



Anne Silla

Rautatieonnettomuuksista aiheutuneiden kustannusten arviointi

Rautatieonnettomuuksista aiheutuneiden kustannusten arviointi

Anne Silla

ISBN 978-951-38-7558-9 (nid.)

ISSN 1235-0605 (nid.)

ISBN 978-951-38-7559-6 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

ISSN 1455-0865 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

Copyright © VTT 2010

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT, Vuorimiehentie 3, PL 1000, 02044 VTT

puh. vaihde 020 722 111, faksi 020 722 4374

VTT, Bergsmansvägen 3, PB 1000, 02044 VTT

tel. växel 020 722 111, fax 020 722 4374

VTT Technical Research Centre of Finland, Vuorimiehentie 3, P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland
phone internat. +358 20 722 111, fax +358 20 722 4374

Toimitus Maini Manninen

Edita Prima Oy, Helsinki 2010

Avainsanat rail accident costs, monetary valuation, economic impact

Tiivistelmä

Tässä tutkimuksessa kartoitettiin rautatieliikenteen onnettomuuskustannusten arviointiin käytettäviä menetelmiä, selvitettiin laskelmiin sisällytettäviä kustannuseriä sekä selvitettiin onnettomuuskustannusten laskennassa tarvittavien tietojen saatavuutta ja hyödynnettävyyttä. Tutkimuksen tarkoituksena oli saada Suomessa käytössä olevat laskentamenetelmät vastaamaan paremmin uusia EU:n säädöksiä, joiden mukaan yhteiskunnalle aiheutuvat onnettomuuskustannukset tulisi sisällyttää entistä paremmin rautatieliikenteen onnettomuuskustannuslaskelmiin. Tiedonhankinnan päämenetelmänä olivat aiheeseen liittyvä kirjallisuuskatsaus ja alan asiantuntijoiden työpaja. Tehdyn kirjallisuuskatsauksen perusteella onnettomuuksien kokonaiskustannuksiin on useimmiten sisällytetty onnettomuuksien suorat ja epäsuorat kustannukset, ihmishengen tilastollinen arvo sekä osalaskelmia onnettomuuksista yhteiskunnalle aiheutuvista kustannuksista. Suomessa rautatiealan toimijoilta näyttää löytyvän valmiudet vastata kiristyvien säädösten vaatimuksiin. Euroopan parlamentilta tulevia vaatimuksia ei tulisi nähdä pelkästään rasitteena, koska kattava tieto onnettomuuskustannusten laskennassa käytettävistä kustannuskomponenteista mahdollistaa rautatieliikenteen turvallisuuden parantamiseksi tehtävien toimenpiteiden hyötyjen paremman arvioinnin.

Anne Silla. Rautatieonnettomuuksista aiheutuvien kustannusten arviointi [Evaluation of rail accident costs]. Espoo 2010. VTT Tiedotteita – Research Notes 2523. 35 s. + liitt. 3 s.

Keywords rail accident costs, monetary valuation, economic impact

Abstract

This study was designed to investigate the methods used to evaluate rail accident costs, the cost components included in the calculations, and the availability and usability of the required information. The aim was to better harmonize the current accident cost calculations used in Finland with new EU regulations. According to these new regulations, accident costs to society should be better incorporated in rail accident calculations. The main research methods were literature research and a workshop bringing railway professionals from different organisations to the same table. Based on the literature review, the accident cost calculations usually include direct and indirect economic costs, the value of a statistical life and partial calculations of the costs to society. It seems that railway stakeholders in Finland are ready to respond to tightening EU requirements. However, requirements from the European Commission should not be seen merely as a burden, given that comprehensive information on the cost components of rail accident cost calculations enable better evaluation of the benefits induced by different safety measures.

Alkusanat

Tämä rautatieonnettomuuksista aiheutuvia kustannuksia arvioiva tutkimus on tehty *Turvallinen liikenne 2025* -tutkimusohjelmassa (<http://www.vtt.fi/proj/tl2025/>). Ohjelman jäseniä vuonna 2009 olivat

- A-Katsastus Oy
- Liikenne- ja viestintäministeriö
- Michelin Nordic AB
- Neste Oil Oyj
- Ratahallintokeskus
- Rautatievirasto
- Tiehallinto
- VR-Yhtymä Oy
- VTT.

Tutkimuksen teki VTT:ssä tutkija Anne Silla. Tekijä kiittää kaikkia tutkimuksen tekemiseen osallistuneita henkilöitä. Käsikirjoitusta kommentoi ja sen esitarkasti erikoistutkija Veli-Pekka Kallberg VTT:stä. Raportin tekijä on kuitenkin vastuussa lopputuotoksesta.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	3
Abstract	4
Alkusanat	5
Määritelmät	7
1. Johdanto	9
2. Työskentelytavat	11
3. Kirjallisuuskatsaus	12
3.1 Onnettomuuskustannusten luokittelu	12
3.1.1 Suomi	12
3.1.2 Muut maat	14
3.2 Ihmishengen tilastollisen arvon määrittäminen	16
3.3 Yhteenveto kustannuseristä	19
3.4 EU:n vaatimukset	21
4. Onnettomuuskustannuslaskenta ja onnettomuuksien tilastointi Suomessa	23
4.1 VR-Yhtymä Oy	23
4.2 Ratahallintokeskus	24
4.3 Rautatievirasto	24
5. Kustannusten laskeminen	26
5.1 Henkilövahingot	26
5.2 Myöhästymiset	26
5.3 Materiaalivahingot (kalusto ja infrastruktuuri)	28
5.4 Ympäristövahingot	29
6. Johtopäätökset	30
Lähdeluettelo	32
Liitteet	
Liite A: Yhden henkilövahingon välttämisen rahallinen arvo	
Liite B: Työmatkalaisten ajan rahallinen arvo (VT)	
Liite C: Tavaraliikenteen ajan rahallinen arvo (VT)	

Määritelmät

Onnettomuudella (accident) tarkoitetaan ei-toivottua tai tahatonta äkillistä tapahtumaa tai erityistä tällaisten tapahtumien ketjua, jolla on haitallisia seurauksia; onnettomuudet jaetaan seuraaviin luokkiin: törmäykset, raiteilta suistumiset, tasoristeysonnettomuudet, liikkeessä olevasta liikkuvasta kalustosta aiheutuneet henkilöonnettomuudet, tulipalot tai muut (Euroopan unioni 2004).

Vakavalla onnettomuudella (serious accident) tarkoitetaan junien törmäystä tai raiteilta suistumista, jossa kuolee vähintään yksi henkilö tai loukkaantuu vakavasti vähintään viisi henkilöä tai joka aiheuttaa huomattavaa vahinkoa liikkuvalle kalustolle, infrastruktuurille tai ympäristölle, sekä muuta samankaltaista onnettomuutta, jos sillä on selvä vaikutus rautateiden turvallisuuden sääntelyyn tai sen hallinnointiin; ”huomattavalla vahingolla” tarkoitetaan vahinkoa, jonka tutkintaelin voi välittömästi arvioida maksavan yhteensä vähintään kaksi miljoonaa euroa (Euroopan unioni 2004).

Merkittävällä onnettomuudella (significant accident) tarkoitetaan onnettomuutta, jossa on osallisena vähintään yksi liikkeessä oleva liikkuva raidekulkuneuvo ja jonka seurauksena vähintään yksi henkilö kuolee tai loukkaantuu vakavasti tai jonka seurauksena syntyy merkittäviä kalustoon, rataan, muihin laitteistoihin tai ympäristöön kohdistuvia vahinkoja tai laajoja liikennehäiriöitä. Tähän eivät sisälly verstaissa, varastoissa ja varikoilla tapahtuvat onnettomuudet. (Euroopan unioni 2009.)

Merkittävillä kalustoon, rataan, muihin laitteistoihin tai ympäristöön kohdistuvilla vahingoilla (significant damage) tarkoitetaan vahinkoja, joista aiheutuu vähintään 150 000 €n kustannukset (Euroopan unioni 2009).

Määritelmät

Laajoilla liikennehäiriöillä (extensive disruptions to traffic) tarkoitetaan raideliikenteen keskeytymistä pääradalla vähintään kuuden tunnin ajaksi (Euroopan unioni 2009).

Yhteisillä turvallisuustavoitteilla (common safety targets) tarkoitetaan turvallisuuden tasoa, joka on vähintään saavutettava rautatiejärjestelmän (kuten tavantomaisen rautatiejärjestelmän, suurten nopeuksien rautatiejärjestelmän, pitkien rautatietunnelien tai yksinomaan tavaraliikenteeseen tarkoitettujen ratojen) eri osissa ja koko järjestelmässä ja joka määrittellään hyväksyttävää riskitasoa koskevin perusteina (Euroopan unioni 2004).

Yhteisillä turvallisuusmenetelmillä (common safety methods) tarkoitetaan menetelmiä, joita kehitetään kuvaamaan, miten turvallisuuden tasoa ja turvallisuustavoitteiden saavuttamista ja muiden turvallisuusvaatimusten noudattamista arvioidaan (Euroopan unioni 2004).

Ihmishengen tilastollinen arvo (value of a statistical life) kuvaa väestön kuolleisuusriskin vähenemisen rahallista arvoa, kun yksi tilastollinen kuolema vältetään (Holvad 2007).

Kuolemantapauksella (kuolleella) (killed person) tarkoitetaan henkilöä, joka on onnettomuuden (itsemurhia lukuun ottamatta) seurauksena kuollut välittömästi tai 30 päivän kuluessa (Euroopan unioni 2009).

Vakavalla loukkaantumisella (vakavasti loukkaantuneella) (seriously injured person) tarkoitetaan henkilöä, joka on onnettomuuden seurauksena loukkaantunut (itsemurhayrityksiä lukuun ottamatta) ja saanut sairaalahoitoa yli vuorokauden ajan (Euroopan unioni 2009).

1. Johdanto

Rautatieliikennettä on pitkään pidetty turvallisimpana ja tehokkaimpana liikennemuotona. Vertailtaessa eri liikennemuotojen (tie-, rautatie-, vesi- ja ilmalii- kenne) kuolleisuusriskiä Euroopan unionin jäsenmaissa on rautatieliikenteen kuolleisuusriskin todettu olevan pienin matkustajakilometriä kohden (ETSC 1999). Rautatieliikenne on lisäksi turvallisin maalla kulkevista liikennemuodois- ta verrattaessa eri liikennemuotojen vuosittaisia kuolleiden lukumääriä (BTRE 2002). Kuolemaan johtavia onnettomuuksia tapahtuu kuitenkin myös rautateillä. Esimerkiksi Suomessa on 2000-luvulla tapahtunut noin 20 rautatieliikenteeseen liittyvää kuolemantapausta vuosittain¹ (RHK 2000–2007).

Vaikka rautatieliikenteen onnettomuuksia ei tapahdu päivittäin, niiden vuosit- taiset onnettomuuskustannukset ovat suuret. Onnettomuuksien vaikutusten alai- sina eivät ole pelkästään suoraan onnettomuuksissa osallisina olleet ihmiset, kuljetusyritykset ja junien matkustajat vaan koko yhteiskunta. Onnettomuuksista aiheutuvia suoria kustannuksia ovat mm. kuolemantapauksista tai työkyvyn ale- nemisestä johtuvat tuotannonmenetykset. Lisäksi osa onnettomuuskustannusis- ta siirtyy yhteiskunnan maksettavaksi välillisesti. Tämä tarkoittaa esim. kuljetus- yrityksille langenneita onnettomuuskustannuksia, jotka siirtyvät yhteiskunnalle kohonneiden rahtimaksujen muodossa. Kohonneet kuljetuskustannukset vastaa- vasti korottavat kaupoissa myytävien tuotteiden hintoja. Näiden lisäksi verotuk- sen kautta kerättävä verokertymä voi pienentyä onnettomuuksissa loukkaantu- neiden ihmisten takia, minkä lisäksi onnettomuuksissa loukkaantuneet henkilöt aiheuttavat taloudellista taakkaa käyttämällä enemmän julkisia terveys- ja sosi- aalihuollon palveluita (BTRE 2002).

¹ Itsemurhat poislukien

1. Johdanto

Yhteiskunnalle, kuljetusyrityksille ja matkustajille kohdistuvien onnettomuuskustannusten arvioiminen on vaikeaa (esim. BTRE 2002, RSSB 2007). Kustannusten laskentamenetelmät eivät eroa kovin suuresti liikennemuodoittain, mutta eroja on mm. kunkin liikennemuodon osalta kerättävissä tiedoissa (BTRE 2002). Rautatieliikenteen erityispiirteenä on toimijoiden suuri lukumäärä, joka vaikeuttaa onnettomuuskustannusten laskemista (RSSB 2007).

Tieliikenteen onnettomuuskustannuksia laskettaessa ongelmana pidetään yleisesti onnettomuuksien ilmoittamatta jättämistä. Tätä ei kuitenkaan pidetä rautatieliikenteen ongelmana, koska rautatieliikenteen onnettomuudet tulevat lähes poikkeuksetta tietoon. Onnettomuuksiin liittyy yleensä junaliikenteen viiväytymiä ja jopa yksittäisillä onnettomuuksilla on usein useita todistajia (matkustajat tai rautateiden henkilökunta) yhden (auto tai juna) kuljettajan sijaan. Tästä syystä onnettomuuksien ilmoittamatta jättäminen ei ole merkittävä ongelma rautatietilastojen kannalta (HEATCO 2005). Ongelmana on enemmänkin pidetty rautatieliikenteen turvallisuuteen liittyvien tietojen niukkuutta ja saatavuutta. Tämä onkin yhtenä syynä Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivissä 2004/49/EY (rautatieturvallisuusedirektiivi) mainittujen turvallisuusindikaattoreiden kehittämiseen. Kyseinen direktiivi vaatii kunkin jäsenmaan keräämään tietoja yhteisistä turvallisuusindikaattoreista ja ilmoittamaan ne Euroopan rautatievirastolle (Euroopan unioni 2004).

Yhteiskunnalle aiheutuvien onnettomuuskustannusten sisällyttäminen rautatieliikenteen onnettomuuskustannuslaskelmiin on mainittu myös rautatieturvallisuusedirektiivissä (Euroopan unioni 2004). Pelkästään rautateille (rautatieyrityksille tai infrastruktuurin haltijalle) aiheutuneiden onnettomuuskustannusten laskeminen antaa vain osittaisen kuvan yhteiskunnan näkökulmasta aiheutuvista rautatieliikenteen onnettomuuskustannuksista.

Tämän tutkimuksen tavoitteena onkin rautatieonnettomuuksista aiheutuvien kustannusten laskentaperusteiden kehittäminen. Tämä tarkoittaa, että tutkimuksessa (a) kartoitetaan rautatieliikenteen onnettomuuskustannusten arviointiin käytettäviä menetelmiä, (b) selvitetään laskelmiin sisällytettäviä kustannuseriä sekä (c) selvitetään onnettomuuskustannusten laskennassa tarvittavien tietojen saatavuus ja hyödynnettävyys ja sitä kautta saadaan käytössä olevat laskentamenetelmät vastaamaan paremmin uusia EU:lta tulevia vaatimuksia.

2. Työskentelytavat

Tiedonhankinnan päämenetelminä olivat aiheeseen liittyvä kirjallisuuskatsaus ja alan asiantuntijoiden työpaja. Taustamateriaalia kerättiin rautateiden onnettomuuskustannusten arvioinnissa käytettävistä menetelmistä sekä laskelmiin sisällytetyistä kustannuseristä. Tässä tutkimuksessa onnettomuuskustannusten arvioinnin lähtökohtana pidetään Euroopan rautatieviraston (ERA:n) ehdottamaa menetelmää (ERA/REC/SAF/02-2008), joka liitetään osaksi rautatieturvallisuusdirektiiviä (Euroopan unioni 2008). Tutkimuksen aikana kyseinen ehdotus hyväksyttiin direktiivimuutokseksi (Euroopan unioni 2009). Kerätyn tiedon perusteella hahmotellaan onnettomuuskustannusten laskentaan tarvittavia tietoja.

Kirjallisuuskatsauksessa kerättyä tietoa käytettiin keskustelun pohjana tähän projektiin liittyvässä työpajassa. Reilun parin tunnin mittaiseen työpajaan osallistui edustaja Ratahallintokeskuksesta, VR-Yhtymä Oy:stä ja Rautatievirastosta sekä tutkimusta tehnyt VTT:n tutkija. Työpajassa käytiin kunkin tahon osalta läpi tämänhetkisiä onnettomuuskustannusten laskentaan käytettäviä menetelmiä. Lisäksi keskusteltiin ERA:n ehdottaman menetelmän luomista uusista tietotarpeista ja tietojen saatavuudesta.

3. Kirjallisuuskatsaus

3.1 Onnettomuuskustannusten luokittelu

3.1.1 Suomi

Kirjallisuuskatsauksen perusteella rautatieliikenteen onnettomuuskustannuksia voidaan luokitella hyvin monella tavalla. Suomessa tehdyt ja yleisesti käytetyt henkilövahinkoon johtaneiden liikenneonnettomuuksien kustannusrakenteet ovat useiden eri lähteiden perusteella hyvin samankaltaisia (Hiltunen 2006, Tervonen 1999, Tervonen 2000, Tiehallinto 2005). Liikenneonnettomuuksien aiheuttamat kustannukset voidaan jakaa suoriin ja epäsuoriin kustannuksiin (tunnetaan myös välittöminä ja välillisinä kustannuksina) (Hiltunen 2006). Liikenneonnettomuuksien suorat taloudelliset kustannukset muodostuvat sairaanhoidon ja kuntoutuksen kustannuksista, hälytys- ja viranomaiskustannuksista ja materiaalikustannuksista, kun taas epäsuorat kustannukset koostuvat inhimillisen hyvinvoinnin menetyksestä sekä tuotannon menetyksistä ja tulonsiirroista (Tervonen 2000) (Taulukko 1).

Taulukko 1. Liikenteen onnettomuuskustannukset (Tervonen 2000, Tiehallinto 2005).

ONNETTOMUUSKUSTANNUKSET		
Suorat taloudelliset kustannukset	Tuotannon menetys	Inhimillinen menetys
<ul style="list-style-type: none"> – Sairaanhoidon ja kuntoutuksen kustannukset – Viranomaiskustannukset (<i>poliisi, palokunta, esiapuhenkilöstö, tutkinta, oikeus</i>) – Materiaalikustannukset (<i>ajoneuvot, kuljetettava tavara, vaurioituneet väylärakenteet ja laitteet</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> – Loukkaantuneen tai kuolleen tuotantopanoksen – Kulutus – Palkaton työ – Työntekijän korvaaminen – Työkyvyttömyyskorvaukset 	<ul style="list-style-type: none"> – Odotettujen elinvuosien menetys – Fyysinen ja henkinen kärsimys

Suorat sairaanhoidon ja kuntoutuksen kustannukset aiheutuvat henkilövahinkojen välittömästä hoitamisesta ja korjaamisesta. Hälytys- ja viranomaiskustannukset sisältävät poliisin, palokunnan ja esiapuhenkilöstön kustannukset sekä onnettomuuden seurauksena aiheutuvien viranomaistoimenpiteiden kustannukset, joihin sisältyy mm. tutkinta ja raportointi. Tiehallinnon (2005) laskentaperusteissa mainitaan tässä kohdassa lisäksi oikeuslaitoksen palveluihin liittyvät hallinnolliset kustannukset. Materiaalikustannuksiin sisältyvät ajoneuvot, kuljetettava tavara ja vaurioituneet väylärakenteet ja laitteet. (Tervonen 2000.)

Epäsuorissa kustannuksissa inhimillisen hyvinvoinnin menetykseen sisältyy odotettujen elinvuosien menetys sekä henkiin jääneen uhrin fyysinen ja henkinen kärsimys. Ihmimillisiä menetyksiä kutsutaan usein riskiarvoksi, koska onnettomuuteen liittyvien hyvinvointitappioiden arvottaminen perustuu maksuhalukkuuden mittaamiseen onnettomuusriskin muutoksen suhteen (Tervonen 2000). Suomessa inhimillisen hyvinvoinnin menetyksiä on arvioitu muista Pohjoismaista lainatuilla maksuhalukkuusmenetelmillä kerätyillä yksikköarvoilla (Tiehallinto 2005). Tuotannon menetyksillä tarkoitetaan yksilön tuotantomenetystä, joka kertoo sen tuotannollisen kapasiteetin arvosta, joka vastaa yksilölle työstä maksettavaa palkkaa menetettyjen työvuosien ajalta enintään eläkeikänsä saakka. Tuot-

3. Kirjallisuuskatsaus

tannon menetysten ja tulonsiirtojen alaisuuteen kuuluvat lisäksi ihmisen kuluksen menetys, palkattoman työn menetys, työntekijän korvaaminen ja korvaukset työkyvyttömyydestä. (Hiltunen 2006.) Kuolleen osalta tuotannon ja kuluksen sekä inhimillisen hyvinvoinnin menetykset ovat totaalisia. Loukkaantunut tai vammautunut on edelleen läsnä yhteiskunnassa kuluttajana ja hänen tuotannon ja inhimillisen hyvinvoinnin menetyksensä suuruus riippuu vamman asteesta sekä sen kestosta ja vaikutuksista yksilön toimintakykyyn. (Tervonen 1999.)

Epäsuorat kustannukset eivät aiheudu suoraan onnettomuuden osallisille vaan kolmansille osapuolille. Ne eivät myöskään aiheudu suoraan onnettomuudesta vaan tilasta tai tilanteesta, joka seuraa onnettomuutta. Hiltusen mukaan epäsuorat kustannukset kattavat yli 90 prosenttia henkilövahinko-onnettomuuksien kustannuksista. On kuitenkin havaittavissa, että mitä vakavammasta onnettomuudesta on kysymys, sitä korkeammiksi suorat kustannukset nousevat. Poikkeuksena tästä ovat kuolemantapaukset, joissa uhri kuolee heti eikä sairaala- tai laitoshoitoon ole tarvetta. Hiltunen toteaa monien muiden tutkijoiden tapaan, että tuotannon menetyksen ja inhimillisen kärsimyksen kustannusten määrittäminen on vaikeaa ja osittain jopa mahdotonta. Suorien taloudellisten kustannusten määrittäminen on helpompaa, koska ne koostuvat konkreettisista ja todellisista asioista, joille voidaan määrittää todellisiin materiaalikustannuksiin ja palkkoihin perustuvat hinnat. (Hiltunen 2006.)

3.1.2 Muut maat

Onnettomuuskustannusten luokittelussa esiintyy suurempaa hajontaa kun otetaan tarkasteluun myös ulkomaiset lähteet. Osa luokittelutavoista ottaa huomioon vain rautatieyrityksille aiheutuneet kustannukset. Tästä esimerkkinä on Railway Safety and Standards Boardin kehittämä onnettomuuskustannusmalli, joka arvioi yksittäisestä onnettomuudesta rautatietoimialalle aiheutuvia kustannuksia sekä yrittää arvioida niihin liittyvää epävarmuutta seuraavilla kuudella osa-alueella: viivästymiset; ihmiset; kalusto; infrastruktuuri; palautuminen (*recovery*) ja onnettomuustutkinta sekä muut kustannukset. (RSSB 2007.)

Robinson (2003) erottelee itsemurhia koskevissa onnettomuuskustannuslaskelmissa yhteiskunnalle aiheutuvat kustannukset rautateille aiheutuneista suorista kustannuksista. Ensimmäinen sisältää ihmishengen tilastollisen arvon ja onnettomuutta todistaneiden henkilöiden mahdolliset traumakustannukset, kun taas jälkimmäinen sisältää junien viivästymiset ja onnettomuuden seurauksena hukatun työajan.

Eurooppalaisessa tutkimuksessa onnettomuuskustannusten laskennassa on valittu lähestymistapa, jossa onnettomuuskustannusten laskelmiin sisällytetään ihmishengen tilastollinen arvo sekä todelliset onnettomuuskustannukset jaettuina suoriin ja epäsuoriin taloudellisiin kustannuksiin (Euroopan unioni 2008, Lindberg 2005, Trawén ym. 2002). Tätä lähestymistapaa käyttäen määritetään usein yhden henkilövahingon (kuolemantapauksen eli ihmishengen tilastollisen arvon tai vakavan loukkaantumisen) estämisen arvo (*value of preventing a casualty*). Ihmishengen tilastollisen arvon sisällyttäminen laskelmiin on tärkeää, koska suorat ja epäsuorat kustannukset eivät sisällä ihmisten hyvinvoinnin menetyksiä (Lindberg 2005). Suomessa käytössä oleva menetelmä mukaillee eurooppalaista lähestymistapaa, joskin Suomessa ihmishengen tilastollisen arvon sijaan puhutaan inhimillisistä menetyksistä ja epäsuorien onnettomuuskustannusten sijaan tuotannon menetyksistä. Edellä mainitussa lähestymistavassa onnettomuuksien suorat kustannukset sisältävät Suomessa käytössä olevien laskentaperusteiden kaltaisesta mm. sairaanhoidon ja kuntoutuksen kustannukset, hallintokustannukset, poliisin ja pelastustoimen kustannukset sekä onnettomuustutkinnan, kun taas epäsuorat kustannukset sisältävät tuotantokapasiteetin menetykset ennenaikaisen kuoleman, alentuneen työkyvyn tai menetetyn työajan takia. Erona Suomen lähestymistapaan on, että eurooppalaisessa lähestymistavassa yhden henkilövahingon estämisen arvo ei sisällä onnettomuudesta aiheutuneita materiaalikustannuksia.

EU:n HEATCO-projektissa on laskettu yhden henkilövahingon estämisen arvo jäsenmaittain. Taulukko sisältää rahallisen arvon yhden kuolemantapauksen, vakavan onnettomuuden ja lievän onnettomuuden estämiselle sekä onnettomuuden suorat ja epäsuorat taloudelliset kustannukset kuolemantapaukselle sekä vakavalle ja lievälle onnettomuudelle. (Liite A.)

Erilaisen lähestymistavan aiheeseen tarjoaa Australiassa tehty tutkimus, jossa rautatieliikenteen onnettomuuskustannukset on ryhmitelty henkilövahinkoihin, materiaalivahinkoihin ja muihin kustannuksiin (BTRE 2002). Henkilövahinkoihin kuuluvat työvoiman menetyksen arvo (sisältäen tuotannon menetykset työpaikalla, kotona ja yhteiskunnassa), ihmishengen menettämisen arvo, onnettomuuteen liittyvät lääkintä- ja terveydenhoidon kustannukset, lakikustannukset sekä onnettomuuden tutkintakustannukset. Näitä kustannuselementtejä kutsutaan todellisiksi kustannuksiksi ja hukattujen mahdollisuuksien ja palveluiden arvottamiseksi. Lisäksi korostetaan, että useimmat rautatieliikenteen onnettomuudet eivät vahingoita vain rautateiden omaisuutta (esim. vetureita, vaunuja ja rautatieinfrastruktuuria) vaan myös muuta omaisuutta (esim. muiden omistamat raken-

3. Kirjallisuuskatsaus

nukset ja yleiset sillat). Materiaalivahinkojen luokka sisältää kiinteän infrastruktuurin tai kaluston onnettomuudesta aiheutuvien vahinkojen korvaamiseen tai korjaamiseen liittyviä kustannuksia. Todetaan myös, ettei materiaalivahinkojen määrittäminen ole aina kovin helppoa. Teknologian kehityksen ja asiakkaiden muuttuvien vaatimusten takia kulloinkin kyseessä olevan kohteen arvo voi olla eri kuin sen hankkimis- tai korvaamiskustannus. Joka tapauksessa, korjaamis- ja korvaamiskustannukset ovat parhaita oletuksia, joiden perusteella omaisuusvahinkojen arvoa voidaan määrittää. (BTRE 2002).

3.2 Ihmishengen tilastollisen arvon määrittäminen

Kuoleman rahallisesta arvosta puhuttaessa käytetään yleisesti termiä ihmishengen tilastollinen arvo, jonka englanninkielisiä vastineita ovat mm. termit *value of a statistical life* ja *value of life*. Ihmishengen tilastollinen arvo kuvaa hintaa, joka ollaan valmiita maksamaan yhden kuoleman välttämiseksi. Ihmishengen arvottamiseen käytettävät päämenetelmiä ovat inhimillisen pääoman menetelmä (*human capital approach*) ja maksuhalukkuusmenetelmät (*willingness-to-pay approach*). (Holvad 2007).

Kuolleisuusriskin pienenemistä on perinteisesti mitattu inhimillisen pääoman menetelmällä, jossa mitataan yhteiskunnalle koituvaa kustannusta, kun sen jäsen kuolee tai vammautuu. Tämä tarkoittaa, että yksilön tämänhetkinen arvo lasketaan tulevaisuuden ansioiden pohjalta eli siltä ajalta, jonka ihminen olisi ollut tuottavana yksilönä tai kuluttajana läsnä, ellei onnettomuutta olisi tapahtunut. Inhimillisen pääoman menetelmää on kuitenkin kritisoitu, koska eläkkeellä olevat ja työttömät jäävät laskelmien ulkopuolelle. Menetelmä ei myöskään tavoita surun, kärsimyksen ja inhimillisen menetyksen arvoa. Turvallisuuden arvo tulisikin määrittellä siten, että se kuvaa ihmisten todellisia preferenssejä turvallisuutta kohtaan, mukaan lukien myös muita ulottuvuuksia kuin pelkät talouden arvot (Tervonen 1999).

Maksuhalukkuusmenetelmät ovat tällä hetkellä yleisesti käytössä ihmishengen tilastollisen arvon laskemisessa, koska niissä kuolleisuusriskin pienenemisen arvottaminen perustuu ihmisten halukkuuteen maksaa riskin pienentämisestä koituvasta turvallisuuden paranemisesta. (Holvad 2007). Maksuhalukkuusmenetelmät voivat perustua paljastettujen preferenssien (*revealed preference*) menetelmiin, joissa arviot johdetaan yksilöiden olemassa olevilla ”turvallisuusmarkkinoilla” tehtyjen todellisten päätösten perusteella tai lausuttujen preferenssien (*stated preference*) menetelmiin, joissa kuluttajilta kysytään, kuinka paljon he

hypoteettisten skenaarioiden perusteella arvostavat turvallisuuden paranemista eli paljonko he ovat valmiita maksamaan pienestä tilastollisen riskin muutoksesta. (Holvad 2007). Yksilöllisistä arvolausunnoista aggregoidaan kollektiivinen maksuhalukkuus eli ihmishengen tilastollinen arvo. Tämän arvon katsotaan edustavan niitä hyvinvointivaikutuksia, jotka saavutetaan esimerkiksi estettäessä yksi liikennekuolema. (Tervonen 1999.) Edellä mainituista maksuhalukkuusmenetelmistä suositellaan erityisesti lausuttujen preferenssien menetelmää, koska se sallii myös muiden kuin taloudellisten arvojen ilmaisun. Lisäksi kyseinen menetelmä on joustava, koska tehtävä analyysi voidaan räätälöidä tarvittavien tietojen mukaan. Paljastettujen preferenssien menetelmän ongelmana on, ettei liikenneturvallisuustuotteille ole juuri olemassa olevia markkinoita. (Holvad 2007.)

Ihmishengen tilastollista arvoa pidetään välttämättömänä yhteiskunnallisten päätösten optimoimiseksi. Yhteiskunnassamme on useita riskejä, ja koska niiden vähentämiseksi saatavilla olevat resurssit ovat rajallisia, on niiden täydellinen poistaminen mahdotonta. Päätävien tahojen tulisikin toimia mahdollisimman tehokkaasti riskien pienentämiseksi. Sen takia on ensisijaisen tärkeää määrittää rahallinen arvo, jonka yhteiskunta on valmis maksamaan yhden ihmishengen säästämiseksi. (Bellavance ym. 2007.) Maksuhalukkuuskyselyiden perusteella ihmiset ovat valmiita maksamaan suuria summia vähentääkseen ennenaikaisen kuoleman mahdollisuutta (Lindberg 2005).

Kokeelliset arviot ihmishengen tilastollisesta arvosta vaihtelevat eri puolilla maailmaa tehdyissä tutkimuksissa alle 200 000 Yhdysvaltain dollarista 30 miljoonaan dollariin. Olisi kuitenkin tärkeää päästä eroon maiden välillä olevista suurista eroista sekä täsmentää laskennoissa käytettäviä lähestymistapoja. (IMPACT 2008). Aiemmissa EU-projekteissa (mm. UNITE ja INFRAS) ihmishengen tilastolliseksi arvoksi on Euroopassa määritelty keskimäärin 1,5 miljoonaa euroa (arvot vaihtelevat yhden ja kolmen miljoonan välillä riippuen arvotamismenetelmästä ja epävarmuuden vaihteluväleistä). Myös tuoreessa aiheeseen liittyvässä EU-projektissa (HEATCO) suositellaan käyttämään yhden kuolemantapauksen arvona 1,5 miljoonaa euroa mukautettuna kunkin maan asukasta kohti laskettuun bruttokansantuotteeseen. Projektissa johdettiin lisäksi vakavien onnettomuuksien ja lievien onnettomuuksien tilastolliset arvot ihmishengen tilastollisen arvon pohjalta. Vakavien onnettomuuksien arvoksi saatiin 13 % ja lievien onnettomuuksien 1 % ihmishengen tilastollisesta arvosta. (IMPACT 2008.) Käyttämällä kullekin maalle bruttokansantuotteella suhteutettuja ihmishengen tilastollisia arvoja voidaan välttää resurssien virheellinen allokointi. Rikkaampien valtioiden maksuhalukkuus on yleensä suurempi kuin köyhemmillä valtioilla,

3. Kirjallisuuskatsaus

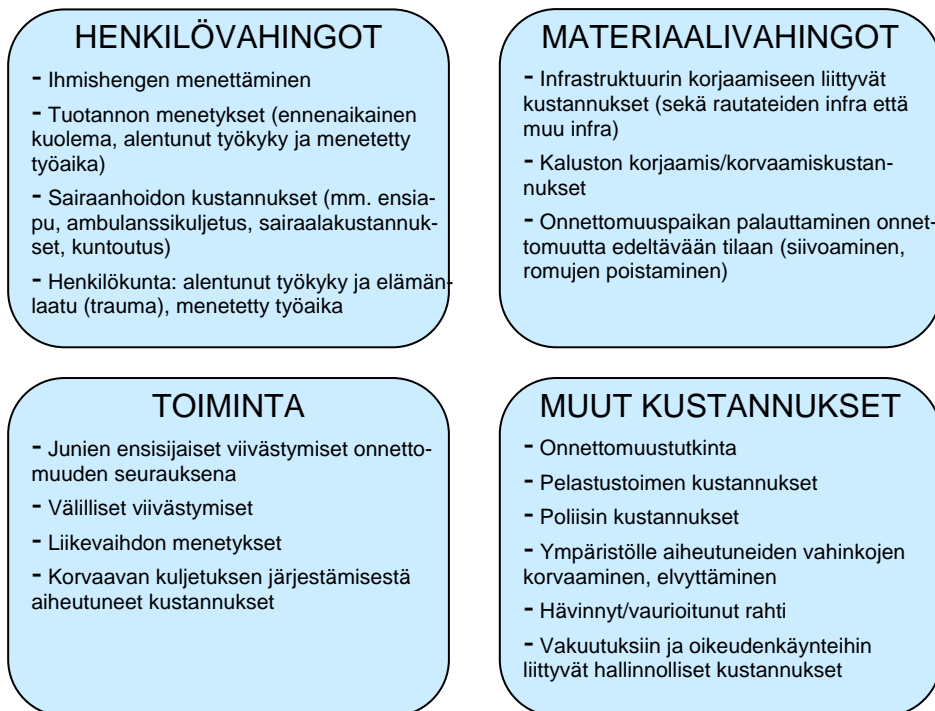
koska marginaalinen hyöty rahojen käyttämisestä johonkin muuhun tarkoitukseen on pienempi. (HEATCO 2006).

Ihmishengen tilastollisen arvon kohdalla suositellaan käyttämään ensisijaisesti kansallisia arvoja yleisten eurooppalaisten arvojen sijaan myös sen takia, etteivät yleiset eurooppalaiset arvot sisällä maksuhalukkuuksien eroja jäsenmaittain. Jos kansallisen tason maksuhalukkuuskyselyiden tuloksia on saatavilla ja ne ovat yhteneväisiä viimeisimmissä tutkimuksissa saatuihin arvoihin, tulisi kansalliset arvot ottaa käyttöön. Toiseksi paras vaihtoehto on käyttää alan parasta osaamista edustavissa maksuhalukkuuskyselyissä kerättyjä arvoja ja ottaa ne käyttöön muokkaamalla arvot tiettyjen metodien mukaan, mikä yleensä tarkoittaa lukujen oikaisemista jokaisen maan osalta asukasta kohti lasketun bruttokansantuotteen suhteessa. (Nellthorp ym. 2001.) (ks. Liite A.) Suomessa Tervosen (1999) tekemät laskelmat edustavat viimeisimpiä Suomea koskevia arvoja. Tervosen ehdottama ihmishengen tilastollinen arvo 1 465 000 €erosi vain vähän EU:n UNITE-projektissa lasketuista arvoista, joissa Suomea koskevaksi ihmishengen tilastolliseksi arvoksi laskettiin 1 540 000 € UNITE-projektissa ihmishengen tilastollinen arvo laskettiin kullekin maalle suhteuttuna asukasta olevaan bruttokansantuotteeseen (käyttäen vuoden 1998 hintoja). (Nellthorp ym. 2001.) Tällä hetkellä Suomessa on yleisesti käytössä Tiehallinnon vuonna 2005 julkaisemien ajokustannusten yksikköarvojen laskennassa käytettävä ihmishengen tilastollinen arvo, joka on tieliikenteelle 1 752 000 €(Tiehallinto 2005).

Ihmishengen tilastollista arvoa on sovellettu lähinnä tieliikenteen onnettomuuksiin, mutta käytännöllisyysyistä sama arvo on yleisesti käytössä myös rautatieliikenteessä. ECTM (European Conference of Ministers of Transport) tuo esille keskustelussaan, että jos arvojen taustalla olevat kyselyt ja analyysit on tehty huolellisesti, maksuhalukkuuskyselyihin perustuvaa ihmishengen tilastollista arvoa voi käyttää eri liikennemuodoille (ECMT 2000). Asiaan löytyy kuitenkin myös eriäviä mielipiteitä ja esimerkiksi Isossa-Britanniassa British Rail käyttää rautatieliikenteessä suurempaa arvoa kuin tieliikenteessä. British Rail perustelee väitettään sillä, että matkustajat ovat valmiita maksamaan enemmän junaliikenteen onnettomuuksien estämisestä, koska matkustajat eivät voi itse vaikuttaa riskin suuruuteen. (Evans 2005.) Tässä tutkimuksessa käytetään samaa ihmishengen tilastollista arvoa tieliikenteen kanssa.

3.3 Yhteenveto kustannuseristä

Edellä esiteltyjen lähestymistapojen lisäksi löytyy myös useita muita tapoja laskea liikenteen onnettomuuskustannuksia. Yhtenä tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää onnettomuuskustannuslaskelmiin sisällytettäviä kustannuseriä. Tämän takia kirjallisuuskatsauksen aikana eri laskentamenetelmissä käytettäviä kustannuskomponentteja on kerätty ja ryhmitelty neljään eri luokkaan (Kuva 1). Ryhmittelyn lähtökohtana on käytetty Australiassa tehdyn tutkimuksen jakoa, jossa onnettomuuskustannukset jaettiin henkilövahinkoihin, materiaalivahinkoihin ja muihin kustannuksiin. Australialaisesta jaottelusta poiketen kuvassa 1 olevassa ryhmittelyssä toimintaan liittyvät kustannukset on erotettu omaksi ryhmäkseen.

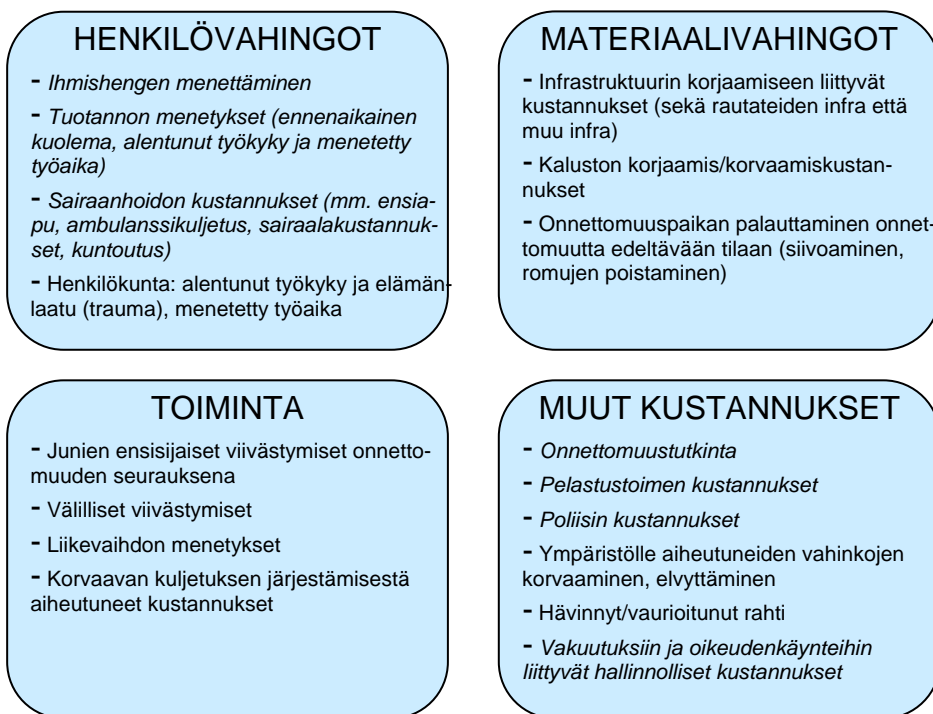


Kuva 1. Rautatieliikenteen onnettomuuskustannukset. Pohjautuu mm. seuraaviin lähteisiin: BTRE 2002, Hiltunen 2006, Trawén ym. 2002, RSSB 2007, Lundström 2008 ja Robinson 2003.

3. Kirjallisuuskatsaus

Tarkempi kustannuskomponenttien selvittäminen auttaa havainnollistamaan onnettomuuskustannusten muodostumista. Tarkkojen laskelmien tekemiseksi on tärkeää, että laskelmiin pyritään sisällyttämään kaikki merkittävät kustannuskomponentit. Tarkoilla laskelmilla ei tässä yhteydessä kuitenkaan tarkoiteta kymmenien eurojen tarkkuutta. Tämä sen takia, että ihmishengen tilastollinen arvo, joka on kyselyihin perustuva arvio, kattaa onnettomuustyyppistä riippuen normaalisti yli 80 % vakavien onnettomuuksien kokonaiskustannuksista. Osa kuvassa olevista kustannuksista katetaan vakuutuksien tai verojen kautta. Las-
kettaessa rautatieliikenteen onnettomuuksista yhteiskunnalle aiheutuvia kokonaiskustannuksia vakuutusten ja verojen vaikutusta ei tule kuitenkaan huomioida.

Kuvassa 2 on esitetty rautatieliikenteen onnettomuuksien kustannuskomponentit kuvan 1 tapaan, joskin yhden henkilövahingon estämisen arvon sisältämät kustannuskomponentit näkyvät kursivoituina.



Kuva 2. Rautatieliikenteen onnettomuuskustannukset. Eurooppalaisessa lähestymistavassa onnettomuuskustannukset on määritetty yhden henkilövahingon estämisen arvon sisältämien kustannusten perusteella, jotka näkyvät kuvassa kursivoituina.

Kuten kuvasta 2 nähdään, jää useita kustannuskomponentteja onnettomuusku-
tannuslaskelmien ulkopuolelle käytettäessä eurooppalaisessa lähestymistavassa
(esim. EU-projekti HEATCO) listattuja arvoja. Esimerkiksi toimintaan liittyvät
kustannukset ja materiaalivahingot ovat tällä hetkellä täysin laskelmien ulkopuo-
lella. Lisäksi henkilövahinkojen ja muiden kustannusten osalta löytyy muutamia
komponentteja, jotka on mahdollista huomioida laskelmissa aiempaa tarkempien
tulosten saamiseksi. Euroopan rautatieviraston uusi säännöstö pyrkiikin osaltaan
sisällyttämään yhden kuolemantapauksen estämisen arvon ulkopuolelle jääviä
kustannuskomponentteja onnettomuusku-
tannuslaskelmiin.

3.4 EU:n vaatimukset

Jäsenmaiden velvollisuus kerätä tietoja yhteisistä turvallisuusindikaattoreista
esiteltiin Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivissä 2004/49/EY (rauta-
tieturvallisuusdirektiivi). Direktiivin mukaan Euroopan rautatievirasto laatii
kaikille jäsenvaltioille yhteisiä turvallisuustavoitteita rautatiejärjestelmän tur-
vallisuuden ylläpitämiseksi ja parantamiseksi (Rautatievirasto 2008). Direktii-
vissä esitettyjen turvallisuusindikaattoreiden (*common safety indicators*) tarkoi-
tuksena on helpottaa yhteisten turvallisuustavoitteiden saavuttamisen arviointia
ja rautateiden turvallisuuden yleisen kehityksen seuraamista sekä yhteisön tasol-
la että jäsenvaltioissa.

Rautatieliikenteen yhteiset turvallisuusmenetelmät (*common safety methods*)
ja -tavoitteet (*common safety targets*) tulee direktiivin mukaisesti ottaa asteittain
käyttöön korkean turvallisuustason säilyttämiseksi ja mahdollisesti myös paran-
tamiseksi. Menetelmien ja tavoitteiden asettamisen tarkoitus on varmistaa turval-
lisuuden korkean tason säilyttäminen ja järkevä parantaminen tarpeen mukaan
(Rautatievirasto 2008). Yhteiset turvallisuusindikaattorit on kuvattu valtioneu-
voston asetuksessa 750/2006 rautatiejärjestelmän turvallisuudesta ja yhteento-
mivuudesta (Finlex 2006).

Viimeisin julkinen aiheeseen liittyvä dokumentti on Euroopan rautatieviraston
suositus rautatieturvallisuusdirektiivin liitteessä 1 olevien turvallisuusindikaatto-
rien ja taloudellisten vaikutusten laskentaan käytettävien menetelmien uudista-
miseksi (ERA/REC/SAF/02-2008) sekä tutkimuksen aikana ehdotuksen pohjalta
hyväksytty direktiivimuutos (Euroopan unioni 2009). Direktiivin mukaan jä-
senmaiden tulee ilmoittaa onnettomuuksissa kuolleiden ja vakavasti loukkaantu-
neiden lukumäärä kerrottuna yhden tällaisen henkilövahingon estämisen arvolla.
Tämän lisäksi jäsenmaiden tulee ilmoittaa onnettomuuksista johtuvista viiväs-

3. Kirjallisuuskatsaus

tymisistä aiheutuvat kustannukset, liikkuvalla kalustolla ja infrastruktuurille aiheutuneiden vahinkojen kustannukset sekä ympäristövahinkojen kustannukset. Nämä arvot on ilmoitettava euroissa kustannusten kokonaismääränä sekä suhteutettuna junakilometreihin. Uuden direktiivin mukaan kansallisten turvallisuusviranomaisten tulee ilmoittaa Euroopan rautatievirastolla valintansa mukaan jokaisen kaikkien onnettomuuksien tai pelkästään merkittävien onnettomuuksien taloudelliset vaikutukset.

4. Onnettomuuskustannuslaskenta ja onnettomuuksien tilastointi Suomessa

4.1 VR-Yhtymä Oy

VR-Yhtymä Oy harjoittaa henkilö- ja tavaraliikennettä Suomessa. Sen tiedot onnettomuuskustannuksista perustuvat valtaosin vakuutusyhtiöiden kautta saatuun tietoihin. Henkilövahinkojen osalta korvauksia maksetaan suorista onnettomuuskustannuksista, joita ovat mm. ihmishengen menettämisestä ja loukkaantumisista aiheutuneet kustannukset sekä onnettomuuksista välillisesti aiheutuneet kustannukset, joita ovat mm. elatusta vaille jääneiden henkilöiden tukeminen ja työkyvyn alenemisesta aiheutuneet kustannukset. Myös onnettomuuksissa kuolleiden omaisille maksetaan joissain tapauksissa korvauksia. Nämä korvataan liikennöitsijän toimintavastuuvakuutuksesta.

Lisäksi onnettomuudesta aiheutuu liikennöitsijälle omaisuusvahinkoja, joiden kohteena voivat olla oma kalusto, kuljetettava tavara tai ympäristö. Myös näissä tapauksissa onnettomuuskustannukset saadaan selville vakuutusten kautta. Onnettomuuksista voi aiheutua kustannuksia myös korvaavien kuljetusten tai liikennehaittojen muodossa. Korvaavien kuljetusten osalta osa kustannuksista laskutetaan Ratahallintokeskukselta ja osa katetaan oman vakuutuksen kautta.

VR-Yhtymä Oy:ssa on vuodesta 1959 lähtien julkaistu vuosittaista tilastoa rautatieliikenteessä sattuneista onnettomuus- ja vauriotapauksista. Tilastoinnissa on tapahtunut muutoksia vuosien varrella mm. vuonna 1985, jolloin pohjoismaisia onnettomuus- ja vaurioilastoja yhdenmukaistettiin, ja vuonna 1993, jolloin tilastoitavien vahinkojen rajaa nostettiin. Vuonna 2002 VR-Yhtymä Oy:ssä otettiin käyttöön koko valtakunnan kattava raportointijärjestelmä (PORA), jonne juna- ja muut turvallisuuspoikkeamat sekä työtaturmat ja muut työhön liittyvät vaaratilanteet ilmoitetaan.

4.2 Ratahallintokeskus

Ratahallintokeskus (RHK) huolehtii Suomen rataverkon ylläpitämisestä, rakentamisesta ja kehittämisestä. Ratahallintokeskuksessa onnettomuuskustannuksiin liittyvää tietoa saadaan tehdyn laskutuksen perusteella. Radanpidosta johtuvien onnettomuuksien kustannukset liikennöitsijä laskuttaa Ratahallintokeskukselta. Esimerkiksi myöhästymisten kustannukset lasketaan korvaavien kuljetusten aiheuttamien kustannusten perusteella. Ongelmana on, että kustannusten selvitysprosessi saattaa kestää jopa vuosia.

Ratahallintokeskus käyttää toteutuneiden onnettomuuksien kustannustietoja hyväkseen mm. uusien hankkeiden suunnittelussa. Hankearvioinneissa tarkoituksena on selvittää kannattavuuslaskelmien avulla hankkeen edullisuus koko yhteiskunnan kannalta.

Ratahallintokeskus julkaisee vuosittaista Suomen rautatietilastoa, joka sisältää rataverkkoa ja rautatieliikennettä koskevia tilastotietoja. Yhtenä osana tilastoa ovat liikenneonnettomuudet, jossa on koottuna rautatieliikenteen onnettomuustapauksia sekä niitä koskevia suhdelukuja. Lisäksi Ratahallintokeskus raportoi tapahtuneista onnettomuuksista rautatieliikenteen tilastointia koskevan asetuksen (2003/91/EY) mukaisesti Eurostatille.

4.3 Rautatievirasto

Rautatievirasto on itsenäinen rataverkon haltijasta ja rautatieliikenteen harjoittajista riippumaton taho, ja se mm. valvoo rautatieliikenteen turvallisuutta. Rautatievirasto toimii yhteistyössä Euroopan rautatieviraston, Euroopan komission ja muiden EU:n jäsenvaltioiden turvallisuusviranomaisten kanssa. Rautatieviraston yhtenä tehtävänä on ilmoittaa Euroopan rautatievirastolle rautatieturvallisuusdirektiivissä (2004/49/EY) määritellyjä tilastotietoja ja tunnuslukuja. Tarvittavat tiedot Rautatievirasto kerää alan toimijoilta, jotka ovat tällä hetkellä VR-Yhtymä Oy ja Ratahallintokeskus. Vuoden 2007 kuolemista ja loukkaantumisista aiheutuneet kustannukset ilmoitettiin Euroopan rautatievirastolle käyttäen samaa ihmishengen tilastollista arvoa kuin tieliikenteessä (1 920 551 € ja 248 839 €) (Tiehallinto 2005). Vuoden 2007 arvot on laskettu päivittämällä vuoden 2005 arvot vuoteen 2007 bruttokansantuotteen muutosta vastaavasti.

Euroopan rautatievirasto on koonnut turvallisuuteen liittyviä tilastotietoja vuodesta 2006 lähtien julkiseen turvallisuustietokantaan (Public database of safety documents). Aiempien vuosien osalta turvallisuustietoa Euroopan unionin jäsen-

4. Onnettomuuskustannuslaskenta ja onnettomuuksien tilastointi Suomessa

valtioiden rautatieliikenteen onnettomuuksista on kerätty Eurostatin rautatieliikenteen tietokantaan (<http://ec.europa.eu/eurostat/>) Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 91/2003 mukaisesti (Euroopan unioni 2003a). Eurostatin tilastoinnissa käytetyt luokat on määritelty komission asetuksessa (EY) N:o 1192/2003 (Euroopan unioni 2003b). Eurostatin tietokannasta on saatavilla koko EU:n kattavia tilastoja rautatieturvallisuudesta vuodesta 2004 alkaen.

5. Kustannusten laskeminen

Seuraavassa on esitetty direktiivissä ehdotetut laskentamenetelmät henkilövahinkojen, myöhästymisten, materiaalihinkojen ja ympäristövahinkojen osalta. Direktiivin mukaan vuosi 2010 on ensimmäinen raportointiajanjakso (Euroopan unioni 2009).

Kaikki kustannukset on ilmoitettava euroissa kustannusten kokonaismääränä sekä suhteutettuna junakilometreihin. Tiedot vuosittaisista junakilometreistä on saatavilla liikennöitsijän tietokannasta, ja ne raportoidaan Suomen rautatietilastossa.

5.1 Henkilövahingot

Henkilövahinkojen osalta jäsenmaiden tulee ilmoittaa onnettomuuksissa kuolleiden ja vakavasti loukkaantuneiden lukumäärä kerrottuna henkilövahingon estämisen arvolla. Yhden henkilövahingon estämisen arvon tulisi perustua kyseisessä maassa tehtyihin maksuhalukkuuskyselyihin ihmishengen tilastollisesta arvosta.

Henkilövahinkojen onnettomuuskustannukset:

= [kuolleiden lukumäärä] x [yhden kuolemantapauksen estämisen arvo] + [vakavasti loukkaantuneiden lukumäärä] x [yhden vakavan loukkaantumisen estämisen arvo]

5.2 Myöhästymiset

Onnettomuuksien johdosta rautateiden käyttäjille (matkustajat ja tavaraliikenteen asiakkaat) aiheutuneet viivästymiset ehdotetaan laskettavaksi seuraavan mallin mukaisesti matkustajajunille:

Matkustajan ajan arvo (€h) määritetään yhtälöstä:

$$VT_{\text{Matkustaja}} = [\text{työmatkalaisten VT}] \times [\text{työmatkalaisten \% per vuosi}] + [\text{ei-työmatkalaisten VT}] \times [\text{ei-työmatkalaisten \% per vuosi}]$$

jossa VT = matka-aikasäästöjen arvo (*value of time*)

– €/matkustaja/tunti

ja tavaraliikenteen junille:

$$VT_{\text{Tavara}} = [\text{tavarajunien VT}] \times [(\text{tonni-km})/(\text{juna-km})]$$

– €/rahtitonni/tunti

Indikaattoreiden laskemiseksi tarvittavia taustatietoja on saatavilla mm. EU-projekti HEATCOsta. Kyseisessä projektissa on laskettu työmatkalaisten ajan arvo (€/matkustaja/tunti) jäsenmaittain vuoden 2002 kustannustasolla (Liite B). Lisäksi projektissa laskettiin ei-työmatkalaisten ajan arvoksi 1/3 työmatkalaisten ajan arvosta. Samassa projektissa laskettiin myös tavaraliikenteen ajan arvo (€/rahtitonni/tunti) jäsenmaittain vuoden 2002 kustannustasolla (Liite C).

Yhden minuutin viivästymisen rahallinen arvo tulee laskea seuraavasti:

Matkustajajunat

$$CM_{\text{Matkustaja}} = K_1 \times (VT_{\text{Matkustaja}}/60) \times [(\text{matkustaja-km})/(\text{juna-km})]$$

Tavarajunat

$$CM_{\text{Tavara}} = K_2 \times (VT_{\text{Tavara}}/60)$$

Tässäkin tapauksessa on mahdollista käyttää hyväksi jo aiemmin laskettuna arvoja ja HEATCO-projektissa tehtyjen laskelmien mukaan kerrottujen arvoiksi suositellaan käytettäväksi: $K_1 = 2.5$ ja $K_2 = 2.15$. HEATCO-projektissa tehtyjen maksuhaluuskyselyiden perusteella viivästysten takia menetetty aika nähdään merkittävästi kielteisempänä kuin normaaliin matkustukseen kuluva aika.

Edellä laskettujen arvojen perusteella voidaan laskea yksittäisen onnettomuuden viivästymiskustannukset seuraavan kaavan mukaisesti:

5. Kustannusten laskeminen

Onnettomuuden viivästymiskustannukset

$$= CM_{\text{Matkustaja}} \times (\text{min viive matkustajat}) + CM_{\text{Tavara}} \times (\text{min viive tavara})$$

Onnettomuuksista aiheutuvien viivästymisten kustannukset tulee laskea kaikille onnettomuuksille, sisältäen sekä merkittävät että ei-merkittävät onnettomuudet. Viivettä laskettaessa tulee ottaa huomioon sekä onnettomuuden vaikutuksen alaisena olevalle rataosalle aiheutunut todellinen viivästymä että muille vaikutuksen alaisena oleville rataosille aiheutunut todellinen viivästymä tai sen arvio.

5.2.1 Tietojen saatavuus

Liikennöitsijän (VR-Yhtymä Oy) myöhästymiset sisältävään tietojärjestelmään kirjataan vain onnettomuudessa mukana olevien junien myöhästymiset. Tällä hetkellä järjestelmästä ei ole mahdollista selvittää toissijaisten myöhästymisten sijainteja ja kestoja, mutta tarpeen vaatiessa myös niiden kirjaaminen onnistuu uusien ohjeistusten avulla. Myöhästymisiä koskeva tietojärjestelmä ei kuitenkaan ole kaiken kattava, koska kaikkia onnettomuuksista aiheutuvia myöhästymisiä ei kirjata järjestelmään. Tämä tapahtuu esimerkiksi joidenkin isompien onnettomuuksien kohdalla (esim. allejäännit ja suistumiset), jolloin koko junaliikenne keskeytetään ja liikenne korvataan linja-autokyydein.

Myöhästymisten osalta järjestelmästä saadaan vuosittaisten ensisijaisten myöhästymisten minuuttimäärä erikseen sekä henkilö- että tavaraliikenteelle. Tällä hetkellä järjestelmän kirjausluokkia ovat: allejäännit ihminen, allejäännit eläimet, tasoristeysonnettomuudet ja muut onnettomuudet. Myöhästymisten keskimääräinen kesto on noin puoli tuntia, ja jos mukaan otetaan vain onnettomuudet, joissa on ihmisiä osallisina, myöhästymisten kesto kasvaa yli tuntiin.

5.3 Materiaalivahingot (kalusto ja infrastruktuuri)

Kalustolle ja infrastruktuurille aiheutuneiksi kustannuksiksi lasketaan onnettomuudessa vahingoittunutta vastaavan kaluston tai infrastruktuurin (sama toiminnallisuus ja tekniset parametrit) hankkimisen kustannukset sekä korjattavissa olevan kaluston tai infran korjaamiskustannukset samaan tilaan, jossa ne olivat ennen onnettomuutta. Nämä kustannukset tulee arvioida rautatieyritysten tai infrastruktuurin haltijan kokemuksen perusteella. Lisäksi kaluston vuokraami-

sesta aiheutuneet kustannukset lasketaan tilanteissa, joissa vaurioitunut kalusto aiheuttaa kalustovajetta.

5.3.1 Tietojen saatavuus

Tiedot kalustolle ja infrastruktuurille aiheutuneiden vahinkojen suuruudesta saadaan selville VR-Yhtymä Oy:n vakuutusten kautta.

5.4 Ympäristövahingot

Ympäristölle aiheutuneiden vahinkojen kustannuksiksi lasketaan kaikki kustannukset, jotka sisältyvät vahingoittuneen maa-alueen palauttamiseen samaan tilaan kuin ennen onnettomuutta. Myös nämä kustannukset tulee arvioida rautatieyritysten tai infrastruktuurin haltijan kokemuksen perusteella. Ympäristövahinkojen alaisuuteen kuuluvat mm. maa-alueen saastuminen nestemäisen, kiinteän tai kaasumaisen aineen seurauksena, onnettomuusalueelle aiheutuneet materiaalivahingot (esim. liikkuvan kaluston kaatamat puut) sekä tulipalot joko rautatien alueella tai sen ulkopuolella (esim. liikkuvan kaluston aiheuttamat tulipalot onnettomuuspaikalla olevissa puissa) (ERA 2008).

5.4.1 Tietojen saatavuus

Myös ympäristövahinkojen osalta onnettomuuskustannukset saadaan selville VR-Yhtymä Oy:n vakuutusten kautta.

6. Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli kartoittaa rautatieliikenteen onnettomuuskustannusten arviointiin käytettäviä menetelmiä, selvittää laskelmiin sisällytettäviä kustannuseriä sekä selvittää onnettomuuskustannusten laskennassa tarvittavien tietojen saatavuus ja hyödynnettävyys. Tutkimuksen tarkoituksena oli saada Suomessa käytössä olevat laskentamenetelmät vastaamaan paremmin uusia EU:n säädöksiä.

Tehdyn kirjallisuuskatsauksen perusteella liikenteen onnettomuuskustannuksia on laskettu sekä useissa EU-projekteissa että kansallisissa hankkeissa. Useimmiten onnettomuuksien kokonaiskustannuksiin on sisällytetty onnettomuuksien suorat ja epäsuorat kustannukset, ihmishengen tilastollinen arvo sekä osalaskelmia onnettomuuksista yhteiskunnalle aiheutuvista kustannuksista. Uusien Euroopan unionin säännösten mukaan tämä ei kuitenkaan ole enää riittävää. Euroopan unionin suosituksen mukaan jäsenmaiden tulee laskea ja ilmoittaa onnettomuuksien yhteiskuntataloudelliset kustannukset. Tämän seurauksena jokaisen jäsenmaan tulee perehtyä tarkemmin onnettomuuksien eri kustannuskomponentteihin ja niiden laskemiseksi tarvittavien tietojen saatavuuteen. Euroopan unionin vaatimusten täyttämisen myötä jäsenmailla on taustatyön tekemisen jälkeen parempi käsitys onnettomuuskustannusten suuruudesta, mikä mahdollistaa entistä tarkempien onnettomuuskustannuslaskelmien tekemisen.

Suomen osalta tilanne näyttää varsin lupaavalta. Rautatiealan toimijoilta näyttää löytyvän valmiudet vastata kiristyvien säädösten vaatimuksiin. Haasteellisimpana asiana tämän tutkimuksen perusteella näyttäisi olevan kustannusten selvitysprosessin kesto. Pahimmillaan kustannusten selvittäminen vakuutuksen ja keskinäisten laskutusten kautta voi kestää vuosia. Euroopan rautatievirastolla on kuitenkin omat aikarajansa tietojen toimittamisen suhteen, joten onnettomuuskustannusten selvitysprosessin nopeuteen tulisi kiinnittää erityistä huomiota. Tässä yhteydessä tulee huomioida, ettei Euroopan rautatievirastolle raportoi-

tavan tiedon tarvitse välttämättä olla tarkalleen sama kuin liikennöijän tai radanpitäjän kirjanpidossa olevan tiedon onnettomuuden seurauksena aiheutuneista kustannuksista. Direktiivissä mainitaan, että onnettomuuden seurauksena aiheutuneista ympäristö- ja materiaalivahingoista voidaan tarkan euromäärän sijaan antaa myös aiempien kokemusten perusteella tehty asiantuntija-arvio.

Euroopan parlamentilta tulevia vaatimuksia ei tulisi nähdä pelkästään rasiitteenä. Kattava tieto onnettomuuskustannusten laskennassa käytettävistä kustannuskomponenteista mahdollistaa rautatieliikenteen turvallisuuden parantamiseksi tehtävien toimenpiteiden hyötyjen paremman arvioinnin. Turvallisuuden parantamiseksi tehtävien toimenpiteiden paremmat hyöty-kustannuslaskelmat auttavat rautateiden toimijoita päättämään, mitkä turvallisuustoimenpiteet ovat tarpeellisia ja miten käytettävissä olevat rahat voitaisiin jakaa mahdollisimman tehokkaasti. Laskelmia voidaan hyödyntää myös yksittäisissä kohteissa, joissa onnettomuuskustannuslaskelmista saaduilla arvoilla voidaan perustella yksittäisen turvallisuustoimenpiteen rakentaminen. Tarkempia hyöty-kustannuslaskelmia voidaan hyödyntää lisäksi myös ratahankkeiden vastaavissa laskelmissa, joissa yhtenä hyötyeränä ovat hankkeen vaikutukset onnettomuuskustannuksiin.

Lähdeluettelo

- Bellavance, F., Dionne, G. & Lebeau, M. (2007). *The Value of a Statistical Life : A Meta-Analysis with a Mixed Effects Regression Model*. Working paper 06-12. Canada Research Chair in Risk Management. Saatavilla Internetissä 12.2.2009. [<http://neumann.hec.ca/gestiondesrisques/06-12.pdf>]
- BTRE. (2002). *Rail accident costs in Australia*. Bureau of Transport and Regional Economics. Report 108.
- ECMT. (2000). European Conference of Ministers of Transport. Conclusions of Round Table 117. 26–27.10.2009. Pariisi. Saatavilla Internetissä 12.2.2009. [<http://www.internationaltransportforum.org/europe/ecmt/roadsafety/pdf/rt117e.pdf>]
- ERA. (2008). Euroopan rautatieviraston 29.11.2008 antama suositus direktiivin (2004/49/EC) liitteen 1 muutokseksi: yhteiset menetelmät turvallisuusindikaattoreissa ja menetelmissä määriteltyjen onnettomuuden taloudellisten vaikutuksien laskemiseksi (ERA/REC/SAF/02-2008).
- ETSC. (1999). *Exposure Data for Travel Risk Assessment: Current Practise and future needs in EU*. European Transport Safety Council.
- Euroopan unioni. (2003a). Neuvoston asetus (EU) 91/2003 rautatieliikenteen tilastoinnista. Euroopan unionin virallinen lehti N:o L 14/1, 21.1.2003.
- Euroopan unioni. (2003b). Komission asetus (EY) 1192/2003 rautatieliikenteen tilastoista annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 91/2003 muuttamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti N:o L 167/13, 4.7.2003.
- Euroopan unioni (2004). Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2004/49/EY yhteisön rautateiden turvallisuudesta sekä rautatieyritysten toimiluvista annetun neuvoston direktiivin 95/18/EY ja rautateiden infrastruktuurikapasiteetin käyttöoikeuden myöntämisestä ja rautateiden infrastruktuurin käyttömaksujen perimisestä sekä turvallisuustodistusten antamisesta annetun direktiivin 2001/14/EY

muuttamisesta (rautatieturvallisuudirektiivi). Euroopan unionin virallinen lehti N:o L 220/16, 21.6.2004.

Euroopan unioni. (2008). Recommendation for the revision of Annex 1 to Directive 2004/49/EC: *common definitions for the CSIs and methods to calculate the economic impacts of accidents (ERA/REC/SAF/02-2008)*. Saatavilla Internetissä 19.12.2008. [<http://www.era.europa.eu/CORE/SAFETY/>]

Euroopan unioni. (2009). Komission direktiivi 2009/149/EY Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2004/49/EY muuttamisesta yhteisten turvallisuusindikaattoreiden ja onnettomuusikutannusten yhteisten laskentamentelmien osalta. Euroopan unionin virallinen lehti N:o L 313/65, 28.11.2009.

Evans. (2005). *Railway risks, safety values and safety costs*. Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Transport, Volume 158, Issue 1, s. 3–9.

Finlex. (2006). Valtioneuvoston asetus N:o 750/2006 rautatiejärjestelmän turvallisuudesta ja yhteentoimivuudesta. 31.8.2006.

HEATCO. (2005). *State-of-the-art in project assessment*. Specific Support Action: Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment. Sixth Framework Programme 2002–2006. Deliverable 2. Saatavilla Internetissä 12.1.2009. [<http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/>]

HEATCO. (2006). *Proposal for Harmonised Guidelines*. Specific Support Action: Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment. Sixth Framework Programme 2002–2006. Deliverable 5. Saatavilla Internetissä 12.1.2009. [<http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/>]

Hiltunen, L. (2006). *Liikenneonnettomuuskustannusten muodostuminen ja kohdentuminen*. Tiehallinnon selvityksiä 50/2006. Helsinki 2006.

Holvad, T. (2007). Valuation of Prevented Casualties. ERA EE Working paper (Draft version). November 2007.

IMPACT. (2008). *Handbook on estimation of external costs in the transport sector*. Produced within the study – Internalisation measures and policies for all external cost of transport – IMPACT. Delft, February, 2008. Saatavilla Internetissä 12.2.2009. [http://ec.europa.eu/transport/sustainable/doc/2008_costs_handbook.pdf]

Lindberg, G. (2005). *Measuring the Marginal Social Cost of Transport*. Research in Transport Economics, Volume 14, s. 155–183.

Lundström, A. (2008). *Accidents to unauthorised persons and suicides*. ERA seminar on trespassers on railway lines and suicides 3.4.2008.

Nellthorp, J., Sansom, T., Bickel, P., Doll, C. & Lindberg, G. (2001). Valuation Conventions for UNITE, UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency) Working Funded by 5th Framework RTD Programme. ITS, University of Leeds, Leeds, April 2001.

[http://www.its.leeds.ac.uk/projects/unite/downloads/D5_Annex3.pdf]

Rautatievirasto. (2008). Toiminta- ja taloussuunnitelma 2009–2012. Rautatieviraston julkaisuja.

RHK. (2000–2007). *Suomen rautatietilasto*. Erillinen julkaisu jokaiselle vuodelle. Helsinki. 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 and 2007. Saatavilla Internetissä 25.2.2009 [<http://www.rhk.fi/tietopalvelu/tilastot/>].

Robinson, B. (2003). *Railway suicide strategy*. Paper to Rail Safety and Standards Board. September 2003.

RSSB, (2007). *Development of the incident cost model*. Rail Safety and Standards Board. A report for the Rail safety and standards board. September 2007. Saatavilla Internetissä 12.2.2009.

[http://www.rssb.co.uk/pdf/reports/research/T682_rpt1_final.pdf]

Tervonen, J. (1999). *Accident costing using value transfers – New unit costs for personal injuries in Finland*. VTT Communities and Infrastructure. VTT Publications 396. Espoo 1999. 99 s. + liitt. 14 s. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/1999/P396.pdf>

Tervonen, J. (2000). Inhimillisten onnettomuuskustannusten arvottaminen. Liikenneministeriön mietintöjä ja muistioita B9/1999. Helsinki, 1999.

Tiehallinto. (2005). Tieliikenteen ajokustannusten yksikköarvot 2005. Helsinki 2005. Saatavilla Internetissä 12.2.2009. [http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100039-v-05tieliikent_ajokustann.pdf]

Trawén, A., Maraste, P. & Persson, U. (2002). *International comparison of costs of a fatal casualty of road accidents in 1990 and 1999*. Accident Analysis and Prevention 34, s. 323–332.

Muut lähteet

Puhelinkeskustelu Egon Blomqvist, VR-Yhtymä Oy 11.9.2009.

Työpajan (16.4.) osanottajat:

Yrjö Poutiainen (VR-Yhtymä Oy)

Kirsi Pajunen (Rautatievirasto)

Pentti Haapala (Ratahallintokeskus)

Anne Silla (VTT)

Liite A: Yhden henkilövahingon välttämisen rahallinen arvo (€2002, factor prices)

Country	Value of safety per se			Direct and indirect economic costs			Total		
	Fatality**	Severe injury	Slight injury	Fatality	Severe injury	Slight injury	Fatality	Severe injury	Slight injury
Austria	1,600,00	208,000	16,000	160,000	32,300	3,000	1,760,000	240,300	19,000
Belgium	1,490,000	194,000	14,900	149,000	55,000	1,100	1,639,000	249,000	16,000
Cyprus	640,000	83,000	6,400	64,000	9,900	400,000	704,000	92,900	6,800
Czech Republic	450,000	59,000	4,500	45,000	8,100	300,000	495,000	67,100	4,800
Denmark	2,000,000	260,000	20,000	200,000	12,300	1,300	2,200,000	272,300	21,300
Estonia	320,000	41,000	3,200	32,000	5,500	200,000	352,000	46,500	3,400
Finland	1,580,000	205,000	15,800	158,000	25,600	1,500	1,738,000	230,600	17,300
France	1,470,000	191,000	14,700	147,000	34,800	2,300	1,617,000	225,800	17,000
Germany	1,510,000	196,000	15,100	151,000	33,400	3,500	1,661,000	229,400	18,600
Greece	760,000	99,000	7,600	76,000	10,500	800,000	836,000	109,500	8,400
Hungary	400,000	52,000	4,000	40,000	7,000	300,000	440,000	59,000	4,300
Ireland	1,940,000	252,000	19,400	194,000	18,100	1,300	2,134,000	270,100	20,700
Italy	1,300,000	169,000	13,000	130,000	14,700	1,100	1,430,000	183,700	14,100
Latvia	250,000	32,000	2,500	25,000	4,700	200,000	275,000	36,700	2,700
Lithuania	250,000	33,000	2,500	25,000	5,000	200,000	275,000	38,000	2,700
Luxembourg	2,120,000	276,000	21,200	212,000	87,700	700,000	2,332,000	363,700	21,900
Malta	910,000	119,000	9,100	91,000	8,800	400,000	1,001,000	127,800	9,500
Netherlands	1,620,000	211,000	16,200	162,000	25,600	2,800	1,782,000	236,600	19,000
Norway	2,630,000	342,000	26,300	263,000	64,000	2,800	2,893,000	406,000	29,100
Poland	310,000	41,000	3,100	31,000	5,500	200,000	341,000	46,500	3,300
Portugal	730,000	95,000	7,300	73,000	12,400	100,000	803,000	107,400	7,400
Slovakia	280,000	36,000	2,800	28,000	6,100	200,000	308,000	42,100	3,000
Slovenia	690,000	90,000	6,900	69,000	9,000	400,000	759,000	99,000	7,300
Spain	1,020,000	132,000	10,200	102,000	6,900	300,000	1,122,000	138,900	10,500
Sweden	1,700,000	220,000	17,000	170,000	53,300	2,700	1,870,000	273,300	19,700
Switzerland	2,340,000	305,000	23,400	234,000	48,800	3,700	2,574,000	353,800	27,100
United Kingdom	1,650,000	215,000	16,500	165,000	20,100	2,100	1,815,000	235,100	18,600

Notes: Value of safety per se based on UNITE (see Nellthorp et al., 2001): fatality €1.50 million (market price 1998 – €1.25 million factor costs 2002); severe/slight injury 0.13/0.01 of fatality; Direct and indirect economic costs: fatality 0.10 of value of safety per se; severe and slight injury based on European Commission (1994).
 * no country specific value available in European Commission (1994), therefore estimated from comparable countries.

** Benefit transfer from EU-value of €1.25 million based on GDP per capita ratios (income elasticity of 1.0).

Lähde: Heatco 2006.

Liite B: Työmatkalaisten ajan rahallinen arvo (VT) (€2002 matkustaja/tunti)

Country	Business		
	Air	Bus	Car, train
Austria	39,11	22,79	28,4
Belgium	37,79	22,03	27,44
Cyprus	29,04	16,92	21,08
Czech Republic	19,65	11,45	14,27
Denmark	43,43	25,31	31,54
Estonia	17,66	10,3	12,82
Finland	38,77	22,59	28,15
France	38,14	22,23	27,7
Germany	38,37	22,35	27,86
Greece	26,74	15,59	19,42
Hungary	18,62	10,85	13,52
Ireland	41,14	23,97	29,87
Italy	35,29	20,57	25,63
Latvia	16,15	9,41	11,72
Lithuania	15,95	9,29	11,58
Luxembourg	52,36	30,51	38,02
Malta	25,67	14,96	18,64
Netherlands	38,56	22,47	28
Poland	17,72	10,33	12,87
Portugal	26,63	15,52	19,34
Slovakia	17,02	9,92	12,36
Slovenia	25,88	15,08	18,8
Spain	30,77	17,93	22,34
Sweden	41,72	24,32	30,3
United Kingdom	39,97	23,29	29,02
EU (25 countries)	32,8	19,11	23,82
Switzerland	45,41	26,47	32,97

Lähde: Heatco 2006.

Liite C: Tavaraliikenteen ajan rahallinen arvo (VT) (€2002 rahtitonni/tunti)

Country	Freight	
	Road	Rail
Austria	3,37	1,38
Belgium	3,29	1,35
Cyprus	2,73	1,12
Czech Republic	2,06	0,84
Denmark	3,63	1,49
Estonia	1,9	0,78
Finland	3,34	1,37
France	3,32	1,36
Germany	3,34	1,37
Greece	2,55	1,05
Hungary	1,99	0,82
Ireland	3,48	1,43
Italy	3,14	1,3
Latvia	1,78	0,73
Lithuania	1,76	0,72
Luxembourg	4,14	1,7
Malta	2,52	1,04
Netherlands	3,35	1,38
Poland	1,92	0,78
Portugal	2,58	1,06
Slovakia	1,86	0,77
Slovenia	2,51	1,03
Spain	2,84	1,17
Sweden	3,53	1,45
United Kingdom	3,42	1,4
EU (25 countries)	2,98	1,22
Switzerland	3,75	1,54

Lähde: Heatco 2006.

Tekijä
Anne Silla

Nimeke
**Rautatieonnettomuuksista aiheutuneiden
kustannusten arviointi**

Tiivistelmä

Tässä tutkimuksessa kartoitettiin rautatieliikenteen onnettomuuskustannusten arviointiin käytettäviä menetelmiä, selvitettiin laskelmiin sisällytettäviä kustannuseriä sekä selvitettiin onnettomuuskustannusten laskennassa tarvittavien tietojen saatavuutta ja hyödynnettävyyttä. Tutkimuksen tarkoituksena oli saada Suomessa käytössä olevat laskentamenetelmät vastaamaan paremmin uusia EU:n säädöksiä, joiden mukaan yhteiskunnalle aiheutuvat onnettomuuskustannukset tulisi sisällyttää entistä paremmin rautatieliikenteen onnettomuuskustannuslaskelmiin. Tiedonhankinnan päämenetelmänä olivat aiheeseen liittyvä kirjallisuuskatsaus ja alan asiantuntijoiden työpaja. Tehdyn kirjallisuuskatsauksen perusteella onnettomuuksien kokonaiskustannuksiin on useimmiten sisällytetty onnettomuuksien suorat ja epäsuorat kustannukset, ihmishengen tilastollinen arvo sekä osalaskelmia onnettomuuksista yhteiskunnalle aiheutuvista kustannuksista. Suomessa rautatiealan toimijoilta näyttää löytyvän valmiudet vastata kiristyvien säädösten vaatimuksiin. Euroopan parlamentilta tulevia vaatimuksia ei tulisi nähdä pelkästään rasisitteena, koska kattava tieto onnettomuuskustannusten laskennassa käytettävistä kustannuskomponenteista mahdollistaa rautatieliikenteen turvallisuuden parantamiseksi tehtävien toimenpiteiden hyötyjen paremman arvioinnin.

ISBN
978-951-38-7558-9 (nid.)
978-951-38-7559-6 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

Avainnimeke ja ISSN
VTT Tiedotteita – Research Notes
1235-0605 (nid.)
1455-0865 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

Projektinnumero
10404

Julkaisu-aika
Tammikuu 2010

Kieli
Suomi, eng. tiiv.

Sivuja
35 s. + liitt. 3 s.

Projektin nimi
Turvallinen liikenne 2025

Toimeksiantajat
A-Katsastus Oy, LVM, Michelin Nordic AB, Neste Oil Oy, RHK, Rautatievirasto, Tiehallinto, VR-Yhtymä Oy, VTT

Avainsanat
rail accident costs, monetary valuation,
economic impact

Julkaisija
VTT
PL 1000, 02044 VTT
Puh. 020 722 4404
Faksi 020 722 4374



Series title, number and
report code of publication

VTT Research Notes 2523
VTT-TIED-2523

Author Anne Silla		
Title Evaluation of rail accident costs		
Abstract This study was designed to investigate the methods used to evaluate rail accident costs, the cost components included in the calculations, and the availability and usability of the required information. The aim was to better harmonize the current accident cost calculations used in Finland with new EU regulations. According to these new regulations, accident costs to society should be better incorporated in rail accident calculations. The main research methods were literature research and a workshop bringing railway professionals from different organisations to the same table. Based on the literature review, the accident cost calculations usually include direct and indirect economic costs, the value of a statistical life and partial calculations of the costs to society. It seems that railway stakeholders in Finland are ready to respond to tightening EU requirements. However, requirements from the European Commission should not be seen merely as a burden, given that comprehensive information on the cost components of rail accident cost calculations enable better evaluation of the benefits induced by different safety measures.		
ISBN 978-951-38-7558-9 (soft back ed.) 978-951-38-7559-6 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		
Series title and ISSN VTT Publications 1235-0605 (soft back ed.) 1455-0865 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		Project number 10404
Date January 2010	Language Finnish, english abst.	Pages 35 p. + app. 3 p.
Name of project Turvallinen liikenne 2025		Commissioned by A-Katsastus Oy, LVM, Michelin Nordic AB, Neste Oil Oy, RHK, Rautatievirasto, Tiehallinto, VR-Yhtymä Oy, VTT
Keywords rail accident costs, monetary valuation, economic impact		Publisher VTT Technical Research Centre of Finland P.O.Box 1000, FI-02044 VTT, Finland Phone internat. +358 20 722 4404 Fax +358 20 722 4374

Tutkimuksessa kartoitettiin rautatieliikenteen onnettomuuskustannusten arviointiin käytettäviä menetelmiä, selvitettiin laskelmiin sisällytettäviä kustannuseriä sekä onnettomuuskustannusten laskennassa tarvittavien tietojen saatavuutta ja hyödynnettävyyttä. Tutkimuksen tarkoituksena oli saada Suomessa käytössä olevat laskentamenetelmät vastaamaan paremmin uusia EU:n säädöksiä, joiden mukaan yhteiskunnalle aiheutuvat onnettomuuskustannukset tulisi sisällyttää entistä paremmin rautatieliikenteen onnettomuuskustannuslaskelmiin. Päämenetelminä olivat kirjallisuuskatsaus ja alan asiantuntijoiden työpaja. Kirjallisuuskatsauksen perusteella onnettomuuksien kokonaiskustannuksiin on useimmiten sisällytetty onnettomuuksien suorat ja epäsuorat kustannukset, ihmishengen tilastollinen arvo sekä osalaskelmia onnettomuuksista yhteiskunnalle aiheutuvista kustannuksista. Suomessa rautatiealan toimijoilta näyttää löytyvän valmiudet vastata kiristyvien säädösten vaatimukseen. Euroopan parlamentin vaatimuksia ei tulisi nähdä pelkästään rasitteena, sillä kattava tieto onnettomuuskustannusten laskennassa käytettävistä kustannuskomponenteista mahdollistaa rautatieliikenteen turvallisuuden parantamiseksi tehtävien toimenpiteiden hyötyjen paremman arvioinnin.