituus (0,6004), vaihteiden lukumäärä (0,2614) ja bruttotonnit (0,08857).

6.3. Vuosien 1997 – 1999 ja 2000 – 2002 vertailu

Rajakustannusten taso ja radanpidon kustannusfunktio

Seuraavaksi verrataan radan kulumisen rajakustannusten ja kustannusfunktioiden estimointeja vuosina 1997 – 1999 ja 2000 - 2002. Lisäksi kustannusaineistoja verrataan keskenään. Vertailu koskee koko kustannus- ja rataosa-aineistolla laskettuja tuloksia.

Radan kulumisen rajakustannukset ovat painotettuina keskiarvoina (taulukko 6.7):

- noin 0,11 – 0,13 senttiä/brtkm vuosina 1997 – 1999 ja
- noin 0,077 – 0,087 senttiä/brtkm vuosina 2000 – 2002.

Rajakustannusten tasoero on merkittävä. Vuosina 2000 – 2002 rajakustannukset ovat karkeasti ottaen neljänneksen alhaisempia kuin vuosina 1997 – 1999. Ero on todellisuudessa vielä merkittävämpi, koska luvut on esitetty nimellisin hinnoin. Mikäli kaikkien vuosien rajakustannustulokset korotettaisiin vuoden 2002 hintoihin (maarakennuskustannusindeksillä), olisi ero vielä suurempi. Rajakustannusten erot johtuvat ennen kaikkea muuttuvien kustannusten aineistojen euromääräisistä eroista, jota selittää korvausinvestointien määrän runsas vaihtelu.

Muuttuvien kustannusten kohdistuminen eri tavoin liikennöidyille rataosille eri vuosina vaikuttaa tulosten tasoon myös jonkin verran. Lisäksi vuosien 2000 – 2002 aineistoissa ei ole mukana eräitä sellaisia teollisuuslaitoksiin vieviä rataosia, jotka olivat mukana vuosien 1997 – 1999 laskelmissa, ja joilla oli tuolloin korkeat rataosakohtaiset

rajakustannukset. Tämä rataosien pois jääminen johtuu kustannusseurantajärjestelmien seurantatarkkuuden muutoksista.

Taulukko 6.7. Radan kulumisen rajakustannukset vuosina 1997 – 2002 (senttiä/brtkm tarkasteluvuoden hintatasossa).

Vuosi	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Rajakustannus	0,12443	0,13407	0,11592	0,08729	0,08402	0,07658

Kustannusfunktion selitysasteet ovat vuosina 2000 – 2002 hieman korkeammat kuin vuosina 1997 - 1999 (taulukko 6.8). Radanpidon kustannuksia selittävät tekijät, liikennemäärä, raideosan pituus sekä korvausinvestointien tasomuuttuja, samoin kuin vakio-kerroin, saavat joko suurin piirtein samoja tai hieman alhaisempia arvoja vuosina 2000 – 2002. Toisin sanoen, vuosina 2000 – 2002 kustannusfunktio on muodoltaan hieman loivempi kuin aikaisemmin.

Taulukko 6.8. Radanpidon kustannusfunktion muuttujien arvot vuosina 1997 – 2002.

Vuosi	Hav. lkm	Vakio-kerroin	Korvausinvestointien tasokerroin	Raidepituus-kerroin	Bruttotonni-kerroin
1997	91	4,7765	1,1545	0,9498	0,2780
1998	91	4,9918	1,0214	0,7720	0,3167
1999	91	4,7986	1,0177	0,9019	0,2896
2000	90	4,4808	1,1383	0,8963	0,2906
2001	86	4,5932	1,1185	0,9583	0,2670
2002	88	4,5874	0,9525	0,9600	0,2714

Muuttuvien kustannusten määrän vaihtelut laskenta-aineistossa

Laskenta-aineistoon vietyjen radanpidon muuttuvien kustannusten määrän vaihteluja selittävät keskeisimmin seuraavat tekijät:

- Radanpidon rahoitustaso vaihtelee budjettivarojen vaihtelun myötä.
- Ratatöitä kohdentuu rataosille ja ratapihoille eri vuosina eri määrä (etenkin erikseen tilattuja töitä ja korvausinvestointeja).
- Ratatöiden kustannusseuranta muuttuu, jonka vaikutuksesta yleiskustannusten määrän on havaittu lisääntyvän.
- Ratatöiden kustannusseurannan kirjaustarkkuus on osin riittämätön ja muuttuvia kustannuksia jää laskenta-aineistosta pois.
- Radanpidon kustannustehokkuuden parantamiselle on asetettu muutamien prosenttien vuotuinen tehostumistavoite.

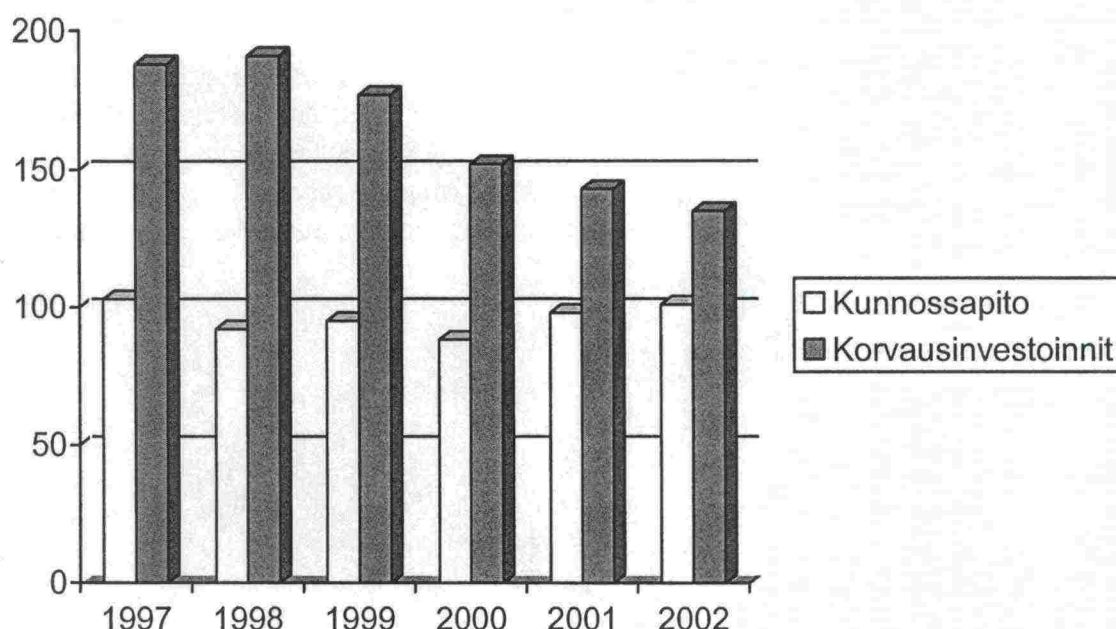
Seuraavaksi vertaillaan radanpidon rahoitustasoa sekä rataosille kohdennettujen ja tarkastelusta pois rajattujen radanpidon muuttuvien kustannusten määriä vuosina 1997 - 2002. Taulukossa 6.9 ja kuvassa 6.1 on esitetty Ratahallintokeskuksen varojen käyttö kunnossapidon ja korvausinvestointien osalta. Kokonaisuutena korvausinvestointien määrä on alentunut selvästi vuosista 1997 – 1999. Peruskunnossapidon rahoitustason alentumista on kompensoinut erikseen tilattujen töiden rahoituksen lisääntyminen.

Taulukko 6.9. Ratahallintokeskuksen varojen käyttö rataosilla ja ratapihoilla vuosina 1997 – 2002 (kunkin vuoden hintatasossa; ilman kehittämisinvestointeja).

Miljoonaa euroa	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Kunnossapito						
- peruskunnossapito*	75	67	67	63	65	65
- erikseen tilattu kunnossapito*	28	25	28	25	33	36
Korvausinvestoinnit**	188	191	177	152	143	135
YHTEENSÄ	291	283	272	240	241	236

* Ratahallintokeskuksen kustannusseurannan mukaan. Vastaa kutakuinkin vuosikertomuksen lukuja.

** Vuosikertomuksen mukaan. Ei vastaa tarkkaan investointien kustannusseurannan esittämiä lukuja.



Kuva 6.1. Kunnossapitokustannukset ja korvausinvestoinnit vuosina 1997 – 2002, miljoonaa euroa tarkasteluvuoden hinnoissa (Ratahallintokeskus, 2002a).

Taulukossa 6.10 on kuvattu rataosille kohdistetut muuttuvat kustannukset vuosien 1997 – 1999 ja 2000 – 2002 laskelmissa. Vuosina 2000 – 2002 radanpidon muuttuvia kustannuksia on kohdistettu rataosille selvästi vähemmän kuin vuosina 1997 – 1999. Kuten edellä todettiin, tämä johtuu pääosin korvausinvestointien rahoitustason laskusta, mutta myös lähtöaineistojen ominaispiirteistä.¹⁰

Peruskunnossapidon osalta yleiskustannusten määrä on lisääntynyt kustannusseurannan kehittämisen vuoksi. Erikseen tilattujen töiden ja korvausinvestointien kustannuksia ei ole voitu viedä rataosille kaikilta osin, koska projekteilta puuttuu joissain tapauksissa

¹⁰ Ratahallintokeskuksen tekemien elinkaarikustannuslaskelmien mukaan perusradanpidon rahoitustarve on vuosina 2004 – 2013 keskimäärin noin 380 miljoonaa euroa vuosittain ja korvausinvestointien tarve noin 200 miljoonaa euroa vuosittain (ks. Tuominen, 2004). Rahoituksen tarvetta nostavat viime vuosien alhainen rahoitustaso sekä päälysrakenteen uusimistarve useilla rataosilla. Viime vuosina korvausinvestointien rahoitustaso on ollut selvästi alhaisempi, noin 135 miljoonaa euroa vuodessa. Mikäli korvausinvestointien määrä olisi ollut nyt tarkasteltuinä vuosina tarpeen mukainen, olisi se nostanut radanpidon muuttuvien kustannusten määrää sekä rajakustannusten tasoa.

osoitetieto, ja usein eri puolilla rataverkkoa tehtyjä samantyyppisiä töitä on kirjattu järjestelmiin summana. Lisäksi raidemateriaaleja on kirjattu käyttökohteen osalta täsmentämättöminä kertakirjauksina.

Taulukko 6.10. Rataosille viedyt muuttuvat kustannukset vuosina 1997 – 2002.

Miljoonaa euroa	Aineisto 1997 - 1999			Aineisto 2000 - 2002		
	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Peruskunnossapito	53	49	48	38	38	37
Erikseen tilattu kunnossapito	19	17	18	10	13	15
Korvausinvestoinnit	156	174	141	116	94	109
YHTEENSÄ	228	240	207	164	145	161

Vuodesta 2004 alkaen Ratahallintokeskuksen kirjanpitoa on alettu tekemään alueellisesti. Sen yhteydessä pyritään kohdentamaan kustannukset käyttökohteiden mukaisesti rataverkon eri osille. Tulevaisuudessa rajakustannusten laskennassa voitaneen siten käyttää suoraan kirjanpidosta poimittavissa olevia rataosittaisia kustannustietoja. Mitä tarkemmin alueellista kirjanpitoa tehdään kirjattaessa radanpidon menoja käyttökohteille rataverkolla, sitä laadukkaampaa aineisto on rajakustannusten laskennan kannalta.

7 Rajakustannusten laskennan arviointi

7.1. Nykyisen laskennan vahvuudet ja heikkoudet

Vahvuudet

Suomessa sovellettu ratojen käytöstä aiheutuvan kulumisen hinnoittelu on teoreettisesti perusteltu menettely ja se perustuu mahdollisimman tarkkaan laskentaan. Hinnoittelu-perusteissa määritellään ne radanpidon kustannukset, jotka kuuluvat infrastruktuurin kulumisen hinnoitteluun. Se tekee hinnoittelusta läpinäkyvää. Ratamaksun määrittäminen on oikeudenmukainen rataverkon käyttäjien kannalta, koska se perustuu vain niihin kustannuksiin, joita liikenteestä aiheutuu. Maksuja ei siis aseteta summittaisesti. Menettely vastaa myös ratamaksudirektiivin vaatimuksia.

Suomen rautatieliikenteen tilastot ja ratatöiden kustannusseuranta sallivat rajakustannusten tilastollisen laskennan osiin jaetulla rataverkolla. Näin rajakustannusten vaihtelut tulevat ilmi verkon eri osissa. Myös sen vuoksi menettely tarkka ja se sallii periaatteessa erilaisia hinnoitteluvaihtoehtoja. Vuosien 1997 – 1999 ja 2000 – 2002 rajakustannustulokset ovat olleet keskinäisessä vertailussa johdonmukaiset, tasoerosta riippumatta. Tulosten tasoero vastaa muuttuvien kustannusten aineistoon vietyjen radanpidon kustannusten tasoeroa. Laskentamenettely on siten todettavissa toimivaksi.

Heikkoudet

Ratamaksun asettaminen rajakustannusten kautta on vaativa tehtävä laskentamenettelyn ja lähtöaineiston tarkkuudelle asetettujen vaatimusten vuoksi. Radanpidon muuttuviin kustannuksiin kuuluvat kustannuserät ovat kategorisen tarkkoja, ja ne pitäisi pystyä kohdentamaan rataverkolle täysin kustannusperusteisesti. Se lisää tausta-aineistojen kokoamisen ja käsittelyn työmäärää. Työmäärä on erityisen suuri, jos ratatöiden kustannusseurantaa ei ole kehitetty rajakustannusten laskentaa ja rataverkon hinnoittelua ajatellen. Kustannusaineistojen läpikäynti on nykyisen rajakustannusten laskennan työläin ja kallein vaihe. Rajakustannusten laskentaa palveleva kustannusseuranta vaatii resursseja kehittämiseen ja ylläpitoon.

Menetelmän herkkyys radanpidon urakoiden kustannusseurannassa tai kirjanpidossa tapahtuville kustannusmääritteiden ja kirjauskäytäntöjen muutoksille on epäedullista radanpitäjän hinnoittelutavoitteiden kannalta.

Viime vuosina kustannusseurannan rataosajakoa on tietyiltä osin harvennettu ja samalla yleiskustannuksina käsiteltävien töiden määrää on lisätty. Lisäksi kustannusseurannassa voi esiintyä kustannuskirjauksia, joihin on koottu yhteen useiden rataosakohtaisten urakoiden työ- ja materiaalikustannukset. Tällöin radanpidon muuttuvia kustannuksia ei voida kohdentaa rataosille, ja kyseiset kustannuserät jäävät laskennan ulkopuolelle. Rajakustannusten laskennan ja rataverkon hinnoittelun näkökulmasta voidaan hyväksyä vain hallinto- ja yleiskustannusten osalta kohdistamattomat kirjaukset. Urakoiden kustannusseurannassa voidaan myös käyttää erilaisia työ- ja materiaalihintoja kuin asiakaslaskutuksessa.

Tällaiset kustannusseurannan tai kirjanpidon menettelyt voivat vähentää hinnoitteluun kuuluvien radanpidon muuttuvien kustannusten määrää niin paljon, että rajakustannukset

ja ratamaksut määräytyvät tasoltaan aliarvioksi todellisista radan kulumisen rajakustannuksista.

Lisäksi muutamien vuosien vuosiaineistojen tapauksessa rajakustannusten määrä voi vaihdella runsaasti radanpidon rahoitustason vaihteluiden vuoksi. Yksittäisten tarkasteluvoosien tai lyhyen tarkastelujakson tulokset eivät välttämättä kuvaa rajakustannuksia hinnoittelun kannalta mielekkäällä tavalla. Ratamaksut on joka tapauksessa asetettava voimaan pidemmälle aikavälille. Tällöin rajakustannusten tasosta on saatava varmuus, eli rajakustannusten muutoksia on tarkkailtava aika-ajoin. Rajakustannusten tarkkailu on työlästä, ellei niiden laskentaa systematisoida esimerkiksi osaksi kustannushallintaa tai kirjanpitoa.

7.2 Vertailu keskimääräiseen hinnoitteluun

Radanpidon keskimääräisten muuttuvien kustannusten määrittäminen on erittäin helppoa. Talousteorian mukaan keskimääräinen hinnoittelu johtaa kuitenkin epäoptimaaliseen tulokseen, koska keskimääräiset infrastruktuurikustannukset ovat yleensä korkeampia kuin rajakustannukset, ja siten rataverkon käytöstä peritty hinta perusteettoman korkea. Oikeudenmukainen hinnoittelu tarkoittaa sitä, että jokainen infrastruktuurin käyttäjä maksaa vain aiheutetuista kustannuksista.

Taulukossa 7.1 on esitetty radanpidon keskimääräiset muuttuvat kustannukset eräiden vaihtoehtoisten kustannusperusteiden mukaan Rautatietilaston mukaisille suoritteille kohdistettuna. Keskimääräisten kustannusten vaihtoehtoiset kustannusperusteet ovat:

- ne muuttuvat kustannukset, jotka tässä työssä kohdistettiin rataosille,
- kunnossapidon ja korvausinvestointien menot rataosilla ja ratapihoilla sekä
- perusradanpidon kokonaismenot.

Tulokset kuvaavat selkeästi keskimääräisten kustannusten ja rajakustannusten välistä eroa. Vuosina 2000 – 2002 radanpidon keskimääräiset muuttuvat kustannukset rataosilla olivat bruttotonnikilometriä kohti kertaluokkaa suuremmat (0,44 – 0,49 senttiä/brtkm) kuin yhden bruttotonnikilometrin rajakustannukset (noin 0,077 – 0,087 senttiä/brtkm). Rajakustannukset olivat vain 16 – 19 % keskimääräisistä muuttuvista kustannuksista.

Kunnossapidon ja korvausinvestointien kokonaismenojen perusteella (rataosat ja ratapihat yhteensä) keskimääräiset kustannukset olivat noin 0,73 senttiä/brtkm. Perusradanpidon kokonaismenojen mukaan keskimääräiset kustannukset ovat noin 0,98 senttiä/brtkm.

Taulukko 7.1. Radanpidon suoritekohtaiset keskimääräiset kustannukset eri kustannusperusteilla laskettuna (senttiä/brtkm) vuosina 2000 - 2002.

Kustannusperuste/suoritteet	2000	2001	2002
Bruttotonnikilometrit	33 148 000 000	32 608 000 000	32 759 000 000
Muuttuvat kustannukset rataosilla			
Kustannukset yhteensä (euroa)	164 000 000	145 000 000	161 000 000
Keskimääräiset muuttuvat kustannukset (senttiä/brtkm)	0,49	0,44	0,49
Kunnossapito ja korvausinvestointikustannukset rataosilla ja ratapihoilla			
Kustannukset yhteensä (euroa)	240 000 000	241 000 000	236 000 000
Keskimääräiset kunnossapito- ja korvausinvestointikustannukset (senttiä/brtkm)	0,72	0,74	0,72
Perusradanpidon menot			
Kustannukset yhteensä (euroa)	318 400 000	322 100 000	327 800 000
Keskimääräiset perusradanpidon menot (senttiä/brtkm)	0,96	0,99	1,00

8 Johtopäätökset

Ratahallintokeskuksen soveltaman radan kulumisen rajakustannusten laskentamenettely on todettu toimivan johdonmukaisesti. Nyt tehdyissä laskelmissa ei ole ilmennyt syytä, miksi menettelyä tulisi muuttaa. Menettely täyttää ratamaksudirektiivissä ratojen käytöstä aiheutuvien radanpidon muuttuvien kustannusten hinnoittelulle asetetut vaatimukset, ja se on rataverkon käyttäjien kannalta oikeudenmukainen. Laskentamenettelyä on tosin tarpeen systematisoida ja sen tarkkuutta on tarpeen parantaa tausta-aineistojen osalta.

Keskeisimmät tulokset vuosien 2000 – 2002 laskennan osalta ovat seuraavat:

- Rajakustannusten painotettu keskiarvo koko muuttuvien kustannusten aineistolla laskettuna oli koko rataverkolla noin 0,077 – 0,087 senttiä/brtkm.
- Rajakustannusten painotettu keskiarvo pelkillä kunnossapidon kustannuksilla laskettuna (ilman korvausinvestointeja) oli koko rataverkolla noin 0,018 – 0,025 senttiä/brtkm.

Keskeisimmät tulokset vuosien 1997 – 2002 laskennan osalta ovat seuraavat:

- Rajakustannusten painotettu keskiarvo kuuden vuoden aineistolla laskettuna oli koko rataverkolla keskimäärin noin 0,11 senttiä/brtkm (vuoden 2002 hinnoissa).
- Pelkästään kunnossapidon kustannuksilla laskettuna radan kulumisen rajakustannus kuuden vuoden keskiarvona oli noin 0,016 senttiä/brtkm (vuoden 2002 hinnoissa).

Radan kulumisen rajakustannusten taso laskee vuosina 2000 – 2002 selvästi vuosiin 1997 – 1999 verrattuna. Tätä selittää ennen kaikkea se, että radanpidon rahoitustaso korvausinvestointien osalta oli vuosina 2000 – 2002 selvästi alhaisempi kuin vuosina 1997 – 1999.

Rajakustannukset laskettiin toteutuneiden radanpidon muuttuvien kustannusten mukaan, joka ei välttämättä vastaa radanpidon optimaalista rahoitustasoa. Varsinkin korvausinvestointien rahoitustason alituiset vaihtelut ovat rajakustannusten laskemisen ja ratamaksun perusmaksun asettamisen kannalta ongelma, koska vaihtelut heijastuvat suoraan ja voimakkaasti rajakustannuksiin. Tasaisempi ja radanpidon tarpeita vastaava rahoitustaso helpottaisi siten myös ratamaksun asettamista.

Rajakustannusten tasoon vaikuttavat myös ratatöiden kustannusseurannan kirjaustarkkuus ja kirjauseriaatteiden kehittäminen. Peruskunnossapidon kustannusseurannassa yleiskustannuksina kirjattavien töiden määrä on ollut vuosina 2000 – 2002 aiempaa suurempi. Sen vuoksi rataosille on voitu kohdistaa aiempaa vähemmän peruskunnossapidon kustannuksia. Lisäksi erikseen tilattujen töiden ja korvausinvestointien kustannuskirjaukset ovat olleet vuosina 2000 – 2002 osittain epätarkkoja. Kaikille ratatöille ja materiaalikustannuksille ei ole merkitty käyttökohdetta rataverkolla. Tästä seuraa aineistokatoa, jonka vuoksi nyt lasketut rajakustannustulokset voidaan perustellusti todeta aliarvioiksi.

Rajakustannusten laskenta sekä ratamaksun määrittäminen tulee sisäistää kustannusseurannan ja kirjanpidon kehittämiseen. Ratamaksun määrittäminen on kustannustiedon eräs merkittävimmistä käyttötarkoituksista. Radanpidon kustannusseuranta ja kirjanpitoa ei tähän saakka ole kehitetty ratamaksun määrittämisen näkökulmasta optimaalisella

tavalla. Siksi peruskunnossapidon, erikseen tilattujen töiden sekä korvausinvestointien kustannusseurannat ovat palvelleet tätä käyttötarkoitusta osittain puutteellisesti.

Kustannusaineistojen laatu voi parantua jatkossa, mikäli vuoden 2004 alusta Ratahallintokeskuksessa aloitetussa alueellisessa kirjanpidossa otetaan huomioon myös rataverkon hinnoittelun edellyttämä kustannustiedon tarkkuus. Sen yhteydessä on kiinnittävä huomiota kustannusten kirjaamiseen käyttökohteiden mukaisesti rataverkon eri osille täysin kustannusperusteisesti. Ratatöiden kilpailuttamisen lisääntyessä on myös tarpeen kiinnittää huomiota kustannushallinnan laatuun ja kustannustietouden säilyttämiseen Ratahallintokeskuksessa.

Kuuden vuoden laskelman tulokset kuvaavat rajakustannusten keskimääräistä tasoa pidemmällä aikavälillä aineistossa, jossa inflaation ja maarakennuskustannusten vaihtelun vaikutukset on tasoitettu indeksillä. Lisäksi korvausinvestointien rahoitustason vaihtelut tasoittuvat pidemmässä aineistossa. Pidemmän aikavälin aineistoilla laskettu rajakustannusten keskiarvo onkin paras lähtökohta ratamaksujen asettamisen kannalta. Vuosille 1997 – 2002 laskettu rataosittaisten rajakustannusten painotettu keskiarvo vastaa tasoltaan nykyisin perittyä ratamaksun perusmaksua.

Lähteet

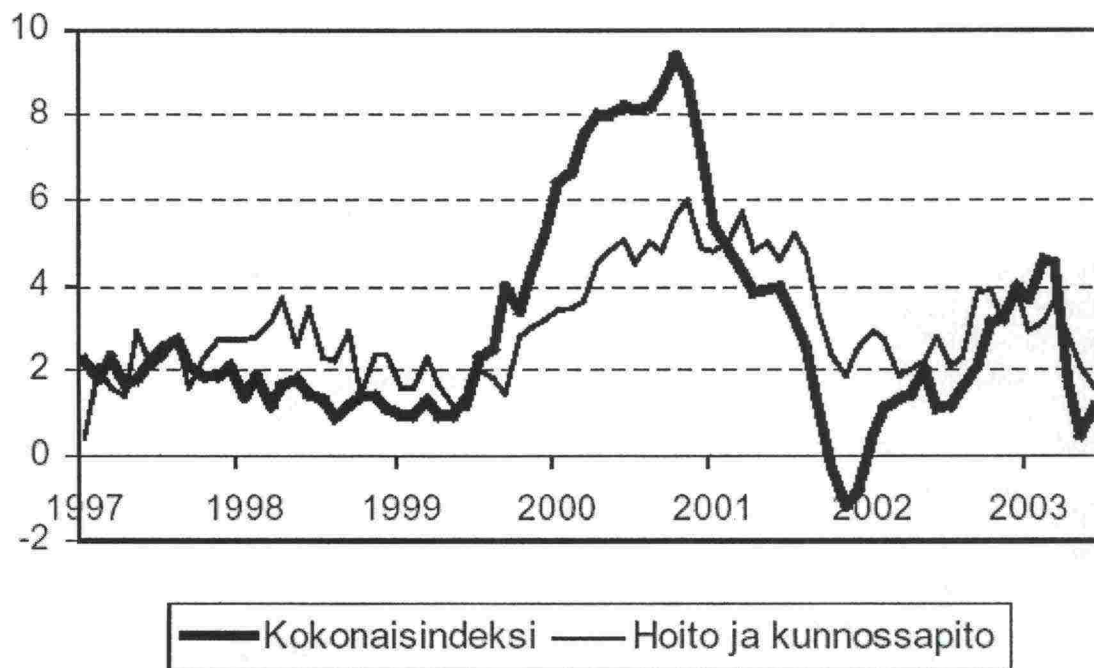
- Daljord, Ö. (2003). Marginalkostnader i jernbanenettet. Stiftelsen Frischsenteret for samfunnsøkonomisk forskning & Ragnar Frisch Centre for Economic Research. Rapport 2/2003.
- European Commission (1999). Calculating Transport Infrastructure Costs. Final report of the Expert Advisors to the High Level Group on Infrastructure Charging (Working Group 1, April 28, 1999).
- Idström, T. (2002). Suomen ratamaksun uudistaminen – ekonometrinen analyysi rataverkon käytön rajakustannuksista. Pro gradu-tutkielma. Taloustieteiden tiedekunta. Jyväskylän yliopisto.
- Johansson, P. & Nilsson, J-E. (2001). An Economic Analysis of Track Maintenance Costs. Julkaisematon artikkeli. IFAU – Office of Labour Market Policy Evaluation. VTI – Road and Transport Research Institute.
- Liikenne- ja viestintäministeriö (2002). Ratamaksuperiaatteiden uudistaminen. Mietintöjä ja muistioita B 9/2002.
- Munduch, G., Pfister A., Sögner, L. & Stiassny, A. (2002). Estimating Marginal Costs for the Australian Railway System. Working Paper no. 78. Department of Economics Working Paper Series. Vienna University of Economics & B.A.
- Ratahallintokeskus (2000a). Vuosikertomus 2000.
- Ratahallintokeskus (2000b). Suomen rautatietilasto 2000.
- Ratahallintokeskus (2001a). Vuosikertomus 2001.
- Ratahallintokeskus (2001b). Suomen rautatietilasto 2001.
- Ratahallintokeskus (2001c). Bruttotonnit rataosittain vuonna 2000. Erillinen tilastoaineisto.
- Ratahallintokeskus (2002a). Vuosikertomus 2002.
- Ratahallintokeskus (2002b). Suomen rautatietilasto 2002.
- Ratahallintokeskus (2002c). Bruttotonnit rataosittain vuonna 2001. Erillinen tilastoaineisto.
- Ratahallintokeskus (2003a). Verkkoselostus 2005. Ratahallintokeskuksen julkaisuja F5/2003.
- Ratahallintokeskus (2003b). Suomen rautatietilasto 2003.
- Ratahallintokeskus (2003c). Bruttotonnit rataosittain vuonna 2002. Erillinen tilastoaineisto.
- Ratahallintokeskus (2003d). Ratahallintokeskuksen talous- ja toimintasuunnitelma vuosille 2005 – 2008. 10.11.2003.
- SIKA (2002). Nya banavgifter? Analys och förslag. SIKAs Rapport 2002:2. Banverket och SIKAs.
- Tuominen, M. (2004). Rautatieinfrastruktuurin elinkaarikustannukset. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 3/2004.

LIITE 1 RATAOSAJAKO

Nro*	Rataosa	Pituus, km	Nro*	Rataosa	Pituus, km
1	Helsinki - Pasila (sis.satamarata)	3	48	Säkäniemi - Raja	33
2	Pasila - Hiekkaharju	14	49	Joensuu - Ilomantsi	71
3	Hiekkaharju - Kerava	12	50	Turku - Toijala	128
4	Pasila - Kirkkonummi	35	51	Toijala - Valkeakoski	17
5	Huopalahti - Vantaankoski	9	52	Pieksämäki - Jyväskylä	80
6	Kerava - Hyvinkää	30	53	Toijala - Tampere	40
7	Hyvinkää - Riihimäki	12	54	Vilppula - Mänttä	9
8	Kerava - Sköldvik	33	55	Lielähti - Kokemäki	91
9	Kirkkonummi - Karjaa	49	56	Kokemäki - Pori	38
10	Hyvinkää - Karjaa	99	57	Tampere - Lielähti	6
11	Karjaa - Hanko	53	58	Lielähti - Parkano	69
12	Riihimäki - Toijala	76	59	Parkano - Seinäjoki	84
13	Riihimäki - Lahti	59	60	Kankaanpää - Parkano	48
14	Turku - Raisio	8	61	Parkano - Aitoneva	22
15	Raisio - Uusikaupunki	58	62	Tampere - Orivesi	42
16	Karjaa - Turku	113	63	Orivesi - Jämsänkoski	60
17	Lahti - Kouvola	62	64	Jämsänkoski - Jyväskylä	53
18	Kouvola - Juurikorpi	36	65	Orivesi - Haapamäki	72
19	Juurikorpi - Kotka	18	66	Haapamäki - Seinäjoki	118
20	Kouvola - Luumäki	58	67	Kokemäki - Rauma	47
21	Kouvola - Mikkeli	113	68	Pori - Mäntyluoto/Tahkoluoto	21
22	Mikkeli - Pieksämäki	71	69	Jyväskylä - Äänekoski	47
23	Kouvola - Kuusankoski	8	70	Äänekoski - Saarijärvi	28
24	Juurikorpi - Hamina	19	71	Saarijärvi - Haapajärvi	135
25	Lahti - Heinola	38	72	Jyväskylä - Haapamäki	78
26	Lahti - Loviisa	78	73	Seinäjoki - Vaasa/Vaskiluoto	74
27	Luumäki - Vainikkalan raja	33	74	Seinäjoki - Kaskinen	112
28	Luumäki - Lappeenranta	28	75	Seinäjoki - Kokkola	133
29	Lappeenranta - Imatra	39	76	Kokkola - Ylivieska	79
30	Imatra - Parikkala	61	77	Ylivieska - Tuomioja	68
31	Parikkala - Säkäniemi	93	78	Tuomioja - Oulu	54
32	Säkäniemi - Joensuu	37	79	Pännäinen - Pietarsaari	11
33	Parikkala - Savonlinna	59	80	Tuomioja - Raahe/Rautaruukki	34
34	Savonlinna - Huutokoski	75	81	Ylivieska - Haapajärvi	55
35	Pieksämäki - Kuopio	89	82	Oulu - Kontiomäki	166
36	Kuopio - Siilinjärvi	25	83	Oulu - Kemi	106
37	Siilinjärvi - Iisalmi	60	84	Kemi - Laurila	8
38	Pieksämäki - Huutokoski	31	85	Laurila - Rovaniemi	106
39	Huutokoski - Varkaus	18	86	Laurila - Tornio	18
40	Varkaus - Viinijärvi	101	87	Tornio - Kolari	183
41	Viinijärvi - Joensuu	33	88	Tornio - Röyttä	11
42	Viinijärvi - Siilinjärvi	112	89	Rovaniemi - Kemijärvi	83
43	Iisalmi - Kontiomäki	109	90	Kemijärvi - Kellosekä	78
44	Iisalmi - Haapajärvi	99	91	Murtomäki - Otanmäki	25
45	Joensuu - Uimaharju	50	92	Taivalkoski - Kontiomäki	156
46	Uimaharju - Nurmes	109	93	Kontiomäki - Vartius	95
47	Nurmes - Kontiomäki	109		Rataosien yhteispituus	5 626

* Tämän työn oma numerointi.

LIITE 2 MAARAKENNUSKUSTANNUSINDEKSI



Kuva 1. Maarakennuskustannusindeksin vuosimuutokset 1997 – 2003 (Tilastokeskus, 2003).¹¹

Taulukko 1. Maarakennuskustannusindeksin kehitys 1985 – 2002 (Tilastokeskus, 2003).

MAKU-Indeksi

1985	100
1987	110
1988	119
1989	126
1990	135
1991	139
1992	136
1993	136
1994	140
1995	143
1996	142
1997	146
1998	148
1999	150
2000	161
2001	165
2002	168

¹¹ http://www.tilastokeskus.fi/tk/tp_tied/tiedotteet/v2003/153hins.pdf

RATAHALLINTOKESKUKSEN JULKAISUJA

A

- 1/2000 Rataverkko 2020 -ohjelman väliraportti
2/2000 Bantrummor, 250 kN och 300 kN axellaster
3/2000 Liikkuvan kaluston kirjallisuustutkimus
4/2000 Raidesepelin lujuuden vaikutus tukikerroksen kestoikään
5/2000 Ratarakenteen instrumentointi ja mallinnus, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot
6/2000 Väliraportti 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainojen ratateknisistä tutkimuksista
7/2000 Intermediate Report, 250 kN and 300 kN axle loads
8/2000 Ratatekniset määräykset ja ohjeet -julkaisun käytettävyydestä
9/2000 Ratakapasiteetin perusteet
10/2000 Instrumentation and Modelling of Track Structure, 250 kN and 300 kN axle loads
11/2000 Rautatieonnettomuuksien sisäiset ja ulkoiset kustannukset
12/2000 Internal and External Costs of Railway Accidents
1/2001 Rataverkko 2020 -suunnitelma
2/2001 XPS-routaeristelevyt ratarakenteessa, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot
3/2001 Raidetutkimus, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot
4/2001 Radan kunnossapitokustannusten kirjallisuustutkimus
5/2001 Loppuraportti 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainojen teknisistä ominaisuuksista
6/2001 Final Report, 250 kN and 300 kN axle loads
7/2001 Rautateiden maanvaraiset pylväasperustukset
8/2001 Ratarumpututkimus. Instrumentointi ja mittaukset
9/2001 Verkkoaikataulu junaliikenteen ja rautatieinfrastruktuurin kehittämisestä
10/2001 Työnaikaisten ratakaivantojen tukeminen
11/2001 Pääkaupunkiseudun rautateiden meluntorjuntaohjelma vuosille 2001 – 2020
12/2001 Rautatietasoristeysten turvaaminen
13/2001 Rautatieliikenteen riskit ja turvaamistoimenpiteet, osat 1 ja 2
14/2001 Rautatieliikenteen valtakunnallinen meluselvitys
1/2002 Ratarakenteen routasuojaus
3/2002 Rautatietasoristeysten turvaamis- ja poistostrategia 2020
4/2002 Rautateiden maanvaraiset pylväasperustukset, lisensiaatintutkimus
5/2002 Raiteentarkastus ja siinä ilmenevien virheiden analysointi välillä Kirkkonummi–Turku
6/2002 Kerava–Lahti-oikoradan sosiaalisten vaikutusten arviointi
7/2002 Rataverkon tavaraliikenne-ennuste 2025
8/2002 Puomillisten tasoristeysten turvallisuus
9/2002 Vartioimattomien tasoristeysten turvallisuus
10/2002 Ratarumpututkimus, mallinnus
1/2003 Katsaus Ratahallintokeskuksen tutkimus- ja kehittämistoimintaan
2/2003 Instrumentation and Modelling of Railway Culverts
3/2003 Rautatieliikenteen onnettomuuksien ja vaaratilanteiden raportoinnin kehittäminen
4/2003 Henkilöliikenneasemien esteettömyyskartoituksen tuloksia
1/2004 Tavaraliikenteen ratapihavisio- ja strategia 2025
2/2004 Rautateiden kaukoliikenteen asemien palvelutaso ja kehittämistarpeet
3/2004 Rautatieinfrastruktuurin elinkaarikustannukset
4/2004 Murskatun kalliokiviaineksen hienoneminen ja routivuus radan rakennekerroksissa

Ratahallintokeskus

Kaivokatu 6, PL 185, 00101 Helsinki
puh. (09) 5840 5111, fax (09) 5840 5100
www.rhk.fi

ISBN 952-445-101-8
ISSN 1455-2604