

# Kustannusmalli Suomen rautatietavaraliikenteeseen, Itäinen yhdysliikenne

Logistiikka

Maisterin tutkinnon tutkielma

Ilpo Rajapuro

Ilpo Rajapuro

2014

# Kustannusmalli Suomen rautatietavaraliikenteeseen Itäinen yhdysliikenne

Laatija: Ilpo Rajapuro

Ohjaaja: Markku Kuula

19.6.2014

## Tiivistelmä

"Kustannusmalli Suomen rautatietavaraliikenteeseen, Itäinen yhdysliikenne" pro gradu-työni on konstruktivistista tutkimusotetta hyödyntävä tapaustutkimus. Olen siinä luonut Suomen rautatietavaraliikenteeseen yleisen kustannuslaskentamallin, joka perustuu normaalihin johdon laskentatoimen perusteisiin ja menetelmiin. Malli mahdollistaa rautateiden tavaraliikenteen yhteysvälikohtaisten kustannusten helpon laskemisen. Tutkimukseni kuvaa Suomen rautateiden tavaraliikenteen toimintoja, toimintaympäristön tuottamia vaikutuksia, kustannusrakenteita, yksikkökustannuksia ja niiden määrittämistä ja kohdentamista. Tutkimukseni keskittyy kustannusmallin luomiseen erityisesti rautateiden itäistä liikennettä varten. Näkökulma on rautateiden tavaraliikennettä harjoittavan rautatieyrityksen.

Tutkimuksen yleisessä teoriaosassa tarkastellaan kustannuslaskennan kustannuskäsitteitä, kustannusfunktiota, potentiaali- ja käyttötekijöitä, laskentatoimen perusongelmia sekä suoritekohtaisia peruslaskentamenetelmiä. Tämän tutkimuksen tuloksena syntynyt kustannusmalli perustuu toimintolaskennan menetelmiin. Resurssien käytön kustannus kohdistetaan resurssiajureilla toimintoaltaisiin, junaliikenne ja vaihtotyö, yleiskustannuksilla lisättyinä ja toimintoaltaista edelleen toimintoajureilla laskentakohteen, tavarajunan, kokonaiskustannuksiksi. Laskennan kohteina ovat neljän eri itäisen liikenteen yhteysvälin tavarajunat 2000 tonnin kuormajunin ja 500 tonnin tyhjävaunujunin. Kaikki laskennan kohteina olevat tavarajunat kulkevat Vainikkalan raja-aseman kautta ja suomalaisina lähtö- tai määräpaikkoina ovat Kouvola, Hamina, Kotka Mussalo ja Sköldvik. Jokaiseen kuormajunaan liittyy 100 prosenttisesti tyhjien vaunujen juna, joka kulkee saman yhteysvälin päinvastaisessa kulkusuunnassa kuin kuormajuna.

Kustannusmallin mukaisessa laskennassa lyhyiden yhteysvälien henkilöstökustannuksien suhteellinen osuus nousee merkittävän suureksi. Tämä suhde muihin kustannustekijöihin tasoittuu yhteysvälikohtaisen välimatkan ja junan käyttämän nopeuden kasvaessa. Laskennan tuloksista voidaan päätellä rautatiekuljetusten tapahtuvan edullisesti.

Konstruktivistinen tutkimusote tähän tapaustutkimukseen on selkeästi ollut rakentava ja huomiota keskittävä valinta. Toisaalta rautateiden kustannuslaskennan toteuttaminen toimintolaskennan avulla tuottaa hyvin eri toiminnoille kohdistuvaa kustannustietoa ja parantaa erityisesti yleiskustannusten kohdistamista toiminnoille.

Avainsanat: toimintolaskenta, kustannuslaskenta, logistiikka, rautatieliikenne, transitokuljetukset, VR

## Sisällysluettelo

1. Johdanto .....	1
1.1 Rautatieliikenteen erityispiirteet .....	2
1.2 Tutkimusongelmat ja -kysymykset .....	4
1.3 Tutkimuksen rakenne .....	4
2. Tutkimusmenetelmät ja aineisto .....	5
3. Rautateiden itäisen tavaraliikenteen taloudelliset taustatekijät.....	9
3.1 Poliittiset tekijät .....	9
3.2 Lainsäädännölliset tekijät.....	10
3.3 Rautatieinfrastruktuuri sekä tekniset järjestelmät.....	14
3.4 Kaupalliset tekijät.....	15
3.4.1 Vuosittainen kuljetusmäärä ja sen jakautuminen juniin .....	16
3.4.2 Kuljetettava tavara .....	17
3.4.3 Rata- ja ratapihakapasiteetin varaaminen .....	17
3.4.4 Kuljetusten toteuttamiseksi tarvittavat ratapihapalvelut .....	18
3.4.5 Suomen ja Venäjän välinen yhdysliikennesopimus liitteineen sekä rautatierajasopimus .....	19
4. Kustannusten yleinen teoria ja kustannuslaskenta.....	20
3.1 Kustannuskäsitteet .....	21
4.1.1 Muuttuvat ja kiinteät kustannukset .....	21
4.1.2 Välittömät ja välilliset kustannukset.....	22
4.1.3 Erillis- ja yhteiskustannukset .....	22
4.2 Kustannusfunktio ja potentiaali- ja käyttötekijät .....	23
4.3 Laskentatoimen perusongelmat.....	25
4.4 Suoritekohtaiset peruslaskentamenetelmät .....	27
4.4.1 Jakolaskenta .....	27
4.4.2 Lisäyslaskenta.....	28
4.4.3 Tavoitekustannuslaskenta.....	29
4.4.4 Standardikustannuslaskenta .....	29
4.4.5 Toimintoperustainen kustannuslaskenta .....	29
5. Kansainvälisiä kustannusmalleja rautatietavaraliikenteeseen .....	34
6. Kustannusmalli tavarajunalle.....	38
6.1 Liikennöintikustannukset, aikaperusteiset.....	40

6.1.1	Liikkuvan kaluston (veturit ja vaunut) pääomakustannukset .....	40
6.1.2	Veturinkuljettajien työvoimakustannukset .....	43
6.2	Liikennöintikustannukset, matkaperusteiset .....	43
6.2.1	Vetureiden ja vaunukaluston kunnossapidon ja korjauksen kustannukset .....	44
6.2.2	Energiakustannukset.....	45
6.2.3	Ratamaksu .....	51
6.3	Vaihtotyökustannukset.....	52
6.3.1	Vaihtotyövetureiden pääomakustannukset.....	53
6.3.2	Vaihtotyövetureiden kunnossapito- ja korjauskustannukset.....	53
6.3.3	Vaihtotyöyksiköiden työvoimakustannukset .....	53
6.3.4	Odotusaika lähtö- ja määräliikennepaikalla .....	55
6.4	Yleiskustannukset.....	55
7.	Kustannusmallin käyttö ja tulokset .....	57
8.	Keskustelu ja johtopäätökset.....	61
9.	Yhteenveto .....	63
	Lähdeluettelo .....	65
	LIITE 1, Kustannukset yhteysvälillä Vainikkala - Kouvola - Vainikkala (sähköveto) .....	68
	LIITE 2, Kustannukset yhteysvälillä Vainikkala - Hamina - Vainikkala (sähköveto) .....	69
	LIITE 3, Kustannukset yhteysvälillä Vainikkala - Kotka / Mussalo - Vainikkala (sähköveto) .....	70
	LIITE 4, Kustannukset yhteysvälillä Vainikkala - Sköldvik - Vainikkala (sähköveto) .....	71

## Taulukkuuettelo

Taulukko 1, Kooste Tullin Suomen maarajojen liikennetilaston rautateiden rajanylityspaikoittaisesta tonnitilastosta 2009–2013.....	3
Taulukko 2, Eri tutkimusmetodien tutkimuskysymysten sisältö (Yin 2009, 8), uudelleen laadinta ja käännös Ilpo Rajapuro.....	7
Taulukko 3, Rautatiekuljetustoimintaan vaikuttavat asetukset.....	12
Taulukko 4, Vetureiden pääomakustannusten kiinteät vuotuiset tasaerät, €/h ja €/min....	41
Taulukko 5, Henkilöstökustannusten määräytymisperusteet.....	43 ja 54
Taulukko 6, Sr2-veturin vetämän tavarajunan energiankulutus eri junapainoilla ja keskinopeuksilla (Liikenneviraston selvitys 15/2013, Rautatieliikenteen kustannusmallit).....	48
Taulukko 7, Sr2-veturin vetämän tavarajunan ei-kaupallisen pysähdyksen aiheuttama energiankulutuksen lisäys eri junapainoilla ja keskinopeuksilla kun keskimää-	

räinen pysähdysväli on 100 km. (Liikenneviraston selvitys 15/2013, Rautatieliikenteen kustannusmallit).....	50
Taulukko 8, Dieselkäyttöisten vetureiden polttoaineen kulutus LIPASTO-järjestelmän mukaan.....	51
Taulukko 9, Ratamaksu (Liikennevirasto, Rautateiden verkkoselostus 2014, kohta 6.3)..	52

## Kuvioluettelo

Kuvio 1	Liiketaloustieteen tutkimusotteet (Kasanen, Lukka ja Siitonen (1991, 317))....	8
Kuvio 2	Kustannusten luokittelua (Neilimo, Uusi-Rauva 2005, s. 55)	
Kuvio 3	Tuotantotoiminnan sopeutus ja kustannukset (Neilimo ja Uusi-Rauva 2005 kuvio 3.1).....	21
Kuvio 4	Toimintolaskennan kaksi näkökulmaa (Alhola 2008, 34).....	25
Kuvio 5	Kustannusten kohdistamisprosessin käsitteet ja suhteet (Alhola 2008, 43)...	31
Kuvio 6	Kustannusten kertymis- ja jakaantumiskaavio (Hicks T. 1999, 202), käännös ja uusi kaavio Ilpo Rajapuro.....	33
Kuvio 7	Jensenin kustannusmallin kuvaus (Troche G. 2009).....	35
Kuvio 8	Kuvio 8, Tavarajunien liikennöintikustannusmallin rakenne (Rautatieliikenteen kustannusmallit, Liikennevirasto 15/2013, kuva 7, muunnos Ilpo Rajapuro)..	38
Kuvio 9	Kustannusten toimintoperustainen kohdistaminen, Ilpo Rajapuro.....	39
Kuvio 10	Sähkön tukkuvuosihinnan vaihtelut Suomessa vuosina 1999 – 2013 (€/MWh) (Energiavirasto).....	46
Kuvio 11	Simulointeihin perustuva Sr2-veturin energiankulutuksen riippuvuus tavarajunan massasta ja keskinopeudesta. (Liikenneviraston selvitys 15/2013, Rautatieliikenteen kustannusmallit, kuva 8).....	49
Kuvio 12	Yhteysvälikohtaiset perustiedot ja laskentaperusteet.....	57
Kuvio 13	Kustannusjakauma yhteysvälillä $K_v - V_{na} - K_v$ ilman yk-lisää.....	58
Kuvio 14	Kustannusjakauma yhteysvälillä $K_v - V_{na} - K_v$ yk-lisin.....	58
Kuvio 15	Kustannusjakauma yhteysvälillä $V_{na} - H_{ma} - V_{na}$ ilman yk-lisää.....	59
Kuvio 16	Kustannusjakauma yhteysvälillä $V_{na} - H_{ma} - V_{na}$ yk-lisin.....	59
Kuvio 17	Kustannusjakauma yhteysvälillä $V_{na} - S_{ld} - V_{na}$ ilman yk-lisää.....	60
Kuvio 18	Kustannusjakauma yhteysvälillä $V_{na} - S_{ld} - V_{na}$ yk-lisin.....	61

## 1. Johdanto

Suomen kansallinen tavaraliikenne on vapautunut kilpailulle vuonna 2007. Vapautumisen jälkeen markkinoille on tullut kaksi rautatieyritystä lisää, jotka harjoittavat oikeasti rautatieliikennettä. Molemmat yritykset hoitavat vaihtotyöliikennettä, toinen Imatralla ja toinen Kouvolassa. Suomessa ei ole valtion omistaman rautatieyrityksen lisäksi yhtään varsinaista junaliikennettä harjoittavaa rautatieyritystä.

Yleisesti hyväksytty periaate on, että kilpailtu yritystoiminta pitää markkinat elinvoimaisina ja terveinä. Suomesta puuttuvat rautatiemarkkinat kokonaan. Tällä hetkellä Suomessa on ainoastaan kuljetusmarkkinat, jossa rautatietoiminta on yhtenä osana. Tämä tilanne johtaa kilpailun vääristymiseen ja rautatieliikenteen ainoan kilpailijan, maantieliikenteen, hinnoitteluperusteiden laajamittaiseen käyttöön myös rautatieliikenteessä. Suomen rautatiekuljetusmarkkina tarvitsee uusia näkökulmia, toimintamalleja ja tietoa.

Suomen valtion täysin omistama VR-Yhtymä Oy, joka on tällä hetkellä ainoa rautatieliikenteen kuljetuspalveluita rataverkolla tarjoava yritys, on muuttanut tilinpäätös-menettelyään siten, että yrityksen liiketoimintalajeittaisista (henkilöliikenne, tavaraliikenne, radan rakennus- ja kunnossapito) kustannuksista tai niiden jakautumisesta ei pysty päättelemään mitään. VR-Yhtymä Oy tekee yhden tilinpäätöksen, joka sisältää erittelemättöminä edellä mainittujen liiketoiminta-alueiden tiedot. Tämän lisäksi VR on aina ollut täysin haluton aukaisemaan kustannusrakennettaan kenellekään (KHO:n päätös 2.3.2011, diaarinumero 3176/1/09). Kyseinen kustannusten läpinäkyvyyden estäminen on olennaisesti vaikeuttanut rautatieliikenteen asiakkaiden mahdollisuutta tarkastella maksamiensa rahtien kustannusvastaavuutta. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on avata rautatietavaraliikenteen kustannusrakennetta siten, että erilaisten rautatietavaraliikenteen kuljetustapahtumien kustannusten tarkka laskeminen mahdollistuu.

Suomesta on puuttunut yleinen rautateiden tavaraliikenteen kustannuslaskentamalli. Laskentamalli, joka perustuisi normaaleihin johdon laskentatoimen perusteisiin ja menetelmiin mahdollistaen rautateiden tavaraliikenteen yhteysvälikohtaisten kustannusten laskemisen helposti. Tämä tutkimus pyrkii poistamaan tämän puutteen. Työni paneutuu erityisesti rautateiden itäisen tavaraliikenteen kustannusmallinnukseen.

## 1.1 Rautatieliikenteen erityispiirteet

Rautatieliikenteen harjoittaminen nähdään ja koetaan erittäin pääomavaltaiseksi, rajoitetuksi, säännellyksi ja vaikeaksi liiketoiminnaksi. Tämän lisäksi Suomessa on Eurooppalaisittain täysin uniikki raideleveys (1524 mm, viisi jalkaa), joka määrittää Suomessa käytettävän liikkuvan rautatiekaluston (vaunut ja veturit) mitoituksen. Yleinen harhaluulo on, että Suomella ja Venäjällä on sama raideleveys. Neuvostoliiton aikana Venäjän raideleveys yhdenmukaistettiin SI-järjestelmän mukaiseksi mittaan 1520 mm.. Venäjän raideleveys on 4 mm kapeampi kuin Suomessa. Venäläistä kalustoa voidaan käyttää Suomen rataverkolla, mutta suomalaista kalustoa ei voi käyttää venäläisellä rataverkolla. Venäläisen kaluston käyttö Suomessa on sallittu ainoastaan kansainvälisessä itäisessä liikenteessä.

Normaaliraideleveys, jota Euroopasta lähinnä löytyy, on 1435 mm (neljä jalkaa ja 8 ½ tuumaa). Euroopassa olevia vaunuja ei siis voi käyttää Suomessa ilman merkittäviä teknisiä muutoksia. Poikkeuksen tähän tekevät muutamat entisten junalauttayhtiöiden (Railship ja SeaRail) käyttämät vaunut, jotka ovat niin sanotusti Suomi kelpoisia ja telinvaihto- tai pyöräkertavaihtokelpoisia. Suomessa liikennettä harjoittavan rautatieyrityksen tulisi hankkia Suomi kelpoiset vaunujen telit tai pyöräkerrat, jotta kyseisiä vaunuja voisi käyttää Suomessa.

Eurooppalaiset vaunut ovat myös kuormaulottumaltaan pienempiä kuin suomalaiset. Tämä johtuu Suomen suuremmasta kuormaulottumasta, johon radat on rakennettu. Merkittävin ero on vaunujen suurimmassa korkeudessa, jota rajoittaa siltojen korkeus radasta. Edellä mainittujen seikkojen johdosta Suomesta puuttuu tällä hetkellä liikkuvan kaluston jälkimarkkinat kokonaan. Tätä puutetta lisää olemassa olevan suomalaisen rautatiekaluston romuttaminen myymisen sijaan. Valtio-omisteinen rautatieyritys kieltäytyy kategorisesti käytöstään poistuvan kaluston myymisestä.

Yhtenä merkittävänä ongelmana on rautatiekuljetukseen liittyvän tieto-aidon keskittyminen yhden valtio-omisteisen rautatieyrityksen haltuun. Niin sanotusti vapaita aktiivisia rautatiealan kaupallisia osaajia on todella vähän. Tämä johtuu osittain siitä, että Suomessa on rautateihin liittyvää tutkimusta ja tietoa erittäin vähän tarjolla. Olemme tässä asiassa huomattavasti esimerkiksi Ruotsia jäljessä, joskin Suomen rautatietekninen ja -maantieteellinen asema on myös täysin erilainen. Ruotsilla on sama raideleveys kuin lähes koko muulla Euroopalla ja siltayhteys Eurooppaan.



Lisäksi Göteborgin satama mahdollistaa isojen konttilaivojen rantautumisen ja laajan intermodaalikuljetusverkon luomisen ilman Suomea rasittavaa lyhyttä merirahtia Euroopan konttisatamista (<http://www.goteborgshamn.se>).

Tullin Suomen maarajojen liikennetilaston mukaan Suomen rautateiden itäinen tavaraliikenne vuonna 2013 oli noin 13,5 miljoonaa tonnia sisältäen itäisen viennin, tuonnin ja transitoliikenteen. Liikenne jakaantuu seuraavasti:

- transito n. 5 miljoonaa tonnia (länteen 4,5 milj. ja itään 0,5 milj.)
- vienti n. 0,5 miljoonaa tonnia
- tuonti n. 8 miljoonaa tonnia

Vientiliikenne on huomattavasti vähäisemmällä tasolla kuin tuontiliikenne. Rautateitse tapahtuvan viennin määrä on selkeässä laskussa edelleen.

Taulukko 1, Kooste Tullin Suomen maarajojen liikennetilaston rautateiden rajanylityspaikoittaisesta tonnihilastosta 2009–2013

<b>Saapuneet tonnit</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>Vainikkala</b>	5 414 631	5 220 923	4 235 017	5 200 236	5163181
<b>Imatrankoski</b>	1 614 096	2 213 819	2 232 205	2 238 206	2994724
<b>Niirala</b>	951 762	1 131 261	845 393	920 766	963876
<b>Vartius</b>	2 408 206	2 519 773	2 823 229	2 410 258	3540456
<b>YHTEENSÄ</b>	10 388 695	11 085 776	10 135 844	10 769 466	12662237
<b>Lähteneet tonnit</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>Vainikkala</b>	665 848	698 408	678 590	565 464	658 732
<b>Imatrankoski</b>	0	114	46	0	0
<b>Niirala</b>	84 373	117 158	112 215	114 259	82 157
<b>Vartius</b>	93 895	216 675	189 824	128 457	34506
<b>YHTEENSÄ</b>	844 116	1 032 355	980 675	808 180	775 395

Samanaikaisesti vientikuljetukset itärajan yli ovat kasvaneet lähinnä itäisten maantiekuljetusyritysten toimesta. Nykyisellään voidaan sanoa Suomen vienti- ja vienti-transitokuljetusten siirtyneen itäisten maantiekuljetusyritysten hallintaan. Rautatiekuljetukset ovat erittäin merkittävässä asemassa suomalaisen perusteollisuuden raaka-ainehankinnan ja tuontitransiton järjestämisessä. Tällä hetkellä ei ole tarjolla, VR-Yhtymä Oy:n tarjoamien kuljetuspalveluiden lisäksi, muita kuljetuspalvelun tarjoajia itäisessä liikenteessä. Samoin puuttuu tietoa rautatiekuljetusten kustannuksista, kustannusrakenteista ja toimintaympäristöstä.

## 1.2 Tutkimusongelmat ja -kysymykset

Tämä tutkimus keskittyy Suomen rautateiden tavaraliikenteen toimintojen kuvaukseen, toimintaympäristön vaikutuksiin, kustannusrakenteisiin, yksikkökustannuksiin, niiden määrittämiseen ja kohdentamiseen, kustannusmallin luomiseen sekä erityisesti rautateiden itäisen liikenteen ominaispiirteisiin. Tämän tutkimuksen näkökulma on rautatieyrityksen, joka harjoittaa rautateiden tavaraliikennettä. Tässä tutkimuksessa ei huomioida ulkoisia kustannuksia tai vaikutuksia elleivät ne kohdistu rautatieyritykseen rahamääräisinä kustannuksina tai vaikutuksina. Tämän tutkimuksen tuloksia voidaan käyttää hyväksi arvioitaessa lastinantajien kuljetuskustannuksia, kunhan rautatietavaraliikenteen harjoittajan tuottovaatimukset huomioidaan.

Tällä tutkimuksella pyritään vastaamaan kysymyksiin:

Mitkä ovat tärkeimmät rautateiden tavaraliikenteeseen vaikuttavat tekijät, miten ne vaikuttavat ja miten näihin tekijöihin pystytään vaikuttamaan?

Minkälainen on rautateiden tavaraliikenteen kustannusrakenne?

Mitkä ovat rautatietavaraliikenteen kustannustekijät ja mikä on paras malli niiden kohdistamiseen?

Minkälainen on tavarajunan toimintoprosessi?

Mikä on itäisen liikenteen tavarajunan kuljettamisen kokonaiskustannus eri yhteysväleillä ja kokoonpanoilla?

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää rautateiden tavaraliikenteen kustannusrakenne, yksikkökustannukset ja niiden kohdentuminen kuljetustapahtumiin.

## 1.3 Tutkimuksen rakenne

Tutkimukseni koostuu seitsemästä osasta, joista ensimmäisessä selvennän Suomen rautateiden tavaraliikenteen taustaa, nykytilaa ja tämän tutkimuksen rakennetta ja tarvetta. Toisessa osassa käsittelen tämän tutkimuksen kannalta olennaisia tutkimusmenetelmiä ja aineistoja. Kolmannessa osassa käyn läpi rautateiden itäisen tavaraliikenteen taloudellisia taustatekijöitä, jotka selventävät rautateiden tavaraliikenteeseen liittyviä poliittisia, lainsäädännöllisiä, rautatieteknisiä sekä kaupallisia tekijöitä. Neljännessä osassa käydään läpi kustannusten yleinen teoria. Samassa osassa

tarkastellaan kustannuslaskennan kustannuskäsitteitä, kustannusfunktiota, potentiaali- ja käyttötekijöitä, laskentatoimen perusongelmia sekä suoritekohtaisia peruslaskentamenetelmiä. Viidennessä osassa tarkastelen erilaisten kansainvälisten kustannusmallien soveltuvuutta Suomen rautatietavaraliikenteen kustannusmalleiksi. Kuudennessa osassa luodaan Suomen rautateiden tavaraliikenteen kustannusmallille perusta ja arvioidaan eri tekijöiden vaikutusta kustannusmallin toimivuudelle. Seitsemäs osa paneutuu tulosten analysointiin ja herkkyyssanalyysiin. Samalla esitellään tutkimuksen heikot ja vahvat alueet ja esitetään niihin parannusehdotukset. Tässä osassa annetaan kustannusmallin herkkyystarkastelun yhteysvälikohtaiset perustiedot ja lasketaan kustannusmallin avulla yhteysvälikohtaiset tulokset. Kahdeksas osa keskittyy johtopäätösten tekemiseen, tutkimuksen löydösten tutkimiseen sekä jatkotutkimuskohteiden esittelyyn.

## 2. Tutkimusmenetelmät ja aineisto

Tieteenfilosofisten alueiden (ontologia, epistemologia, logiikka ja teleologia) kautta nähtynä tutkimukseni pyrkii lähestymään tutkimuskohdetta seuraavasti (Maykut ja Morehouse 1994, 3-4 ja Hirsijärvi, Remes ja Sajavaara 2004, 121).

Ontologia esittää kysymyksiä todellisuuden luonteesta ja pyrkii vastaamaan kysymyksiin: Mikä on tutkittavan ilmiön luonne? Mikä on todellista ja mitä voidaan pitää todistena? Tutkimukseni määrittelee todeksi rautateiden tavarajunan sen erilaisissa kokoonpanoissa ja etsii tutkimuskohteen kustannusrakenteita ja kustannusten rahamääräisiä arvoja. Todisteina käytetään lähinnä erikseen mainituista viranomais- tai asiantuntijälähteistä saatuja tietoja ja lukuja. Epistemologia käsittelee tietämisen alkuperää ja luonnetta sekä pyrkii vastaamaan kysymyksiin: Mikä on tutkijan ja tutkittavan välinen suhde? Mikä asema arvoilla on ilmiöiden ymmärtämisessä? Tutkimukseni perustuu laajasti omaan syvälliseen ymmärrykseen rautateiden operatiivisesta toiminnasta ja sen kustannusten muodostumisesta. Kyseessä on eräänlainen synteesi ammatillisen osaamisen ja tämän tutkimuksen aikana hankittujen tietojen välillä. Logiikka käsittelee toteen näyttämisen ja todistamisen periaatteita, joihin tämä tutkimus pyrkii vastaamaan johdon laskentatoimen menetelmiä hyödyntämällä ja valittua tutkimusotetta noudattamalla. Teleologia puolestaan esittää kysymyksiä tarkoituksesta. Mitä varten tutkimus tehdään? Tätä kysymystä käsitellään laajemmin johdannossa ja tutkimusongelman ja – tavoitteiden määrittelyssä.

Määrällisen ja laadullisen tutkimuksen näkökulmasta tutkimukseni painottuu laadullisen tapaustutkimuksen suuntaan vaikka siinä on selkeitä piirteitä myös määrällisestä tutkimuksesta. Laadullinen tutkimus pyrkii ymmärtämään tutkittavaa ilmiötä ja syvällisesti selvittämään ilmiön merkityksen ja tarkoituksen. Laadullisessa tutkimuksessa pyritään tutkimaan kohdetta mahdollisimman kokonaisvaltaisesti. Määrällinen tutkimus puolestaan pyrkii täsmällisten ja laskennallisten menetelmien avulla selvittämään empiirisestä havaintoaineistosta saatavaa tietoa ja tekemään havainnoista tiedon avulla yleistyksiä. Määrällisen tutkimustavan taustalla on realistinen ontologia, jonka mukaan todellisuus rakentuu objektiivisesti todennettavista tosiasioista. Näitä tosiasioita tarkasteltaessa määrällisen tutkimustavan mukaisesti, ilmiöiden väliset syyseuraussuhteet korostuvat. Laadullista ja määrällistä tutkimustapaa on vaikea erottaa toisistaan ja kertoa, missä toinen alkaa ja toinen loppuu. Kyseiset tutkimustavat ovatkin toisiaan täydentäviä monella eri tavalla. Laadullista käytetään määrällisen tutkimuksen esikokeena tarkoituksenmukaisuuden ja mielekkyyden takaamiseksi. Numerot ja merkitykset ovat vastavuoroisesti toisistaan riippuvaisia ja mittaminen sisältää kaikilla tasoilla laadullisen ja määrällisen puolen (Hirsijärvi, Remes ja Sajavaara 2004).

Robert K. Yin on kirjassaan *Case Study Research, Design and Methods* (2009) määrittänyt tapaustutkimuksen hyväksi tutkimusmenetelmäksi kun tutkimus keskittyy nykyisten, tosielämän asiayhteyksellisten, yhteiskunnallisten ilmiöiden tutkimiseen ja miten tai miksi kysymyksiä esitetään ja vastausten löytäminen edellyttää laajaa ja syvällistä kuvausta tutkittavasta aiheesta (Yin 2009, 4 ja 13). Yin etsii kirjassaan vastausta kysymykseen, milloin mitäkin tutkimusmenetelmää tulisi käyttää, vertaillen eri tutkimusmetodien käyttämiä tutkimuskysymyksiä. Kirjassa esitelty taulukko esittää eroja eri tutkimusmetodien, koe, haastattelututkimus, arkistanalyysi, historiikki ja tapaustutkimus, välillä. Eri tutkimusmetodien erot löytyvät esitettävistä tutkimuskysymyksistä ja niihin saatavista vastauksista. Tutkimuskysymykset on jaettu kolmeen luokkaan: kysymyksen muoto, edellyttääkö tutkimusmenetelmän käyttö tutkittavien tapahtumien hallintaa ja keskittyykö tutkimus nykyajan tapahtumien tutkimiseen.

Taulukko 2, Eri tutkimusmetodien tutkimuskysymysten sisältö (Yin 2009, 8), uudelleen laadinta ja käännös Ilpo Rajapuro

METODI	Tutkimus- kysymyksen muoto	Edellyttääkö ta- pahtumien käyttä- tymisen hallintaa	Keskittyy nykyajan tapahtumiin
Koe	miten, miksi?	kyllä	kyllä
Haastattelututkimus	kuka, mitä, missä, kuinka monta, kuinka paljon?	ei	kyllä
Arkistoanalyysi	kuka, mitä, missä, kuinka monta, kuinka paljon?	ei	kyllä/ei
Historiikki	miten, miksi?	ei	ei
Tapaustutkimus	miten, miksi?	ei	kyllä

Vaikka tutkimusmetodien kysymysten vastaukset ovat osittain päällekkäisiä, kaikki eri menetelmät voisivat jollain tavalla sopia tutkimusmenetelmiksi ja jotkut ovat muita kiinnostavampia, on tapaustutkimus kuitenkin selkeästi oikea valinta tämän tutkimuksen toteuttamismenetelmäksi.

Suomessa laajasti käytetty liiketaloudellisten tutkimusotteiden tyypittely on Neilimön ja Näsin (1980, 67) esittämä nelijakoinen typologia: käsiteanalyttinen, päätöksentekometodologinen, toiminta-analyttinen ja nomoteettinen tutkimusote. Neilimön ja Näsin nelijako perustuu siihen onko tutkimus deskriptiivistä vai normatiivista ja toisaalta onko tutkimus teoreettista vai empiiristä. Tätä nelijakoa ovat täydentäneet Kasanen, Lukka ja Siitonen (1991, 317) konstruktivisella tutkimusotteella, joka pyrkii tietyllä tavalla yhdistämään analyttisen mallinrakennuksen, tieteellisen ongelmanratkaisun ja konsultoinnin. Konstruktivinen tutkimusote korostaa tutkimusongelman käytännön merkitystä ja tutkimuksen tuloksen toimivuuden nimenomaista todentamista käytännössä. Kuvio nro. 1 havainnollistaa esitettyä nelijakoa lisäyksineen.

	Teoreettinen	Empiirinen
Deskriptiivinen	Käsite-analyyttinen tutkimusote	Nomoteettinen tutkimusote Toiminta-analyyttinen tutkimusote
Normatiivinen	Päätöksentekometodologinen tutkimusote	Konstruktiiivinen tutkimusote

Kuvio 1, Liiketaloustieteen tutkimusotteet (Kasanen, Lukka ja Siitonen (1991, 317))

Konstruktiiivinen tutkimusote tulee Neilimön ja Näsin typologiassa lähelle päätöksentekometodologista tutkimusotetta ja toiminta-analyyttistä tutkimusotetta.

Konstruktiiivinen ja päätöksentekometodologinen tutkimusote korostaa teoreettisluonteista analyysia, päättelyä sekä pohdiskelua uuden olion luomisessa, joskin päätöksentekometodologisessa tutkimusotteessa luominen tapahtuu analyyttisdeduktiivisesti ja konstruktiiivisessa tutkimusotteessa korostetaan luovuutta, innovatiivisuutta, heuristisuutta sekä erityisesti toimivuuden nimenomaista todentamista käytännössä. Konstruktiiivisen ja toiminta-analyyttisen tutkimusotteen lähentyminen tapahtuu välittömien ja käytännöllisten empiiristen kytkentöjen kautta. Organisatorisen prosessin syvällinen ymmärtäminen ja tutkijan toiminta muutosagenttina ovat tärkeässä roolissa. Tärkein ero näiden kahden tutkimusotteen välillä näyttää olevan se, ettei toimintatutkimus pyri nimenomaisesti luomaan eksplisiittisesti uutta oliota, konstruktiota. Konstruktiiivisen tutkimusotteen keskiössä on ongelman päämäärähakuinen, innovatiivinen työstäminen, ratkaisun empiirinen, käytännön tasolla osoitettu toimivuuden testaaminen sekä ratkaisun soveltamisalueen laajuuden tarkastelu (Kasanen, Lukka ja Siitonen (1991, 318)).

Edellä mainitun perusteella tutkimukseni on lähinnä konstruktiiivista tutkimusotetta hyödyntävä tapaustutkimus, joka hyödyntää määrällisen tutkimuksen menetelmiä ja laadullisen tutkimuksen merkitysten ja tarkoitusten määrittämistä. Tutkimukseni lähestyy päätöksentekometodologista tutkimusotetta rautatietavaraliikenteen mallin-

nuksen kuljetusteknisten lainalaisuuksien kautta ja toiminta-analyyttistä tutkimusotetta organisatorisen prosessin syvällisen ymmärtämisen kautta.

Tutkimuksessa käytettävä aineisto perustuu eri viranomaisten tuottamaan informaatioon sekä kotimaisiin ja kansainvälisiin rautatietutkimuksiin, joista käytössä on ollut lähinnä Energiaviraston kotisivut ([energiavirasto.fi](http://energiavirasto.fi)) sähkön hinnanmuodostuksen selvittämiseen, kantaverkkoyhtiöiden omistama sähköpörssin Nord Pool Spot AS kotisivut (<http://www.nordpoolspot.com>) sähkön hinnan selvittämiseen, Rautatieliikenteen kustannusmallit, Liikennevirasto 15/2013 selvitystä osaan oman kustannusmallini rakentamiseen, Liikenneviraston Rataverkon kuvaus (Liikennevirasto 5/2013) rautateiden tavaraliikenteeseen vaikuttavien rataverkon ominaisuuksien kuvaukseen, Liikenneviraston Rautateiden verkkoselostus (Liikennevirasto 2/2012) lähinnä ratakapasiteetin varaamismenettelyjen ja tarjottavien palveluiden kuvaukseen, Liikenneviraston Graafiset aikataulut (<http://gratu.miso.fi/aikataulut/>) kotisivuja tavaraliikenteen junien matka-aikojen määrittämiseen, Teknologian tutkimuskeskus VTT:n, Suomen rautatieliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä lähinnä dieselkäyttöisten vetureiden polttoaineiden kulutuksen selvittämiseen, Baumgartner J.P. 2001, Prices and Costs in the Railway Sector rautateiden tavaraliikenteen eri kustannusten määrittämiseen ja vertailuun sekä Zanuy et al. 2012, Study on railway business for VELWagon and target costs lähinnä rautateiden tavaraliikenteen kustannusrakenteen ja kohdistamisen vertailuun.

Lisäksi olen hyödyntänyt omaa 25 vuoden kokemusta Suomen rautateiden tavaraliikenteen operatiivisesta ja kaupallisesta toiminnasta (Ilpo Rajapuro, LinkedIn).

### 3. Rautateiden itäisen tavaraliikenteen taloudelliset taustatekijät

Rautatieyrityksen toimintaympäristössä on paljon erilaisia sidosryhmiä ja tekijöitä, jotka osallistuvat välillisesti tai välittömästi rautatieliikenteen taloudellisten toimintaedellytysten muodostumiseen, kehittymiseen ja muutokseen. Tärkeimmät näistä ovat poliittiset tekijät, lainsäädännölliset tekijät, rautatieinfrastruktuuri sekä tekniset järjestelmät sekä niiden kehittyminen ja kaupalliset tekijät.

#### 3.1 Poliittiset tekijät

Suomen ja Venäjän välinen rautatieliikenne on lainsäädännössä, Rautatielain (8.4.2011/304) 20 § 2 momentissa määritelty VR – Yhtymä Oy:n yksinoikeudeksi.

Tämä asiantila on selkeässä ristiriidassa Euroopan Unionin rautatiepakettien soveltamisalan, ns. kolmasmaaliikenteen, kanssa. Suomen ja Venäjän välinen rautatieyhdyshylyliikenne Suomen alueella on Euroopan Unionin lainsäädännössään tarkoittamaa kotimaan liikennettä. Liikenne ei ole katkeamatonta kansainvälistä liikennettä vaan vientiliikenteessä Suomen osuudella suomalaisen rautatieyrityksen tavaraliikenne päättyy suomalaiselle raja-asemalle ja venäläisen rautatieyrityksen liikenne alkaa. Tuontiliikenteessä kuljetussuoritteet ovat tietenkin päinvastaiset. Kuljetusvastuun vaihto tapahtuu aina Suomen puoleisella raja-asemalla.

Päätökset tämän asiantilan jatkumisesta ovat poliittisia ja hyvin Suomen edustajien tiedossa. Monopolin säätäminen rautateiden itäiseen tavaraliikenteeseen on pitänyt kuljetusmaksut (P) korkeampina kuin (>) toiminnasta aiheutunut rajakustannus (MC). Kuljetusmaksujaan VR-Yhtymä Oy:n rautatietavaraliikennettä harjoittava divisioona VRTranspoint on parantanut hintadiskriminaatiolla, jonka toteutusvälineinä ovat vaarallisten aineiden kuljetusmaksulisät.

Poliittiset päätökset rautatietavaraliikenteeseen välittömästi liittyvistä kustannuksista ovat yleensä ohjaavia maksuja (verot ja verojen luonteiset maksut) tai korvauksia Suomen valtion (Liikennevirasto) omistaman rataverkon käytöstä. Ohjaavana verona voidaan pitää esimerkiksi poliittista päätöstä jättää sähköisen raideliikenteen käyttämä sähköenergia valmisteverotuksen ulkopuolelle (Laki sähkön ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta, 7 § 4 mom. (20.12.2002/1168)). Samoin rataveron on pienempi sähkövetoisille junille kuin dieselvetoisille. Ratamaksun erilaisuus sähkö – tai dieselvetoisille junille on puolestaan hyvä esimerkki ohjaavasta korvauksesta.

Itäisessä rautatietavaraliikenteessä poliittiset ratkaisut (Rautatielaki (8.4.2011/304) 20 § 2 mom.) ja Suomen tasavallan ja Venäjän federaation välillä tehdyt Suomen ja Venäjän rautatieyhdyshylyliikenteen lakina voimaan saatetut määräykset ovat turvanneet valtion omistamalle kuljetusyritykselle monopolin ja kilpailun puutteen kautta korkeammat kustannukset suomalaiselle teollisuudelle.

### 3.2 Lainsäädännölliset tekijät

Rautatiejärjestelmään liittyvät lainsäädännölliset tekijät; lait, asetukset, määräykset ja ohjeet muodostavat yhden merkittävän kokonaisuuden, joka tuottaa kustannuksia rautatieyrityksille ja sitä kautta rautatiekuljetuksille.



Liikenne- ja viestintäministeriön, Liikenneviraston ja Liikenteen turvallisuusviraston yhdessä ylläpitämän internetsivuston, rautatiemarkkinoille.fi, mukaan liikennöintiä koskevat määräykset ovat Valtion säädöstietopankin Finlexin viranomaissivuilla ja muut ohjeet Liikenteen turvallisuusviraston ja Liikenneviraston Internet-sivuilla.

Tärkeimmät kustannuksia aiheuttavat säädökset ja määräykset ovat rautatielaki, jonka tarkoituksena on edistää rautatieliikennettä, rautatiejärjestelmän turvallisuutta ja yhteen toimivuutta sekä rataverkon tehokasta käyttöä. Lain tavoitteena on lisäksi luoda tasapuoliset ja syrjimättömät edellytykset rautatiemarkkinoiden toiminnalle.

Ratalain tarkoituksena on ylläpitää ja kehittää rautateiden henkilö- ja tavaraliikenteen vaatimia toimivia, turvallisia ja kestäväää kehitystä edistäviä rautatieyhteyksiä osana liikennejärjestelmää. Lisäksi lain tarkoituksena on turvata rautateiden ylläpitäminen, kehittäminen ja rakentaminen valtakunnan eri osia yhdistävänä liikennemuotona sekä turvata osallistumismahdollisuudet rautatieliikenneneratkaisuja koskevaan suunnitteluun toteuttamalla ja edistämällä hyvää hallintoa ja oikeusturvaa rataverkkoa koskevissa asioissa. Laissa rautatiejärjestelmän liikenneturvallisuustehtävistä säädetään rautateillä liikkuvan kaluston kuljettajien ja muiden rautateiden liikenneturvallisuustehtävissä toimivien ikää, ammattitaitoa, terveydentilaa ja muuta sopivuutta koskevista vaatimuksista, kelpoisuuden saamisesta sekä kelpoisuutta koskevien tietojen rekisteröimisestä. Lisäksi tässä laissa säädetään oppilaitoksista, jotka antavat rautateiden liikenneturvallisuuskoulutusta. Tätä lakia sovelletaan rataverkolla liikenneturvallisuustehtävissä toimiviin ja tehtäviin hakeutuviin sekä turvalaitteiden asennus- ja huoltotehtävissä tai turvamiehenä toimiviin henkilöihin. Lailla vaarallisten aineiden kuljetuksesta halutaan ehkäistä ja torjua vahinkoa ja vaaraa, jota vaarallisten aineiden kuljetus saattaa aiheuttaa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle. Rautatiekuljetuslakia puolestaan sovelletaan rautatiekuljetukseen, jonka rautatieyritys on sitoutunut suorittamaan, ja rautatiekuljetukseen välittömästi liittyvään rautatieyrityksen järjestämään muuhun kuljetukseen. Tätä lakia ei kuitenkaan sovelleta siltä osin kuin Suomea velvoittavasta kansainvälisestä sopimuksesta johtuu muuta.

Lisäksi rautatiekuljetustoimintaa tai siihen välittömästi liittyvää toimintaa säännellään lukuisilla asetuksilla, joista ohessa taulukko.

Taulukko 3, Rautatiekuljetustoimintaan vaikuttavat asetukset

Asetus	Tarkoitus
Valtioneuvoston asetus rautateiden liikenneturvallisuuskoulutusta antavia oppilaitoksia koskevista vaatimuksista sekä eräistä kelpoisuuksista ja luetteloinneista (13/2013)	Varmistaa lähinnä, että koulutusta tarjoavalla organisaatiolla on asianmukainen järjestelmä koulutuksen kirjaamista varten ja järjestelmässä ajantasaiset tiedot oppilaitoksen tehtäväkohtaisista koulutusohjelmista, koulutuksessa käytettävistä kouluttajista koulutusohjelmittain, kaikissa koulutusohjelmissä koulutetuista, kulloinkin järjestettävistä kursseista, jokaiselle kurssille otettavien osallistujien lukumäärästä ja hyväksytysti suoriutuneille osallistujille annetuista koulutustodistuksista kursseittain. Laila pyritään myös varmistamaan, että kouluttajilla on pätevyys ja kokemus koulutuksen antamista varten.
Valtioneuvoston asetus rautatiejärjestelmän liikenneturvallisuustehtäviä hoitavilta vaadittavasta kielitaidosta (12/2013)	Asetuksen tarkoituksena on varmistaa, että liikenneturvallisuustehtäviä hoitavilla henkilöillä on työtehtävien kannalta riittävä suomen kielen taito.
Valtioneuvoston asetus rautatiejärjestelmän kelpoisuusrekisteriin ja lisätodistusrekisteriin tallennettavista tiedoista (11/2013)	Varmistaa, että rautatiejärjestelmän liikenneturvallisuustehtävistä annetun lain (1664/2009) 15 §:ssä tarkoitetun lupakirjan ja kelpoisuuskirjan muotoon ja sisältöön, kelpoisuuskirjan tarkempaan hakemismenettelyyn ja erivapauksiin sovelletaan Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2007/59/EY mukaisesti annettua komission asetusta (EU) N:o 36/2010. Lisäksi kelpoisuusrekisteriin tulee tallentaa Liikenteen turvallisuusviraston tietoon toimitetuista rikoksista, jos rikoksella on merkitystä Liikenteen turvallisuusviraston lupaa koskevassa päätöksenteossa tai valvonnassa.
Valtioneuvoston asetus rautatiealan työterveydenhuollon asiantuntijoiden pätevydestä ja täydennyskoulutuksesta (524/2011)	Asetuksella pyritään varmentamaan, että rautatiealan asiantuntijalääkäriksi, työterveyshuollon ammattihenkilöksi ja asiantuntijapsykologiksi hyväksyttävällä on riittävä osaaminen ja osallistuu vähintään kerran vuodessa ammattitaitoaan

	ylläpitävään Liikenteen turvallisuusviraston järjestämään täydennyskoulutukseen.
Valtioneuvoston asetus rautatiejärjestelmän turvallisuudesta ja yhteen toimivuudesta (372/2011)	Asetusta sovelletaan rautatiejärjestelmän turvallisuuden ja yhteen toimivuuden varmistamiseksi ja kehittämiseksi siten kuin rautatielaissa (304/2011) säädetään, jollei Suomea koskevasta kansainvälisestä velvoitteesta muuta johdu.
Valtioneuvoston asetus rautatieliikenteen aikataulukaudesta ja ratakapasiteetin hakemisesta (413/2011)	Asetuksella säädetään aikataulukaudesta, säännöllisen liikenteen ratakapasiteetin muutoksista aikataulukauden aikana, säännöllisen liikenteen rata-kapasiteetin hakemisesta, kiireellisen ratakapasiteetin hakemisesta ja kansainvälisten rautatiereittien tarjoamisesta.
Valtioneuvoston asetus rautatieliikenteen harjoittajille tarjottavista palveluista (1059/2007) muutosasetuksineen	Asetuksella säädetään Liikenneviraston tai rautatieyrityksen, rautatieyritysten kansainvälisen yhteenliittymän ja rautatieliikenteen palveluja tarjoavan yhtiön tai muun yhteisön tarjoamista palveluista sekä koulutuspalveluiden tarjoamisesta.
Valtioneuvoston asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta rautatiellä (195/2002) muutosasetuksineen	Asetuksessa säädetään vaarallisten aineiden rautatiekuljetuksesta.
Valtioneuvoston asetus vaarallisten aineiden maakuljetusten turvallisuusneuvonantajasta (274/2002) muutosasetuksineen	Asetuksen tarkoituksena on edistää vaarallisten aineiden tie- ja rautatiekuljetusten turvallisuutta sekä ehkäistä niistä ihmisille, ympäristölle ja omaisuudelle aiheutuvia vahinkoja. Asetuksen sisältö koskee turvallisuusneuvonantajan nimeämisvelvollisuutta, kelpoisuutta ja tehtäviä.
Liikenne- ja viestintäministeriön asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta rautatiellä (370/2011)	Asetuksella säädetään vaarallisten aineiden rautatiekuljetusten pakkauksista ja säiliöistä, aineista ja esineistä, joiden kuljetus on niiden vaarallisuuden vuoksi sallittua vain erityisin ehdoin tai joiden kuljetus on kielletty, pakkausten ja säiliöiden vaatimustenmukaisuudesta, poikkeuksista pelastustehtävissä ja yksittäispoikkeuksista.

Lakien ja asetusten lisäksi rautatieyrityksen tulee huomioida Liikenteen turvallisuusviraston (Trafin) ja Liikenneviraston ohjeet ja määräykset.

Laaja ja monisäikeinen lainsäädäntö luo perustan muutamille tärkeille kustannuksille, joita ovat muun muassa ratakapasiteetin käytöstä maksettava ratamaksu ja ratavero, erilaiset henkilökunnan ikää, ammattitaitoa, koulutusta, terveydentilaa ja muuta sopivuutta koskevista vaatimuksista aiheutuvat kustannukset, käytettävän liikkuvan kaluston (veturit ja vaunut) vaatimuksista ja määräyksistä aiheutuvat kustannukset sekä vahingonkorvausvastuusta annetuista määräyksistä aiheutuvat kustannukset. Lainsäädännön kattavuus aiheuttaa myös yleiskustannuksiin kustannuspaineita.

Työsopimuslain (55/2001) 2 luvun 7 §:n mukaan työnantajan on noudatettava vähintään valtakunnallisen, asianomaisen alalla edustavana pidettävän työehtosopimuksen (yleissitova työehtosopimus) määräyksiä. Työehtosopimuksen yleissitovuuden vahvistamislautakunta vahvistaa päätöksellään, onko valtakunnallinen työehtosopimus yleissitova. Erityisesti rautateiden tavaraliikennettä koskevia yleissitovia työehtosopimuksia ovat Rautatiealan työehtosopimus ja Veturimiestehtäviä rautatieliikenteessä koskeva työehtosopimus.

### 3.3 Rautatieinfrastruktuuri sekä tekniset järjestelmät

Suomen ja Venäjän välillä on nykyisellään neljä raja-asemaparia. Raja-asemaparit etelästä pohjoiseen lukien ovat Vainikkala – Buslovskaja, Imatrankoski – Svetogorsk, Niirala – Värtsilä ja Vartius – Kivijärvi (Tasavallan presidentin asetus 21/2007 artikla 3 6§). Tämä tutkimus keskittyy Vainikkalan raja-aseman liikenteeseen sen ollessa liikenteellisesti selkeästi suurin. Vainikkalasta alkava Suomen puoleinen rata on 250 kN (25 tonnia/akseli) akselipainon salliva aina (Kerava – Lahti oikoradan kautta) Helsinkiin saakka. Tällä radalla tavarajuna saa liikkua suurimmalla nopeudella (sn km/h)) seuraavasti Vainikkala – Luumäki sn 80, Luumäki – Kouvola sn 100, Kouvola – Lahti sn 100, Lahti – Hakosilta sn 80 ja Hakosilta – Kerava sn 100. Keravalta Sköldvikiin erkaantuva rata on 225 kN (22,5 tonnia/akseli) akselipainon rata ja suurin nopeus on 80. Kouvolaan Haminaan ja Kotkaan erkaantuva rata on 225 kN (22,5 tonnia/akseli) akselipainon rata ja sillä saa maksimiakselipainoin ajaa nopeudella sn 100. Suurin osa liikennepaikkojen sivuraiteista ovat myös 225 kN raiteita (Liikenneviraston Verkkoselostus 2014, liite 6). Satunnaisesti tapahtuva akselipainoltaan rataosakohtaisia rajoituksia raskaampien vaunujen kuljettaminen toteutetaan junan suurinta sallittua nopeutta alentaen Rataverkon kuvauksen kohdan 3.5 mukaisesti.

(Liikenneviraston Verkkoselostus 2014, liite 6 ja Liikenneviraston Rataverkon kuvaus 2014, kohta 3.5).

Suomessa Liikenneviraston ratajohtojärjestelmänä on 25 kV 50 Hz vaihtovirtaa (Liikenneviraston ohjeita 21/2013, Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 5, Sähköistetty rata). Venäjällä vastaava järjestelmä on 3 kV tasavirtaa. Itäisen liikenteen hoitaminen edellyttää siis joko sähköveturinvaihtoa raja-asemalla, kaksivirtajärjestelmällä varustettua sähköveturia tai liikenteen vetopalveluiden järjestämistä dieselveturein.

Liikenneviraston Rataverkon kuvauksen mukaan: Suurimman rataosalla käytettävän junapituuden tulee olla sellainen, että juna voi käyttää myös liikennepaikkojen sivuraiteita. Erikoiskuljetuksista tai muista poikkeavista kuljetuksista on sovittava erikseen. Junan ei tarvitse mahtua kaikkien liikennepaikkojen kaikille sivuraiteille. Rataosien mitoituksessa käytetyt junapituudet ovat 700, 750, 925 ja 1100 m (Liikenneviraston Verkkoselostus 2014, kohta 3.3.2.5).

Tavarajunan käytettävissä oleva nopeus on riippuvainen junan maksimiakselipainosta ja käytetyn rataosan akselipainokohtaisesta nopeusluokituksesta.

Pääratojen päällysrakenneluokat, päällysrakenneluokista johdetut EN-rataluokat ja sallittavat nopeudet eri akselipainoilla on lueteltu Liikenneviraston Verkkoselostuksen 2014 liitteessä 6. Suurin käytössä oleva nopeus tavarajunille on 120 km/h. Kyseistä nopeutta pystytään käyttämään ainoastaan alhaisilla akselipainoilla.

### 3.4 Kaupalliset tekijät

Rautatieyrityksen kannalta suurin osa rautatiekuljettamisesta aiheutuvien kustannusten perusteista sovitaan kaupallisin sopimuksin. Rautateiden tavaraliikennettä harjoittava rautatieyrittäjä muodostaa kuljetustoimintansa rungon yleensä muutamalta asiakkaalta saatavaan isoon, yhdestä lähtöpaikasta yhteen määräpaikkaan suuntautuvan kuljetustarpeen varaan. Tämän kuljetustarpeen tyydyttämiseksi rautatieyrittäjä suunnittelee operatiivisen toimintansa ja kuljetussuunnittelulla on merkittävin rooli kustannusten hallinnassa ja optimoinnissa. Merkittävimmät kaupalliset tekijät ja niiden ratkaisut, jotka vaikuttavat kustannusten syntymiseen ja määrään ovat:

- Vuosittainen kuljetusmäärä ja sen jakautuminen juniin
- Kuljetettava tavara
- Rata- ja ratapihakapasiteetin varaaminen
- Kuljetusten toteuttamiseksi tarvittavat ratapihapalvelut

- Suomen ja Venäjän välinen yhdysliikennesopimus liitteineen ja itäisen liikenteen rajaliikennesopimus

#### 3.4.1 Vuosittainen kuljetusmäärä ja sen jakautuminen juniin

Rautatieyrityksen kannalta vuosittainen kuljetusmäärä on tavaraliikenteen kuljetuspalveluiden suunnittelun perusta ja se määrittää varsin pitkälti resurssien sitoutumisen kuljetussuoritteisiin. Riippuen asiakastarpeesta kuljetusmäärä kuljetetaan joko kerralla tai jollain yleensä säännöllisellä rytmillä sovitussa ajassa esimerkiksi vuoden tai kolmen kuukauden aikana. Erikoiskuljetuksia lukuun ottamatta kuljetuksia ei yleensä suunnitella yksittäiselle kuljetustapahtumalle vaan määräaikaiselle kuljetustarpeelle. Tarvittaville junille varataan ratakapasiteettia sen mukaan kuinka aikaisin kuljetusmäärästä päästään sopimukseen. Ratakapasiteettia haetaan joko hakujärjestelmän aikarajoissa tai kiireellisenä (Liikenneviraston Verkkoselostus 2014, kohta 4.4).

Aikajakson, esimerkiksi vuoden, kuljetusmäärä jaetaan yksittäisiin juniin ja tämä jako määrittää junakoon. Yksittäiset junat pyritään kuljettamaan säännöllisen suunnitelman, aikataulun, mukaisesti. Junakoolla tarkoitetaan junan bruttopainoa ja pituutta. Junapaino määrittää tarvittavan vetovoiman (veturit) ja siten ratkaisee minkä tasoisia ja hintaisia vetureita junan vetämiseen tarvitaan. Junapituus puolestaan määrittyy käytettyjen vaunujen ja veturin yhteenlasketun pituuden mukaan. Kuljetuksen yhteysväliille myönnetyn ratakapasiteetin ominaisuudet ja samalle yhteysvälille myönnetty muu ratakapasiteetti vaikuttaa myös ratkaisevasti junapituuteen. Junien kokoon (pituus ja paino) vaikuttavat myös käytettävien liikennepaikkojen raidepituuksien maksimimitat, rataosuuskohtaiset maksimiakselipainot ja rataosuuden geometria (lähinnä nousut, kallistukset ja kaarresäteet). Kaikkien niiden liikennepaikkojen ratapihojen ominaisuudet, joita juna käyttää tai joutuu käyttämään muun liikenteen takia, määräävät junan maksimipituuden. Tässä suhteessa yhteysvälin liikennepaikkojen lyhimmat ja vähiten kantavat raiteet määrittävät yksittäisen vaunun bruttoakselipainon ja junan pituuden.

Käytetyn vetovoiman pääomakustannukset ovat kuljetustapahtumista riippumattomia aikasidonnaisia kustannuksia. Vetovoiman kunnossapito on puolestaan riippuvainen siitä, kuinka paljon vetovoimaa käytetään ja minkälaisia vetopalveluita niillä tuotetaan. Vetokaluston kunnossapitotarve aiheutuu lähinnä ajettujen kilometrien kautta.

Ajan kulumiseen liittyvät määräaikaishuollot ja – tarkastukset sekä korjaukset nivoutuvat käyttöhuollon lomaan. Raskaiden junien veto aiheuttaa enemmän kulumista kuin kevyiden, mutta raskaita junia vedettäessä saavutettava hyöty on merkittävästi suurempi kuin kulumisesta aiheutuva kustannus. Yksittäisten junien lukumäärä ja junien vuorotiheys taas määrittää veto- ja ratapihapalveluiden tuottamiseen sitoutuvan henkilöstön lukumäärän ja sitä kautta aiheutuvat henkilöstökustannukset.

### 3.4.2 Kuljetettava tavara

Jokaisella kuljetettavalla tavaralla on ominaispainonsa sekä kuljettamiseen sopiva ja hyväksytty vaunukalusto sekä hyväksytyt kuljetusmääräykset. Rautatieyrityksen toive runsaista, yksittäiseltä asiakkaalta tulevista, kuljetusmääristä ei aina käy toteen vaan kuljetettavat junat muodostuvat yksittäisistä vaunuista tai vaunuryhmistä. Yleensä tällöin rautatieyritys joutuu käyttämään paljon keskusratapihojen vaihtotyö- ja junanmuodostuspalveluja kootakseen eri junista tulevat vaunut ja vaunuryhmät uudeksi junaksi. Itäisessä rautatietavaraliikenteessä tämä tehdään yleensä sillä ratapihalla, josta rajan ylittävä tavarajuna lähtee tai rajan ylityksen jälkeen saapuu. Tällainen ratapiha on esimerkiksi Kouvolan keskusratapiha.

Vaarallisiksi aineiksi luokitellut tavarat edellyttävät vaarallisten aineiden kuljetusmääräysten noudattamista. Määräykset ovat varsin yksityiskohtaisia. Määrättyjen aineiden kuljettaminen samoissa junissa saattaa olla kokonaan kielletty tai kuljetusmääräykset pakottavat käyttämään välivaunuja eri tavaralajien erottamiseksi riittävän kauas toisistaan junassa (Laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta (2.8.1994/719), Valtioneuvoston asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta rautatiellä (195/2002) muutosasetuksineen, Liikenne- ja viestintäministeriön asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta rautatiellä (370/2011)).

### 3.4.3 Rata- ja ratapihakapasiteetin varaaminen

Kuljetusten toteuttaminen edellyttää riittävän rata- ja ratapihakapasiteetin varaamista. Ratakapasiteetin varaamista rajoittaa ja mahdollistaa rataosuuskohtainen infrastruktuuri. Rataosuuksien junapituuksien maksimimitat löytyvät Rautateiden verkkoselostuksesta 2014 (voimassa oleva Liikennevirasto 2/2012) ja vastaavasti rataverkolla sallitut nopeudet ja akselipainot Rataverkon kuvauksesta 2014 (voimassa oleva Liikennevirasto 5/2013). Kuljetuksen yhteysvälille, lähtö- ja määräliikennepaikat mukaan lukien, sijoittuvien liikennepaikkojen ratapiharaiteistojen pituuksista riippuen,

myös pitempien junien kuljettaminen on mahdollista. Juna voidaan vetää esimerkiksi suoraan lähtöliikennepaikalta määräliikennepaikalle poikkeamatta laisinkaan matkan varrelle sijoittuvien liikennepaikkojen lyhyille sivuraiteille. Tämä yleensä edellyttää isolle osalle matkasta kaksiraiteista yhteysväliä. Myös sallittuja akselipainoja suuremmat painot ovat mahdollisia etenkin itäisessä rautatieyhdyksenteessä. Ehdot niin sanottujen ylliraskaiden vaunujen kuljettamiseksi löytyvät Liikenneviraston Rataverkon kuvauksesta (kohta 3.5). Akselipainomaksimista voidaan tilapäisesti ja vaunukohtaisesti poiketa tätä akselipainoa suurempiin akselipainoihin junan kulkunopeutta alentamalla. Usein ylliraskaiden vaunujen kuljettaminen huomioidaan jo ratakapasiteettia haettaessa ja junalle haetaan valmiiksi hidas aikataulu eli ratakapasiteetti.

Liikenneviraston vahvistama ratakapasiteetin jako on usean eri tekijän summa. Muu samalle rataosuudelle haettu ratakapasiteetti on vaikuttanut rautatieyrityksen saamaan ratakapasiteettiin. Ratakapasiteettia jaetaan eri rautatieyritysten kuljetustoiminnan tarpeisiin kuin myös radan rakentamiseen ja kunnossapitoon. Jos samaa ratakapasiteettia on hakenut useampi hakija tai haettu ratakapasiteetti vaikuttaa toisen hakijan hakemaan ratakapasiteettiin, Liikennevirasto sovittelee ratakapasiteettihakemukset hakijoiden kesken. Tärkeimmät ratakapasiteettiin vaikuttavat ratatyöt kerrotaan Liikenneviraston vuosittain ilmestyvässä Verkkoselostuksessa etukäteen. Vahvistettu ratakapasiteetti määrittää junan aikataulun, junalle varatut liikennepaikkakohtaiset ratapiharaiteet ja palvelut. Rautatieyritys huomioi kapasiteettia hakiessaan ilmoitetut ratatyöt, käytettävien yhteysvälien mahdollistamat junapituudet ja tarvittavien ratapiharaiteistojen pituudet ja niiden mahdollistamat vaihtotyöt (Liikenneviraston Verkkoselostus 2014, kohta 4.4 ja 4.5).

#### 3.4.4 Kuljetusten toteuttamiseksi tarvittavat ratapihapalvelut

Liikenneviraston Rautateiden verkkoselostuksen mukaan (kohta 5.2) ”*Liikennevirasto tarjoaa ratamaksua vastaan rautatieliikenteen harjoittajille oikeuden käyttää niille myönnetyn ratakapasiteetin mukaisia rautatiereittejä, järjestelyratapihoja, seisonta- ja kuormausraiteita ja muita raiteistoja sekä matkustajaliikenteen laitureita. Liikennevirasto tarjoaa lisäksi junaliikenteen ohjauspalvelun sekä matkustajainformaatio- ja asemakuulutusjärjestelmät Verkkoselostuksessa määritellyillä rautatieliikennepaikoilla (liite 12). Liiketaloudellisin perustein hinnoiteltuina palveluina Liikennevirasto voi tarjota rautatieliikenteen harjoittajille mm. oikeutta käyttää Liikenneviraston hallinnassa olevia rakennuksia ja maa-alueita.*”



Kaikki rautatiekuljetukset tarvitsevat ratapihapalveluita koska pääraiteilta ei pysty kuormaamaan tai purkamaan kuljetuksia. Minimissään kuljetukset tarvitsevat vaihtotyöpalveluita, joilla kuljetuksessa käytetyt vaunut saadaan kuormaus- tai purkausraiteille. Palveluiden tuottamiseen ei välttämättä tarvita erillistä vaihtotyökaluksia vaan työ voidaan tehdä matkavetureilla. Joka tapauksessa lähtö- tai määräliikennepaikan ratapiharaiteita tarvitaan tähän työhön. Muutamilla tärkeimmillä ratapihoilla on tarjolla palveluita, joita junaliikenne tarvitsee. Liikenneviraston Verkko-selostuksen kohdan 5.3 mukaan rautatieyrittäjä on velvollinen korvausta vastaan tarjoamaan toisen rautatieliikenteenharjoittajan käyttöön palveluita raideyhteyksineen, jos näitä palveluita tarjoaa ainoastaan yksi yhtiö eikä palveluita voida muutoin kohtuudella järjestää. Velvoite perustuu Rautatielain 34§ velvoitteisiin. Tällaisia tavaraliikenteelle tarjottavia palveluita voivat olla mm. yrityksen sähkönsiirtolaitteet, polttoaineen tankkauslaitteiden käyttö, tavaraliikenneterminaalipalvelut, järjestelyratapihatoiminnot, junanmuodostuslaitteiden käyttö, varikkosivuraidepalvelut, liikkuvan kaluston huollon ja ylläpidon tilojen ja laitteiden käyttö, muiden teknisten laitteiden (mm. hiekoituslaitteet, liikkuvaa kalustoa varten tarkoitetut sähkö- ja vesiliittymät, vaunujen säteilymittauslaitteet, säiliövaunujen täyttöasteen mittalaitteet, vaunujen punnituslaitteet ja jarrujen koettelulaitteistot) käyttö sekä liikenneturvallisuuksien toimivan henkilöstön koulutuspalvelut. Näiden palveluiden käyttö perustuu yhtiöiden välisiin kaupallisiin sopimuksiin, joiden syntymistä ja ehtojen kohtuullisuutta valvoo Liikenteen turvallisuusvirasto Traficin Sääntelyelin.

#### 3.4.5 Suomen ja Venäjän välinen yhdysliikennesopimus liitteineen sekä rautatierajasopimus

Suomen ja Venäjän federaation välinen yhdysliikennesopimus on valtiosopimus, jossa sovitaan Suomen ja Venäjän välisestä rautatieyhdysliikenteestä. Nykyinen voimassa oleva sopimus on vuodelta 1996 ja saatettu Suomessa voimaan 1997 (Valtiosopimukset SopS 47–48/1997). Sopimuksen 2 artiklassa valtuutetaan Suomen liikenneministeriö ja Venäjän rautatieministeriö tekemään toimivaltansa puitteissa erillinen sopimus matkustajien, matkatavaran, kiitotavaran ja tavaran kuljetusehdoista. Kuljetusehdot sisältävät sekä henkilöliikennettä että tavaraliikennettä koskevat määräykset rautatieyrittäjän ja sen asiakkaiden välisistä keskinäisistä oikeuksista, velvoitteista ja vastuista.

Suomen ja Venäjän välisessä yhdysliikennesopimuksessa on nykyiselle VR-Yhtymä Oy:lle asetettu yksinoikeus ja oikeudellinen monopoli Suomen ja Venäjän välisessä rautatieyhdysliikenteessä. Kyseinen säädös on ollut vuodesta 2007 (kotimaan tavara-liikenteen vapauttaminen kilpailulle) lähtien Euroopan Unionin II:n rautatiepaketin ja rautateiden kehittämisdirektiivin 91/440/ETY soveltamisalan vastainen.

Rautatierajasopimus Suomen ja Venäjän välillä koskee rautatieraja-asemilla ja niiden välillä tapahtuvan liikennöinnin määräyksiä ja liikkuvaan kalustoon kohdistuvia teknisiä vaatimuksia sekä teknisiä rajatarkastuksia ja kuormausmääräyksiä.

Kaikki edellä mainitut sopimukset ovat vanhentuneita ja niiden uudistustyö on ollut käynnissä vuodesta 2007 lähtien. Yhdysliikennesopimuksesta on päästy neuvottelutulokseen elokuussa 2013 ja työ muiden sopimusten uudistamiseksi jatkuu (Liikenne- ja viestintäministeriö hankenumero LVM097:00/2012). Jatkoneuvotteluja hoitavat Liikenteen turvallisuusviraston, Liikenneviraston ja VR-Yhtymä Oy:n edustajat.

#### 4. Kustannusten yleinen teoria ja kustannuslaskenta

Johdon laskentatoimen keskeisimpiä tehtäviä on suoritekohtaisten kustannusten selvittäminen (Riistama ja Jyrkkiö 1995) ja kustannuslaskenta on se osa johdon laskentatoimintaa, jolla nämä kustannukset selvitetään. Colin Drury esittää kirjassaan, *Management and Cost Accounting* (2008, 18), kolme vaatimusta, jotka kustannuslaskennan ja johdon laskentatoimen järjestelmien tulisi täyttää. Sisäisen ja ulkoisen tuloslaskennan vuoksi järjestelmän tulisi pystyä kohdentamaan kustannukset myytyjen tuotteiden ja varastojen välillä. Jotta yrityksen johto voisi tehdä parempia päätöksiä, järjestelmän tulisi tuottaa asiaankuuluvaa tietoa. Järjestelmän tulisi tuottaa tietoa suunnittelulle, valvonnalle, suorituskyvyn mittaamiseen ja jatkuvaan parantamiseen. Kustannuslaskenta tarvitsee ensimmäisen vaatimuksen tietoja ja johdon laskentatoimi kahta viimeistä. Johdon laskentatoimen järjestelmät palvelevat moninaisia pyrkimyksiä. Kustannuksilla on johdon laskentatoimessa keskeinen asema: ne tulee tuntea, jotta toiminnan kannattavuus ja taloudellisuus voidaan selvittää (Neilimo ja Uusi-Rauva 2005). Kustannus on tuotannon tekijän rahassa mitattu käyttö tai kulutus. Kustannuksiin kuuluvat sekä määrä että arvokomponentti. Kokonaiskustannukset saadaan laskettua kertomalla jokaisen tuotantoprosessissa tiettyä ajanjaksona käytettävän tuotannon tekijän määrä sen yksikkökustannuksella ja laskemalla näin saadut tuotannon tekijäkohtaiset kustannukset yhteen (Neilimo ja Uusi-Rauva 2005).

### 3.1 Kustannuskäsitteet

Kustannuskäsitteet luokitellaan perinteisesti käsiteparien avulla:

- muuttuvat ja kiinteät kustannukset
- välittömät ja välilliset kustannukset
- erillis- ja yhteiskustannukset

Kustannuskäsiteparien määritelmät linkittyvät toisiinsa ja ovat osittain päällekkäisiä. Käsiteluoituksen erot näkyvät lähinnä siinä, missä yhteydessä käsitteitä käytetään. Oheinen kuvio selventää käsitteiden hahmottamista ja niiden päällekkäisyyttä.

Erillis-	Muuttuvat	Välitön	Kokonais- kustannukset
	Kiinteät	Välillinen	
Yhteis-	Kiinteät	Välillinen	
	Muuttuvat	Välitön	

Kuvio 2, Kustannusten luokittelua (Neilimo ja Uusi-Rauva 2005, s. 55)

#### 4.1.1 Muuttuvat ja kiinteät kustannukset

Muuttuvien ja kiinteiden kustannusten määrittäminen täsmällisesti ja kattavasti saattaa olla vaikeaa. Tämän vuoksi muuttuvina kustannuksina on syytä käsitellä vain niitä kustannuksia, joiden riippuvuus toiminta-asteesta on riittävän selvä. Muuttuvat kustannukset vaihtelevat suoraan toiminta-asteen muutoksen mukaisesti (Neilimo ja Uusi-Rauva 2005).

Rautateiden tavaraliikenteen muuttuviin kustannuksiin kuuluvat välittömästi kuljetussuoritteeseen liittyvät henkilöstökulut, energiankulutusmaksut ja liikkuvan kaluston huolto- ja korjauskustannukset. Lyhyellä aikavälillä henkilöstökulut ovat aavistuksen verran jakaantuneet muuttuvien ja kiinteiden välillä. Osa henkilöstökustannuksista syntyy kiinteästi määritellyn kuukausipalkan kautta, varamiehityskustannuksista ja osa puhtaasti muuttuen työsuoritteiden mukaisesti. Myös vähäinen osa energiankulutusmaksuista (perusmaksut) ja liikkuvan kaluston kunnossapidon kustannuksista (rakennukset sekä tässä työssä käytetyt koneet ja laitteet) kuuluvat kiinteisiin kustannuksiin. Edellä mainitut henkilöstökustannukset sisällytetään tässä tutkimuksessa muuttuviin henkilöstökustannuksiin, sähkön perusmaksu energia-

kustannuksiin ja liikkuvan kaluston kunnossapidon kiinteät kustannukset yhteiskustannuksiin.

Kiinteät kustannukset eivät riipu toiminta-asteen vaihtelusta vaan kapasiteetin eli potentiaaltehtävien muutoksista (Neilimo ja Uusi-Rauva 2005).

Tässä tutkimuksessa rautateiden tavaraliikenteen kiinteisiin kustannuksiin kuuluvat liikkuvan kaluston pääomakustannukset. Muut normaalisti kiinteisiin kustannuksiin kuuluvat kustannukset (hallinnon, myynnin ja markkinoinnin sekä suunnittelun henkilöstökustannukset) käsitellään yhteiskustannuksina.

#### 4.1.2 Välittömät ja välilliset kustannukset

Välittömät ja välilliset kustannukset pyritään aiheuttamisperiaatteen mukaan kohdistamaan niiden aiheuttamiskohteeseen. Useimmat välittömät kustannukset ovat muuttuvia ja kiinteät kustannukset välillisiä. Tämä jako ei usein ole selkeä tai tarkoituksenmukainen. Kustannusten kohdistaminen laskentakohteille on ratkaistu esimerkiksi kustannuspaikkalaskennan, yleiskustannuslisien tai toimintopohjaisen kustannuslaskennan kautta (Alhola ja Lauslahti 2000).

Välittömät kustannukset ovat niitä kustannuksia, jotka voidaan kohdentaa täsmällisesti ja ainoastaan tietyille kustannustekijälle. Välillisiä kustannuksia puolestaan ei pystytä kohdentamaan välittömästi määrätyleisille kustannustekijälle. Välittömät kustannukset pystytään tarkasti jäljittämään, koska ne pystytään fyysisesti tunnistamaan kuuluviksi määrätyleisille kustannustekijälle kun taas välillisiltä kustannuksilta tämä yhteys puuttuu. Kustannustekijän kuluttamien välillisten kustannusten määrästä täytyy tehdä arvio (Drury 2008, 28).

Rautateiden tavaraliikenteen kustannusrakenteessa on merkittäviä kiinteitä välittömiä kustannuksia (liikkuvan kaluston pääomakustannukset), joita voidaan kohdistaa aiheuttamisperiaatteen mukaisesti välittömästi laskentakohteelle.

#### 4.1.3 Erillis- ja yhteiskustannukset

Erilliskustannusten taustalla on tietty aiheuttamisperiaatteen mukainen syy-yhteys. Erilliskustannuksiin kuuluvat tarkastelukohteen aiheuttamat välittömät kustannukset, mahdolliset muuttuvat välilliset kustannukset sekä mahdolliset kiinteät erilliskustan-

nukset. Erilliskustannuksia ovat ne kustannukset, jotka jäävät pois, mikäli kyseistä hanketta tai projektia ei toteuteta (Neilimo ja Uusi-Rauva 2005).

Yhteiskustannuksia ovat sellaiset kustannukset, jotka eivät jää pois, vaikka yksittäinen laskentakohte jäisikin pois ohjelmasta (Alhola ja Lauslahti 2000). Yhteiskustannukset jakaantuvat kaikille yksittäisille laskentakohteille

Rautateiden tavaraliikenteen merkittävä erilliskustannus on tyhjävaunukuljetus, jolla mahdollistetaan kuormakuljetus. Kuormakuljetus ei onnistu ellei tyhjiä vaunuja ole kuljetettu lastauspaikalle. Kustannusten minimoimiseksi tyhjävaunukuljetuksia tulee optimoida siten, että vaunut kulkevat kuormassa mahdollisimman lähelle uutta kuormakuljetusta ennen siirtoa tyhjänä uuteen kuormakuljetukseen. Itäisessä yhdysliikenteessä on useimmille kuljetustapahtumille ominaista lähes 100 %:n tyhjäkuljetusosuus.

Yhteiskustannuksiksi voidaan luokitella esimerkiksi liikkuvan kaluston korjaus- ja kunnossapidon varikkotilojen sekä henkilökunnan sosiaalityötilojen kustannukset. Samoin hallinnon ja kuljetussuunnittelun kustannukset jakaantuvat useiden eri kuljetusten (laskentakohte) kannettavaksi. Yhteiskustannusten jakoa voidaan tarkentaa ja yksilöidä laskentakohteen yhteiskustannuksia aiheuttavan resurssien käytön avulla esimerkiksi toimintopohjaisella laskennalla.

#### 4.2 Kustannusfunktio ja potentiaali- ja käyttötekijät

Suoritteiden ja tuotannontekijöiden välillä vallitsee jokaisessa tuotantoprosessissa riippuvuussuhde. Tätä riippuvuussuhdetta kutsutaan tuotantofunktioksi (Riistama ja Jyrkkiö 1995). Tuotantofunktio kertoo suoritemäärän aikaansaamiseksi tarpeelliset kokonaiskustannukset. Tässä tutkimuksessa halutaan saada selville, miten kustannukset riippuvat aikaansaaduista suoritemääristä, joten käytämme tuotantofunktion käänteisfunktia, kustannusfunktia. Kustannusfunktiossa riippumattomia muuttujia ovat suoritteiden määrät tuotantofunktion tuotannontekijöiden sijaan.

Tuotanto- ja kustannusteoriassa käytetään tuotannontekijöiden jakoa potentiaali- ja käyttötekijöihin (Neilimo ja Uusi-Rauva 2005). Pitkävaikutteiset tuotantovälineet (kiinteistöt, rakennukset, koneet ja organisaatio) ja ohjaavat työsuoritukset ovat potentiaali- ja käyttötekijöitä ja muodostavat tuotantoprosessin. Tuotannontekijät, jotka osallistuvat tuotantoprosessiin vain kerran (lyhytvaikutteiset tuotantovälineet, ainekset ja suorit-

tavat työsuoritukset), ovat käyttöketojitoit (Riistama ja Jyrkkio 1995). Tämän jaon perusteella erityisesti kiinteitä kustannuksia pidetään potentiaalketojitoinä ja muuttuvia kustannuksia käyttöketojitoinä (Neilimo ja Uusi-Rauva 2005).

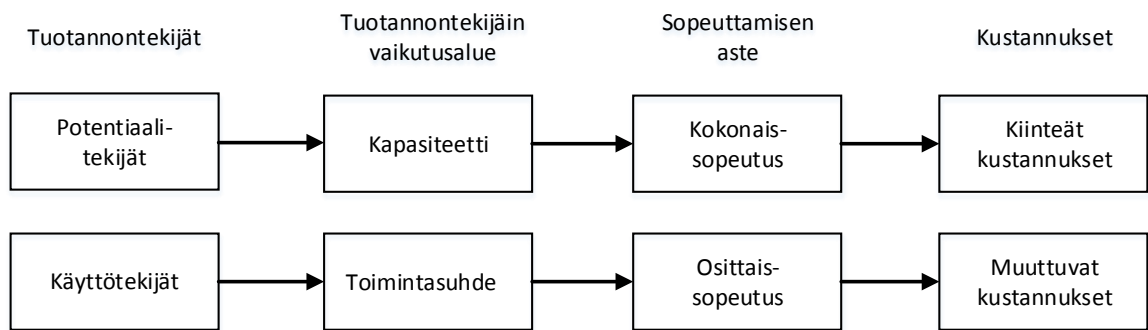
Rautatiekuljetusten tuotantoketojitoistä merkittävä osa on pitkänkin ajan kuluessa kiinteitä potentiaalketojitoit (vaunut ja veturit, rakennukset, ratakapasiteetti).

Muuttuvia käyttöketojitoit ovat liikkuvan kaluston huollot ja korjaukset, energiakustannukset sekä osittain henkilöstökustannukset. Rautatiekuljetuksiin välittömästi osallistuvan henkilökunnan (veturinkuljettajat, ratapihahenkilöstö ja liikenteen ohjaajat) palkkakustannus on osittain kiinteä (työnimikkeen mukainen kuukausipalkka) ja osittain muuttuva (työsidonnaiset palkan lisät). Liikenteenohjauksen henkilöstökustannus sisältyy rautatieliikennettä harjoittavan yrityksen kannalta ratamaksuun, joten sitä ei käsitellä tässä tutkimuksessa henkilöstökustannuksena.

Rautatiekuljetusten kapasiteetti perustuu siis potentiaalketojitoihin, joista ratakapasiteetti on yhteysväleittäin rajallinen ja lyhyellä aikavälillä kiinteä. Ratakapasiteetin lisääminen on usein vuosia kestävä prosessi. Hyvällä kuljetussuunnittelulla tähän potentiaalketojitojään voidaan saada hieman joustavuutta, mutta tällä tuotantoketojitojällä on kuitenkin selkeät rajat joita ei voi ylittää. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että mikäli junan syystä tai toisesta pitää hyödyntää jonkin liikennepaikan sivuraiteita esimerkiksi junakohtauksen yhteydessä, ei juna voi olla maksimiraidepituutta pitempi vaikka se muiden ketjitojiden puolesta voisikin. Ratakapasiteettiin liittyy myös radan ja siihen liittyvien sivuraiteiden kantavuus. Vaikka pääradan akselipainoraja olisi 250 kN (25 tonnia/akseli), ei kyseistä akselipainoa voida käyttää liikennepaikan sivuraiteiden alemman akselipainorajan (yleensä 225 kN) vuoksi. Tämä muodostuu ongelmaksi varsinkin itäisessä liikenteessä, jossa Venäjän puoleiset kuljetusmääräykset sallivat korkeammat akselipainot.

Rautatiekuljetusyritys tuottaa käytännössä vain yhtä asiakkaille myytävää tuotetta, vetopalvelua, jonka kapasiteettia voidaan mitata suoriteyksikköinä, joita kutsutaan henkilöliikennepuolella henkilökilometreiksi ja tavaraliikennepuolella bruttotonnikilometreiksi. Näiden suoriteyksikköiden avulla pystytään mittaamaan toiminta-aste (todellinen tuotannon määrä aikayksikössä) ja toimintasuhde (100 x toiminta-aste/kapasiteetti).

Yrityksen kapasiteettiin voidaan vaikuttaa panostamalla lisää tuotannontekijöihin, erityisesti potentiaaltekiijöihin. Kysymys on kokonaissopeutumisesta. Käyttötekijöiden muutoksilla puolestaan vaikutetaan toimintasuhteeseen, jolloin kyseessä on osittaissopeutus. Vaikutukset näkyvät tällöin erityisesti ns. muuttuvissa kustannuksissa (Neilimo ja Uusi-Rauva 2005).



Kuvio 3, Tuotantotoiminnan sopeutus ja kustannukset (Neilimo ja Uusi-Rauva 2005 kuvio 3.1).

Rautateiden tavaraliikenteen kokonaiskustannuksiin ja kustannusrakenteeseen pystytään nopeasti vaikuttamaan puuttamalla käyttötekijöiden rakenteisiin.

Muuttamalla tapaa, jolla käyttötekijöitä hyödynnetään operatiivisessa toiminnassa, saadaan aikaiseksi muutos toimintasuhteessa. Tällaisia operatiivisia ratkaisuja ovat esimerkiksi junien aikataulutukset, kulkureitit, painot ja pituudet. Hyvin suunniteltu eri organisaatioiden yhteistoiminta tuottaa alemmat muuttuvat kustannukset ja pitemmän ajan kuluessa myös kiinteät kustannukset alenevat. Pitemmällä aikajaksolla muuttamalla potentiaaltekijöitä saadaan aikaiseksi kapasiteetin muutos ja kiinteiden kustannusten määrätymisperusteet kuljetussuoritteille muuttuvat. Tehtäviinsä paremmin soveltuvat veturit ja vaunut mahdollistavat suuremmat junakokoonpanot, ratakapasiteetin muutokset mahdollistavat erilaisen ja isomman liikenteen sekä suuremmat akselipainot.

#### 4.3 Laskentatoimen perusongelmat

Jotta kustannuslaskennassa pystyy saavuttamaan todellisuutta vastaavan lopputuloksen, tulee kustannusten luokittelussa ratkaista muutamia perusongelmia. Osa ongelmista liittyy kulujen ja kustannusten määrittämisen liittyviin eroihin ja osa kustannusten kohdistamisen operatiiviseen tarkoituksenmukaisuuteen (Neilimo ja Uusi-Rauva 2005, Riistama ja Jyrkkiö 1995, Alhola ja Lauslahti 2000). Perusongelmat ovat

laajuusongelma, arvostusongelma, jaksotusongelma, mittausongelma ja kohdistusongelma.

Laajuusongelman ydin on laskentapohjan ja tarkasteluajanjakson määrittämisessä. Eri tilanteissa laskelmiin otetaan mukaan eritasoisia kustannuksia ja laskelmia tehdään erilaisiin ajanjaksoihin. Tässä tutkimuksessa käytetään lähinnä liiketoiminnan sitomia välittömiä kustannuksia, jotka kohdistetaan laskennan kohteena olevaan kuljetustapahtumaan.

Arvostusongelman ratkaisussa päätetään, mitä yksikköhintoja laskelmissa käytetään. Tässä tutkimuksessa, kuten varsin yleisesti myös johdon laskentatoimessa, käytetään hankintahintaista arvostusta käyttöomaisuuden pääomaerien laskennassa.

Jaksotusongelman ratkaisussa päätetään pitkävaikutteisten tuotannontekijöiden jaksotus poistoina eri laskentakausille. Tässä tutkimuksessa pitkävaikutteisten tuotannontekijöiden jaksotus poistoina on tehty yksilöllisesti tuotannontekijän teknisen ja taloudellisen käyttöajan mukaisesti tasapoistoin ilman jäännösarvoa.

Kohdistusongelman ratkaisussa päätetään kustannusten kohdistamisesta valitun kohdistamiskriteerin mukaisesti eri toiminnoille, tulosityksiköille, tuotteille tai palveluille. Aiheuttamisperiaate on yleisesti hyväksytty kohdistamisperiaate. Tässä tutkimuksessa toiminnan olennaiset kustannukset on kohdistettu toiminnoille aiheuttamisperiaatella ja muut kustannukset yleiskustannusprosentin avulla.

Mittausongelmassa on kyse laskentajärjestelmän tarkkuudesta ja kustannusten rekisteröintitavasta. Koska käytössä ei ole kirjanpitojärjestelmän tuottamaa tarkkaa tietoa, tässä tutkimuksessa käytetään pääosin kansainvälisistä ja kotimaisista rautatiealan tutkimuksista hankittuja kustannustietoja sekä arviokustannuksia. Kustannukset on toimintokohtaisesti laskettu ja hankittu erikseen mainituista lähteistä.

Suoritekohtainen laskenta tukeutuu menneisiin kustannuksiin, mutta laskennan tuloksia voidaan hyödyntää myös tulevan suunnittelussa. Jotta tämä onnistuisi, tulee kustannuslaskennassa tuntea suoritteiden ja niiden aikaansaamisesta johtuvien kustannusten riippuvuussuhteet. Tämän vuoksi kustannuslaskennan tehtäviin kuuluu kulloinkin tarkastelun kohteena olevan tuotantoprosessin kuvaaminen ja analysointi, jotta voidaan selvittää, miten tuotannontekijöiden käyttö riippuu aikaansaatavien suoritteiden määrästä (Riistama ja Jyrkkiö 1995).



Rautateiden tavaraliikenteen tuotantoprosessin kuvaaminen tapahtuu luvussa 4. Kustannusmallin eri tuotannontekijöiden kuvaamisen yhteydessä. Tuotantoprosessi muuttuu itäisen liikenteen osalta jonkin verran ja muutokset käsitellään tuotannontekijöiden kuvaamisen yhteydessä. Kustannusmallin tuotannontekijöiden kuvauksista käy selväksi tuotannontekijöiden yksikköarvot ja niiden määräytymisperusteet. Kokonaismäärät lasketaan yhteysvälikohtaisiin mallilaskelmiin, jotka ovat tämän tutkimuksen liitteinä.

#### 4.4 Suoritekohtaiset peruslaskentamenetelmät

Laskentatilanteet ovat kovin erilaisia keskenään. Tämä erilaisuus on johtanut useisiin erilaisiin laskentatapoihin, joita lisäksi yhdistellään tapaus- ja yritysکوhtaisesti. Suoritekohtaiset peruslaskentamenetelmät ovat jako-, lisäys-, tavoitekustannus-, standardi- ja toimintokustannuslaskenta.

##### 4.4.1 Jakolaskenta

Jakolaskennassa on yksinkertaisimmillaan kyse siitä, että tietyn tarkasteluperiodin aikana syntyneet kustannukset jaetaan vastaavan kauden tuotantomäärällä. Kyseessä on tällöin oltava vain yhtä tuotelajia valmistava yhtenäistuotantoyritys (Neilimo ja Uusi-Rauva 2005). Rautatieyritys tuottaa periaatteessa vain yhtä asiakkaalle myytävää tuotetta, vetopalvelua. Tällä perusteella olisi perusteltua käyttää rautatieyrityksen suoritepohjaisissa kustannuslaskelmissa jakolaskentaa. Vuotuiset kokonaiskustannukset jaettaisiin eri tuotantomäärillä kuten kuljetetuilla asiakkailla, tonneilla, kuutiometreillä, vaunuilla ja junilla. Vetopalvelua kuitenkin tuotetaan erilaisin välinein ja jokainen kuljetuspalveluketju on erilainen ja hyvin yksilöllinen prosessi. Eri kuljetusprosessit eivät kuluta resursseja yhtä paljon. Tämä poistaa puhtaan jakolaskennan käyttömahdollisuuden tässä tutkimuksessa.

Jakolaskentaa on monipuolistettu ekvivalenssilaskennalla, jossa melko samanlaisille lopputuotteille määritetään resurssienkäytön mukaiset painoarvot eli ekvivalenssiluvut. Tällä tavalla eri tuotteet pystytään muuttamaan laskennallisesti yhteismitallisiksi ja laskentakauden tuotantomäärä voidaan ilmaista yhteismitallisina yksiköinä.

Ekvivalenttilukujen käytön edellytyksenä on, että ne kuvaavat riittävästi eri tuotteiden keskinäisiä kustannusten aiheuttamissuhteita (Neilimo ja Uusi-Rauva 2005).

Kuljetustapahtumien runsaus ja niiden prosessien yksilöllisyys poistavat tämänkin menetelmän käyttömahdollisuuden tässä tutkimuksessa.

#### 4.4.2 Lisäyslaskenta

Kun suoritekohtainen laskenta tapahtuu lisäyslaskennan avulla, kustannukset on jaettava välittömiin ja välillisiin. Välittömät kustannukset ovat laskentateknisesti mielekkäällä tavalla kohdistettava tuotteille. Välilliset kustannukset sitä vastoin kohdistetaan tuotteille erilaisten jakoperusteiden avulla (Riistama ja Jyrkkiö 1995).

Sekä muuttuvat että kiinteät välilliset kustannukset sisällytetään suoritekalkyyliin yleiskustannuslisinä, joista tavallisimmin käytetään lyhennystä yk-lisä. Se lasketaan seuraavan peruskaavan mukaisesti:

$$\text{yleiskustannuslisä} = \frac{\text{laskentakauden välilliset kustannukset}}{\text{laskentakauden suoritusmäärä}}$$

Suoritusmäärää reaalisuureena mitattaessa yk-lisä ilmaistaan tavallisesti absoluutisena yksikkönä esimerkiksi yk-lisä/konetunti. Rahamääräisenä yk-lisä ilmaistaan tavallisesti suhteellisenä eli prosenttilukuna (Riistama ja Jyrkkiö 1995).

Laskentakauden suoritemäärän käyttäminen välillisten kustannusten laskemisessa perustuu oletukseen, että kaikki tuotetut tuotteet kuluttavat välillisiä resursseja tuotannon määrän suhteessa. Rautateiden tavaraliikenteen kuljetussuoritteella (tuotannon määrällä) ei kuitenkaan ole välitöntä syy-seuraussuhdetta välillisiin kustannuksiin, jotta oikeaa yk-lisää pystyttäisiin laskemaan. Samalla veturi- ja vaunukalustolla pystytään vetämään erikokoisia ja painoisia junia, jolloin suoritemäärän ja välillisten kustannusten, esimerkiksi liikkuvan kaluston pääomakustannukset, suhde muuttuu. Yhtä laskentakauden suoritemäärään perustuvaa yk-lisää ei voida käyttää, mikäli laskennan halutaan olevan tarkka yksittäisen junan osalta.

Rautateiden tavaraliikenteeseen liittyy melko merkittäviä välillisiä kustannuksia kuten liikkuvan kaluston pääomakulut, kalustohuollon rakennusten kutut sekä hallinnon kulut. Liikkuvan kaluston pääomakulut pystytään kohdistamaan välittömästi kuljetustapahtumille. Liikkuvan kaluston huoltoon ja korjaukseen liittyvien rakennusten kulut ja hallinnon kulut tulisi tietää laskentakausittain tarkasti, jotta niiden yk-lisä pystyttäisiin laskemaan. Tässä tutkimuksessa ei ole käytössä edellisessä lauseessa mainittujen kustannusten tietoja, joten niiden laskeminen ja lisääminen yk-lisien avulla laskelmiin ei ole mahdollista.

#### 4.4.3 Tavoitekustannuslaskenta

Tavoitekustannuslaskennassa hinnoittelun lähtökohtana on tuotteen ulkoinen markkinahinta. Kestävää liiketoimintaa voidaan harjoittaa vain voitollisena. Tällöin tuotteen ulkoisesta markkinahinnasta on voitava vähentää kohtuullinen tavoitevoitto. Jäljelle jäävä erotus ilmaisee tuotteen tavoitekustannustason, jolla tuotetta on ainakin pidemmällä aikavälillä kyettävä tuottamaan (Neilimo ja Uusi-Rauva 2005).

Tavoitekustannuslaskennassa määritetään hinta, jonka asiakkaat ovat tuotteesta halukkaita maksamaan. Tästä hinnasta vähennetään tavoitevoitto tavoitekustannuksen selvittämiseksi. Seuraavaksi arvioidaan tuotteen todelliset kustannukset. Mikäli arvioidut todelliset kustannukset ylittävät tavoitekustannukset, tulee tutkia tapoja vähentää todellisia kustannuksia tavoitekustannuksen tasolle (Drury 2008, 539).

Koska tässä tutkimuksessa ei käsitellä laisinkaan ulkoisia markkinahintoja, ei tätä laskentamallia voida käyttää.

#### 4.4.4 Standardikustannuslaskenta

Standardikustannuslaskentaa käytetään määrittäessä etukäteen kustannuslajeittain tuotteiden tavoitekustannukset eli kustannusstandardit, joihin todellisia tuotannosta syntyneitä kustannuksia verrataan (Neilimo ja Uusi-Rauva 2005).

Standardikustannuslaskennan avulla pystytään seuraamaan tavoitteiden ja toteuman välisiä eroja, mutta tämän tutkimuksen kustannuslaskentamenetelmäksi se ei kelpaa, koska laskennassa ei ole toteutumatietoja.

#### 4.4.5 Toimintoperustainen kustannuslaskenta

Toimintoperusteisen kustannuslaskennan eli toimintolaskennan lähtökohtana on aiheuttamisperiaatteen mukainen kustannusten kohdistaminen. Toimintoperusteinen kustannuslaskenta perustuu siihen, että toiminnot kuluttavat resursseja ja erilaiset tuotteet tai muut laskentakohteet kuluttavat toimintoja (Alhola ja Lauslahti 2000). Laskennan keskiössä ovat toiminnot. Toimintopohjaisessa laskennassa kustannukset kohdistetaan aluksi resursseille ja niiltä edelleen toiminnoille sen mukaan, miten ne käyttävät resursseja. Toimintojen kustannukset kohdistetaan puolestaan tuotteille tai muille laskentakohteille niiden kuluttamien toiminnoissa aikaansaatuisten suoritteiden

suhteessa (Neilimo ja Uusi-Rauva 2005). Välittömät kustannukset kohdistetaan yleensä suoraan laskentakohteille (Alhola 2008, 55).

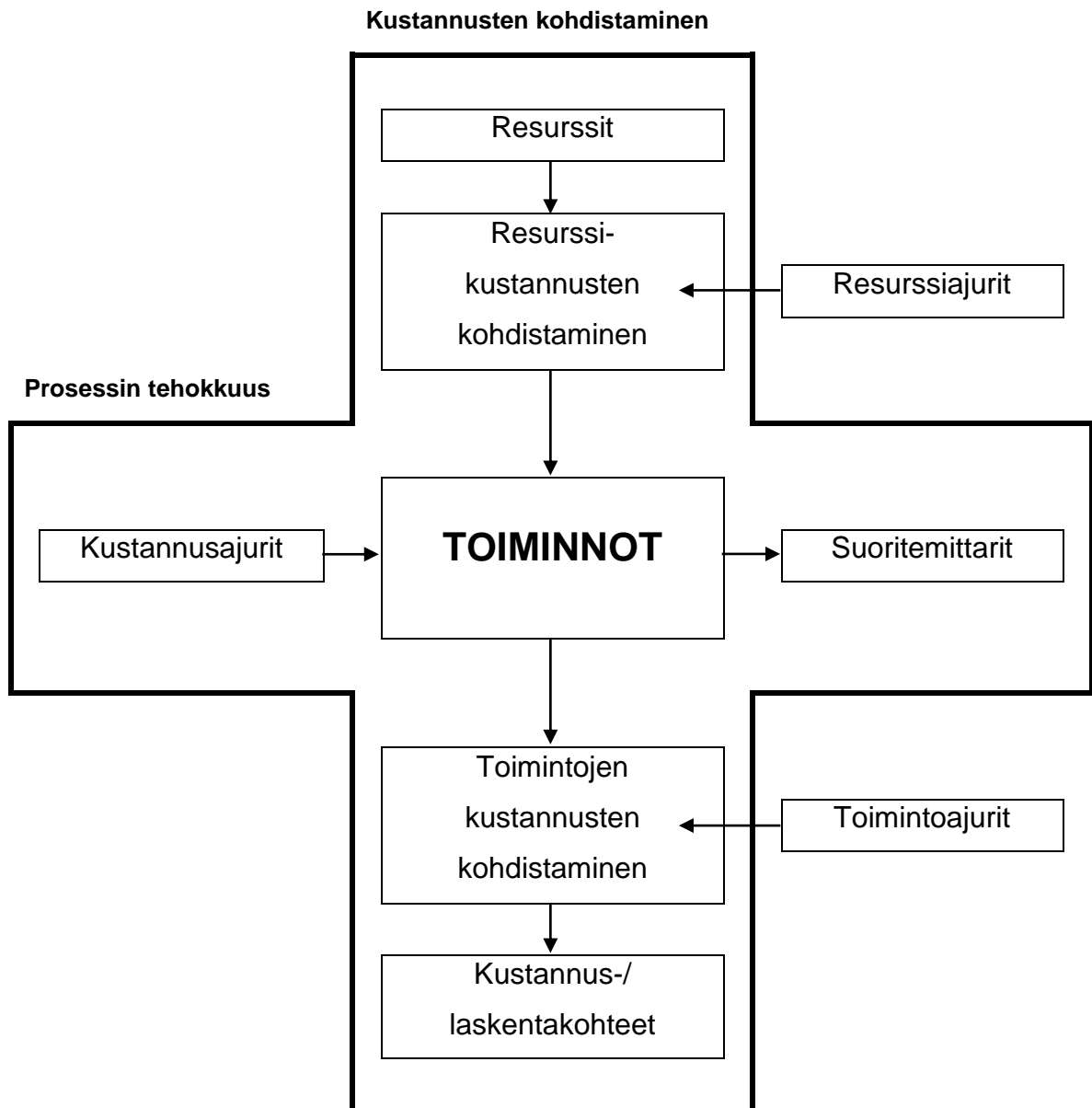
Toimintojen analysointi on toimintolaskennan lähtökohta. Toimintoanalyysin avulla selvitetään, mihin yrityksen resurssit kuluvat.

Douglas T. Hicks esittää kirjassaan (Hicks Douglas T.1999, 21) yrityksen toimintolaskentamallille kolme tehokkuusvaatimusta:

1. Aloita kustannuksilla, jotka ovat tarkasti määritelty ja mitattu
2. Mallin tulee kuvastaa oikein yrityksen tuotteiden/palveluiden, toimintojen ja kustannusten välistä syy-seuraussuhdetta
3. Mallia tulee käyttää oikein

Vaatimukset ovat selkeästi ymmärrettäviä mallin toimivuuden kannalta. Toimintolaskenta auttaa ymmärtämään resurssien kulutuksen ja tuotteen, palvelun, asiakkaan tms. kustannusten välisen suhteen, ymmärtämään kustannusten käyttäytymistä monimutkaisessa liiketoimintaympäristössä ja keskittymään prosessien parantamiseen (Alhola 2008, 8).

Toimintolaskennan perusajatus löytyy CAM-I ristin (Consortium for Advanced Manufacturing-International) pystysuorasta osasta, kustannusten kohdistamisen näkökulmasta. Tässä mallissa yritystä tarkastellaan kokonaisuutena sekä vertikaalisesti että horisontaalisesti. Vertikaalinen tarkastelutapa lähestyy asiaa kustannusten kohdistamisen näkökulmasta, kun taas horisontaalinen tarkastelutapa lähestyy asiaa prosessinäkökulmasta. Kustannusten kohdistamisen näkökulma antaa siis informaatiota resursseista, toiminnoista ja laskentakohteista. Se kuvaa kustannusten yleistä virtaa panoksista tuotokseen. Prosessin tehokkuuden näkökulma puolestaan tuottaa informaatiota siitä, kuinka tiettyyn toimintoon liittyvä työ tehdään ja kuinka se liittyy muihin toimintoihin (Alhola 2008, 34-35).

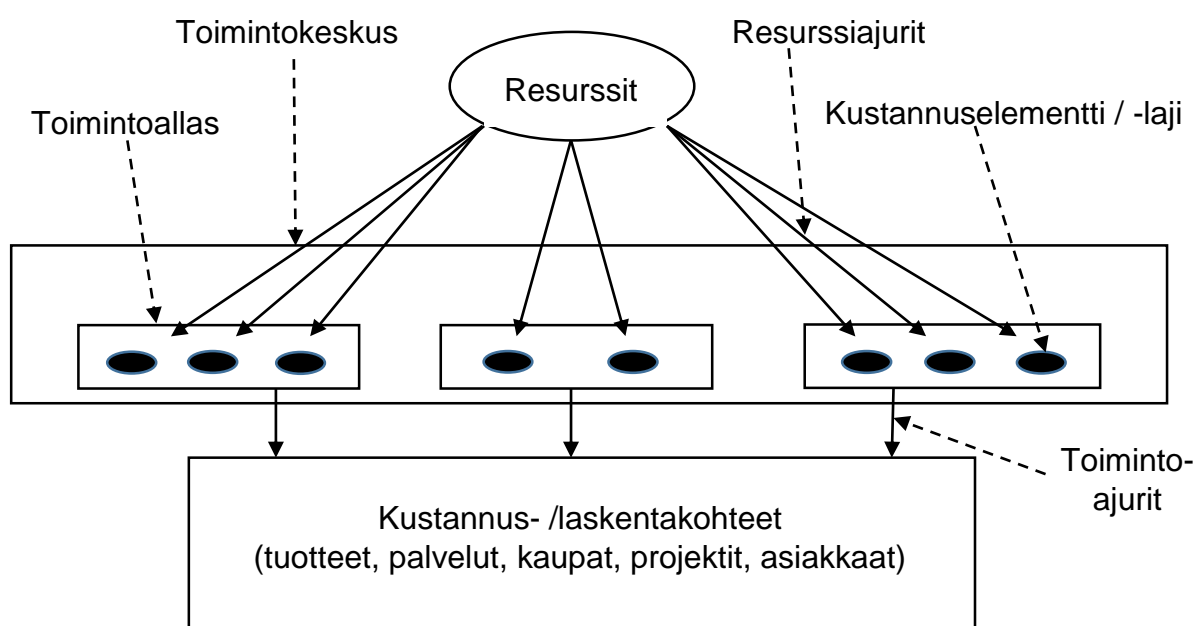


Kuvio 4, Toimintolaskennan kaksi näkökulmaa (Alhola 2008, 34)

Kuvasta näkyy, että resurssien kustannukset kohdistetaan kahdella erilaisella kustannusajurilla: ensimmäisen tason kustannusajureilla eli resurssiajureilla ja toisen tason kustannusajureilla eli toimintoajureilla. Resurssiajureilla kohdistetaan resurssit toiminnoille ja toimintoajureilla taas toiminoilta laskentakohteille (Alhola 2008, 35 ja 44). Kustannusajurien kartoittaminen ja valitseminen on erittäin tärkeää. Väärä kustannusajuri nimittäin johtaa virheelliseen lopputulokseen ja tuhoaa näin koko laskennasta saatavan hyödyn (Alhola 2008, 44).

Lähestyttäessä toimintolaskenta kaksikulotteisesta näkökulmasta (vertikaalisesta ja horisontaalisesta) on syytä tarkastella seuraavia käsitteitä: resurssit, resurssiajurit, toiminnot, toimintoaltaat, toimintokeskukset, toimintoajurit, kustannuslajit/kustannuselementit, kustannus-/laskentakohteet (Alhola 2008, 42).

Laskentakohteet tarvitsevat toimintoja ja toiminnot taas kuluttavat resursseja tullakseen tehdyiksi. Seuraavasta kuvasta käyvät ilmi myös toimintolaskennan kohdistamisnäkökulman keskeiset käsitteet ja niiden väliset suhteet.



Kuvio 5, Kustannusten kohdistamisprosessin käsitteet ja suhteet (Alhola 2008, 43)

Resurssit ovat tuotannontekijöitä, joita tarvitaan ylläpitämään ja synnyttämään toimintoja. Resurssit kertovat kuinka paljon rahaa on käytetty toimintojen aikaansaamiseksi.

Kustannusajuri on tärkeä osa toimintolaskentaa. Sillä tarkoitetaan toisaalta tekijää, jolla kustannukset kohdistetaan ja toisaalta se kertoo, miksi toiminto vaatii tiettyjä resursseja. Resurssien kohdistus voidaan tehdä joko suoraan resurssitasolta tai resurssialtaiden kautta (Alhola 2008, 44).

Toiminnoilla tarkoitetaan niitä tehtäviä, joita organisaatio tekee (Alhola 2008, 47).

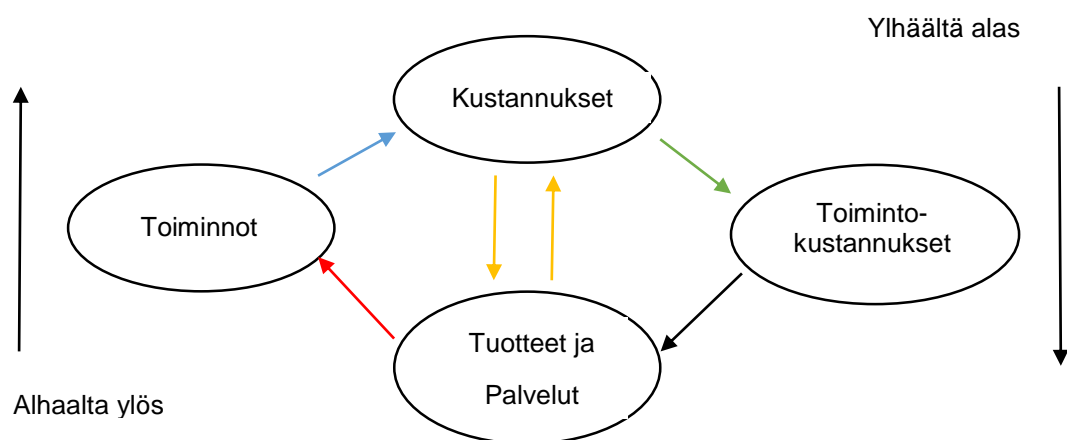
Toimintoajureilla tarkoitetaan niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat toiminnon suoritus-  
tiheyteen ja siihen, että koko toimintoa yleensäkin suoritetaan (Alhola 2008, 47).

Tietyn toiminnon kokonaiskustannukset muodostavat toiminnon kustannusaltaan. Läheisesti toisiinsa liittyvät ja resursseja lähes samalla tavalla kuluttavat toiminnot on mahdollista yhdistää toisiinsa. Kokonaisuuden kannalta merkityksettömät toiminnot kannattaa yhdistää merkityksellisiin. Toimintoaltaiden käyttö ei ole välttämätöntä (Alhola 2008, 50).

Toimintokeskuksella tarkoitetaan toimintojen joukkoa. Sen tarkoituksena on yksinkertaisesti helpottaa toimintojen ja prosessien hallintaa.

Hicks Douglas T. esittelee kirjassaan (Hicks Douglas T. 1999, 202) kustannusten kertymis- ja jakaantumismallin, jossa mallin lähtöasetelmana ovat organisaation tarjoamien tuotteiden ja palveluiden määrä ja valikoima. Nämä tuotteet ja palvelut tarvitsevat toimintoja, joista kertyy kustannuksia. Nämä toimintojen kokonaiskustannukset jakaantuvat edelleen määräkomponentilla yksikkökustannuksiksi. Näitä yksikkökustannuksia voidaan hyödyntää yksittäisten prosessien kuin myös tuotteiden ja palveluiden kustannusmäärityksessä. Tämä malli kuvastaa alhaalta ylös ja ylhäältä alas kustannusvirtaa, joko tuotteilta palveluille yksikkökustannuksien kautta kokonaiskustannuksiksi tai kokonaiskustannuksista toimintojen kautta tuotteiden ja palveluiden yksikkökustannuksiksi.

- tuotteet ja palvelut ohjaavat tarvitsemiaan toimintoja
- toiminnot ohjaavat tarvitsemiaan kustannuksia
- tarpeellisia kustannuksia määrätään toiminnoille
- tarpeelliset toimintojen kokonaiskustannukset määrätään tuotteille ja palveluille



Kuvio 6, Kustannusten kertymis- ja jakaantumiskaavio (Hicks T. 1999, 202), käänös ja uusi kaavio Ilpo Rajapuro

Tässä tutkimuksessa ei ole käytössä rautateiden tavaraliikenteen kokonaiskustannuksia, joten kaikki kustannukset kohdistetaan yksikkökustannuksina alhaalta ylöspäin laskien.

Perinteisessä kustannuslaskennassa välittömät kustannukset kohdistetaan suoraan laskentakohteille, mutta välilliset kustannukset jaetaan käyttäen volyymiperustaisia jakajia, kuten välittömiä työtunteja. Toimintolaskennassa resurssit kohdistetaan toiminnoille ja toiminnoilta edelleen laskentakohteille. Kohdistaminen tapahtuu resurssi- ja toimintoajureita hyväksikäyttäen. Välittömät kustannukset kohdistetaan yleensä suoraan laskentakohteelle. Erilaisen laskentatavan johdosta myös laskentatulokset yleensä poikkeavat toisistaan selkeästi (Alhola 2008, 55).

Kritiikki, jota toimintolaskennan periaatetta noudattavat esittävät perinteistä kustannuslaskentaa kohtaan, perustuu nimenomaan siihen, että yleiskustannukset kohdistetaan suoritteille väärin perustein. Toimintolaskenta korostaa, että yleiskustannusten käyttäytymistä on ymmärrettävä paremmin. Se lähtee siitä, että pitkällä aikavälillä useimmat kustannukset eivät olekaan kiinteitä vaan viime kädessä kaikki kustannukset ovat muuttuvia. Toimintolaskennassa oletetaan, että toiminnot synnyttävät kustannukset ja tuotteet ja esimerkiksi asiakkaat aiheuttavat toimintojen tarpeen. Kustannukset kohdistetaan tuotteille siltä pohjalta, miten kukin tuote kuluttaa kutakin toimintoa (Alhola 2008, 57).

## 5. Kansainvälisiä kustannusmalleja rautatietavaraliikenteeseen

Gerhard Troche (Troche G, 2009) on väitöskirjassaan *Activity-Based Rail Freight Costing 2009*, Kungliga Tekniska Högskolan, koostanut edustavan kokoelman maailmalla käytössä olevista rautateiden tavaraliikenteen kustannusmalleista, joista osa on käsitelty seuraavassa osassa. Olen jättänyt pois selkeästi vanhentuneet ja konsulttitoimistojen maksulliset mallit.

### Nelldalin kustannusmalli 1981

Bo-Lennart Nelldal teki osana väitöskirjaansa kustannusmallin rautateiden tavaraliikenteeseen, jolla pystytään laskemaan tietyn yksittäisen kuljetustapahtuman kustannukset. Kustannusmalli koostuu kolmesta osasta: tarjontafunktiosta, jossa kuvataan tarvittavia tuotannontekijöitä kuljetustapahtuman toteuttamiseksi, hyötyfunktioista, jossa kuvataan miten tuotannontekijöitä hyödynnetään sekä kustannus-



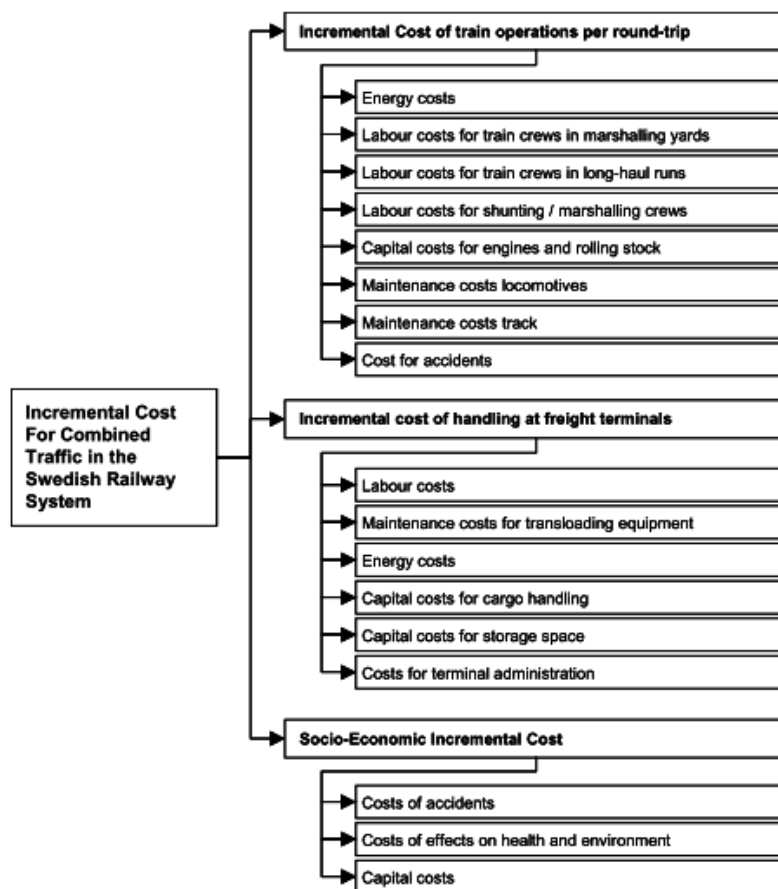
funktiosta, jossa kuvataan kuinka paljon maksaa ensimmäisessä kohdassa mainittujen tuotannontekijöiden hyödyntäminen toisessa kohdassa arvioidulla tavalla.

Kustannusfunktio sisältää osakustannusmallin ja kokonaiskustannusmallin. Jälkimmäisessä mallissa tarjontafunktio on määritelty ja hyötyfunktiota voidaan muunnella. Osakustannusmallissa myös tarjontafunktiota voidaan muunnella.

Malli on rakennettu kuvaamaan yksityiskohtaisesti kyseisen ajankohdan Ruotsin rautateiden tavaraliikennejärjestelmää ja sen kustannusrakennetta. Koska mallin tuottamisesta on jo yli 30 vuotta ja se kuvaa Ruotsin järjestelmää, sen suora hyödyntäminen Suomen järjestelmään ja erityisesti Suomen itäiseen liikenteeseen on mahdotonta.

#### Jensenin kustannusmalli yhdistetyille kuljetuksille (Jensen, 1990)

Tämä malli on tarkoitettu Ruotsin intermodaalikuljetusten aiheuttamien lisäkustannusten laskemiseen. Liiketoiminnan taloudellisten kustannusten lisäksi malli sisältää myös sosio-ekonomiset kustannukset. Ohessa Gerhard Trochen tekemä kuvaus Jensenin mallista. Kuvauksesta käy ilmi mallin kustannusfunktiot.



Kuvio 7, Jensenin kustannusmallin kuvaus (Troche G. 2009)

Malli kuvaa hyvin laajasti ja tarkasti Ruotsin intermodaalikuljetusten rakennetta vuonna 1990 ja huomioi kustannuksia, jotka eivät kuulu perinteisen rautatietavara- liikenteen kustannusrakenteeseen. Tällaisia kustannuksia ovat kaikki lisäkustannukset, jotka koskevat kuljetettavan tavaran käsittelyä terminaaleissa sekä sosioekonomiset kustannukset.

#### Heuristinen intermodaalikuljetusten kustannusmalli HIT (Jonas Flodén 2007)

HIT (Heuristic Intermodal Transport) malli on tarkoitettu strategisen päätöksenteon tueksi määrittäen intermodaalikuljetusten teoreettista potentiaalia kuorma-autoliikenteeseen verrattuna. Mallin on tehnyt Jonas Flodén (School of Business, Economics and Law at the University of Gothenburg).

Mallilla pystytään määrittämään annetun kuljetustarpeen mukainen kuljetusmuotojen jako, tarvittavat juna-aikataulut ja junatyypit ja niiden lukumäärä sekä junien kokoonpano. Mallilla pystytään laskemaan niin taloudelliset kuin sosioekonomiset kustannukset sekä ympäristövaikutukset. Myös yhteiskunnallisten tekijöiden kuten verotuksen, sääntelyn ja infrastruktuuriratkaisujen vaikutuksia pystytään tutkimaan.

Vaikka malli on laaja, se koskee ainoastaan intermodaalikuljetuksia ja on siten pitkälti hyödytön Suomen rautatietavara- liikenteen mallintamiseen. Mallin suurin hyöty tämän työn tutkimukseen on verotuksen, sääntelyn ja infrastruktuuriratkaisujen vaikutusten määrittelyssä.

#### GBFM (Great Britain Freight Model) 2008

GBFM on tietokonepohjainen malli, jolla pystyy analysoimaan tavaraliikenteen virtoja Yhdistyneissä Kuningaskunnissa. Kyseessä on kuljetuskysynnän ja – tavan malli, joka hyödyntää maasta-maahan tapahtuvien kuljetusten tavaramatriisia. Malli on tehty Yhdistyneiden Kuningaskuntien tarpeeseen, tukeutuu kuljetettavan rahdin tavaraluokituksiin ja sen pääasiallinen hyödyntäminen tapahtuu kuljetustapavertailussa ja -optimoinnissa kuljetusmuotoihin vaikuttavien tekijöiden muuttuessa. Mallista ei ole merkittävää hyötyä tälle työlle.

## Regulatory Costing Model of the Canadian Transportation Agency

<https://www.otc-cta.gc.ca/eng/overview-agencys-regulatory-costing-model>

Malli on ollut olemassa muutamia kymmeniä vuosia ja se on luotu kuljetustukien maksamista varten. Tukijärjestelmän poistuttua mallia on ajanmukaistettu poistamalla sääntelyyn perustuvaa ohjeistusta. Kaksi kansallista rautatieyritystä, Canadian National and Canadian Pacific, ylläpitävät järjestelmää vuosittain Kanadan Liikenneviraston toimeksiannosta. Kustannusmalli on nykyisellään tietokonepohjainen, erittäin kansallinen, edelleen varsin hallinnollinen ja monimutkainen ja täysin riippuvainen kahden ylläpitävän rautatieyrityksen kustannusrakenteesta.

Kyseisellä kustannusmallilla ei ole käyttöä tässä työssä.

### SAMGODS/STAN malli

SAMGODS malli on kattava liikenteen ennustusmalli, jota käyttävät Ruotsin rata-infrastruktuurin haltija Banverket ja tieinfrastruktuurin haltija Vägverket liikenneennusteiden laatimiseen. Järjestelmää käyttää ja ylläpitää myös SIKÅ, Swedish Institute for Communications Analysis.

Malli koostuu useista alamalleista, joista yhdessä, STAN mallissa, on kaikkien kuljetusmuotojen kustannusmoduuli. Kun tätä alamallia käytetään SAMGODS mallissa, jakaantuvat kustannukset yhteysväli- ja risteyskustannuksiin, jotka edelleen jakaantuvat käyttökustannuksiin ja laatuun liittyviin kustannuksiin.

Yhteysvälien käyttökustannusten osa sisältää välimatkasta riippuvat kustannukset, ajankäytöstä riippuvat kustannukset, määrättyjen yhteysvälien erityiskustannukset ja aloituskustannukset. Siirtokuormauksen käyttökustannukset siirtokuormaustapaikoissa ovat kuormaus-, siirtokuormaus- ja purkauskustannukset.

Laatukustannukset yhteysväleillä ovat viivästymisriskin kustannukset yhdessä aika-arvon kanssa sekä toistuvuuteen liittyvät kustannukset. Laatukustannukset siirtokuormaustapaikoissa ovat viivästymisriskin kustannukset yhdessä aika-arvon kanssa sekä toistuvuuteen liittyvät kustannukset kun kyseessä on uudelleen kuormaus.

SAMGODS ei kuvaa rautatiejärjestelmää kovinkaan tarkasti. Järjestelmä käsittelee erityyppisiä junia samanlaisina vaikka niillä on erilaisesti painottunut kustannusrakenne. Myös samantyyppisten kuljetusmuotojen erityyppisten kuljetuspalveluiden yh-

tenäinen kustannuskäsittely tuottaa harhaanjohtavaa kustannustietoa. Tämä koskee erityisesti yhdistettyjä kuljetuksia, joiden koko kuljetusketjun kustannuksia tarkastellaan samoilla perusteilla vaikka eri kuljetuspalveluiden osakustannukset painottuvat eri lailla.

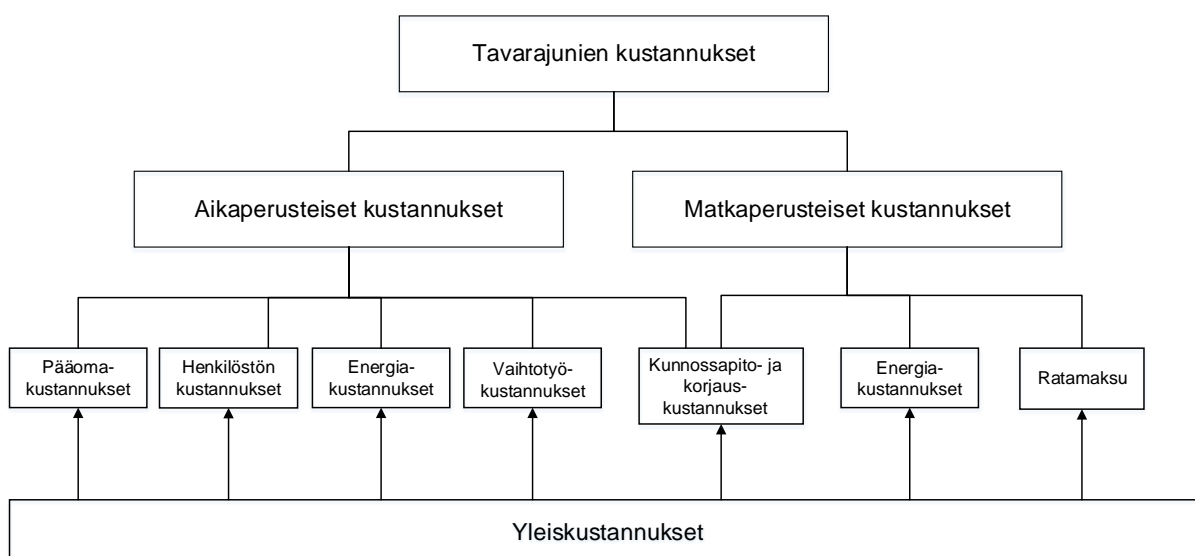
Kokonaisuutena kaikki edellä mainitut kustannusmallit antavat hyvän ja vahvistavan käsityksen siitä, miten rautateiden tavaraliikenteen kustannuksia tulee käsitellä ja lähestyä. Mielestäni edellä mainittujen kustannusmallien perusongelma on siinä, että ne pyrkivät kuvaamaan koko rautatiekuljetusjärjestelmää eivätkä keskity riittävästi yksittäisen kuljetustapahtuman toimintojen kuvaamiseen ja kustannusten muodostumiseen nykyisessä järjestelmässä.

Seuraavassa luvussa pyrin kuvaamaan kustannusten muodostumista tavarajunalle hyvin yksinkertaisesti alhaalta ylöspäin kustannuksia kerryttäen.

## 6. Kustannusmalli tavarajunalle

Rautatietavaraliikenteen perinteisellä kustannusperusteisella jaolla kustannukset jakaantuvat aika- ja matkaperusteisiin kustannuksiin sekä yleiskustannuksiin. Tällöin vaihtotyökustannukset kuuluvat aikaperusteisiin kustannuksiin. Yleiskustannukset jaetaan alimmantason kustannustekijöille.

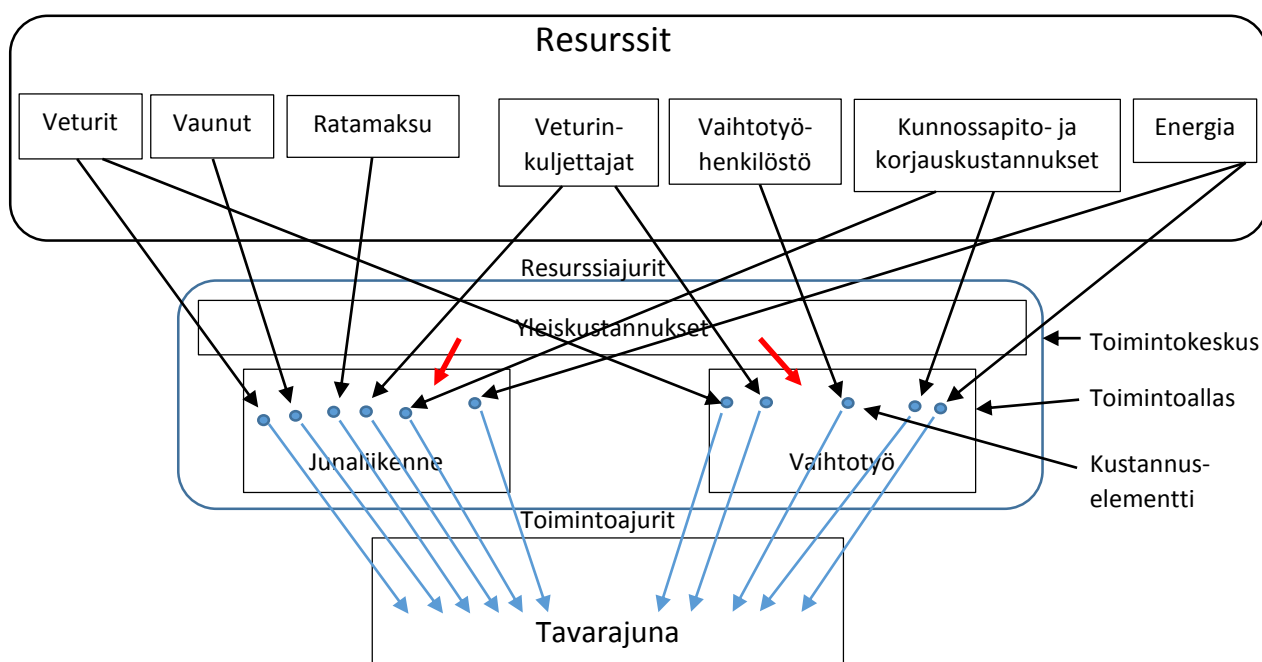
Alla kaaviokuva kustannusperusteisesta jaottelusta.



Kuvio 8, Tavarajunien liikennöintikustannusmallin rakenne (Rautatieliikenteen kustannusmallit, Liikennevirasto 15/2013, kuva 7, muunnos Ilpo Rajapuro)

Käytännössä rautateiden tavaraliikenteen kustannukset muodostuvat toimintokustannuksista, jotka ovat liikennöinti-, vaihtotyö- ja yleiskustannuksia. Liikennöintikustannukset ovat aika- tai matkaperustaisia. Vaihtotyöt ovat aikaperustaisia, koska työ tapahtuu liikennepaikoilla eikä varsinaista liikennettä liikennepaikkojen välillä tapahdu. Yleiskustannukset puolestaan ovat kahdesta edellä mainitusta toiminnosta riippumattomia ja ne onkin hyvä kohdistaa toiminnoille kustannustekijöiden yksityiskohtaisimman jaon kautta yksilöllisillä yleiskustannusprosentteilla laskettuna.

Kuviossa 9, kuvataan rautatietavaraliikenteen yksityiskohtaisen kustannuskohdistamisen tapahtumista. Resurssien (veturit, vaunut, ratamaksu, veturinkuljettajat jne.) kohdistaminen tapahtuu resurssiajureilla, resurssikohtaisilla yleiskustannuskustannuksilla lisätynä, junaliikenteen ja vaihtotyön toimintoaltaisiin. Toimintoaltaista kustannukset yhdistetään yksilöllisen tavarajunan kustannuksiksi. Tekemäni kuvio ilmaisee selkeästi eri resurssien tarpeen tarvittavien toimintojen toteuttamiseksi.



Kuvio 9, Kustannusten toimintoperustainen kohdistaminen, Ilpo Rajapuro

Kustannusmallinnusta tehtäessä on hyvä huomioida mallin käytettävyys mallin kuvaaman toiminnan synnyttämien kustannusten muutosten vaikuttavuuden seurannassa. Toimintoperusteisessa kustannuslaskennassa tuotteiden/palveluiden ja kustannusten välille pyritään löytämään looginen yhteys. Mitä tuote/palvelu todella maksaa ja miten kustannukset tulisi tuotteille/palveluille kohdistaa? Tarkastelemalla asiaa resurssien tarpeen ja käytön näkökulmasta kustannuksia voidaan lähestyä kenties

aiempaa tarkemmin (Alhola 2008, 144). Varsinkin yleiskustannusten tarkempi kohdistaminen tuotteille/palveluille parantaa aiheuttamisperiaatetta.

Tässä tutkimuksessa kustannusmalli rakentuu kustannusten toiminnollisten perusteiden (Kuva 9) mukaisesti ja toiminnoille kohdistetaan se osa kustannuksista, joka niille kuuluu. Yleiskustannukset sisältävät tavanomaisten yleiskustannusten (hallinto- ja myynti- ja markkinointikustannukset) ja lisäksi kaikki ne selkeästi toiminnoille kuuluvat kustannukset, joita on erittäin hankala laskea tietämättä rautatieyrityksen kustannusrakennetta. Samoin osa vaihtotyö- ja liikennöintitoimintojen kustannuksista sisällytetään yleiskustannuksiin. Tällaisia kustannuksia ovat esimerkiksi liikkuvan kaluston (veturit ja vaunut) varikkokiinteistöjen käyttö- ja pääomakustannukset, ratapihahenkilöstön sosiaalitulojen ylläpito- ja pääomakustannukset sekä liikenteen suunnitteluun liittyvät kustannukset. Hankaliksi tämän mallinnuksen osalta kyseiset kustannukset muodostuvat tarkan kustannustiedon puutteen lisäksi jakoperusteen mittausongelman takia. Jotta kyseiset kustannukset voisi tarkasti osoittaa kuljetussuoritteelle, tulisi kyseisiin kustannustekijöihin liittyvä kokonaiskustannus ja kokonaisliikenne olla tiedossa. Yleiskustannuksia käsitellään erikseen kohdassa 6.4.

## 6.1 Liikennöntikustannukset, aikaperusteiset

Liikennöntikustannusten muodostumisperusteista osa on käytettyyn aikaan liittyviä ja osa kuljettuun matkaan liittyviä. Tässä kappaleessa käsitellään aikaperusteisten kustannusten kohdentamista resurssiajurein junaliikennöinnin toimintoaltaaseen. Matka-ajalla tarkoitetaan junan aikataulunmukaisen lähtöpaikan lähtöajan ja määräpaikan saapumisajan välistä aikaa, joka sisältää matkan aikana syntyneet muusta liikenteestä aiheutuneet odotusajat. Laskemalla matka-aika saadaan tarkka kertoja aikaperusteisille kustannuksille. Aikaperusteisia kustannuksia ovat:

- Liikkuvan kaluston (veturit ja vaunut) pääomakustannukset
- Veturinkuljettajien työvoimakustannukset

### 6.1.1 Liikkuvan kaluston (veturit ja vaunut) pääomakustannukset

Liikkuvan kaluston pääomakustannus muodostuu uushankintahinnasta, pitoajasta, jäännösarvosta ja laskentakorosta. Liikkuvan kaluston pääoma-arvo on laskettu kiinteän tasaerän mukaisesti. Pitoaika on vetureille 30 vuotta ja vaunuille 20 vuotta. Jäännösarvoa ei ole ja vuosittainen laskentakorko on 5 %. Pääomakustannus on

arvoltaan euroa per aikamääre. Tässä tutkimuksessa pääomakustannus on laskettu ensin vuositasolla ja sen jälkeen jaettu vuoden tunneille ja minuuteille. Vuosittaiset tasaerät on laskettu Microsoft Excel-kaavalla Maksu.

Tässä kustannusmallissa käytetään yhtä sähköveturityyppiä (VR tyyppi Sr2) ja yhtä dieselveturityyppiä (VR tyypit Dr14). Sähköveturi on matkaveturi ja Dr14 on vaihtotyöveturi. Tämän tutkimuksen liikkuvan kaluston hankintahintatiedot perustuvat julkisiin tietoihin vastaavan kaluston uushankintahintatiedoista. Veturihintana on käytetty uuden Sr2 veturia vastaavan veturin (Siemens Vectron) hintaa 3,75 M€ kappale (VR Group Vuosiraportti 2013). Dieselkäyttöisten vetureiden hankintahintana on käytetty 2,5 M€ kpl. Tämän hinnan arviointi perustuu Railway Gazette lehdessä 23.9.2008 olleeseen tietoon, jossa ilmoitettiin Deutsche Bahnin hankkineen 130 kappaletta Voith Gravita 10BB veturia tytäryhtiönsä DB Schenker Railin käyttöön hankintahinnalla 250 M€ - 1,92 M€/kpl. Voith Gravita 10BB vastaa teholtaan ja ominaisuuksiltaan suomalaisia vetureita ollen tietenkin huomattavasti kehittyneempi kuin vanhat suomalaiset veturit. Oman suuremman hinta-arvioni (2,5 M€/kpl) perustan Suomen pienempään hankintamäärään ja veturihankinnan toteuttamisen edellyttämiin suunnittelu-, testaus- ja hankintakustannuksiin. Vetureihin tulee tehdä melko huomattavia muutoksia, jota ne voivat toimia suomalaisessa rautatieinfrastruktuurissa ja ilmastossa.

Taulukko 4, Vetureiden pääomakustannusten kiinteät vuotuiset tasaerät, €/h ja €/min

	Sr2	Dr14
Vuotuinen tasaerä	243942,88	162628,59
€/h	27,85	18,56
€/min	0,464	0,309

Kustannusmallissa liikkuvan kaluston pääoma-arvoja laskettaessa tulee huomioida se aika, jolloin kalusto ei ole sitoutuneena kuljetustehtäviin. Pääomakustannukset toteutuvat myös tuolta ajalta ja ne tulee saada mukaan kustannuslaskelmaan. Tässä kustannusmallissa vetureiden sitoutuminen kuljetustehtävään ja muuhun toimintaan otetaan huomioon toimintasuhteella, josta käytetään nimitystä käyttöprosentti. Käyttöprosentti matkavetureille on 50 %. Matkaveturin pääomakustannus on siis 2-kertainen matka-aikaan sitoutunutta aikaa kohden. Muu kuljetusaikaa rasittava pääomakustannus syntyy kuljetusten odotusajoista, huolloista- ja korjauksista sekä varakalustotarpeesta. Veturin pääomakustannus on siis kaksinkertainen kuljetustehtävään sitoutunutta aikaa kohden. Sveitsiläisen tutkimuksen (Baumgartner, 2001) mukaan

vetureiden (sähkö ja diesel) käyttöprosentti olisi 90 %, mutta kokemukseni mukaan yhteysvälikohtaisten kuljetusmäärien mahdollistama vetureiden hyödyntäminen lähes kokoaikaisesti ei toteudu Suomessa.

Itäisen liikenteen vaunukaluston pääoma-arvoja ei käsitellä tässä tutkimuksessa (katso seuraavat kappaleet).

Vaunukaluston pääomakustannuksia syntyy myös aikana, jolloin vaunukalusto ei ole sitoutunut kuljetustehtävään. Vaunukierrolla ilmaistaan aikaa, joka kuluu vaunun kuormakuljetuksesta seuraavaan kuormakuljetukseen. Vaunukierron ollessa esimerkiksi 4, vaunu saa kuorman joka neljäs päivä. Yhtä kuormakuljetusta rasittaa neljän päivän pääomakustannukset. Vaunujen liikennöinti jakaantuu kuorma- ja tyhjävaunujen kuljettamiseen. Tyhjävaunujen kuljettaminen kuormauspaikoille muodostaa erillisen merkittävän kustannustekijän rautateiden tavaraliikenteessä. Kotimaisten vaunujen kustannusmallissa kannattaa jakaa pääomakustannukset erikseen kuorma- ja tyhjäkuljetuksille. Itäisen vaunukaluston pääoma-arvojen muodostumisesta kerrotaan seuraavassa kappaleessa.

Itäisessä tavaraliikenteessä käytetään venäläisten, itsenäisten valtioiden yhteisöiden (IVY-maat) tai Baltian maiden rautatieyritysten kuljetustehtäviin vuokraamia rautatievaunuja. Tällöin vaunut eivät ole Suomessa toimivan rautatieyrityksen omaisuutta ja pääomakustannukset jäävät kokonaan pois tästä tutkimuksesta. Vaunujen vuokrauskulut rasittavat suoraan kuljetussopimuksia tekeviä asiakkaita ja kuluja optimoidaan kuljetussopimuksissa sovittavin kuljetusaikaklausuulein. Vaunuvuokrasopimukset ovat vaunuvuokrausyhtiön ja vaunua tarvitsevan asiakkaan välisiä ellei vuokrausta ole toiminnallisista syistä otettu rautatieyrityksen hoidettavaksi. Itäisen liikenteen vaunuvuokrakustannukset eivät ole suomalaisen rautatieyrityksen kannalta pääomakustannuksia ja mahdollisina kustannuksina lähinnä myynnin läpilaskutus-eriä.

Edellä kuvattu tilanne on muodostunut vasta hiljattain 2000-luvun lopulla, kun kyseisten vaunujen hallinta siirtyi yksityisille operaattoreille, pois Venäjän valtiolliselta taholta. Kyseisen markkinatilanteen muutoksen johdosta VR-Yhtymä Oy vapautui maksamasta Suomen ja Venäjän välisen rautatierajasopimuksen mukaista vaunujen käyttömaksua vaunun viipymääjasta Suomen puolella.



## 6.1.2 Veturinkuljettajien työvoimakustannukset

Veturinkuljettajien työvoimakustannukset palkan osalta määräytyvät Palvelualojen työnantajat PALTA ry:n sekä Veturimiesten Liitto ry:n välisen veturimiestehtäviä rautatieliikenteessä koskevan yleissitovan työehtosopimuksen mukaisesti.

Veturinkuljettajien työvoimakustannukset määräytyvät vahvasti sen mukaan, minkälaista työtä he tekevät. Tässä tutkimuksessa veturinkuljettajan työvoimakustannukset määräytyvät veturinkuljettajan kuukausittaisen keskipalkan perusteella. Tarkemman erittelyn palkan muodostumisesta katsotaan kertovan liian paljon nykyisen rautatieyrityksen operatiivisesta toiminnasta ja ollen siten yrityssalaisuuden piirissä. Tiedot perustuvat haastatteluun Veturimiesten Liitto ry:n asiantuntijan, Maria Mälkin, kanssa. Veturinkuljettajan keskipalkka on 4281 € kuukaudessa. Taulukosta 5, löytyy henkilöstökustannusten laskentaperusteet.

Taulukko 5, Henkilöstökustannusten laskentaperusteet

Kustannustekijä		Veturin- kuljettaja	Vaihtotyön- johtaja	Junamies	Vaihtotyö- yksikkö
	yksikkö				
kokonaispalkka lisineen	€/kk	4281	3150	2960	
vuosipalkka	€/a	51372	37800	35520	
sosiaalikulut (28 %)	€/a	15103	1890	1776	
lomaraha 50 % lomajan palkasta	€/a	2569	11113	10443	
palkkakustannukset ja sosiaalikustannukset yht.	€/a	69044	50803	47739	
kulut (majoitus, päivärahat, matkat yms.)	€/a	14771	1000	1000	
kustannukset yhteensä	€/a	83815	51803	48739	
palkalliset työpäivät	pv	260	260	260	
lomapäivät, huomioiden talvipidennys	pv	31	31	31	
sairaspäivät	pv	12	12	12	
koulutus yms. palkalliset päivät	pv	20	10	10	
varsinaiset työpäivät	pv	197	207	207	
työtunnit	h/a	1450	1552	1552	
tehollisten työtuntien osuus	%	60	80	80	
tehollisten työtuntien määrä	h/a	870	1242	1242	
Ajoajan/vaihtotyön kustannus (tehollinen työaika)	€/h	96	42	39	177
	€/min	1,606151763	0,6953263	0,654195592	2,955673655
	≈	1,61	0,77	0,62	2,96

## 6.2 Liikennöintikustannukset, matkaperusteiset

Matkaperusteisten liikennöintikustannusten kohdentaminen resurssiajurein junaliikenteen toimintoaltaaseen tapahtuu tässä kustannusmallissa yhteysvälikohtaisesti kuljetujen junakilometrien mukaisesti. Kuljetun matkan perusteella määräytyvät kustannukset ovat:

- vetureiden ja vaunukaluston kunnossapidon ja korjauksen kustannukset
- energiakustannukset

- ratamaksu (perusmaksu + ratavero)

Tässä tutkimuksessa liikennöintikustannukset määräytyvät 500 ja 2000 tonnin painoisen tavarajunan vetämisen perusteella. Junassa on 21 vaunua ja veturi. Vaunun bruttopaino kuormassa 90 tonnia ja tyhjä taarapaino on 26 tonnia. Tyhjävaunujuna painaa n. 500 tonnia brutto ja kuormajuna n. 2000 tonnia brutto. Tässä tutkimuksessa, kuin myös lähes aina todellisuudessa, itäisen liikenteen kuormajunaan liittyy 100 %:n tyhjävaunukuljetus. Tyhjävaunukuljetus onkin yksi rautateiden tavaraliikenteen tärkein toimintasuhteen parantamisen kohde käyttötekijöiden käytön optimoinnissa.

### 6.2.1 Vetureiden ja vaunukaluston kunnossapidon ja korjauksen kustannukset

Matkavetureiden ja vaunukaluston kunnossapitotarpeen tärkein tekijä on kaluston kulkema matka kilometreinä. Varsinaisen junaliikenteen lisäksi vetureita siirretään liikennepaikalta toiselle pelkkinä vetureina ja vaunukalusto liikkuu ratapihoilla ja ratapihojen välillä vaihtotyöliikkeissä. Nämä matkat ovat kuitenkin vähäisiä junaliikenteeseen verrattuna, joten tässä tutkimuksessa kunnossapidon ja korjausten kustannukset kohdistetaan kustannuslaskelmaan suoraan kuljettujen junakilometrien mukaisesti.

Itäistä vaunukalustoa ei huolleta Suomessa ja korjaustoiminnan tarve pyritään välttämään vaunukaluston rajatarkastuksin, joilla vaurioituneet tai muutoin liikennekelvottomat vaunut poistetaan junasta raja-asemilla. Itäisen vaunukaluston huolto- ja korjaustoiminnan kustannukset on huomioitu vaunuvuokrasopimusten hinnoissa eivätkä ne kuulu tämän tutkimuksen piiriin.

Sveitsiläisen tutkimuksen (Baumgartner, 2001) mukaan dieselveturien kunnossapidon ja korjauksen keskimääräinen kustannus pitkällä aikavälillä (veturin pitoaikana) on linjaliikenteessä 1,5–2,5 €/km (vuoden 2001 kustannustaso). Australialaisessa tutkimuksessa (ARTC, 2008) tarkasteltiin dieselveturia, jonka teho on 3400 kW ja jolla ajetaan noin 250 000 km vuodessa. Tutkimuksessa veturin kunnossapidon ja korjauksen keskimääräiseksi kustannukseksi saatiin 1,5 AUD/km (n. 1,2 €/km, vuoden 2008 kustannustaso). Toisen australialaisen tutkimuksen (Downer et al., 2012) mukaan dieselveturin kunnossapidon ja korjauksen kustannukset ovat noin 30 % korkeammat kuin sähköveturien.

Tässä tutkimuksessa käytettävät kunnossapidon ja korjauksen kustannukset (vuoden 2012 kustannustaso) perustuvat edellä esitettyjen ulkomaisten tutkimusten tuloksiin ja niiden soveltamiseen tyyppikalustoille. Sähköveturin kunnossapidon ja korjauksen kustannus on tässä tutkimuksessa 0,9 €/km, keskiraskaan dieselveturin 1,0 €/km.

### 6.2.2 Energiakustannukset

Zanuy et al. 2012 totesivat VEL Wagon tutkimuksessaan Berliinin Teknisen Yliopiston (TUB Fachgebiet Schienenfahrwege und Bahnbetrieb) päätyneen siihen, että junaliikenteen energian kulutuksen aiheuttajat voidaan jakaa neljään kategoriaan, joilla on seuraavat prosenttiosuudet kokonaiskulutuksesta: vierintävastus 33 %, aerodynaaminen vastus 32 %, potentiaalienergia (ylä- ja alamäet) 27 % sekä muut 8 % (kiihdytysvastus 6 % ja kaarrevastus 2 %). Energian kulutus ja sitä kautta kustannukset ovat siis monen asian summa. Kokonaisenergiankulutus riippuu kuljettavan yhteysvälin mäkisyydestä ja mutkaisuudesta sekä vallitsevista sääolosuhteista. Vierintävastus on suorassa suhteessa junan painoon ja pyöräkertojen määrään.

### Sähköenergia

Sähköenergian hinta muodostuu kolmesta eri tekijästä:

- sähkön myyntihinnasta (kulutukseen perustuva energiamaksu (snt/kWh) ja kiinteä perusmaksu (€/kk))
- sähkön siirto hinnasta (kulutukseen perustuva siirtomaksu (snt/kWh) ja kiinteä perusmaksu (€/kk))
- sähköverosta, veroluokka I (kulutuksen mukaan)

Rautatieliikenteeltä ei veloiteta sähkön hinnassa erilaisia valmisteveroja (energiavero ja huoltovarmuusmaksu), joten sähköverokohta on tässä tutkimuksessa tarpeeton.

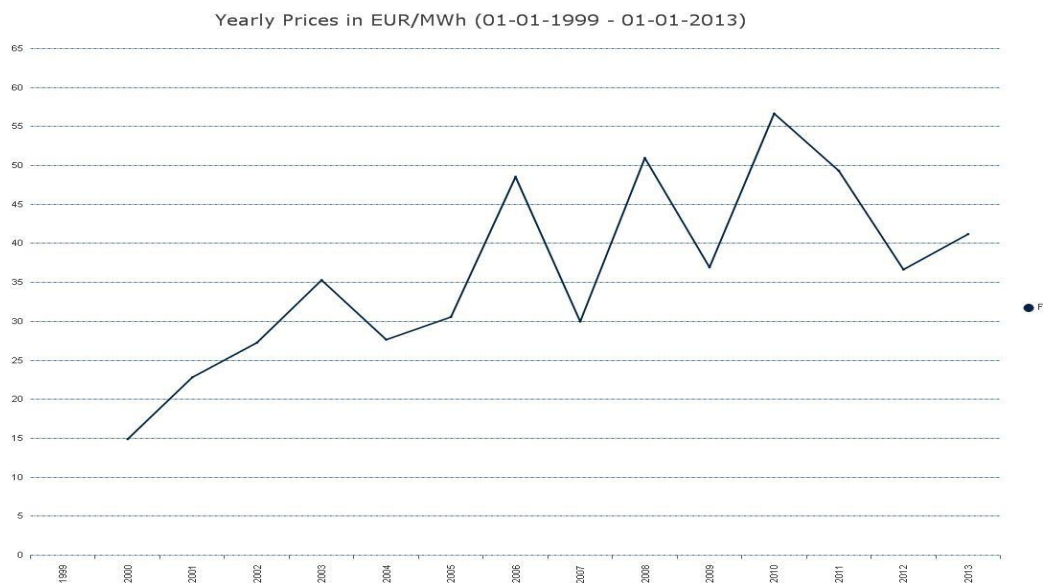
Kiinteä perusmaksu ei kokonaiskulutuksen kustannukseen verrattuna ole olennainen kustannustekijä vaikka se veloitetaankin käyttö- tai syöttöpaikkakohtaisesti.

Sähkön hinnan perustana on käytetty Nord Pool Spot AS:n Suomen vuoden 2013 keskihintaa.

(<http://www.nordpoolspot.com/Market-data1/Elspot/Area-Prices/ALL1/Hourly/>)

Nord Pool Spot AS on Pohjoismaiden ja Baltian maiden kantaverkkoyhtiöiden omistama Euroopan johtava sähköenergian markkinointi- ja pörssi-yhtiö.

Sähkön hinta vaihtelee runsaasti niin tunti, viikko, kuukausi kuin vuositasollakin. Alla Nord Pool Spot AS:n tuottama kuvaus Suomen vuosihintojen vaihtelusta.



Kuvio 10, Sähkön tukkuvuosihinnan vaihtelut Suomessa vuosina 1999 – 2013 (€/MWh) (Energiavirasto)

Sähkön keskihinta Suomessa vuonna 2013 oli 41,16 €/MWh. Tässä tutkimuksessa sähkön hintana on käytetty 4 senttiä/kWh.

Energiaviraston mukaan sähkön siirtotariffien määrittelyyn vaikuttavat keskeisesti sähkömarkkinalain 24 § ja 25 §. Noiden pykälien mukaan verkkopalvelujen myyntihintojen ja -ehtojen sekä niiden määräytymisperusteiden on oltava tasapuolisia ja syrjimättömiä kaikille verkon käyttäjille. Niistä saa poiketa vain erityisistä syistä. Tämä säännös merkitsee, että verkonhaltijan on tarjottava tietty verkkopalvelu samoilla, yhtenäisillä ehdoilla kaikille verkon-haltijan asiakkaille. Siirtohintaa ei tämän säännöksen perusteella saa riippua siitä, miltä myyjältä asiakas sähkönsä hankkii ja lisäksi sähkön siirtomaksu ei saa muuttua perusteetta, kun sähkön myyjä vaihtuu. Verkkopalvelujen käytön suhteen erikokoisten tai -tyyppisten asiakkaiden välillä siirtomaksut voivat vaihdella, mutta saman tyyppiasiakasryhmän sisällä verkonhaltijalla tulee kuitenkin olla samanlainen hinnoittelu. Sähkömarkkinalain 24 §:n 2 momentissa edellytetään, että verkkopalvelujen hinnoittelun on oltava kohtuullista. Säännöksellä edellytetään, että siirtotariffien olisi vastattava sellaisia verkkotoiminnan kustannuksia, johon verkonhaltijalla olisi tosiasiallinen mahdollisuus. Saman pykälän 3 momentissa edellytetään, että verkkopalvelujen hinnoittelussa ei saa olla perusteettomia tai sähkökaupan kilpailua ilmeisesti rajoittavia ehtoja tai rajauksia. Säännöksen tarkoi-

tuksena on turvata se, että verkkopalvelujen ehdot ovat asiallisia eivätkä perusteetomasti rajoita asiakkaan mahdollisuuksia käyttää verkkoa.

Sähkömarkkinalain 25 §:n 2 momentin mukaan sähkön siirtohinnoittelussa sovelletaan ns. pistehinnoittelua, jonka perusteella verkonhaltijan on järjestettävä edellytykset sille, että asiakas saa asianomaiset maksut suorittamalla oikeuden käyttää liittymispisteestään käsin koko maan sähköverkkoa, ulkomaanyhteyksiä lukuun ottamatta.

Energiaviraston Sähköenergian ja siirron hinnan kehitystilaston mukaan siirtohintana 1.3.2014 T4-luokassa (keskisuuri teollisuus) 2,01 senttiä/kWh. Siirtohintana koostuu talvi- ja muun ajan siirtomaksusta. Hinta on pysynyt tässä T4-luokassa pitkään samana. Siirtohintana tässä tutkimuksessa käytetään 2 senttiä/kWh.

Sähkön hintaan vaikuttavat vielä tehomaksu, joka on voimassa vuoden kaikkina kuukausina. Tehomaksun peruste on kuukauden suurin aikavälillä klo 7–22 mitattu tunnin keskiteho. Keskiännite tehosiirto on käytettävissä 10 kV:n ja 20 kV:n jännitetasoilla. Lisäksi hinnoittelussa on määritetty loistehon laskutusteho, joka on kuukauden suurin mitattu loisteho, josta on vähennetty joko 40 % saman kuukauden suurimmasta mitatusta pätötehosta tai vähintään 50 kvar. Koska todellista sähkön kulutustietoa ei ole käytettävissä, edellä mainittuja hintatekijöitä ei oteta tässä tutkimuksessa huomioon.

Liikenneviraston selvityksessä Rautatieliikenteen kustannusmallit 15/2013, tutkittiin tavarajunien energiankulutusta (sivut 30 – 32).

Saatujen tulosten perusteella on laadittu sähköveturin vetämän tavarajunan nettoenergiakulutusta kuvaava matemaattinen malli.

$$Y = 5,209 - 0,0161 * X2 - 7,030 * 10^{-5} * X2^2 + 0,0128 * X1 - 0,000137 * X1 * X2 + 2,653 * 10^{-6} * X2^2 * X1 - 8,510 * 10^{-7} * X1^2 + 3,494 * 10^{-8} * X2 * X1^2 - 2,321 * 10^{-10} * X2^2 * X1^2$$

missä

Y = energian käyttö [kWh/juna-km]

X1 = junan massa [t].

X2 = nopeus [km/h]

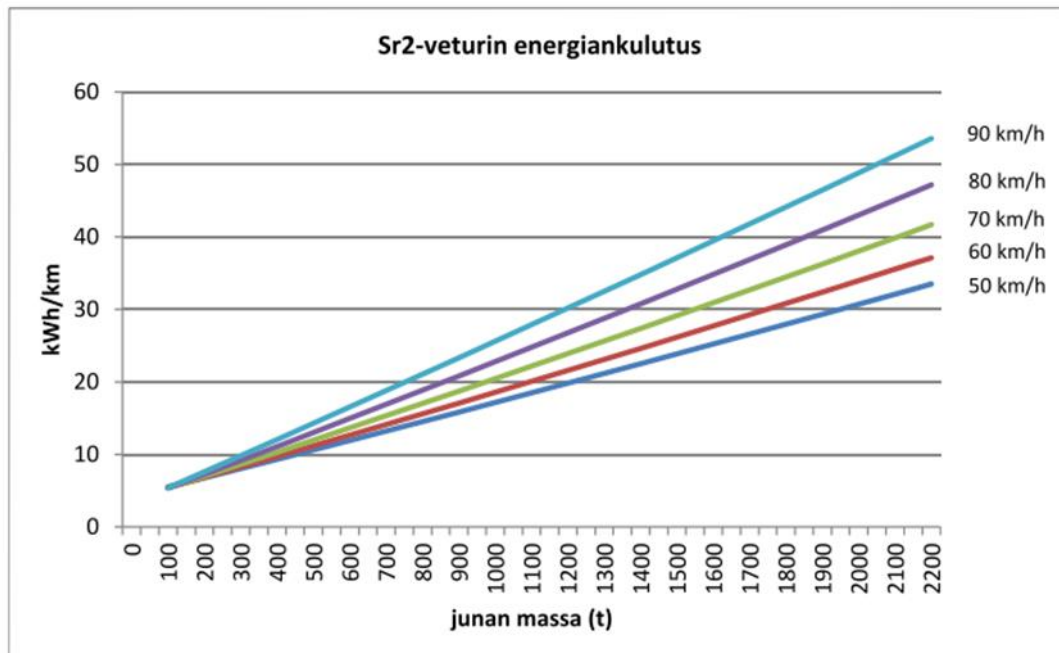
Ohessa taulukko ja grafiikka Sr2-veturin vetämän tavarajunan energiankulutuksesta (kWh/km) eri junapainoilla ja keskinopeuksilla.

Taulukko 6, Sr2-veturin vetämän tavarajunan energiankulutus eri junapainoilla ja keskinopeuksilla (Liikenneviraston selvitys 15/2013, Rautatieliikenteen kustannusmallit)

junan massa (t)	Kulutus (kWh/km)				
	50 km/h	60 km/h	70 km/h	80 km/h	90 km/h
200	7	7	7	7	8
300	8	8	9	9	10
400	9	10	10	11	12
500	11	11	12	13	14
600	12	12	14	16	17
700	13	14	15	17	19
800	15	16	17	19	21
900	16	17	19	21	23
1000	17	19	20	23	26
1100	18	20	22	25	28
1200	20	22	24	27	30
1300	21	23	26	29	32
1400	23	25	27	31	35
1500	24	26	29	33	37
1600	25	28	31	35	39
1700	27	29	33	37	42
1800	28	31	34	39	44
1900	29	32	36	41	46
2000	31	34	38	43	49
2100	32	36	40	45	51
2200	34	37	42	47	54

Tehtyjen simulointien tuloksia vertailtiin Liikenneviraston tekemin Sr2-vetureiden sähkönkulutuksen mittaustuloksiin (Martikainen et. al, Energia-avaimet 2012).

Simulointien ja mitatuissa kulutusarvoissa ei todettu merkittäviä eroja. Simulointien tulokset olivat myös yhdensuuntaiset EU-projektitutkimuksen VEL-Wagon (Zanuy et al., 2012) kanssa, jossa 1385 tonnia painavan intermodaalijunan energiankulutus on 26 kWh/km (18,8 kWh/1000 brttkm). Zanuy et al. mukaan edellä mainitussa tutkimuksessa käytetyt laskentaluvut tulevat Panteia/NEA-et.al raportista "Costs and performance of European rail freight transportation".



Kuvio 11, Simulointeihin perustuva Sr2-veturin energiankulutuksen riippuvuus tavarajunan massasta ja keskinopeudesta. (Liikenneviraston selvitys 15/2013, Rautatieliikenteen kustannusmallit, kuva 8)

Liikenneviraston selvityksen 15/2013, Rautatieliikenteen kustannusmallit, simuloitujen arvojen tavarajunien energiankulutuksesta perustuvat ideaalisiin liikenneolosuhteisiin ja käytännössä liikenteessä esiintyvä lähes aina häiriöitä, jotka lisäävät junien kulutusta ideaalisiin olosuhteisiin nähden. Näiden liikenteestä johtuvien pysähdysten energiankulutusta lisäävä vaikutus simuloitiin pysäyttämällä juna tasaisella radalla. Pysähdysten aiheuttamat lisäkulutusarvot junan massan ja nopeustason mukaan on esitetty seuraavassa taulukossa.

Nopeustason kasvu lisää kulutusta aina noin 80 km:iin/h asti, jota suuremmilla nopeuksilla sähkön takaisinsyöttö jarrutuksen aikana (veturina Sr2) kasvaa niin suureksi, että nettoenergian kulutus laskee.

Taulukko 7, Sr2-veturin vetämän tavarajunan ei-kaupallisen pysähdysten aiheuttama energiankulutuksen lisäys eri junapainoilla ja keskinopeuksilla kun kesimääräinen pysähdysväli on 100 km. (Liikenneviraston selvitys 15/2013, Rautatieliikenteen kustannusmallit)

Junapaino (t)	Pysähdysten aiheuttama energiankulutuksen lisäys kWh/km					
	50 km/h	60 km/h	70 km/h	80 km/h	90 km/h	100 km/h
100	2	2	2	2	3	3
200	3	3	3	4	4	4
300	4	4	5	5	5	5
400	5	6	6	7	7	7
500	6	7	7	8	8	7
600	7	8	9	9	9	8
700	8	9	10	10	10	8
800	9	10	11	12	11	9
900	10	11	12	12	11	9
1000	11	13	13	13	11	9
1100	12	14	15	15	13	10
1200	13	16	16	16	18	13
1300	18	21	24	25	22	19
1400	20	24	28	29	28	24
1500	23	28	33	34	33	28
1600	26	31	37	38	37	32
1700	29	35	41	43	41	36
1800	31	38	44	47	45	38
1900	33	42	48	52	49	40
2000	36	45	52	55	52	41
2100	39	48	56	59	56	42

Tämä sähkönkulutuksen simulointimalli on toteutettu optimaalisissa olosuhteissa suoralla radalla, jolloin radan mäet, kaarteet ja kallistukset jäävät huomiotta. Junan tehontarve alamäessä on vähäistä junan rullatessa ja toisaalta suurempaa ylämäessä kuin tasaisella osuudella. Junan todellinen sähkönkulutus on siis vahvasti riippuvainen radan yhteysvälikohtaisesta ratageometriasta. Myös ajotapa, yhteysvälikohtaiset nopeusrajoitukset ja niiden lukumäärä vaikuttavat merkittävästi energiankulutukseen.

Sähkön hintana ja siirtohintana käytetään tässä tutkimuksessa 4 senttiä/kWh ja 2 senttiä/kWh. Kokonaiskustannus on 6 senttiä/kWh.

### Dieselpolttoaine

Nykyisellään rautateiden dieselkäyttöinen veturikalusto käyttää polttoaineenaan rikitöntä kevyttä polttoöljyä.

Öljy- ja kaasualan keskusliiton tiedotteen (TIEDOTE 3.11.2010) mukaan rikitön polttoöljy korvaa nykyiset laadut 2012 vuoden alussa. Energiaverouudistukseen



sisältyy kevyen polttoöljyn rikkipitoisuuteen perustuva veron laatuporrastus. Se tekee rikittömästä polttoöljystä nykyistä vähärikkistä polttoöljyä edullisemman tuotteen ja johtaa käytännössä siirtymiseen rikittömiin polttoöljyihin ensi vuoden alussa, kerrotaan Öljy- ja Kaasualan Keskusliitosta. Rikittömän polttoöljyn valmistevero tulee hallituksen esityksen mukaan olemaan 2,65 senttiä litralta matalampi kuin vähärikkisen tuotteen vero.

Kevyen polttoöljyn hinta on 0,676 €/litra, Öljyalan keskusliitto, Tilastot 15.5.2014.

Dieselvetureissa käytettävän kevyttä polttoöljyä verotetaan erilaisin valmisteveroin (energiasisältövero, hiilidioksidivero ja huoltovarmuusmaksu). Veron määrä tässä tutkimuksessa on 0,1634 €/litra (Tulli, Nestemäisten polttoaineiden verotaulukko 1.1.2014 alkaen).

Dieselkäyttöisen veturin kulutusarvot tässä tutkimuksessa perustuvat Teknologian tutkimuskeskus VTT:n LIPASTO-2012 projektin alaprojektin RAILI-2012 tuloksiin, Suomen rautatieliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä, RAILI 2012 TUTKIMUSRAPORTTI VTT-R-06356-13.

Taulukko 8, Dieselkäyttöisten vetureiden polttoaineen kulutus LIPASTO-järjestelmän mukaan

*Taulukko 3. Eri veturityyppien vaihtotyön ominaisenergiankulutus (VR 1997).*

	Veturityyppi						
omin.kul.	Dv15-16	Dv12	Dr13	Dr14	Dr16	TVE4	TKA
l / h	20	23	31	26	31	15	11

### 6.2.3 Ratamaksu

Rautatieyrityksen kannalta ratamaksu perustuu hyväksytyn ratakapasiteetin käyttöön. Rautatieyritys saa ratakapasiteetin hakumenettelyn kautta käyttöönsä ratakapasiteettia, jonka peruslähtökohtana on asiakastoimeksianto sovitun kuljetusmäärän toteuttamisesta sovittuna aikana ja sovitulla yhteysväleillä. Hyväksytystä ratakapasiteetin jaosta puolestaan muodostuu aikataulukauden juna-aikataulut, jonka mukaisesti ratakapasiteettia on suunniteltu käytettävän. Ratakapasiteetin käytöllä on siis yhteysvälikohtainen aikakehys, jonka puitteissa liikennöinti tulee suorittaa. Etukäteen suunnitellun ratakapasiteetin käytön lisäksi voidaan hakea kiireellistä ratakapasiteettia, jonka myöntämistä hallinnoidaan erikseen. Liikenneviraston julkaiseman Rautateiden

verkkoselostuksen 2014 (kohta 6.2) mukaisesti Liikenneviraston on perittävä ratamaksun perusmaksua rautatieliikenteen harjoittajilta tasapuolisesti ja syrjimättä rataverkon vähimmäiskäyttöpalveluista ja raideyhteyksistä rataverkon käyttömahdollisuuspalveluihin niiden käytön mukaisesti. Ratamaksun perusmaksu perustuu aina niihin kustannuksiin, jotka liittyvät suoraan rautatieliikenteen harjoittamiseen. Ratavero muodostuu kapasiteetti- ja ratamaksudirektiivissä määritellyistä haitta- ja lisämaksusta. Haittamaksussa voidaan ottaa huomioon junan toiminnasta aiheutuvien ympäristövaikutusten kustannukset. Lisämaksua voidaan periä infrastruktuurin käytöstä aiheutuneiden kustannuksien täysimääräiseksi kattamiseksi. Rataosalta Kerava–Lahti peritään lisäksi investointiveroa investoinnin pitkän aikavälin kustannusten kattamiseksi 31.8.2021 saakka. Kyseisellä rataosalla on nykyisellään 76 kilometrin pituinen yhteysväli, jolta tätä veroa peritään.

Ratamaksun suuruus vuonna 2014 on:

Taulukko 9, Ratamaksu (Liikennevirasto, Rautateiden verkkoselostus 2014, kohta 6.3)

Perusmaksu	Tavaraliikenne 0,1350 senttiä/bruttotonnikilometri Henkilöliikenne 0,1308 senttiä/bruttotonnikilometri
Ratavero	Tavaraliikenne: ○ sähkövetoinen 0,05 senttiä/bruttotonnikilometri ○ dieselvetoinen 0,1 senttiä/bruttotonnikilometri Henkilöliikenne 0,01 senttiä/ bruttotonnikilometri
Investointivero (koskee rataosaa Kerava – Lahti)	Tavaraliikenne 0,5 senttiä/ bruttotonnikilometri Henkilöliikenne 0,5 senttiä/ bruttotonnikilometri

Sähkövetoisen rautatietavaraliikenteen ratamaksu investointiveroalueen ulkopuolella on 0,14 senttiä/bruttotonnikilometri ja dieselvetoisen 0,235 senttiä/bruttotonnikilometri. Investointiveroalueella (76 km) sähkövetoisen rautatietavaraliikenteen ratamaksu on 0,64 senttiä/bruttotonnikilometri ja dieselvetoisen 0,735 senttiä/bruttotonnikilometri.

### 6.3 Vaihtotyökustannukset

Vaihtotyökustannuksiin kohdennetaan tässä kustannusmallissa:

- vaihtotyövetureiden pääomakustannukset
- vaihtotyövetureiden kunnossapito- ja korjauskustannukset
- vaihtotyöyksiköiden (veturinkuljettaja, konduktööri ja junamies) työvoimakustannukset
- odotusaika lähtö- ja määräliikennepaikalla

### 6.3.1 Vaihtotyövetureiden pääomakustannukset

Vaihtotyöveturin pääomakustannus muodostuu lähes samoilla perusteilla kuin matkavetureidenkin eli uushankintahinnasta, pitoajasta, jäännösarvosta ja laskentakorosta. Vaihtotyövetureiden pääoma-arvo on laskettu kiinteään tasaerän mukaisesti. Pitoaika on 30 vuotta, jäännösarvoa ei ole ja laskentakorko on 5 %. Tässä kustannusmallissa vaihtotyövetureiden sitoutuminen ratapihatyöskentelyyn ja muuhun toimintaan otetaan huomioon toimintasuhteella, josta käytetään nimitystä käyttöprosentti. Käyttöprosentti on 80 %. Viidennes vaihtotyöveturin pääomakustannuksista syntyy huoltoihin ja korjauksiin käytetystä ajasta sekä varakalusto-tarpeesta. Vaihtotyöveturin pääomakustannus on siis 1,25-kertainen vaihtotyötehtäviin sitoutunutta aikaa kohden.

### 6.3.2 Vaihtotyövetureiden kunnossapito- ja korjauskustannukset

Vaihtotyövetureiden työ on kuluttavaa ja vaatii runsaasti kunnossapitoa. Sveitsiläisen tutkimuksen (Baumgartner, 2001) mukaan dieselkäyttöisen vaihtotyöveturin kunnossapito- ja korjauskustannus on 20–40 €/tunti. Tässä tutkimuksessa vaihtotyövetureiden kunnossapito- ja korjauskustannus on 30 €/h.

### 6.3.3 Vaihtotyöyksiköiden työvoimakustannukset

Vaihtotyöyksikön työkustannusten muodostuminen nykyisin on varsin tapauskohtaista. Mahdollisia kokoonpanoja on useita. Vaihtoehtoina voivat olla esimerkiksi yksi radio-ohjaaja, radio-ohjaaja ja x-määrää junamiehiä tai veturinkuljettaja, konduktööri ja junamies. Tässä tutkimuksessa kokoonpano on veturinkuljettaja, konduktööri ja junamies. Veturinkuljettajien työvoimakustannukset palkan osalta määräytyvät Palvelualojen työnantajat PALTA ry:n sekä Veturimiesten Liitto ry:n välisen veturimiestehtäviä rautatieliikenteessä koskevan yleissitovan työehtosopimuksen mukaisesti. Konduktöörin ja junamiehen työvoimakustannukset palkan osalta määräytyvät PALTA ry:n sekä Julkisten ja hyvinvointialojen liitto JHL ry välisen myös yleissitovan Rautatiealan työehtosopimuksen mukaisesti.

Tässä tutkimuksessa veturinkuljettajan työvoimakustannukset määräytyvät veturinkuljettajan kuukausittaisen keskipalkan perusteella. Tarkemman erittelyn palkan muodostumisesta katsotaan kertovan liian paljon VR Transpointin operatiivisesta toiminnasta ja ollen siten yrityssalaisuuden piirissä. Tiedot perustuvat haastatteluun Veturimiesten Liitto ry:n asiantuntijan, Maria Mälkin, kanssa. Veturinkuljettajan kuukausittainen keskipalkka on 4281 € kuukaudessa.

Ratapihalla työskentelevien konduktöörin ja junamiehen työvoimakustannukset määräytyvät PALTA ry:n sekä Julkisten ja hyvinvointialojen liitto JHL ry välisen Rautatiealan työehtosopimuksen, Rautatieliikenteeseen liittyvät työt, Palkkaliite 1 palkkaryhmien 12 ja 13 mukaisesti. Konduktöörin kuukausipalkka on uusimmassa syksyllä 2014 voimaan tulevassa palkkaryhmässä 13 kaikkine kokemus- ja henkilökohtaisine lisineen 2738 € kuukaudessa ja junamiehen palkkaryhmässä 12 kaikkine lisineen 2574 € kuukaudessa. Koska kyseisiä töitä tehdään myös viikonloppuisin, pyhäpäivinä, illalla ja yöllä, olen lisännyt haittatyölisää kyseisiin kuukausipalkkoihin 15 % ennen varsinaisen henkilökustannuksen laskemista.

Tiedot perustuvat haastatteluun Raideammattilaisten yhteisjärjestö JHL ry:n asiantuntijan, Hannu Mattilan, kanssa.

Taulukko 5, Henkilöstökustannusten määräytymisperusteet

Kustannustekijä		Veturin- kuljettaja	Vaihtotyön- johtaja	Junamies	Vaihtotyö- yksikkö
	yksikkö				
kokonaispalkka lisineen	€/kk	4281	3150	2960	
vuosipalkka	€/a	51372	37800	35520	
sosiaalikulut (28 %)	€/a	15103	1890	1776	
lomaraha 50 % lomajan palkasta	€/a	2569	11113	10443	
palkkakustannukset ja sosiaalikulut yht.	€/a	69044	50803	47739	
kulut (majoitus, päivärahat, matkat yms.)	€/a	14771	1000	1000	
kustannukset yhteensä	€/a	83815	51803	48739	
palkalliset työpäivät	pv	260	260	260	
lomapäivät, huomioiden talvipidennys	pv	31	31	31	
sairaspäivät	pv	12	12	12	
koulutus yms. palkalliset päivät	pv	20	10	10	
varsinaiset työpäivät	pv	197	207	207	
työtunnit	h/a	1450	1552	1552	
tehoisten työtuntien osuus	%	60	80	80	
tehoisten työtuntien määrä	h/a	870	1242	1242	
Ajoajan/vaihtotyön kustannus (tehollinen työaika)	€/h	96	42	39	177
	€/min	1,606151763	0,6953263	0,654195592	2,955673655
	≈	1,61	0,77	0,62	2,96

#### 6.3.4 Odotusaika lähtö- ja määräliikennepaikalla

Tässä tutkimuksessa vaihtotyökustannukset eivät sisällä lähtö- ja määräliikennepaikan odotusajoista johtuvia vaunukaluston pääomakustannuksia. Kustannusmallissa oletetaan, että kuljetussuunnittelu on tehty huolella ja vaunut siirtyvät vaihtotyönä viiveettä asiakasraiteilta junaan ja junasta asiakasraiteille.

Odotusajat eli vaunujen seisonta johtuu siitä, että vaunut saapuvat määräliikennepaikalle huomattavasti ennen kuin ne voidaan toimittaa asiakasraiteelle tai vaunut on noudettu lähtöliikennepaikalle asiakasraiteilta huomattavasti aiemmin kuin juna lähtee. Nämä odotusajat pyritään minimoimaan kuljetussuunnittelussa ja jos niitä merkittävässä määrin esiintyy, ei junaliikenteen ja vaihtotöiden sovittamisessa ole ollut parempaa vaihtoehtoa. Nämä odotusajat ovat täysin yksilöllisiä jokaiselle eriliselle kuljetustapahtumalle ja tämän lisäksi tavarajunien valmistuminen matkakuntoon on erilaista lähes joka päivä. Tämän tyyppiset vaunukaluston pääomakustannukset tulee laskea malliin sisään tapauskohtaisesti erikseen.

#### 6.4 Yleiskustannukset

Vähintään osittain välilliset kustannukset ja erittäin vaikeasti yksilöitävissä olevat yleiskustannukset, kuten toimitilakustannusten (sosiaalitulat, veturivarikot, vaunuhoitohallit) ja hallinnon kustannusten kohdistaminen junaliikenteelle tai vaihtotyölle tapahtuu tässä kustannusmallissa resurssikohtaisilla yleiskustannuslisien avulla. Yleiskustannuksia ovat esimerkiksi hallinnon kustannukset, kuljetustuotannon suunnittelukustannukset, markkinoinnin ja myynnin kustannukset, toimitilakustannukset (esim. hallinto, varikot ja sosiaalitulat) sekä toiminnan vakuutusmaksut. Yleiskustannuslisä lisätään jokaiseen resurssijuriin erikseen. Seuraavissa kappaleissa käsitellään jokaisen resurssin saama yleiskustannuslisä.

Veturiresurssin yleiskustannuslisä sisältää matkavetureiden veturikierron ja vaihtotyövetureiden allokoinnin suunnittelun sekä vetopalvelutoiminnon hallinnon yleiskustannukset. Vetureiden pääomakustannusten yleiskustannuslisän tärkeimmät tekijät ovat vetopalvelun suunnittelun ja hallinnon kustannukset. Yleiskustannuslisänä tässä tutkimuksessa käytetään 10 %.

Itäisen liikenteen vaunut eivät tuota pääoma-, huolto- ja korjauskustannuksia suomalaiselle rautatieyritykselle, joten yk-lisän käyttö näissä kustannuserissä on tarpeeton.

Itäisen vaunuston hallinta ratapihoilla ja kuljetussuunnittelu tuottaa kustannuksia ja ne on huomioitu kuljetustuotannon ohjauksen ja suunnittelun kautta veturi- ja vaihtotyöhenkilöstön yleiskustannuslisässä.

Kustannusmallin verot ja maksut luokkaan kuuluvaan ratamaksuun liittyy rautatieyrityksen kannalta runsaasti suunnittelu-, muutos- ja hallintokustannuksia, joita ei itse maksussa ole mukana. Kuljetustuotannon suunnittelu ja hallinnointi luo perustan haettavalle ratakapasiteetille ja on siten osittain huomioitava kustannuksena ratamaksussa yleiskustannuslisänä. Kuljetustuotannon suunnittelu liittyy läheisesti myös vaihtotyöyksiköiden käytön suunnitteluun, joten osa tämän toiminnan yleiskustannuksista kuuluu henkilöstökustannusten yk-lisään. Tässä tutkimuksessa ratamaksun yk-lisä on 10 %. Polttoaineverot kuuluvat kustannusmallissa myös verot ja maksut luokkaan dieselpolttoaineen osalta, mutta kyseiset verot veloitetaan jo hankintahinnassa. Verot eivät muodosta kustannuksiin lisättävää yleiskustannuserää.

Veturinkuljettajien ja vaihtotyöhenkilöstön henkilöstöhallinto on varsin raskas kustannuserä. Henkilöstöhallinnon kustannukset, hallinnon käyttämien tietojärjestelmien ylläpitokustannukset sekä toiminnan vaatimat tilakustannukset ovat osa tämän kustannuserän yleiskustannuksista. Koska kuljetustuotannon ohjaus ja suunnittelu tietojärjestelmiseen liittyy läheisesti henkilöstöhallintoon, kuuluu osa tämän toiminnan kustannuksista henkilöstökustannusten yhteyteen. Henkilöstökustannusten, veturinkuljettajat ja vaihtotyöhenkilöstö, yleiskustannuslisä on tässä tutkimuksessa 30 %.

Kunnossapito- ja korjauskustannukset sisältävät vetureiden huoltoon ohjauksen, veturivarikkojen rakennusten sekä koneiden, laitteiden, osien ja pientarvikkeiden kustannukset. Tässä tutkimuksessa kunnossapidon- ja korjauskustannusten yk-lisänä käytetään 15 %.

Energian kulutuksen yleiskustannukset syntyvät hankintasopimusten tekemisestä, ylläpidosta ja polttoaineiden hankinta ja varastointikustannuksista. Tässä tutkimuksessa energian yk-lisä on 10 %.

Kustannusmallissa laskelma on jaettu kahteen toimintoaltaaseen, junaliikenne ja vaihtotyö, jotka keräävät resurssiajureiden avulla eri resurssien toimintokustannukset yhteen. Jokaisella resurssilla on oma yleiskustannusprosentti, joka määrittää laskelmaan tulevat yleiskustannuslisät. Ratamaksukustannuksia menee ainoastaan junaliikenteen toimintoaltaaseen ja vaihtotyöhenkilöstön kustannukset ainoastaan vaihtot-

öiden toimintoaltaaseen. Kaikkien muiden resurssien toiminnot ja kustannukset ajetaan resurssiajurein molempiin toimintoaltaisiin.

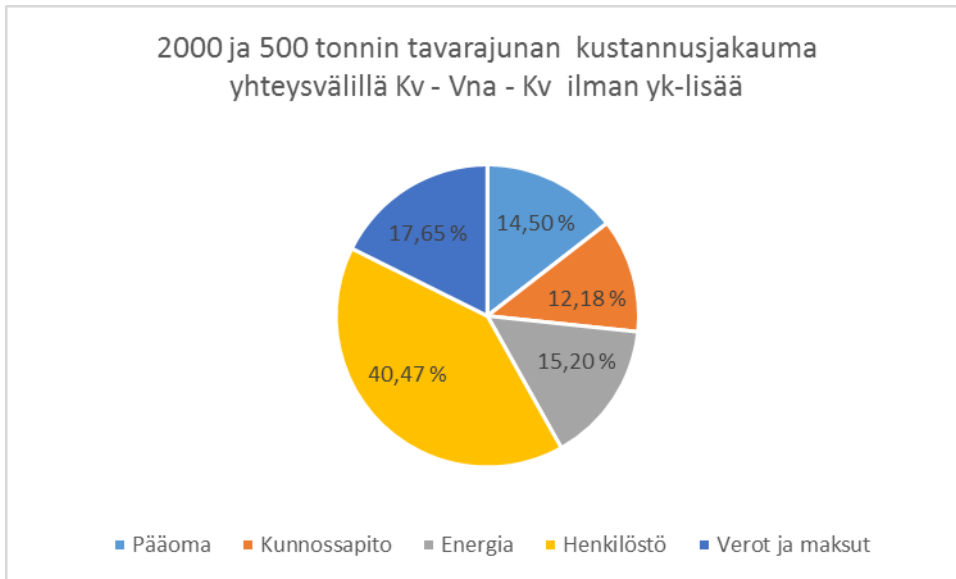
## 7. Kustannusmallin käyttö ja tulokset

Kustannusmallin standardijunassa on 21 vaunua, joiden muodostaman kuormajunan paino on noin 2000 tonnia ja tyhjävaunujunan paino on noin 500 tonnia. Junalle tulee pituutta noin 350 metriä vetureineen, joten ratapihojen raidepituudet eivät muodosta estettä junan kulkemiselle. Tässä tutkimuksessa olen tehnyt neljän yhteysvälin laskelmat. Kaikki kuljetukset kulkevat Vainikkalan raja-aseman kautta. Suomalaisina lähtö- tai määräpaikkoina ovat Kouvola, Hamina, Kotka Mussalo ja Sköldvik. Jokaiseen kuormajunaan liittyy 100 prosenttisesti tyhjien vaunujen juna, joka kulkee saman yhteysvälin päinvastaisessa kulkusuunnassa kuin kuormajuna. Tutkimuksen yhteysvälikohtaiset laskelmat ovat tämän tutkimuksen liitteinä 1 - 4. Tärkeimmät resursiajurit ovat lähtö- ja määräpaikan välinen välimatka, matka-aika ja lähtö- ja määräasemalla tapahtuvan vaihtotyön aika. Nämä tekijät on määritetty yhteysvälikohtaisesti. Laskenta on tehty Excel-taulukoin, joiden muokkaaminen tapauskohtaisesti on yksinkertaista.

<b>Kustannukset yhteysväliillä Vainikkala - Kouvola - Vainikkala (sähköveto)</b>				
<b>2000 tonnin kuormajuna Kv-Vna ja 500 tonnin tyhjävaunujuna Vna-Kv</b>				
Matka-aika min	100	( <a href="http://gratu.miso.fi/aikataulut/">http://gratu.miso.fi/aikataulut/</a> )	Junanvaihto aika min.	30
Välimatka km	88	( <a href="http://gratu.miso.fi/aikataulut/">http://gratu.miso.fi/aikataulut/</a> )	Vaihtotyöaika min.	60
Itäinen vaunukalusto <b>ei</b> muodosta tässä laskelmassa ilmoitettavia kustannuksia.				
<b>Kokonaiskustannusten laskenta</b>				
<b>Pääomakustannus</b>				
Aika-arvot min.*toimintasuhdekerroin*arvo per minuutti*yk-lisä				
<b>Kunnossapito</b>				
Välimatka tai aika*kunnossapitokustannus*yk-lisä				
<b>Energian kulutus</b>				
Määräytymis peruste*energian kulutus*energian hinta*yk-lisä				
<b>Henkilöstökulut</b>				
Aika tai ajat*Henkilöstökuluarvo*yk-lisä				
<b>Verot ja maksut</b>				
Ratamaksu; kilometrit*2000 t kuorma tai 500 t tyhjäjuna*ratamaksu*yk-lisä				
Sähkövedolta ei veloiteta sähköveroa				
Käyttöaika*poltonesteen kulutus ajalta*poltoainevero (diesel)				

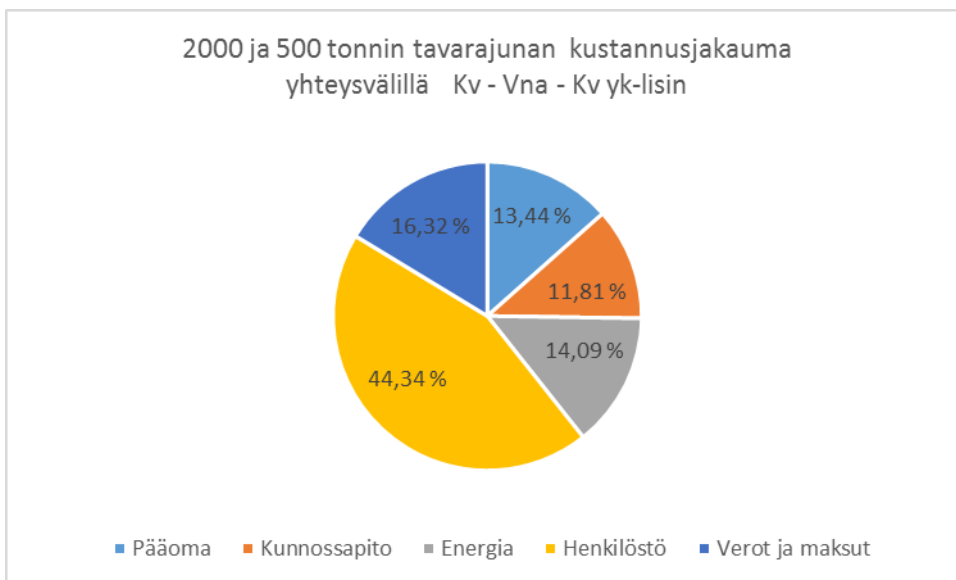
Kuvio 12, Yhteysvälikohtaiset perustiedot ja laskentaperusteet

Rautatievälimatallisesti lyhimmän yhteysvälin Vainikkala – Kouvola kustannusmallilaskeman kustannusjakaumasta voi havaita henkilöstökustannusten hallitsevan roolin. Kaikkien muiden kustannusten vaikutus on melko samaa tasoa keskenään.



Kuvio 13, Kustannusjakauma yhteysvälillä Kv – Vna – Kv ilman yk-lisää

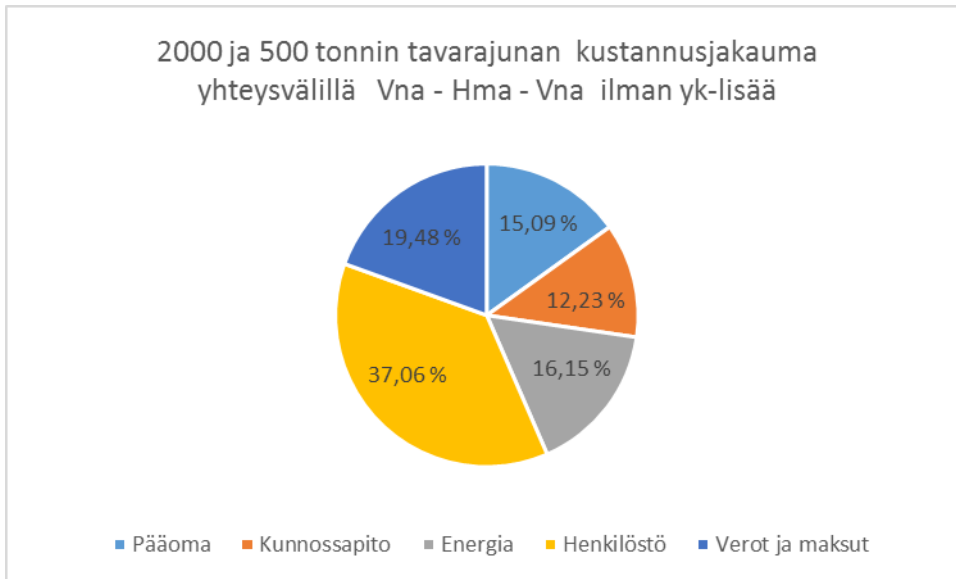
Tämä tilanne kustannusjakaumassa korostuu kun henkilöstökustannusten isohko yleiskustannuslisä liitetään laskelmaan (Kuvio 14).



Kuvio 14, Kustannusjakauma yhteysvälillä Kv – Vna – Kv yk-lisin

Kotkan ja Haminan kustannuslaskelman tulokset ovat lähes samat. Tulosten yhdenmukaisuus johtuu lähes samoista välimatkoista ja junan kulkuajasta. Esittelen tässä Haminan tulokset.

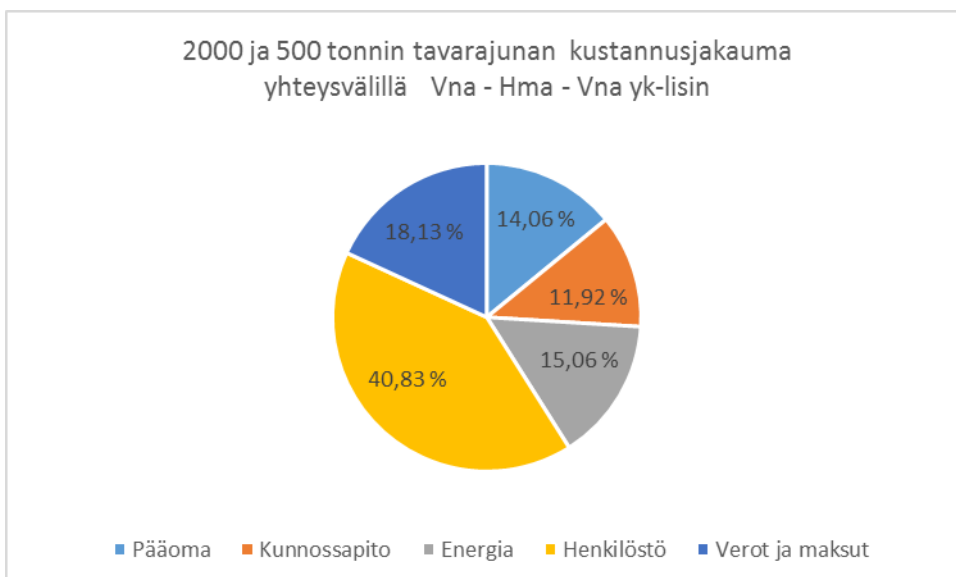




Kuvio 15, Kustannusjakauma yhteysväliillä Vna – Hma – Vna ilman yk-lisää

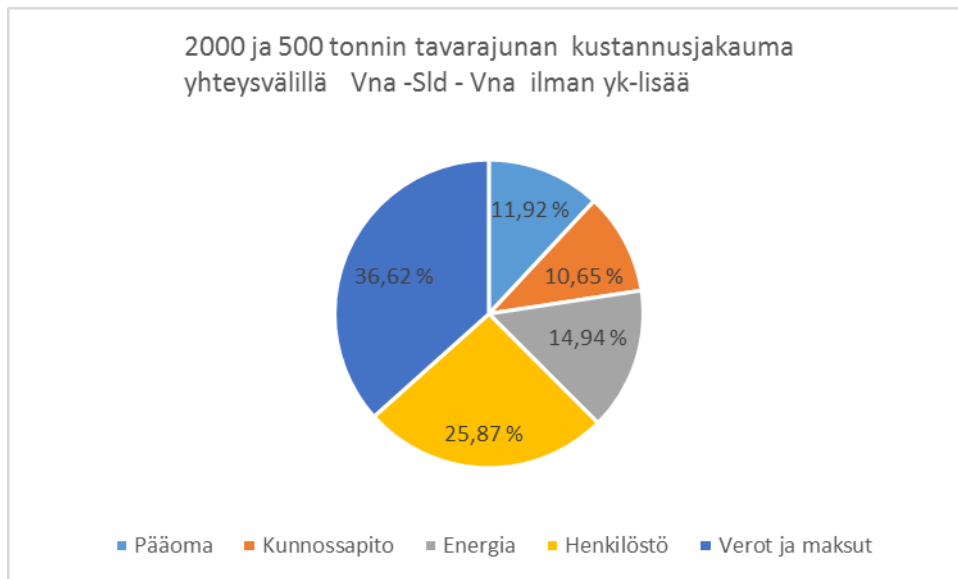
Välimatkan pidetessä muiden kuin henkilöstökustannusten sekä numeerinen että suhteellinen määrä kasvaa ja henkilöstökustannusten osuus pienenee. Osittain tämä johtuu nopeammin liikennöitävästä yhteysvälistä Kouvola – Juurikorpi – Hamina.

Henkilöstökustannusten osuus pienenee kun samassa ajassa saadaan kuljettua pitempi matka. Yleiskustannusten lisääminen laskelmaan saa tilanteen muuttumaan ja kustannusjakauma palautuu samanlaiseksi kuin Kouvolan yk-lisättömässä tilanteessa (Kuvio 16).



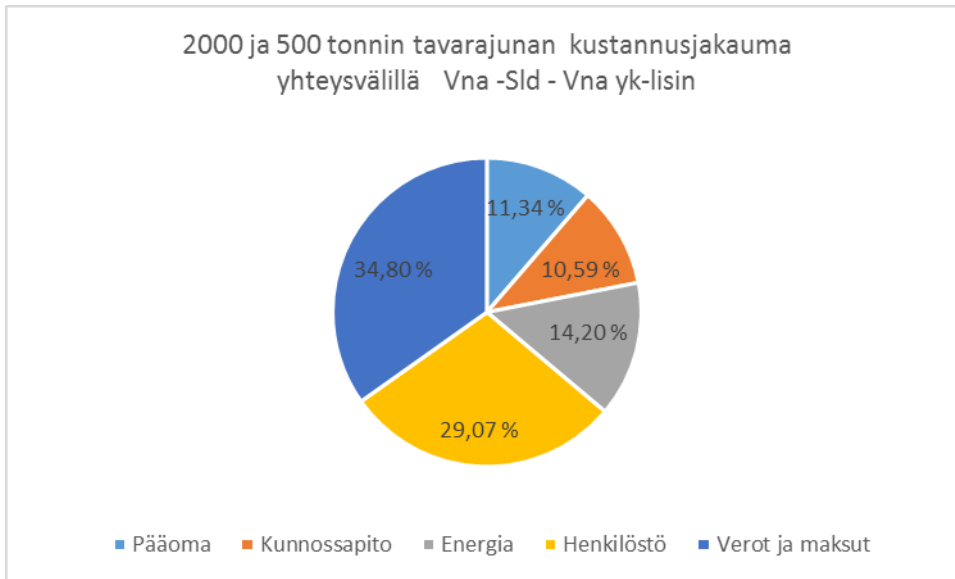
Kuvio 16, Kustannusjakauma yhteysväliillä Vna – Hma – Vna yk-lisin

Kaikkein suurimmat muutokset tapahtuvat Sköldvikin laskelmien kustannusjakauksissa. Tähän tilanteeseen johtaa Lahti Kerava oikoradalla (76 kilometrin matkalta) perittävä investointivero, joka nostaa verojen ja maksujen osuuden suureksi.



Kuvio 17, Kustannusjakauma yhteysväلیلä Vna – Sld – Vna ilman yk-lisää

Verojen ja maksujen ohjaava vaikutus näkyy tässä laskelmassa erityisen hyvin. Kaikki tavaraliikenne rataosalla Lahti Kerava maksaa 0,5 sentin investointiveroa jokaiselta kuljetetulta bruttotonnilta. Tämä vero kohdistuu erityisesti tavaraliikenteeseen, koska laskenta tapahtuu kuljetetuilta bruttotonneilta, joita tavaraliikenteessä on huomattavasti enemmän kuin henkilöliikenteessä. Kaikki Sköldvikiin ja Vuosaaren satamaan rautateitse idästä kulkevat tavaraliikenteen junat kulkevat tämän radan kautta. Yleiskustannusprosentin lisääminen laskelmaan muuttaa jälleen kustannusjakaumaa, mutta korotetun ratamaksun vaikutus näkyy edelleen (Kuvio 18).



Kuvio 18, Kustannusjakauma yhteysvälillä Vna – Sld – Vna yk-lisin

Kustannusmallilaskenta tuottaa yhteysvälikohtaiset kokonaiskustannukset (€/junapari) jokaiselle standardijunaparille (kuorma ja tyhjä) yleiskustannuslisiin seuraavasti:

Kouvola – Vainikkala – Kouvola	2127,17
Vainikkala – Hamina – Vainikkala	2976,50
Vainikkala – Kotka / Mussalo – Vainikkala	3096,59
Vainikkala – Sköldvik – Vainikkala	6124,68

Ottaen huomioon, että kuormajunassa on 21 vaunua, jotka ovat maksimikuormasaan, tapahtuvat kuljetukset edullisesti. Esimerkiksi Skölvikin yksittäisen vaunukuorman kustannukseksi tulee hieman alle 300 euroa ja kuljetetun tonnin kustannukseksi hieman päälle 4,50 euroa.

## 8. Keskustelu ja johtopäätökset

Konstruktiivinen tutkimusote tähän tapaustutkimukseen on selkeästi ollut rakentava ja huomiota keskittävä valinta. Toisaalta rautateiden kustannuslaskennan toteuttaminen toimintolaskennan avulla tuottaa hyvin eri toiminnoille kohdistuvaa kustannustietoa ja parantaa erityisesti yleiskustannusten kohdistamista toiminnoille.

Kustannuslaskentamallissani käytetään toissijaisia kustannustietoa aidon rautatieyrityksen kirjanpitoliedon puuttuessa. Lähteet ovat hyviä ja tiedot tarkkoja, mutta

toissijaisten tietojen käyttöön liittyy aina vaara joidenkin olettamien yli- tai alikorostumisesta tai puhtaasti harhaan johdetuksi tulemisesta. Tämä johtuu nimenomaan siitä, että tiedot on alun perin kerätty johonkin muuhun tarkoitukseen kuin juuri tähän tutkimukseen (Yin 2009). Käytetyt toissijaiset lähteet ovat selkeästi rautatietavara- liikenteeseen keskittyviä ja varsin pitkälti numeerisia. Suurimmat epävarmuustekijät liittyvät henkilöstökustannusten määräytymiseen, koska tarkkaa tehtäväkohtaista toteutumatieta ei ole saatavilla. Olen pyrkinyt laskemaan mieluummin yli kuin alikustannuksin. Viranomaislähteistä saatava tieto Suomen rautatieinfrastruktuurista, sen käyttämisestä ja käytön kustannuksista on tarkkaa. Tämän tiedon soveltamisessa tähän tutkimukseen olen hyödyntänyt omaa pitkää kokemustani rautatietavaraliikenteen operatiivisesta toiminnasta.

Tutkimukseni lopputulokset poikkeavat yhdeltä osaltaan esimerkiksi Zanuy et al. 2012, Study on railway business for VELWagon and target costs tutkimuksen yhteysvälikohtaisista kustannusjakaumista. Kyseisen tutkimuksen henkilöstökustannukset ovat hieman alle 10 % kun omassani ne ovat alimmillaankin 25 % tuntumassa. Yhtenä selittävä tekijänä tälle on, Zanuy et al. tutkimuksessa tutkitut yhteysvälit, jotka olivat huomattavasti pidemmät kuin minun tutkimukseni (869 – 1100 km). Laskettaessa nopean intermodaalijunan pitkän matkan kokonaiskustannuksia henkilöstökustannusten osuus pienenee ja esimerkiksi ratamaksujen ja energiakustannusten osuus kasvaa.

Yleiskustannuslisän tarkka määrittäminen edellyttäisi rautatieyrityksen toteutumatietojen hyödyntämistä. Näitä tietoja ei ole saatavilla. Tässä tutkimuksessa olen kohdentanut yleiskustannuslisän suoraan kuljetustapahtuman välittömälle resurssin käytölle. Yleiskustannuksen määräytymisperusteita olen käsitellyt luvussa 6.4.

Rautatietavaraliikenteen kustannusmallinnus ei ole yksinkertaisille kuljetustapahtumille kovin vaikeaa. Tällaisia yksinkertaisia kokojunakuljetuksia, jotka tapahtuvat ilman pysähdyksiä ja välivaihtotöitä on helppo mallintaa. Hankalaksi asian tekee tarve rautatietavaraliikenteen prosessin syvällisestä ymmärtämisestä, jota ei saa osallistumatta itse kuljetustapahtumien suunnitteluun. Tässä tutkimuksessa on aukaistu kaikki tärkeimmät resurssit ja niiden kohdistuminen kuljetustapahtuman osille, kerrottu kuljetusjärjestelmän muodostumisen periaatteet ja kokonaiskustannusten kertymistavat. Tästä on helppo jatkaa monimutkaisempiin tapahtumiin.

## 9. Yhteenveto

Tämän tutkimuksen lähtökohtana on Suomesta puuttunut yleinen rautateiden tavaraliikenteen kustannuslaskentamalli. Laskentamalli, joka perustuisi normaaleihin johdon laskentatoimen perusteisiin ja menetelmiin mahdollistaen rautateiden tavaraliikenteen yhteysvälikohtaisten kustannusten laskemisen helposti. Tämä tutkimus aukaisee ja selventää kustannusrakenteen yksityiskohtaisesti sekä kuvaa kuljetusjärjestelmän rakenteen ja puutteet yksityiskohtaisesti.

Vaikka kilpailu Suomen rautatietavaraliikenteessä on ollut kilpailulle avointa jo vuodesta 2007, puuttuu Suomesta rautatiemarkkinat edelleen kokonaan. Tähän tilanteeseen on varsinkin itäisessä tavaraliikenteessä selkeä syy. Suomen itäisessä rautatietavaraliikenteessä on pitkään jatkunut laitton tila, joka on ratkaisevasti vaikuttanut kilpailun syntymättömyyteen suomalaisessa rautatieyrittäjätoiminnassa.

Rautatielainsäädännön valikoivalla uudistamisella Suomessa, vuosien 2008 – 2014 aikana, on ollut merkittävä vaikutus nykyiseen markkina- ja kilpailutilanteeseen ja kilpailun rajoittavuuteen. Rautatielakiin ja Suomen ja Venäjän välisen yhdysliikennesopimuksen säädöksiin sovitettut kilpailunrajoittamispykälät ovat pitkään estäneet kilpailun syntymisen itäiseen tavaraliikenteeseen..

Edellä kuvattu, lainsäädännöllä turvattu toiminta, on myös haihduttanut kiinnostuksen laajamittaiseen rautateiden tavarakuljetustoiminnan tutkimustoimintaan. Vaikka suomalainen rautatieinfrastruktuuri onkin ainutlaatuinen Eurooppalaisessa rautatieympäristössä, mahdollistavat itäiset tavarakuljetukset huomattavan kuljetuselinkeinon syntymisen. Venäjän rautateiden strateginen uudistusohjelma etenee ja läntisten kuljetusyhteyksien hyödyntäminen on sen ytimessä. Valmiit infrastruktuurirakenteet mahdollistavat rautatieliikenteen osuuden olennaisen kasvattamisen nykyisestä tasosta.

Suomen rautatiekuljetusmarkkina tarvitsee selkeästi uusia näkökulmia, toimintamalleja ja tietoa. Tämä tutkimus on luonut toimintolaskentapohjaisen kustannusmallin suomalaiselle rautatietavarakuljetukselle ja ainakin osittain korjaa tutkimustoiminnassa olevaa puutetta. Kustannusmalli rakentuu junaliikenteen ja tarvittavien vaihtotöiden toimintoaltaiden ympärille. Resurssikohdennukset näihin altaisiin on tehty yksityiskohtaisesti. Tehdyn kustannusmallin rakenne on varsin yksinkertainen, seitsemän resurssia, kaksi toimintoallasta ja yksi kustannuskeskittymä, tavarajuna.

Yksi tämän tutkimuksen saavutuksista on rautatietavaraliikenteen toimintaympäristön ja toiminnan yksityiskohtainen kuvaaminen. Toiminnan ja ympäristön vuorovaikutussuhteiden ymmärtäminen on olennaista kustannusmallin suunnittelussa.

Kustannuslaskennan yhteysvälikohtaisen laskennan toteuttaminen tuotti muutamia selkeitä havaintoja, joista tärkein oli helposti ymmärrettävä henkilöstökustannusten suhteellisen osuuden pieneneminen kuljetusmatkan ja kuljetusnopeuden kasvaessa.

Valittujen yhteysvälien ja suorien junakuljetusten mahdollistama yksinkertainen malli on vaivatta muokattavissa monimutkaisempien yhteysvälien kustannustarkasteluun. Näkisinkin mielelläni tämän tutkimuksen olevan vasta ensimmäinen laajasta, erityisesti itäiseen tavaraliikenteeseen syventävästä, tutkimuskokonaisuudesta, jossa tutkimukset kohdistuisivat Suomen ja Venäjän välisen rautatietavarakuljetuksen edellytysten parantamiseen luomalla uutta tietoa kuljetusverkoston mahdollisuuksista ja puutteista.

## Lähdeluettelo

ARTC, Melbourne–Brisbane Inland Rail Alignment Study. Working Paper No. 4: Preliminary Operating and Maintenance Cost Analysis.

Alhola Kari, Toimintolaskenta, Perusteet ja käytäntö 2008, 4. uudistettu painos

Alhola Kari ja Sanna Lauslahti 2000, Laskentatoimi ja kannattavuuden hallinta

Baumgartner J.P. 2001, Prices and Costs in the Railway Sector, École Polytechnique Fédérale de Lausanne

Downer and ElectroMotive 2012, QR Network Draft Amending Access Undertaking (DAAU) for Electric Traction Services – Request for Further Comment on Draft Decision.

Drury Colin 2008, Management and Cost Accounting, 7<sup>th</sup> edition

Energiavirasto, Sähköenergian ja siirron hinnan kehitystilasto

Euroopan Unionin II:n rautatiepaketti

Euroopan Unionin rautateiden kehittämisdirektiivi 91/440/ET

Hicks Douglas T. 1999, Activity Based Costing, 2<sup>nd</sup> edition

Hirsijärvi Sirkka, Remes Pirkko ja Sajavaara Paula 2004, Tutki ja kirjoita, 10. painos

Kasanen Eero, Lukka Kari ja Siitonen Arto 1991, Konstruktiivinen tutkimusote liiketaloustieteissä, Liiketaloudellinen Aikakauskirja nro. 3, 301 – 329

KHO:n päätös 2.3.2011, diaarinumero 3176/1/09

KHO:n ratkaisu 1998, taltio n:ro 0793, diaarinumero 1006/1/97

Laki rautatiejärjestelmän liikenneturvallisuustehtävistä (29.12.2009/1664)

Laki sähkön ja eräiden polttoaineiden valmisteverosta (20.12.2002/1168)

Laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta (2.8.1994/719)

Liikenne- ja viestintäministeriö, hankenumero LVM097:00/2012

Liikenneviraston Graafiset aikataulut (<http://gratu.miso.fi/aikataulut/>)

Maykut Pamela ja Morehouse Richard 1994, Beginning Qualitative Research, A Philosophic and Practical Guide

Neilimo Kari ja Näsi Juha (1980). Nomoteettinen tutkimusote ja suomalaisen yrityksen taloustiede: Tutkimus positivismin soveltamisesta, Tampereen yliopiston julkaisuja, Sarja A 2:12. Tampere.

Neilimo Kari ja Erkki Uusi-Rauva 2005, Johdon laskentatoimi

Nelldal, B.-L. 1981: Lastbil eller järnväg, del I: Utbuds- och kostnadsstrukturen, KTH Trafikplanering, Stockholm

Nord Pool Spot AS:n Suomen vuoden 2013 tilastot

Raideammattilaisten yhteisjärjestö JHL ry:n asiantuntija, Hannu Mattila

Railway Gazette, 23.9.2008

Ratalaki (2.2.2007/110)

Rataverkon kuvaus, Liikennevirasto 5/2013

Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 5, Sähköistetty rata, Liikenneviraston ohjeita 21/2013

Rautatiealan työehtosopimus

Rautatiekuljetuslaki (15.12.2000/1119)

Rautatielaki (8.4.2011/304)

Rautatieliikenteen kustannusmallit, Liikennevirasto 15/2013

Rautatieliikenteen verkkoselostus, Liikennevirasto 2/2012

Suomen ja Venäjän välinen Rautatierajasopimus

Riistama Veijo ja Esa Jyrkkiö 1995, Operatiivinen laskentatoimi, Perusteet ja hyväksikäyttö

Teknologian tutkimuskeskus VTT, Suomen rautatieliikenteen päästöjen laskenta-järjestelmä, RAILI 2012, TUTKIMUSRAPORTTI VTT-R-06356-13

Troche Gerhard 2009, Doctoral Thesis in Railway Traffic Planning, Activity-Based Rail Freight Costing 2009, Kungliga Tekniska Högskolan

Tulli, Nestemäisten polttoaineiden verotaulukko 1.1.2014 alkaen

Työsopimuslaki (55/2001)

Vaarallisten aineiden kuljetus rautateillä 2013, Miettinen Seija, Häkkinen Anu ja Suominen Mari, Edita Publishing

Veturimiestehtäviä rauta-tieliikenteessä koskeva työehtosopimus



Valtiosopimukset SopS 47–48/1997

Veturimiesten Liitto ry:n asiantuntija, Maria Mälkki

VR Group Vuosiraportti 2013

Zanuy et al. 2012, Study on railway business for VELWagon and target costs

Yin Robert K. 2009, Case Study Research, Design and Methods

Öljyalan keskusliitto, Tilastot 15.5.2014.

Öljy- ja kaasualan keskusliiton tiedote (TIEDOTE 3.11.2010)

## LIITE 1, Kustannukset yhteysväliillä Vainikkala - Kouvola - Vainikkala (sähköveto)

						Yk-		
						lisä-	<b>KUSTANNUS</b>	
						%	<b>Kuorma</b>	<b>Tyhjä</b>
						€	Kv-Vna	Vna-Kv
<b>Junaliikenne</b>		Matka-aika	Junan- vaihto- aika	Toiminta- suhde- kerroin	Arvo			
<b>Pääoma</b>		min.	min.		€/min	<b>10,00 %</b>		
Veturit	Sr2	100	15	2	0,46	21,35	106,75	106,75
<b>Kunnossapito</b>		Matka km			€/km	<b>15,00 %</b>		
Veturit	Sr2	88			0,90	23,76	79,20	79,20
<b>Energian kulutus</b>		Matka km	Kulutus kWh/km kuorma	Kulutus kWh/km tyhjä	Arvo €/kWh	<b>10,00 %</b>		
Veturit	Sr2	88	34	11	0,06	23,76	179,52	58,08
<b>Henkilöstö- kustannus</b>		Matka-aika	Junan- vaihto- aika		Arvo €/min	<b>30,00 %</b>		
Linjaveto		100	15		1,61	111,09	185,15	185,15
<b>Verot ja maksut</b>		Matka km	Br t ton kuorma	Br t ton tyhjä	Arvo €/km	<b>10,00 %</b>		
Ratamaksu	sähkö	88	2000	500	0,0014	30,80	246,40	61,60
<b>Vaihtotyö</b>		Aika		Toiminta- suhde- kerroin	Arvo €/min	<b>10,00 %</b>		
<b>Pääoma</b>		min.			€/min	<b>10,00 %</b>		
Veturit	Dr14	60		1,25	0,31	4,64	23,21	23,21
<b>Kunnossapito</b>		Aika			Arvo €/min	<b>15,00 %</b>		
Veturit	Dr14	60			0,50	9,00	30,00	30,00
<b>Energian kulutus</b>		Aika	Kulutus l/min		Arvo €/l	<b>10,00 %</b>		
Veturit	Dr14	60	0,43		0,676	3,49	17,44	17,44
<b>Henkilöstö- kustannus</b>		Aika			Arvo €/min	<b>30,00 %</b>		
Vaihtotyö		60			2,96	106,56	177,60	177,60
<b>Verot ja maksut</b>		Aika	Kulutus l/min		Arvo €/l			
Polttoaineverot	diesel	60	0,43		0,1634	0,00	4,22	4,22
					<b>Yht.</b>	<b>334,45</b>	<b>1049,48</b>	<b>743,24</b>
						<b>Yht.</b>	<b>2127,17</b>	

## LIITE 2, Kustannukset yhteysväleillä Vainikkala - Hamina - Vainikkala (sähköveto)

						Yk-		
				Junan-	Toiminta-	lisä-	<b>KUSTANNUS</b>	
				vaihto-	suhde-	%	<b>Kuorma</b>	<b>Tyhjä</b>
<b>Junaliikenne</b>	<b>Matka-aika</b>	<b>aika</b>	<b>aika</b>	<b>kerroin</b>	<b>Arvo</b>	<b>€</b>	<b>Kv-Vna</b>	<b>Vna-Kv</b>
<b>Pääoma</b>	<b>min.</b>	<b>min.</b>			<b>€/min</b>	<b>10,00 %</b>		
Veturit	Sr2	180	15	2	0,46	36,20	181,01	181,01
<b>Kunnossapito</b>	<b>Matka km</b>				<b>€/km</b>	<b>15,00 %</b>		
Veturit	Sr2	141			0,90	38,07	126,90	126,90
<b>Energian</b>	<b>Matka km</b>	<b>Kulutus</b>	<b>Kulutus</b>	<b>Arvo</b>				
<b>kulutus</b>		<b>kWh/km</b>	<b>kWh/km</b>	<b>€/kWh</b>	<b>10,00 %</b>			
		<b>kuorma</b>	<b>tyhjä</b>					
Veturit	Sr2	141	34	11	0,06	38,07	287,64	93,06
		<b>Junan-</b>						
		<b>vaihto-</b>						
<b>Henkilöstö-</b>	<b>Matka-aika</b>	<b>aika</b>			<b>Arvo</b>			
<b>kustannus</b>		<b>min.</b>			<b>€/min</b>	<b>30,00 %</b>		
Linjaveto		180	15		1,61	188,37	313,95	313,95
<b>Verot ja</b>			<b>Brt ton</b>	<b>Brt ton</b>	<b>Arvo</b>			
<b>maksut</b>	<b>Matka km</b>		<b>kuorma</b>	<b>tyhjä</b>	<b>€/km</b>	<b>10,00 %</b>		
Ratamaksu	sähkö	141	2000	500	0,0014	49,35	394,80	98,70
				<b>Toiminta-</b>				
<b>Vaihtotyö</b>	<b>Aika</b>			<b>suhde-</b>	<b>Arvo</b>			
<b>Pääoma</b>	<b>min.</b>			<b>kerroin</b>	<b>€/min</b>	<b>10,00 %</b>		
Veturit	Dr14	60		1,25	0,31	4,64	23,21	23,21
<b>Kunnossapito</b>	<b>Aika</b>				<b>Arvo</b>			
	<b>min.</b>				<b>€/min</b>	<b>15,00 %</b>		
Veturit	Dr14	60			0,50	9,00	30,00	30,00
<b>Energian</b>	<b>Aika</b>	<b>Kulutus</b>		<b>Arvo</b>				
<b>kulutus</b>	<b>min.</b>	<b>l/min</b>		<b>€/l</b>	<b>10,00 %</b>			
Veturit	Dr14	60	0,43	0,676	3,49	17,44	17,44	
<b>Henkilöstö-</b>	<b>Aika</b>			<b>Arvo</b>				
<b>kustannus</b>	<b>min.</b>			<b>€/min</b>	<b>30,00 %</b>			
Vaihtotyö		60		2,96	106,56	177,60	177,60	
<b>Verot ja</b>	<b>Aika</b>	<b>Kulutus</b>		<b>Arvo</b>				
<b>maksut</b>	<b>min.</b>	<b>l/min</b>		<b>€/l</b>				
Polttoaineverot	diesel	60	0,43	0,1634	0,00	4,22	4,22	
				<b>Yht.</b>	<b>473,75</b>	<b>1556,76</b>	<b>1066,08</b>	
				<b>Yht.</b>	<b>3096,59</b>			

## LIITE 3, Kustannukset yhteysväleillä Vainikkala - Kotka / Mussalo - Vainikkala (sähköveto)

						Yk-		
				Junan-	Toiminta-	lisä-	<b>KUSTANNUS</b>	
				vaihto-	suhde-	%	<b>Kuorma</b>	<b>Tyhjä</b>
<b>Junaliikenne</b>		Matka-aika	aika	kerroin	Arvo	€	Kv-Vna	Vna-Kv
<b>Pääoma</b>		min.	min.		€/min	<b>10,00 %</b>		
Veturit	Sr2	165	15	2	0,46	33,42	167,08	167,08
<b>Kunnossapito</b>		Matka km			€/km	<b>15,00 %</b>		
Veturit	Sr2	138			0,90	37,26	124,20	124,20
<b>Energian kulutus</b>		Matka km	Kulutus kWh/km	Kulutus kWh/km	Arvo €/kWh	<b>10,00 %</b>		
			kuorma	tyhjä				
Veturit	Sr2	138	34	11	0,06	37,26	281,52	91,08
			Junan-					
			vaihto-					
<b>Henkilöstökustannus</b>		Matka-aika	aika		Arvo			
			min.		€/min	<b>30,00 %</b>		
Linjaveto		165	15		1,61	173,88	289,80	289,80
<b>Verot ja maksut</b>			Br t ton	Br t ton	Arvo			
		Matka km	kuorma	tyhjä	€/km	<b>10,00 %</b>		
Ratamaksu	sähkö	138	2000	500	0,0014	48,30	386,40	96,60
				Toiminta-				
<b>Vaihtotyö</b>		Aika		suhde-	Arvo			
<b>Pääoma</b>		min.		kerroin	€/min	<b>10,00 %</b>		
Veturit	Dr14	60		1,25	0,31	4,64	23,21	23,21
<b>Kunnossapito</b>		Aika			Arvo			
		min.			€/min	<b>15,00 %</b>		
Veturit	Dr14	60			0,50	9,00	30,00	30,00
<b>Energian kulutus</b>		Aika	Kulutus		Arvo			
		min.	l/min		€/l	<b>10,00 %</b>		
Veturit	Dr14	60	0,43		0,676	3,49	17,44	17,44
<b>Henkilöstökustannus</b>		Aika			Arvo			
		min.			€/min	<b>30,00 %</b>		
Vaihtotyö		60			2,96	106,56	177,60	177,60
<b>Verot ja maksut</b>		Aika	Kulutus		Arvo			
		min.	l/min		€/l			
Polttoaineverot	diesel	60	0,43		0,1634	0,00	4,22	4,22
					<b>Yht.</b>	<b>453,81</b>	1501,47	1021,23
					<b>Yht.</b>	<b>2976,50</b>		

## LIITE 4, Kustannukset yhteysväleillä Vainikkala - Sköldvik - Vainikkala (sähköveto)

					Yk-			
					lisä-	<b>KUSTANNUS</b>		
					%	<b>Kuorma</b>	<b>Tyhjä</b>	
					€	Kv-Vna	Vna-Kv	
<b>Junaliikenne</b>		Matka-aika	Junan- vaihto- aika	Toiminta- suhde- kerroin	Arvo			
<b>Pääoma</b>		min.	min.		€/min	<b>10,00 %</b>		
Veturit	Sr2	300	15	2	0,46	58,48	292,40	292,40
<b>Kunnossapito</b>		Matka km			€/km	<b>15,00 %</b>		
Veturit	Sr2	280			0,90	75,60	252,00	252,00
<b>Energian kulutus</b>		Matka km	Kulutus kWh/km kuorma	Kulutus kWh/km tyhjä	Arvo €/kWh	<b>10,00 %</b>		
Veturit	Sr2	280	34	11	0,06	75,60	571,20	184,80
<b>Henkilöstö- kustannus</b>		Matka-aika	Junan- vaihto- aika		Arvo €/min	<b>30,00 %</b>		
Linjaveto		300	15		1,61	304,29	507,15	507,15
<b>Verot ja maksut</b>		Matka km	Br t ton kuorma	Br t ton tyhjä	Arvo €/km	<b>10,00 %</b>		
Ratamaksu	sähkö	280	2000	500	0,0014	98,00	784,00	196,00
Investointivero		76	2000	500	0,005	95,00	760,00	190,00
<b>Vaihtotyö</b>		Aika		Toiminta- suhde- kerroin	Arvo €/min	<b>10,00 %</b>		
<b>Pääoma</b>		min.			€/min	<b>15,00 %</b>		
Veturit	Dr14	60		1,25	0,31	4,64	23,21	23,21
<b>Kunnossapito</b>		Aika			Arvo €/min	<b>15,00 %</b>		
Veturit	Dr14	60			0,50	9,00	30,00	30,00
<b>Energian kulutus</b>		Aika	Kulutus l/min		Arvo €/l	<b>10,00 %</b>		
Veturit	Dr14	60	0,43		0,676	3,49	17,44	17,44
<b>Henkilöstö- kustannus</b>		Aika			Arvo €/min	<b>30,00 %</b>		
Vaihtotyö		60			2,96	106,56	177,60	177,60
<b>Verot ja maksut</b>		Aika	Kulutus l/min		Arvo €/l			
Polttoaineverot	diesel	60	0,43		0,1634	0,00	4,22	4,22
					<b>Yht.</b>	830,66	3419,21	1874,81
					<b>Yht.</b>	<b>6124,68</b>		