

# Ratahankkeiden arviointiohje

*Päivitetty lokakuussa 2015*





# Ratahankkeiden arviointiohje

Liikenneviraston ohjeita 15/2013

*Kannen kuva: Markku Nummelin*

Verkojulkaisu pdf ([www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi))

ISSN-L 1798-663X

ISSN 1798-6648

ISBN 978-952-255-308-9

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

Liikennejärjestelmä-toimiala

Säädösperusta  
Ratalaki

Korvaa/muuttaa  
Ratainvestointien hankearviointiohje, Ratahallintokeskus 2004  
Liikenneväylien hankearvioinnin yleisohje, Liikennevirasto 2011

Kohdistuvuus  
Liikennevirasto

Voimassa  
15.6.2013

Asiasanat  
ratahankkeet, hankearviointi, vaikutusten arviointi

## Ratahankkeiden arviointiohje

Tällä ohjeella korvataan 17.9.2004 annettu "Ratainvestointien hankearviointiohje". Ohje noudattaa "Liikenneväylien hankearvioinnin yleisohjeessa" esitettyjä periaatteita ja siten tekee sen käytön ratahankkeiden arvioinneissa tarpeettomaksi.

Ohje pitää sisällään arvioinnin laajuuteen ja arvioinnin yksityiskohtiin liittyviä muutoksia.

Ratahankkeiden arviointiohjetta noudatetaan kaikissa Liikenneviraston laatimissa ratainvestointien hankearvioinneissa, jos niille esitetään rahoitusta valtion talousarviosta.

Ylijohtaja



Raimo Tapio

Tekninen johtaja



Markku Nummelin

LISÄTIETOJA  
Harri Lahelma  
Liikennevirasto  
puh. 0295 34 3963

## Esipuhe

Liikennevirasto julkaisi vuonna 2011 uuden Liikenneväylien hankearvioinnin yleisohjeen (Liikenneviraston ohjeita 14/2011), joka korvaa liikenne- ja viestintäministeriön vuonna 2003 julkaiseman ohjeistuksen. Yleisohjeen tarkoitus on tehdä hankkeiden arvioinnit mahdollisimman yhdenmukaisiksi, jotta niiden keskinäinen vertailu olisi mahdollista. Ohjeen periaatteita on noudatettava kaikissa valtion talousarviossa nimettyjen liikenneväyläinvestointien hankearvioinneissa.

Eri liikennemuotoja koskevat hankkeet poikkeavat ominaisuuksiltaan ja vaikutuksiltaan toisistaan, minkä vuoksi tarvitaan myös yksityiskohtaisempaa liikennemuotokohtaista ohjeistusta. Ratainvestointeja koskevan hankearviointiohjeen uudistaminen on tullut ajankohtaiseksi liikenneviraston yleisohjeen päivittämiseen liittyvien muutosten vuoksi. Lisäksi Liikennevirastossa on nähty tarpeelliseksi täydentää ohjeistusta mm. rakentamisen aikaisten vaikutusten, vaikuttavuuden arvioinnin sekä hankkeen seurannan ja jälkiarvioinnin osalta. Uudessa ohjeessa huomioidaan myös paremmin liikennejärjestelmänäkökulma ja ratahankkeiden kytkennät ja vaikutukset muihin liikennemuotoihin. Uusi ratahankkeiden arviointiohje korvaa aikaisemman Ratahallintokeskuksen vuonna 2004 julkaiseman Ratainvestointien hankearviointiohjeen.

Tämän ratahankkeita koskevan ohjeen laatimisen yhteydessä on uusittu myös tiehankkeiden ja vesiväylähankkeiden arviointiohjeet, jotka on julkaistu erillisinä julkaisuina. Kaikkien ohjeiden laatimista on ohjannut Liikenneviraston kokoama ohjausryhmä, johon ovat kuuluneet:

Anton Goebel, pj.	Liikennevirasto
Harri Lahelma	Liikennevirasto
Taneli Antikainen	Liikennevirasto
Jukka Valjakka	Liikennevirasto
Siru Koski	Liikennevirasto
Anna Miettinen	Liikennevirasto
Timo Välke	Liikennevirasto
Matti Kiljunen	Varsinais-Suomen ELY-keskus
Harri Vitikka	Pirkanmaan ELY-keskus

Ohjeet on laadittu Ramboll Finland Oy:ssä, jossa työhön ovat osallistuneet Jukka Riskikartano (projektipäällikkö), Pekka Iikkanen ja Mikko Mukula. Ratahankkeiden arviointiohjeeseen tehdyistä muutoksista on vastannut Pekka Iikkanen.

Helsingissä toukokuussa 2013

Liikennevirasto  
Liikennejärjestelmätoimiala

Ohjetta on päivitetty lokakuussa 2015.

## Sisällysluettelo

1	JOHDANTO .....	7
2	ARVIOINTIKEHIKKO .....	9
2.1	Arvioinnin vaiheet .....	9
2.2	Hanketyypin merkitys .....	11
2.3	Arviointi eri suunnitteluvaiheissa .....	12
2.4	Liikennejärjestelmähankkeet .....	14
3	LÄHTÖKOHTIEN KUVAUS .....	15
3.1	Vertailuasetelma .....	15
3.1.1	Hanke- ja vertailuvaihtoehtojen määrittely .....	15
3.1.2	Maankäytön ja liikennejärjestelmän kehitys eri vaihtoehdoissa .....	18
3.2	Hanke .....	19
3.2.1	Hankkeen lähtökohdat ja tavoitteet .....	19
3.2.2	Hankkeen sisältö ja suunnittelutilanne .....	20
3.2.3	Kustannusarvio ja pitoajat .....	22
3.3	Liikenne-ennusteet .....	23
3.3.1	Henkilöliikenne .....	23
3.3.2	Tavaraliikenne .....	26
4	VAIKUTUSTEN KUVAUS .....	29
4.1	Vaikutusten ryhmittely .....	29
4.2	Vaikutusten arviointi .....	31
4.2.1	Liikenteellinen saavutettavuus ja palvelutaso .....	31
4.2.2	Liikenneturvallisuus .....	31
4.2.3	Maankäyttö ja yhdyskuntarakenne .....	31
4.2.4	Ympäristö .....	31
4.2.5	Vaikutukset ihmisiin .....	32
4.2.6	Vaikutukset julkiseen talouteen .....	32
4.2.7	Muut vaikutukset .....	32
4.2.8	Rakentamisen aikaiset vaikutukset .....	33
4.3	Vaikutusten mittarit .....	33
5	VAIKUTTAVUUDEN ARVIOINTI .....	36
5.1	Yleiset periaatteet .....	36
5.2	Vaikutusakselien määrittäminen .....	36
5.3	Vaikuttavuuden laskenta .....	37
5.4	Vaikuttavuuden havainnollistaminen .....	38
6	KANNATTAVUUSLASKELMA .....	40
6.1	Yleiset periaatteet .....	40
6.2	Laskelman rakenne .....	40
6.3	Tunnuslukujen laskenta .....	41
6.4	Laskelman hyöty- ja kustannuserät .....	42
6.4.1	Investointikustannukset .....	42
6.4.2	Kunnossapidon ja muun väyläpidon kustannukset .....	42
6.4.3	Kuluttajan ylijäämän muutos .....	42
6.4.4	Kuljetuskustannukset .....	44
6.4.5	Tuottajan ylijäämän muutos henkilöliikenteessä .....	44
6.4.6	Onnettomuuskustannukset .....	46

6.4.7	Päästö- ja melukustannukset .....	46
6.4.8	Vaikutus julkistalouteen.....	46
6.4.9	Jäännösarvo.....	46
6.4.10	Rakennusaikaisten vaikutusten tarkastelu.....	47
6.4.11	Transitoliikenteen tarkastelu .....	47
6.5	Yhteenveto .....	47
6.6	Laskentamenetelmät.....	49
6.6.1	Radan kunnossapidon kustannukset .....	49
6.6.2	Henkilöjunien liikennöintikustannukset .....	49
6.6.3	Tavarajunien liikennöintikustannusmallit .....	51
6.6.4	Lipputulot.....	59
6.6.5	Aikakustannukset ja palvelutasohyödyt .....	59
6.6.6	Energiankulutus, päästöt ja päästökustannukset .....	61
6.6.7	Onnettomuudet ja onnettomuuskustannukset .....	63
6.6.8	Liikennemelu ja melukustannukset .....	64
6.6.9	Rakentamisen aikaiset vaikutukset.....	64
6.7	Laskelman herkkyystarkastelut.....	67
7	TOTEUTETTAVUUDEN ARVIOINTI JA PÄÄTELMÄT .....	69
7.1	Toteutettavuuden arviointi .....	69
7.3	Päätelmät .....	70
8	SEURANTA JA JÄLKIARVIOINTI.....	71
8.1	Seurannan ja jälkiarvioinnin suunnittelu .....	71
8.2	Jälkiarvioinnin sisältö .....	71
9	RAPORTOINTI JA DOKUMENTOINTI.....	74
9.1	Hankearvioinnin raportointi .....	74
9.2	Hankearvioinnin dokumentti .....	75
9.3	Jälkiarvioinnin raportointi.....	76
<b>LIITTEET</b>		
Liite 1	Hankearvioinnin sanastoa	
Liite 2	Esimerkki hankevaihtoehtojen vertailusta	
Liite 2	Vaikuttavuuden vakiomittarit	
Liite 3	Junien energiankulutusmallit	
Liite 4	Yleissuunnitelmavaiheen hankearvioinnin yhteenvedon malli	
Liite 5	Ohjeen aikaisempaan versioon nähden tehdyt muutokset	



# 1 Johdanto

Valtion liikenneväyläinvestointien kannattavuusarvioinnin eli hankearvioinnin yleiset periaatteet on määritelty Liikenneväylien hankearvioinnin yleisohjeessa (Liikenneviraston ohjeita 14/2011). Yleisohjeen periaatteita on noudatettava valtion talousarviossa nimettyjen liikenneväyläinvestointien hankearvioinnissa. Yksityiskohtaisempaa arviointiohjeistusta annetaan liikennemuotokohtaisissa tarkentavissa ohjeissa, jotka pohjautuvat yleisohjeeseen.

**Ratahankkeiden arviointiohje** sisältää ratahankkeita koskevan erillisohjeistuksen. Tie- ja vesiväylähankkeista on laadittu vastaavat erillisohjeet.

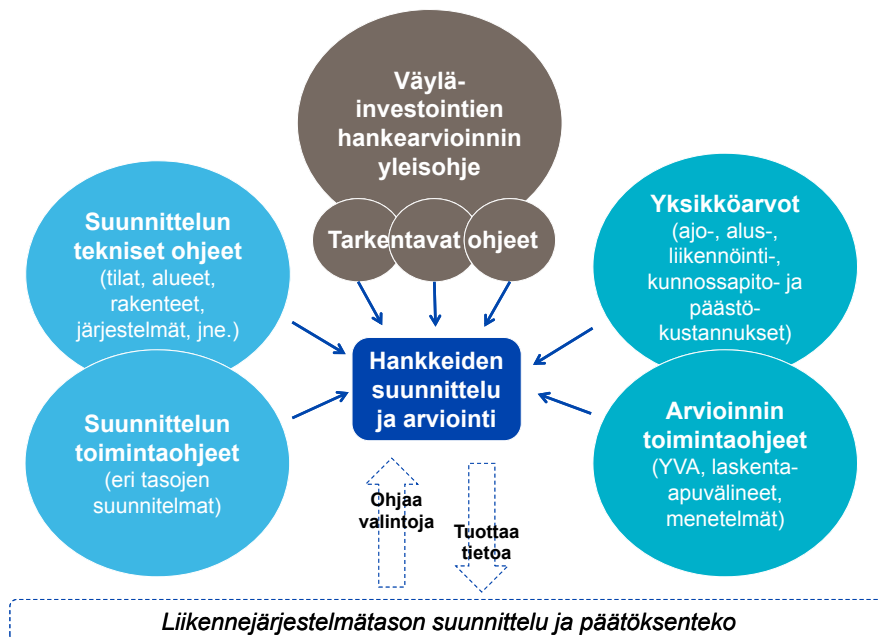
Eri liikennemuotoja koskevat hankkeet poikkeavat ominaisuuksiltaan ja vaikutuksiltaan toisistaan, minkä vuoksi tarvitaan myös yksityiskohtaisempaa liikennemuotokohtaista ohjeistusta. Tässä ohjeessa huomioidaan ratahankkeiden erityispiirteet ja se täydentää Liikenneviraston yleisohjetta käsitellen ratahankkeiden erityiskysymyksiä yleisohjetta yksityiskohtaisemmin.

Hankearvioinnin avulla selvitetään ratahankkeen yhteiskuntataloudellista kannattavuutta, vaikuttavuutta ja toteutettavuutta. Eri hankkeiden yhdenmukaisella arviointimenettelyllä parannetaan päätöksenteon edellytyksiä.

Hankearvioinnin ohella liikenneväyläinvestoinnista on mahdollisesti tehtävä ympäristövaikutusten arviointi (YVA) asiaa käsittelevän lain (468/1994) ja asetuksen (713/2006) mukaisesti. YVA ja hankearviointi ovat rinnakkaisia ja toisiinsa täydentäviä arviointeja.

Uuden yleisohjeen lisäksi päivityksessä on huomioitu uusi tutkimustieto sekä aiemmasta ohjeesta saadut kokemukset. Uudessa ohjeessa huomioidaan myös paremmin liikennejärjestelmänäkökulma ja ratahankkeiden kytkennät ja vaikutukset muihin liikennemuotoihin ja maankäyttöön.

Hankearvioinnin ohjeistus on osa suunnittelu- ja arviointiprosessin ohjeistusta (kuva 1).



Kuva 1. Väyläinvestointien hankearvioinnin yleisohje ja ohjeistus.

**Hankkeiden arvioinnin tarkoitus**

Ratainvestointien hankearviointi on päätöksenteon apuväline ja osa hankkeen suunnittelua. Hankearvioinnilla tuotetaan olemassa olevia aineistoja ja hankearvioinnin yhteydessä tehtyjä arvioita hyväksi käyttäen tietoa ratahankkeiden vaikutuksista ohjelmointi- ja investointipäätösten tausta-aineistoksi sekä maankäytön suunnittelua varten. Kun eri hankkeista saadaan vertailukelpoista tietoa, voidaan edistää yhteiskunnan edun mukaisia päätöksiä. Tällä ohjeella tavoitellaan hankearviointien yhdenmukaisuutta, läpinäkyvyyttä ja toistettavuutta niin, että arvioinnin tekijälle jää myös mahdollisuuksia omaan harkintaan.

**Ohjeen sitovuus ja käyttökohteet**

Ratalain (2007/110) mukaan radan yleissuunnitelmassa on esitettävä selvitys rautatien rakentamisen tai rataverkon kehittämisen tarpeellisuudesta sekä tutkituista vaihtoehdoista, radan liikenteelliset ja tekniset perusratkaisut, rautatiealueen likimääräinen sijainti sekä rautatiealueen ja rautatieliikenteen arvioidut vaikutukset, kuten vaikutukset tie- ja liikenneoloihin, liikenneturvallisuuteen, maankäyttöön, kiinteistörakenteeseen ja ympäristöön sekä ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen. Ratalain mukaan myös ratasuunnitelmaan on liitettävä arviot rautatien vaikutuksista.

Liikenneväylien hankearvioinnin yleisohje on valtion viranomaisia velvoittava hallinnollinen määräys, jonka mukaisia periaatteita tulee noudattaa kaikissa Liikenneviraston ja ELY-keskusten laatimissa liikenneväyläinvestointien hankearvioinneissa, jos niille esitetään rahoitusta valtion talousarviosta.

Ratahankkeiden arviointiohjeen ensisijainen käyttöala on sama kuin yleisohjeella. Ohje on tarkoitettu hankearvioinnin teettäjille ja tekijöille.

Kaikissa ratainvestointien hankearvioinneissa on noudatettava ohjeen kehikkoa, pääperiaatteita ja laskenta-arvoja. Hankekohtaisesti valitaan huomioon otettavat vaikutukset, menetelmät sekä arvioinnin tarkkuus ja laajuus. Tehdyt valinnat perustellaan ja perustelut dokumentoidaan.

**Merkittävimmät muutokset**

Aiempaan ratahankkeita koskevaan ohjeeseen (Ratainvestointien hankearviointiohje, Ratahallintokeskuksen julkaisuja B12, 2004) nähden merkittävimmät muutokset ovat seuraavat:

**Ohjeen kattavuus**

ohjeen kattavuus on laajennettu myös isoihin korvausinvestointeihin, joissa vaihtoehtona on radan sulkeminen

- isoista uus- ja laajennusinvestoinneista on pääsääntöisesti suunniteltava ja arvioitava myös kevennetty suunnitteluvaihtoehto (yleisohjeessa käytetty merkintää O++)
- hankearvioinnin osana esitetään seurannan ja jälkiarvioinnin suunnitelma
- hankkeen vaikuttavuuden arvioinnilta edellytetään yhdenmukaista menetelmää ja esittämistapaa.

**Kannattavuuslaskelma ja laskenta-arvot**

- investointikustannus eritellään teknistaloudellisen pitoajan mukaan, ja jäännösarvo määritetään hankkeen osien pitoaikojen mukaisesti (ilman 25 % kattoa)
- rakentamisaikaiset vaikutukset sekä suunnittelukustannukset arvioidaan ja otetaan huomioon arvioinnissa
- hankkeen ja yhdyskuntarakenteen kehittämisen synnyttämät hyödyt eritellään toisistaan
- aika-, onnettomuus-, päästö- ja melukustannusten yksikköhintaa kasvatetaan laskenta-aikana 1,125 % vuodessa perusvuodesta eteenpäin
- diskonttokorko on 3,5 % (aiemmin 4 %)
- rahamääräisten liikennöintikustannusmuutosten arvottamisessa käytetään verot ja maksut sisältäviä hintoja, ja vastaavat vaikutukset sisältyvät julkisen talouden vaikutuksiin erimerkkisinä
- transitoliikenteen vaikutusten käsittely poikkeaa kotimaan liikenteen vaikutusten käsittelystä
- terminaaleja koskevat investoinnit otetaan huomioon investointikustannuksissa.

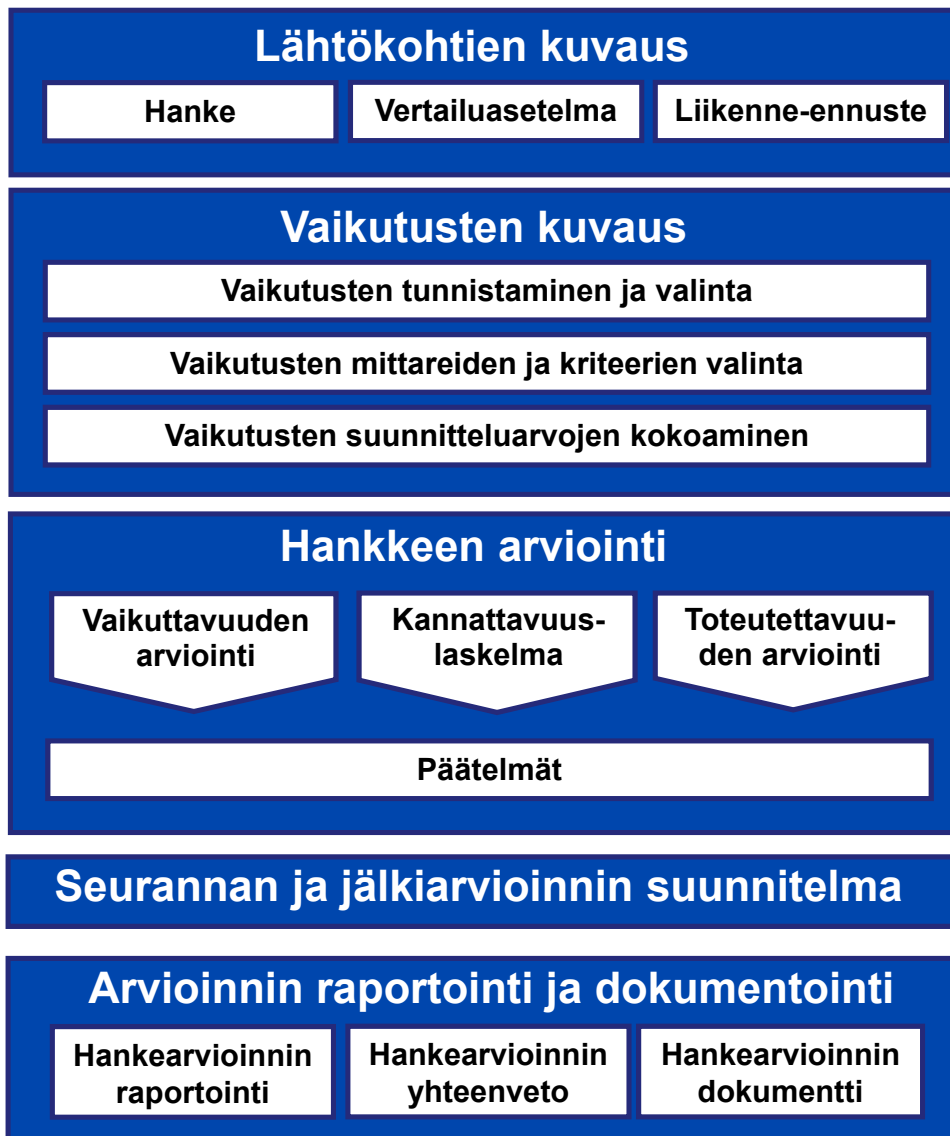
Päivitysversioon tehdyt muutokset on kuvattu liitteessä 5.

## 2 Arviointikehikko

### 2.1 Arvioinnin vaiheet

Liikenneväylien hankearvioinnin päävaiheet ovat kohteen lähtökohtien kuvaus, vaikutusten

kuvaus, hankkeen arviointi, seurannan ja jälkiarvioinnin suunnitelma sekä raportointi ja dokumentointi (kuva 2). Hankkeen arviointi kattaa tällöin vaikuttavuuden arvioinnin, kannattavuuslaskelman, toteutettavuuden arvioinnin sekä päätelmät.



Kuva 2. Liikenneväylien hankearvioinnin kehikko.

#### Lähtökohtien kuvaus

Lähtökohtien kuvauksessa selostetaan hankkeen taustalla olevat liikenteelliset tarpeet sekä ongelmat, joita hankkeen avulla pyritään ratkai-

semaan. Myös hankkeen kytkennät laajempiin kokonaisuuksiin ja tavoitteisiin kuvataan. Hankkeesta kuvataan lisäksi suunnitellut toimenpiteet ja niiden määrä sekä hankkeen kustannusarvio ja suunnittelutilanne.

Vertailuasetelman kuvauksessa esitetään vertailtavat vaihtoehdot ja toimintaympäristön (maankäyttö, liikennejärjestelmä) kuvaus. Liikenne-ennusteen kuvauksessa tuodaan esiin hankkeen ja maankäytön kehittymisen vaikutukset liikenteen kysyntään.

### **Vaikutusten kuvaus**

Hankkeen vaikutusten kuvaukseen valitaan päätöksenteossa merkittävät vaikutukset, joista kuvataan kriteerit, mittarit ja suunnitteluarvot. Vaikutukset kuvataan määrällisesti tai laadullisesti. Osa vaikutustiedoista kootaan hankkeen suunnitelmista ja mahdollisista erilliselvityksistä, ja osin ne tuotetaan hankearvioinnissa. Liikenteelliset vaikutukset kohdistuvat saavutettavuuteen, palvelutasoon ja liikenneturvallisuuteen. Muina vaikutuksina tarkastellaan ympäristövaikutuksia, ihmisiin kohdistuvia vaikutuksia, vaikutuksia yhdyskuntarakenteeseen ja julkiseen talouteen. Lisäksi kuvataan hankkeen vaikutukset väylänpitoon ja rakentamisen aikaiset vaikutukset.

### **Hankkeen arviointi**

Vaikutusten arviointiin kuuluvat vaikuttavuuden arviointi, kannattavuuslaskelma ja toteutettavuuden arviointi. Vaikuttavuuden arviointi on hankkeen eri vaihtoehtojen vertailussa tärkeässä asemassa, koska sen avulla voidaan parhaiten kuvata hankkeen vaikutuksia valittujen merkittävien vaikutusten kannalta ja löytää kokonaisuuden kannalta parhaiten tavoitteita tukeva vaihtoehto. Kun vaihtoehtoja on jäljellä enää yksi, vaikuttavuuden arvioinnilla täydennetään kannattavuuslaskelmaa.

Kannattavuuslaskelmassa tarkastellaan rahassa mitattavia vaikutuksia. Siinä noudatetaan yhteiskuntataloudellisen hyöty-kustannusanalyysin perusteita. Kannattavuuslaskelman tärkeimmät laskentaperusteet (laskenta-ajanjakson pituus, jäännösarvon käsittely ja diskontauksessa käytetty korkokanta) on määritetty hankearvioinnin yleisohjeessa. Kannattavuus-

laskennassa verrataan hankkeen hyödyiksi laskettavia kustannussäästöjä (esimerkiksi matka-aikasäästön arvo) ja haitoiksi laskettavia kustannuslisiä (esim. kunnossapitokustannusten kasvu) hankkeen toteuttamisen edellyttämiin investointikustannuksiin (sisältäen rakentamisen aikaiset korot).

Toteutettavuuden arvioinnissa käsitellään rahoituspäätöksen kannalta huomionarvoisia riskejä sekä suunnittelun ja hallinnollisten prosessien etenemistä.

Tehtyjen analyysien perusteella tehdään hankkeen kannattavuutta koskevat päätelmät sekä arvioidaan, saavutetaanko hankkeelle asetetut tavoitteet ja tulevatko kuvatut ongelmat ratkaistuiksi.

### **Seuranta ja jälkiarviointi**

Hankearviointiin sisältyy hankkeen seurannasta ja jälkiarvioinnin sisällöstä ja ajoituksesta tehtävä suunnitelma. Seurannan tarve, määrä ja kohteet riippuvat hankkeen vaikutusten luonteesta ja merkittävydestä.

Jälkiarviointi voidaan suunnitella hankkeesta riippuen joko suppeampana tai laajempaan. Laaja jälkiarviointi edellyttää yleensä myös ennen hankkeen toteuttamista tehtäviä ”ennen”-tarkasteluja ja mittauksia.

### **Raportointi ja dokumentointi**

Lähtöaineisto, laskentamenetelmät ja tulokset sekä muu aineisto dokumentoidaan riittävän tarkasti arvioinnin läpinäkyvyyden, päivitettävyyden ja toistettavuuden varmistamiseksi. Tärkeimpiä osia ovat vaikuttavuuden arvioinnin ja kannattavuuslaskelman perusteiden ja tulosten kirjaaminen ja kuvaaminen. Arvioinnin tulokset esitetään erillisenä raporttina tai osana suunnitelmaraporttia. Yleissuunnitelmavaiheen hankearvioinnista laaditaan 1–2 sivun mittainen hankekortti.

## 2.2 Hanketyypin merkitys

Hankearvioinnin laajuuteen vaikuttavat hankkeen tyyppi ja koko sekä vaikutusten määrä ja merkittävyys. Merkittäviksi todetut vaikutukset on esitettävä arvioinnissa, vaikka lähtötietojen määrä ja laatu eivät riittäisikään niiden tarkempaan kuvaamiseen.

Pääsääntöisesti hankearviointi tehdään kaikista hankkeista, jotka edellyttävät erillisen rahoituspäätöksen tekemistä liikenne- ja viestintäministeriössä tai valtion talousarviossa.

### Hanketyypit

Radanpidon investoinnit voidaan jakaa korvausinvestointeihin ja kehittämisinvestointeihin. Kehittämisinvestoinnit jaetaan edelleen uus- ja laajennusinvestointeihin.

Tavallisesti hankearvioinnin kohteena on pääosin uus- tai laajennusinvestointi. Pelkän korvausinvestoinnin (peruskorjauksen) hankearviointi on erityistapaus, jossa vertailuvaihtoehtona on tarkasteltavan rataosan palvelutason alentaminen tai sulkeminen liikenteeltä ja mahdollinen purku.

**Uusinvestoinnit** (uuden radan rakentaminen) parantavat rataverkon yhdistävyyttä tai välityskykyä. Rataverkon uusinvestoinnit ovat harvoin toteutettavia hankkeita, joiden vaikutukset voi-

vat olla hyvinkin laajoja ja moninaisia. Uusinvestoinneista laaditaan aina kaikki vaiheet kattava hankearviointi.

**Laajennusinvestoinneilla** parannetaan radan välityskykyä, palvelutasoa, turvallisuutta tai ympäristöä. Laajennusinvestointeja ovat mm. tasoristeysten poistaminen, radan sähköistys, ohitusraiteiden rakentaminen ja uusien liikennepaikkojen ja melusteiden rakentaminen. Laajennusinvestointien vaikutukset kohdistuvat mm. radan liikennöitävyyteen, liikenneturvallisuuteen, liikennöintikustannuksiin ja junaliikenteen päästöihin. Laajennusinvestointien hankearviointi sisältää kaikki hankearvioinnin vaiheet.

**Korvausinvestoinneilla** säilytetään radan rakenteellinen kunto ja liikennekelpoisuus. Hankkeessa väylä tai sen osa rakennetaan lähes uudelleen, nykyisen tekniikan ja laatuvaatimusten mukaiseen tasoon.

Tyypillinen korvausinvestointi on radan perusparannus, jossa radan rakenne uusitaan tai parannetaan. Myös liikenteenhallinnan laitteisiin ja järjestelmiin liittyvät investoinnit määritellään korvausinvestoinneiksi.

Yleensä korvausinvestoinneista ei laadita hankearviointia. Poikkeuksena ovat korvausinvestoinnit, joiden vaihtoehtona on radan sulkeminen liikenteeltä. Tällöin hankearviointi sisältää kaikki vaiheet.

## 2.3 Arviointi eri suunnitteluvaiheissa

Kaikissa suunnitteluvaiheissa tulee olla tietoinen hankkeen vaikutuksista suunnitteluvaiheen määräämässä laajuudessa ja vaihtoehtoja on kyettävä vertailemaan keskenään. Vertailun onnistumiseksi tarvitaan yhtenäiset menettelytavat. Hankkeen arvioinnin tulee olla osa hankkeen muuta suunnittelua ja tehtyjä arviointeja on päivitettävä tarvittaessa suunnittelun edetessä (esim. hankekokonaisuuden, toimenpiteiden tai kustannusarvion muutokset).

Ratahankkeen suunnittelu käynnistetään Liikenneviraston tai sidosryhmien aloitteesta. Yksittäisiä ratahankkeita (esimerkiksi kaupunkiratahankkeita) nousee esille myös liikennejärjestelmäsuunnittelun yhteydessä.

### Ongelman ja hankkeen määrittely

Ratahankkeen suunnittelun alkuvaiheeseen kuuluu ongelmien selvittely, analysointi ja tavoitteiden tarkastelu. Näiden yhteydessä voidaan tehdä erilaisia esiselvityksiä rataosan tai rataverkon suunnitteluun, liikennejärjestelmäsuunnitteluun ja maankäytön suunnitteluun liittyen.

Ratahankkeen suunnittelun eri vaiheisiin sisältyy lukuisia päätöksentekotilanteita, joissa erilaisia vaihtoehtoja joudutaan vertailemaan keskenään. Vaikutusten arviointi on koko hankkeen elinkaaren ajan tärkeä päätöksenteon apuväline. Hanketyypin ohella hankearvioinnin sisältöön ja tarkkuuteen vaikuttaa myös suunnittelun vaihe. Mitä pidemmälle hankkeen suunnittelu on edennyt, sitä tarkemmin voidaan arvioida hankkeen vaikutuksia (kuva 3).

Radan **esisuunnitteluvaiheessa** (esi-, tarve- tai kehittämisselvitys) arvioidaan ratahankkeen tarpeellisuus ja ajoitus, jossa kartoitetaan hankkeen tarpeellisuus, vaihtoehtoiset ratkaisut ja ajoitus. Tässä vaiheessa on erityisen tärkeää, että kaikki mahdolliset ratkaisuvaihtoehdot tunnistetaan. Esisuunnittelusta asti on huolehdittava siitä, että hankkeelle suunnitellaan jär-

kevä vertailuvaihtoehto (ks. tarkemmin luku 3.1) sekä kevennetty investointivaihtoehto (0++).

Esisuunnittelun hankearviointi painottuu hankkeen lähtökohtien, ongelmien ja alustavien vaikutusten kuvaamiseen. Eri vaihtoehtojen tehokkuutta arvioidaan parhaiten vaikuttavuuden arvioinnilla suunnitelmatason tarkkuuden edellyttämällä karkealla tasolla. Olennaista on tietoa siitä, kuinka hyvin hanke ratkaisee alkuperäiset ongelmat, ja ovatko hankkeen alustavasti arvioidut hyödyt sellaisessa suhteessa kustannuksiin, että jatkosuunnittelu on perusteltua. Toteutettavuuden arvioinnilla voidaan joko karsia eri vaihtoehtoja tai muodostaa eri toimenpiteitä yhdistämällä niistä alkuperäisiä vaihtoehtoja toteuttamiskelpoisempia kokonaisuuksia. Kustannusten arviointi ja mahdollinen kannattavuuslaskelma tehdään karkealla tarkkuudella. Hankearvioinnin tuloksia käytetään lähinnä jatkosuunnittelusta päätettäessä. Merkittävät riskit on tunnistettava.

**Yleissuunnittelussa** määritetään radan tai sen osan yleispiirteinen sijainti sekä tekniset ja toiminnalliset ratkaisut niin, että ratkaisujen taloudellinen ja ympäristöllinen toteuttamiskelpoisuus voidaan varmistaa. Mahdollinen YVA-menettely tai muu ympäristövaikutusten arviointi ajoittuu yleissuunnitteluvaiheeseen. Yleissuunnitteluvaiheen hankearviointi sisältää kaikki hanketyypin osalta laadittavat vaiheet.

Yleissuunnittelussa vaihtoehtojen vertailuun tarvitaan sekä vaikuttavuuden arviointia että kannattavuuslaskelmaa. Vaikuttavuuden arvioinnin merkitys korostuu vaihtoehtojen vertailussa. Vaihtoehtojen toteutettavuuden eroja tulee myös arvioida.

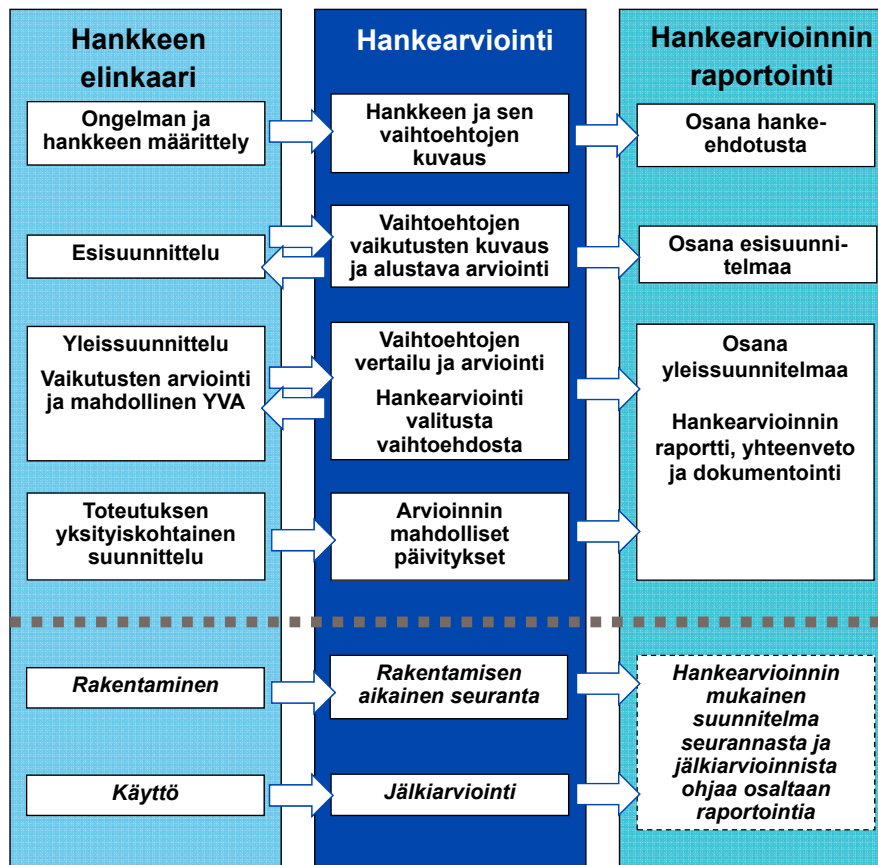
Hankkeen rahoituspäätöstä tukeva hankearviointi tehdään siitä vaihtoehdosta, johon yleissuunnittelussa päädytään. Ratkaisu hankevaihtoehtojen ja kevennetyn vaihtoehdon välillä tehdään tässä suunnitteluvaiheessa. Valitusta vaihtoehdosta laaditaan kaikki vaiheet kattava hankearviointi, joka raportoidaan osaksi yleissuunnitelmaa tai erillisenä raporttina sekä korttimaisena yhteenvetona. Lisäksi arviointi dokumentoidaan.

**Ratasuunnitelman** yhteydessä tarkistetaan yleissuunnitelman mukainen hankearviointi. Hankearviointia on muutettava vastaamaan uusia tietoa. Kustannusarvion muutoksen lisäksi on otettava huomioon hankkeen sisällön mahdollisten muutosten vaikutukset. Hankearvioinnin päivitys on erityisen tärkeää silloin, jos päätöksentekoprosessi hankkeen rahoituksesta on vielä kesken. Muutokset tulee dokumentoida erillisessä muistiossa.

**Rakennussuunnitteluvaiheessa** hankkeen arvioinnista ei päätöksentekoa ajatellen ole enää hyötyä. Sen sijaan jälkiarviointia varten tarvi-

taan tietoa hankkeen kustannusten ja sisällön muutoksista suunnittelun loppuvaiheissa ja rakentamisen aikana.

**Rakentamisen aikana** voidaan hankkeen kokonaisuuteen ja sisältöön tehdä muutoksia, joiden merkitystä hankkeen vaikutuksiin tai kustannuksiin ei hankearvioinneissa ole otettu huomioon. Seurannan ja jälkiarvioinnin avulla varmistetaan myös, että hankkeella on saavutettu suunnitellut tavoitteet, ja että hankkeella ei ole ollut sellaisia vaikutuksia, joihin ei ole osattu varautua hanketta suunniteltaessa.



Kuva 3. Liikenneväyläinvestoinnin hankearvioinnin rooli ja sisältö hankkeen elinkaaren aikana.

## 2.4 Liikennejärjestelmähankkeet

Liikennejärjestelmähankkeella tarkoitetaan tässä yhteydessä hanketta, joka koskee useampaa kuin yhtä liikennemuotoa. Ratahankkeiden näkökulmasta liikennejärjestelmähanke koskee tyypillisesti kaupunkiratahankkeita, eri liikennemuodoista koostuvan kuljetusreitien ketjun kehittämistä tai vähäliikenteisen radan peruskorjausta, kun vaihtoehtona on radan liikenteen lakkaaminen ja muiden kuljetustapojen tai korvaavien reittien käyttö.

Liikennejärjestelmätason suunnittelussa on erityisen tärkeää, että esimerkiksi kaupunkiradan suunnittelu kytkeytyy muun liikennejärjestelmän ja maankäytön suunnitteluun. Liikennejärjestelmätason hankearvioinnissa on arvioitava, minkälaisia eri kulkutapojen välisiä siirtymiä ratahanke aiheuttaa ja miten maankäytön kehittyminen vaikuttaa näihin kysyntämuutoksiin. Kulkutapojen kysyntävaikutuksia arvioidaan joko liikennemalleilla tai kysynnän joustokertoimilla. Kulkutapaa vaihtavien matkustajien hyödyt arvioidaan ns. puolikkaan säännön avulla (luku 6.3.3).

Eri liikennemuodoista koostuvia reittihankkeita ovat esimerkiksi uuden kaivoksen kuljetustarpeiden hoitamisen edellyttämät investoinnit. Tällaisissa hankkeissa kuljetusmäärien kasvu voi edellyttää tie- ja rataverkon ja meriväylien kehittämistä niin, että reitin kapasiteetti on riittävä kasvavalle kuljetuskysynnälle tai reitti saadaan aikaisempaa kilpailukykyisemmäksi. Kuljetusennusteiden laatimisessa sidosryhmähaastattelut ovat keskeisessä roolissa.

Vähäliikenteisen radan peruskorjauksessa vertailuvaihtoehtona on yleensä radan liikenteen lakkauttaminen, jolloin on arvioitava, miten kul-

jetukset tullaan hoitamaan muuttuneessa tilanteessa. Tällöin yhtenä vaihtoehtona voi rautatiekuljetuksen lisäksi olla esimerkiksi tiekuljetus nykyiseen tai johonkin toiseen satamaan.

Liikennejärjestelmähankkeiden arviointi käsittää hankearvioinnin kaikki vaiheet ja niissä noudatetaan samoja periaatteita kuin yksittäisen liikennemuodon hankearvioinnissa. Vaikuttavuuden arvioinnilla voidaan kuvata vaihtoehtojen vaikutusta eri liikennemuotoihin ja vaikuttavuutta tavoitteisiin verrattuna. Kannattavuuslaskelmassa eri liikennemuotojen investointi-, kunnossapito-, kuljetus-, päästö- ja onnettomuuskustannukset määritetään yhdenmukaisilla periaatteilla ja lasketaan lopuksi eri liikennemuotojen osalta yhteen. Rautatie- ja aluskuljetusten laskelmissa käytettävien laskenta-perusteiden ja yksikkökustannusten osalta on noudatettava liikennemuotokohtaisia hankearviointiohjeita.

Liikennejärjestelmähankkeet ovat vaativia arvioitavia ja vertailuasetelman muodostamiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Liikennejärjestelmähankkeiden arvioinnissa voi syntyä myös tilanteita, joissa vertailuvaihtoehtoa ei käytännössä voida määritellä, koska matkojen tai kuljetusten hoitaminen tulevaisuudessa edellyttää niin huomattavia investointeja, että vertailuvaihtoehto on periaatteessa yksi hankevaihtoehtoista (halvin toteutettavissa oleva).

Arvioitaessa liikennejärjestelmähankkeiden kuljetus-, kulkutapa- ja reittimuutoksia on pyrittävä muodostamaan kaikkein todennäköisin vaihtoehto, miten muuttuneessa tilanteessa liikenne tullaan hoitamaan.



## 3 Lähtökohtien kuvaus

### 3.1 Vertailuasetelma

#### 3.1.1 Hanke- ja vertailuvaihtoehtojen määrittely

Ratahanketta suunniteltaessa muodostetaan yleensä useita vaihtoehtoisia ratkaisuja, joita kutsutaan hankevaihtoehdoiksi. Isoissa uus- ja laajennusinvestoinneissa yhden tutkittavan vaihtoehdon tulee olla nk. kevennetty hankevaihtoehto (0++). Hankearvioinneissa hankkeen toteuttamista verrataan aina johonkin vaihtoehtoiseen ratkaisuun, jota kutsutaan tässä ohjeessa vertailuvaihtoehdoksi.

Tärkeimmät hankevaihtoehtoihin liittyvät määritelmät ovat:

- **Hankevaihtoehto:** Toteutetaan yleensä liikennöitävyyden parantamiseksi, esimerkiksi junatarjonnan kasvattamiseksi, nopeuttamiseksi tai kuljetuskustannusten alentamiseksi tehtävät toimenpiteet suunnitellulla tavalla. Hankevaihtoehto voi liittyä myös osana kokonaan uuden alueen tai toiminnon kehittämistä. Eri hankevaihtoehdot erotetaan toisistaan yleensä numero- tai kirjaintunnuksilla.
- **Kevennetty hankevaihtoehto:** Hankevaihtoehtona tarkastellaan myös kevennettyä vaihtoehtoa (yleisohjeessa termi 0++), jossa rataa kehitetään hankevaihtoehtoa selvästi kevyemmällä toimenpiteillä. Esimerkiksi, kun hankevaihtoehtona on rataosan kaksoisraiteen rakentaminen, voi kevennetty vaihtoehto olla rataosan kapasiteettia lisäävien uusien kohtauspaikkojen rakentaminen.

Hankevaihtoehtojen vertailukohdaksi tarvitaan **vertailuvaihtoehto**. Vertailuvaihtoehdon tulee olla mahdollisimman hyvä ja totuudenmukainen arvio tilanteesta, jossa hanketta ei toteuteta. Vertailuvaihtoehto on luonteeltaan ”do minimum” eli siinä tehdään vain välttämätön. Vertailuvaihtoehto ei saa olla korostetun huono eikä korostetun hyvä.

Radan kehittämishankkeiden (uus- ja laajennusinvestoinnit) vertailuvaihtoehto sisältää yleensä kunnossapitoa ja usein myös korvausinvestointeja, joilla varmistetaan radan kunnosta riippuvan liikennöitävyyden säilyminen nykyisellä tasolla. Poikkeuksena ovat radan korvausinvestoinnit, joissa vertailuvaihtoehtona on radan liikenteen lakkaaminen tai liikennöinnin jatkumisen mahdollistava radan tehostettu kunnossapito.

Yleisenä periaatteena on, ettei vertailuvaihtoehtoon saa sisältyä sellaisia rataverkon kehittämistoimenpiteitä, joista ei ole päätöstä. Päätös tarkoittaa, että toimenpide sisältyy valtion budjettiin. Poikkeuksena ovat liikennejärjestelmätason hankkeet, joissa vertailuvaihtoehdon mukaiseen liikennejärjestelmään voidaan kuvata toimenpiteitä, joiden toteuttamisesta on tehty aiesopimus tai jotka suurella todennäköisyydellä tullaan toteuttamaan (ks. luku 3.1.2).

Hanke- ja vertailuvaihtoehdon kuvaamisessa on kiinnitettävä erityistä huomiota myös junatarjonnan tai kuljetusjärjestelmän kehittymiseen. On perusteltava, miksi tietyt operatiivisen toiminnan muutokset ovat hankkeesta riippuvaisia ja miksi ne eivät voisi toteutua infrastruktuurin kehittämisestä riippumatta. Esimerkiksi radan sähköistyshankkeen yhteydessä on arvioitava, voidaanko sähköistyksen mahdollistava operatiivisen toimintamallin muutos saavuttaa myös vertailuvaihtoehdossa uuden, nykyistä tehokamman dieselveturikaluston avulla.

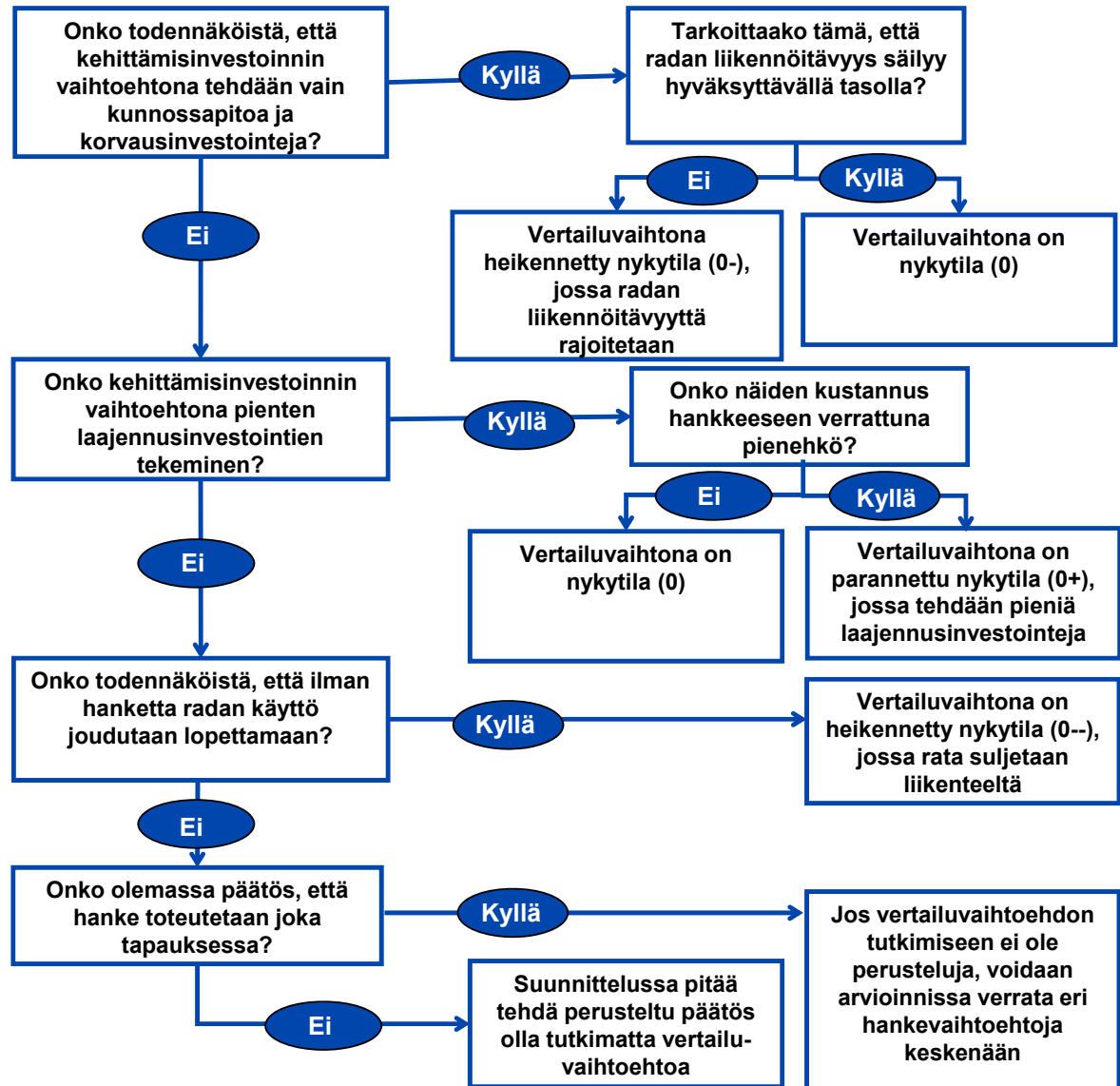
Ideaalitapauksessa vertailuvaihtoehto on suunniteltu hyvin ja voidaan kuvata lähes yhtä tarkasti kuin arvioinnin kohteena oleva hanke. Vertailuvaihtoehdon määrittelyä havainnollistetaan kuvassa 4. Vertailuvaihtoehtona käytetään jotain seuraavista:

- **Heikennetty nykytila (0-):** Hankkeen kohteena olevan radan liikennöitävyyttä rajoitetaan pysyvästi esimerkiksi nopeus- ja painorajoitusten avulla.

- **Nykytila (0):** Hankkeen kohteena oleva infrastruktuuri on nykyisen mukainen täydennettynä päätetyillä kehittämisinvestoinneilla. Väylän liikennöitävyys varmistetaan kunnossapidon ja korvausinvestointien avulla.
- **Parannettu nykytila (0+):** Hankkeen kohteessa tehdään vähäisiä toimenpiteitä esimerkiksi liikenneturvallisuuden parantamiseksi tai ympäristöhaittojen lieventämiseksi. Toimenpiteet voivat olla sellaisia, jotka tehtäisiin joka tapauksessa, tai jotka tehdään vain siinä tapauksessa, että investointihanketta ei toteuteta. Esimerkiksi tasoristeysten poisto voi olla perusteltu radan suuren VAK-liikenteen vuoksi.
- **Radan sulkeminen liikenteeltä (0- -):** huonokuntoisen radan tehostettu kunnossapito lopetetaan, jolloin rata suljetaan liikenteeltä.

Jälkiarvioinnissa toteutettua hanketta vertaillaan ensisijaisesti hankearvioinnin aikaiseen nykytilaan (0-vaihtoehto) ja arvioon sen kehit-

tymisestä. Jos hankearvioinnissa vertailuvaihtoehtona on ollut parannettu nykytila (0+), pyritään jälkiarvioinnissakin vertailemaan vaikutuksia tähän vaihtoehtoon. Koska vaihtoehdon 0+ vaikutuksia on vaikea jälkeenpäin todentaa, joudutaan tällöin suurelta osin tukeutumaan tilanteeseen ennen hankkeen toteuttamista (hankearvioinnin nykytila). Hankkeen suunnittelun aikana vertailtuja, mutta hylättyjä vaihtoehtoja (kevennetty hankevaihtoehto tai muut hankevaihtoehdot) ei jälkiarvioinneissa tarkastella. Tilanteissa, joissa nykyisin ei ole liikenneyhteyttä lainkaan tai se on täysin riittämätön esimerkiksi uusia kuljetustarpeita varten, vertaillaan erilaisia ongelman poistamiseksi suunniteltuja hankkeita keskenään. Nämä hankevaihtoehdot voivat muodostua yhtä liikennemuotoa tai eri liikennemuotoja ja niitä yhdistäviä terminaaleja koskevista toimenpiteistä. Esimerkki kaivoskuljetuksia koskevasta hankevaihtoehtojen vertailusta on esitetty liitteessä 2.



Kuva 4. Hankkeen vertailuvaihtoehdon määrittely.

### 3.1.2 Maankäytön ja liikennejärjestelmän kehitys eri vaihtoehdoissa

Hankkeen vaikutusalueen maankäytön ja liikennejärjestelmän kehittymisestä tehdään mahdollisimman totuudenmukainen arvio kuhunkin vaihtoehtoon.

Hankearvioinnin maankäyttöarvioiden tulee olla linjassa voimassa olevien (tai jo tiedossa olevien tulevien) kaavojen kanssa. Joissakin liikenneväylähankkeissa voidaan pitää todennäköisenä, että maankäyttö kehittyisi eri tavoin eri vaihtoehdoissa. Tällaisissa tapausten hankkearvioinnissa on tärkeintä, että hankevaihtoehdon maankäyttö voidaan määrittellä täsmällisesti ja se on kaavojen mukainen.

Maankäytön sijoittuminen vertailu- tai muissa vaihtoehdoissa voidaan myös osoittaa, jos se on hyvin perusteltavissa.

Liikenneväyläinvestoinnin mahdollinen vaikutus tai kytkentä fyysiseen ja toiminnalliseen yhdyskuntarakenteen tulee esille vertailuasetelmassa. Tyypillisesti kysymys on siitä, että esimerkiksi uuden kaupunkiradan asemien ympäristöön suunnitellaan uutta tai tehostettua maankäyttöä. Tämä vaikutus on otettava huomioon hankkearvioinnissa, jos hankkeen ja uuden maankäytön välillä on selvä syy-seuraussuhde (esimerkki 1).

Mikäli ratahankkeella arvioidaan olevan suoraan tai välillisesti maankäyttömuutosten kautta vaikutusta liikennekysyntään, tarkastellaan hankkeen vaikutuksia seuraavalla tavalla:

1. Lasketaan hankkeen hyöty vertailutilanteen kysynnälle eli ilman liikennejärjestelmän ja maankäytön muutoksen kysyntävaikutuksia.

2. Lasketaan hankkeen liikennejärjestelmämuutoksen aiheuttaman kysyntämuutoksen hyöty puolikkaan säännöllä. Lisäksi lasketaan matkamäärä- ja suoritemuutoksista johtuvat vaikutukset lippu- ja verotuloihin sekä liikenteelliset ulkoisvaikutukset (tavallisesti onnettomuus- ja päästökustannukset).
3. Lasketaan hankkeen ansiosta kasvavan maankäytön synnyttämän kysyntämuutoksen hyöty puolikkaan säännöllä. Lisäksi lasketaan tästä kysyntämuutoksesta johtuvat vaikutukset lipputuloihin. Maankäytön muutoksen liikenteellisiä ulkoisvaikutuksia ei lasketa, koska vaihtoehdoissa on erilainen maankäytön kokonaismäärä.

Liikennejärjestelmän kehittymisen arviossa otetaan huomioon kaikki tekeillä olevat tai tehtäviksi jo päätetyt investoinnit ja muut toimet. Tämän lisäksi voi olla tarpeen harkita muita liikennejärjestelmä- ja muissa suunnitelmissa esiintyviä kohteita. Hankearvioinnissa on otettava huomioon sellaiset kohteet, joiden toteutuminen tai toteuttamatta jättäminen selvästi riippuu tarkasteltavasta hankkeesta. Tämän jälkeen harkitaan tulevat sellaiset hankkeesta riippumattomat kohteet, jotka toteutuessaan kuitenkin vaikuttavat jollain tavoin hankkeen hyötyihin tai kustannuksiin. Hankkeesta riippumattoman liikennejärjestelmän ja maankäytön tulee olla samanlainen kaikissa vaihtoehdoissa.

Hankkeen hyötyjä voidaan tarkastella kahdessa tai useammassa eri ennustetilanteessa, esimerkiksi käyttöönottohetkellä ja 20 tai 30 vuotta sen jälkeen. Ennustetilanteiden välillä hyötyjen voidaan arvioida kehittyvän lineaarisesti, jos maankäytön ja liikennejärjestelmän kehittämis-aikataulusta ei ole muuta uskottavaa arviota.

**Esimerkki 1. Yhdyskuntarakenteen liikenteellisen vaikutuksen määrittäminen liikennemallin matriiseista.**

Ratahankkeilla on usein vaikutuksia maankäytön sijoittumiseen ja määrään. Vaikutus otetaan huomioon hankearvioinnissa siten, että hankevaihtoehdon liikenne-ennusteen pohjana on suurempi maankäyttöluku. Näin ollen osa uuden radan liikenteestä on tästä uudesta maankäytöstä (vertailuvaihtoehtoon nähden lisämaankäytöstä) johtuvaa. Kannattavuuslaskelmassa yhdyskuntarakenteen vaikutuksen hyödyksi lasketaan maankäytön lisäyksestä johtuvan kysynnän kuluttajan ylijäämän muutos (puolikkaan säännöllä). Laskenta etenee vaiheittain seuraavasti (esimerkkinä aikasuoritteiden muutokset):

1. Lasketaan aikasuoritteiden muutos vertailutilanteen kysynnälle (tuloksena on negatiivinen luku, koska aikasuorite pienenee):

$$\text{aikasuorite\_KIINTEÄ} = \text{VEo\_kysyntämatriisi} * (\text{HANKE\_aikamatriisi} - \text{VEo\_aikamatriisi})$$

2. Lasketaan aikasuoritteiden muutos hankkeesta aiheutuvalle kysyntämuutokselle (matkojen suuntautumisen, kuluttavan ja reitin muutokset) vertailutilanteen maankäytöllä:

$$\text{aikasuorite\_LIIKENNEJÄRJESTELMÄMUUTOS} = 0,5 * (\text{HANKE\_kysyntämatriisi\_VEo\_maankäytöllä} - \text{VEo\_kysyntämatriisi}) * (\text{HANKE\_aikamatriisi} - \text{VEo\_aikamatriisi})$$

3. Lasketaan aikasuoritteiden muutos hankkeesta aiheutuvalle maankäytön muutokselle:

$$\text{aikasuorite\_MAANKÄYTTÖMUUTOS} = 0,5 * (\text{HANKE\_kysyntämatriisi\_HANKE\_maankäytöllä} - \text{VEo\_kysyntämatriisi}) * (\text{HANKE\_aikamatriisi} - \text{VEo\_aikamatriisi}) - \text{aikasuorite\_LIIKENNEJÄRJESTELMÄMUUTOS}$$

## 3.2 Hanke

### 3.2.1 Hankkeen lähtökohdat ja tavoitteet

Hankkeen lähtökohtana ovat nykytilannetta ja ennustetilannetta koskevat puutteet ja ongelmat. Tällaisia voivat olla esimerkiksi radan huono kunto, rataosan ruuhkautuneisuus, matkojen ja kuljetusten palvelutason riittämättömyys, yhdyskuntarakenteen hajanaisuus tai rataosan huono liikenneturvallisuus (paljon tasoristeys-onnettomuuksia).

Hankkeen tavoitteiden määrittelyssä on pyrittävä riittävään yksinkertaisuuteen (päällekkäisyyksien välttämiseen), kattavuuteen, tarkkuu-

teen ja ymmärrettävyyteen. Tavoitteistossa erotellaan ensisijaiset ja toissijaiset tavoitteet.

Ratainvestoinnin ensisijaisia tavoitteet liittyvät nykyisen/tulevan liikenteen palvelutason ja kustannustehokkuuden parantamiseen, liikenteen haittojen vähentämiseen sekä alueen liikennejärjestelmän ja maankäytön kehittämiseen (esimerkki 2). Ratahankkeen tavoitteiden kanalta toissijaisia syitä ovat välilliset vaikutukset kuten aluekehityksen tukeminen.

Hankkeen tavoitteet annetaan suunnittelun lähtötietoina tai ne määritellään erillisissä suunnitteluvaiheen mukaan tarkentuviissa suunnitteluperusteissa tai suunnittelun alkuvaiheessa.

**Esimerkki 2. Ratahankkeelle määritellyt suunnittelua ohjaavat tavoitteet.**

Kohde	Tavoite	Priorisointi
<b>Liikenne</b>	Nopeutetaan pitkämatkaista henkilöliikennettä.	Ensisijainen
	Parannetaan kuljetusten kustannustehokkuutta.	Ensisijainen
	Parannetaan henkilö – ja tavaraliikenteen täsmällisyyttä.	Ensisijainen
	Mahdollistetaan junatarjonnan huomattava lisääminen.	Ensisijainen
<b>Turvallisuus</b>	Vähennetään tasoristeysonnettomuuksien määrää puoleen.	Ensisijainen
<b>Ympäristö</b>	Henkilöautoliikenne ja ympäristölle haitalliset päästöt vähenevät.	Ensisijainen
<b>Ihmiset</b>	Terveydelle haitalliset päästöt vähenevät.	Ensisijainen
<b>Yhdyskunta-rakenne</b>	Hanke mahdollistaa yhdyskuntarakenteen tiivistämisen uusien asemien ympäristössä.	Ensisijainen
<b>Alueiden kehittyminen</b>	Seudun houkuttelevuus asuinalueena paranee liikenteen sujuvuuden ja junatarjonnan parantuessa.	Täydentävä
	Seudulta on elinkeinotoiminnalle hyvät yhteydet satamiin, vientiterminaaleihin ja muihin valtakunnanosakeskuksiin.	Täydentävä
<b>Talous</b>	Investointitarvetta tieverkkoon voidaan lykätä	Täydentävä
	Hankkeen rakentamisen kustannukset eivät ylitä 70 M€.	Ensisijainen

### 3.2.2 Hankkeen sisältö ja suunnittelutilanne

Rautatieliikenteen kuljetusjärjestelmä on eri rataosien ominaisuuksista riippuva kokonaisuus. Tämän vuoksi hankkeeseen sisällytetään kaikki ne investoinnit, jotka tarvitaan asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Esimerkiksi tiettyjä kuljetuksia palvelevan rataverkon jatkosähköistyksen täysimääräinen hyödyntäminen voi edellyttää investointeja usealle eri rataosalle. Järkevät hankekokonaisuudet muodostuvat usein vasta vaikutusten arvioinnin perusteella, joten hankearvioinnin alkuvaiheessa tarkasteltavia hankevaihtoehtoja voi olla useita.

Mikäli hankkeelle on asetettu useita tavoitteita, jotka edellyttävät osittain tai kokonaan toisistaan riippumattomia investointeja, voidaan eri tavoitteiden muodostamia kokonaisuuksia arvioida sekä yhdessä tai omina hankevaihtoehtoinaan. Esimerkkeinä erilaisista tavoitteista ovat sähkövoiman hyödyntäminen ja tavarajunien junapituuden kasvattaminen tavaraliikenteessä.

Hankkeen kuvausta tarvitaan sekä arvioinnin aikana siinä tarvittavien tekijöiden määrittelemiseksi että osana koko hankearvioinnin dokumentointia. Hankkeen kuvauksen laajuuteen vaikuttavat hankkeen ominaisuudet ja ympäristö, suunnitteluvaihe ja kytkentä muuhun doku-

mentointiin. Kuvauksessa on kerrottava ne hankkeen ja hankearvioinnin kannalta oleelliset seikat, joita tarvitaan mm. hankkeen esittelyyn sekä hankearvioinnin hyväksyttävyyteen ja toistettavuuteen.

Hankkeesta kuvataan siihen sisältyvät toimenpiteet ja niiden sijainti rataverkolla. Lisäksi voidaan esittää yksityiskohtaisempia ratkaisuperiaatteita ja suunnitelmia (esimerkki 3).

Hankekuvauksessa tuodaan esille myös, miten hanke liittyy laajempaan kokonaisuuteen. Tällaisia kytkentöjä ovat esimerkiksi hankkeen rooli valtakunnallisessa rautatieliikenteen järjestelmässä, alueiden liikennejärjestelmäsuunnitelmissa, hankkeen asema maakuntaohjelmissa sekä hankkeen rooli valtakunnallisissa alueidenkäyttötavoitteissa.

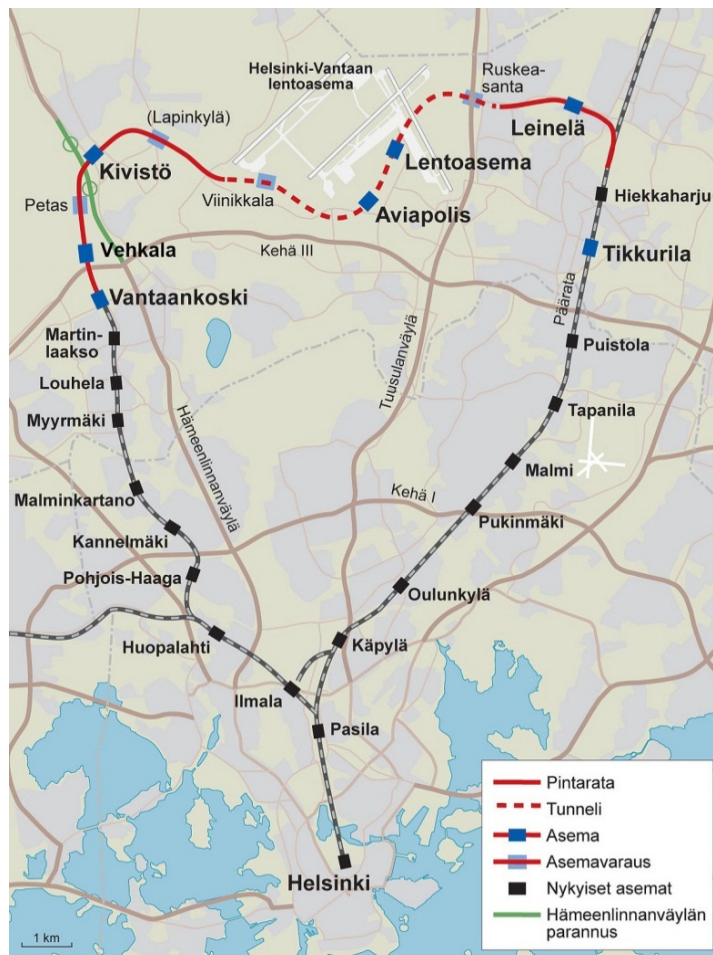
Hankkeesta kerrotaan laaditut suunnitelmat, suunnittelutilanne ja suunnittelussa mukana olleet vaihtoehdot (esimerkki 4). Isoista uus- ja laajennusinvestoinneista tutkitaan useampia hankevaihtoehtoja, joista yhden tulee olla nk. kevennetty hankevaihtoehto. Hankekuvauksessa kerrotaan, millä kriteereillä vaihtoehtoja on tähän hankearviointiin mennessä vertailtu ja millä perusteella on päädytty hankearvioinnin kohteena olevaan hankevaihtoehtoon.

Vaihtoehtojen vaikutukset, niiden vertailussa tehdyt vaikuttavuuden arvioinnit sekä arviot kannattavuudesta ja toteutettavuudesta esitetään ennen valitun vaihtoehdon tuloksia. Hankkeen suunnitteluhistoria kuvataan siinä mitassa kuin arvioinnin kannalta on perusteltua. Hankkearvioinnissa merkityksellisiä ovat tiedot hankkeen toteuttamisen edellyttämistä suunnitelmista ja kaavoista, ympäristövaikutusten arvioinnista, luvista ja niihin rinnastettavista päätöksistä.

Hankkeeseen liittyvät maankäyttöratkaisut voivat niin ikään olla merkittäviä. Kaikki tällaiset asiat on kuvattava sillä tarkkuudella, että hankkeen tarkoitus käy olennaisilta osiltaan selväksi. Lisäksi esitetään arvio siitä, kuinka paljon suunnitteluun ja siihen liittyviin prosesseihin (maankäytön suunnittelu, mahdolliset valitusajat ja -prosessit) tarvitaan aikaa.

**Esimerkki 3. Ratahankkeen (Kehärata) sisällön kuvaus ja sijainti rataverkolla (lähde: Liikennevirasto).**

Kehärata muodostaa 18 km pitkän joukkoliikenteen tärkeän runkoyhteyden lentoaseman kautta pääradan ja Vantaankosken radan välille. Rata on kaksiraiteinen lähiliikenteen kaupunkirata, jolla kulkee ainoastaan henkilöliikennettä. Hanke sisältää viisi uutta asemaa. Lisäksi on kolme asemavarausta. Liikennöinti kehäradalla aloitetaan heinäkuussa 2015. Kehärata on oleellinen osa pääkaupunkiseudun kaupunkirataverkkoa, jonka tavoitteena on parantaa koko seudun joukkoliikennetarjontaa. Rata yhdistää seudun asuin- ja työpaikka-alueet ja on samalla raideyhteys Helsinki-Vantaan kansainväliselle lentoasemalle. Kehärata tuo raideliikenteen piiriin uusia alueita Vantaalla ja liityntäliikenne mahdollistaa raideliikenteen hyödyntämisen kauempaakin Uudeltamaalta. Kehärata vähentää linja-auto- ja henkilöautoliikenteen tarvetta ja niiden aiheuttamia ympäristöhaittoja sekä edistää siten EU:n ilmastopoliittisia tavoitteita.



**Esimerkki 4. Ratahankkeen suunnittelussa tutkitut vaihtoehdot ja valinnan perustelut.**

Rataosan kehittämisen tavoitteena on turvata huonokuntoisen radan liikenteen jatkuminen, mahdollistaa henkilö- ja tavaraliikenteen tarjonnan lisääminen, matkustajaliikenteen nopeuttaminen ja tavarajunaliikenteen kustannustehokkuuden parantaminen. Tavoitteena on mahdollistaa henkilöjunaliikenteen tarjonnan kasvattaminen kahdella junaparilla ja tavaraliikennettä kuudella junaparilla vuorokaudessa. Ratahankkeen suunnittelussa on tutkittu seuraavia vaihtoehtoja:

- Vertailutilanne (0+): Vertailuvaihtoehto vastaa nykytilannetta, jossa henkilöjunien suurin sallittu nopeus on 140 km/h ja tavarajunien 80 km/h. Radan suurin sallittu akselipaino on 22,5 tonnia. Radan päällysrakenne on huonossa kunnossa ja vaatii 193 M€:n korvausinvestoinnit.
- Hankevaihtoehto A (maksimi/tavoite): Henkilöjunien suurin sallittu nopeus on 200 km/h ja tavarajunien suurin sallittu akselipaino 25 tonnia (100 km/h). Hankevaihtoehto edellyttää radan päällysrakenteen uusimista, radan oikaisuja, siltojen ja pehmeikköjen vahvistamista, tasoristeysten (20 kpl) poistoa ja kaksoisraiteen rakentamista koko osuudelle. Investointikustannus on noin 700 M€.
- Hankevaihtoehto B: Henkilöjunien suurin sallittu nopeus on 200 km/h ja tavarajunien suurin sallittu akselipaino 22,5 tonnia (80 km/h) koko välillä. Hankevaihtoehto sisältää päällysrakenteen uusimisen, ratalinjan oikaisuja, tasoristeysten poiston ja kaksoisraiteen rakentamisen koko osuudelle. Investointikustannus on noin 540 M€.
- Hankevaihtoehto C (ns. kevennetty vaihtoehto): Henkilöjunien suurin sallittu nopeus 160 km/h ja tavarajunien suurin sallittu akselipaino on 22,5 tonnia (80 km/h). Kevennetty vaihtoehto edellyttää kahden lyhyen kaksoisraideosuuden rakentamista, kaikkien tasoristeysten poistoa ja päällysrakenteen uusimista. Investointikustannus on noin 350 M€.

Vaihtoehtojen vertailussa kriteereinä käytettiin vaihtoehtojen arvioitua vaikutusta henkilö- ja tavaraliikenteen tarjontamahdollisuuksiin (junamääriin), matkustajien aikasäästöihin sekä vaihtoehtojen investointikustannusten suuruutta. Tarkasteluissa havaittiin, että nykyiseen tasoon korjaaminen (0+) mahdollistaisi henkilöliikenteen lisäämisen vain yhdellä junaparilla, mutta tavaraliikenteen kasvu ei olisi lainkaan mahdollista. Koko yhteysvälin kattava kaksoisraide vaihtoehtoissa A ja B mahdollistaisi tavoitteena olevan henkilö- ja tavarajunatarjonnan kasvattamisen. Vaihtoehdossa C lyhyet kaksoisraideosuudet mahdollistaisivat henkilöjunaliikenteen tarjonnan kasvattamisen tavoitteen mukaisesti, mutta tavarajunaliikennettä voitaisiin lisätä vain kahdella junaparilla ilman merkittäviä tavarajunien ei-kaupallisten pysähdysten aiheuttamia viiveitä.

Asetetut tavoitteet saavutetaan parhaiten vaihtoehtoissa A ja B. Vaihtoehdon C junatarjontaa kasvattava vaikutus, matkustajajunaliikennettä nopeuttava ja tavaraliikenteen kustannustehokkuutta parantava vaikutus on muita vaihtoehtoja selvästi vähäisempi. Hankevaihtoehdoksi valittiin B, jonka investointikustannukset ovat merkittävästi A-vaihtoehtoa pienemmät. Vaihtoehto C päätettiin ottaa kevennettynä vaihtoehtona jatkotarkasteluun.

### 3.2.3 Kustannusarvio ja pitoajat

Hankkeen rakentamiskustannukset määritetään suunnittelun yhteydessä ja hankearvioinnissa ne eritellään toimenpideryhmittäin. Suunnittelukustannukset (yleissuunnittelun jälkeiseltä osaltaan) arvioidaan ja esitetään omana kustannuseränä. Käytettyä hintatasoa vastaava indeksi (esim. MAKU 2010 = 100) ja sen pisteluku on aina mainittava. Kustannukset esitetään verottomana (ilman arvolisäveroa) (esimerkki 5).

Kannattavuuslaskentaa varten rakentamiskustannukset on aina tarvittaessa muunnettava maarakennuskustannusindeksin avulla samaan

hintatasoon, missä arvioinnissa käytettävät yksikköarvot on määritetty.

Kunnossapitokustannusten arviointia sekä jäänösarvon määrittämistä varten hankeosakokonaisuuudet (liikenneväylät, sillat, sähköjärjestelmät jne.) pitää eritellä osiinsa teknistaloudellisen pitoajan perusteella. Pitoajan määrittämisessä on otettava huomioon fyysinen kulumisen, joka ajan kuluessa tapahtuu muun muassa sään ja liikennekuormituksen seurauksena. Teknisten järjestelmien pitoaika voi myös olla fyysistä kulumista lyhyempi, jos niiden palvelutasovaatimukset muuttuvat ajan myötä.



Liikenneväylien eri osien pitoajoissa voi perustellusti olla suuriakin tapauskohtaisia eroavaisuuksia. Huomattava osa ratahankkeen kustannuksista kohdistuu tavallisesti sellaisiin osiin, joiden pitoaika on korkeintaan 40 vuotta. Tätä pidempiä pitoaikoja käytettäessä on erikseen perusteltava, miten ja miksi kyseinen hankkeen osa säilyy teknisesti ja taloudellisesti käyttökelpoisena 40 vuoden jälkeen. Pisimmät pitoajat ovat tyypillisesti silloilla, tunneleilla ja alusrakenteilla (taulukko 1).

Mikäli hankkeen tai sen osan pitoaika on alle 30 vuotta, otetaan tarvittava korvausinvestointi huomioon kannattavuuslaskelman investointikustannuksissa.

Taulukko 1. Ratahankkeissa käytettäviä pitoaikoja (v)

Kohde	Pitoaika
Alusrakenne	50
Päällysrakenne	30
Sillat ja rummut	50
Tunnelit	50
Sähköistysjärjestelmät	30
Turvallitteet	30
Tasoristeysten poisto ml. tiejärjestelyt	30
Melusuojaukset	30

Esimerkki 5. Ratahankkeen (peruskorjaus ja tason osto) kustannusarvion erittely.

Toimenpide	Kustannus (M€)	Pitoaika (v)
Päällysrakenne	50,7	30
Sillat ja rummut	20,3	50
Turvallitteet	10,4	30
Lisäraiteet	5,6	50
Tasoristeysten poisto ml. tiejärjestelyt	5,5	30
Suunnittelu	3,1	
Rakentamiskustannukset yhteensä	103,7	
Maanlunastus- ja korvauskustannukset	2,0	
<b>Hanke yhteensä</b>	<b>105,7</b>	

MAKU-indeksi 137 (2000=100).

## 3.3 Liikenne-ennusteet

### 3.3.1 Henkilöliikenne

Ennusteita tarvitaan rataverkon junatarjonnan ja matkustajamäärien kehityksestä koko tarkastelujakson ajalta. Ennusteet laaditaan hankkeen vaikutusalueelle. Lisäksi hankkeissa, jotka aiheuttavat kulkutapojen välisiä siirtymiä, tarvitaan ennusteet muista kulkutavoista junaan siirtyvien matkustajien määristä ja arviot siirtyvien matkojen pituuksista.

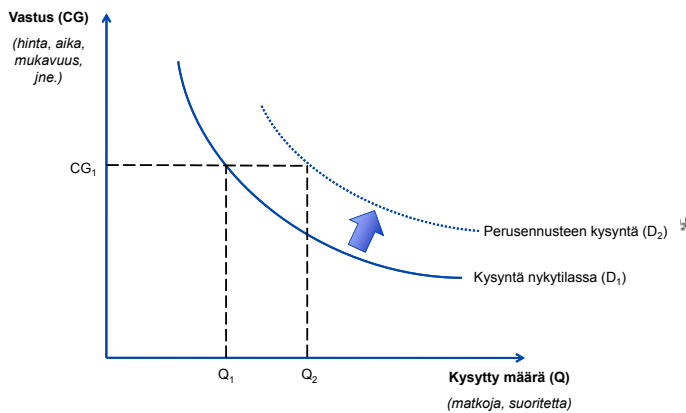
Ennusteiden lähtökohtana ovat nykyiset matkustajamäärät rataosittain sekä keskeiset juna- ja matkojen kysyntään liittyvät taustanennusteet ja muut toimintaympäristön kehitykseen liittyvät muutokset. Ennusteiden lähtökohtana ei saa olla liikenteen hinnoitteluun, viisumivapautteen yms. vaikuttavia tekijöitä, joista ei ole poliittisia päätöksiä.

Ennusteiden laatimisessa on kiinnitettävä huomiota siihen, että junatarjonta on koko laskenta-ajanjakson tasapainossa kysynnän kehittymisen kanssa. Kysynnän ennustettu kasvu edellyttää yleensä junatarjonnan lisäämistä laskentajakson aikana.

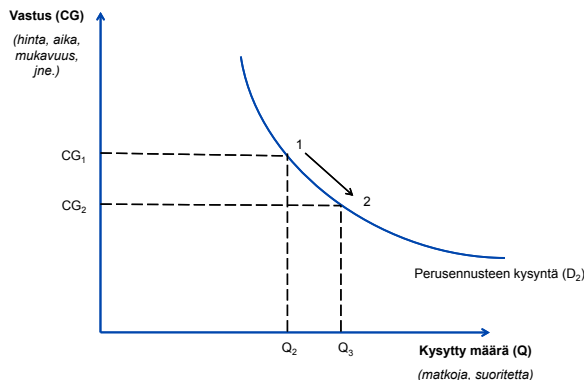
Ennusteissa eritellään hankkeesta riippumattoman junatarjonnan ja matkojen kysyntä hankkeen aiheuttamista tarjonnan ja kysynnän muutoksista. Tavallisesti asetelma on sellainen, että liikenteen kysynnän perusennuste kuvaa vertailuvaihtoehdon mukaista kysyntää. Kaupunkiseutujen hankkeissa hankevaihtoehdolle laaditaan oma kysyntäennuste, jossa otetaan huomioon hankkeen vaikutus junatarjontaan ja maankäytön kehitykseen. Valtakunnallisissa tarkasteluissa hankevaihtoehdon vertailuvaihtoehdon maankäytöt ovat yleensä samanlaiset. Hankkeen vaikutus on hankevaihtoehdon ennusteen ja perusennusteen välinen erotus (esimerkki 6).



### Esimerkki 6. Liikenteen perusennusteen ja hankkeen kysyntävaikutuksen eroista.



Vaikutusalueen liikenteen kysynnän peruskasvu syntyy muun muassa väestön ja työpaikkojen määrän ennakoitusta kasvusta. Jos liikenteen määrä (Q) esitetään yleistetyn matkavastuksen (CG) funktiona oheisen kuvan tavoin, niin liikenteen peruskasvu ilmenee siinä kysyntäkäyrän siirtymisenä oikealle ( $D_1 \Rightarrow D_2$ ). Tämän seurauksena liikennemäärä kasvaa ( $Q_1 \Rightarrow Q_2$ ).



Hanke vaikuttaa vaikutusalueen asukkaiden ja yritysten kokemaan matkavastukseen (P). Hanke parantaa palvelutasoa ja siten alentaa matkavastusta ( $CG_1 \Rightarrow CG_2$ ). Tästä parannuksesta hyötyvät ne, jotka vertailuvaihtoehdossakin käyttäisivät hankkeen kohteena olevaa väyläpalvelua ( $Q_2$ ). Lisäksi matkavastuksen alentaminen lisää liikenteen kysyntää ( $Q_2 \Rightarrow Q_3$ ).

### Vertailuvaihtoehdon kysyntäennuste

Vertailuvaihtoehdon mukaisessa perusennusteessa määritetään ns. kiinteä liikenteen kysyntä ottamatta huomioon hankkeen vaikutusta matkojen ja kuljetusten suuntautumiseen ja kulkutapaan.

Perusennuste sisältää hankkeesta riippumattomien toimintaympäristön muutosten (mm. maankäyttöä ja liikennejärjestelmää koskevat) kysyntävaikutukset. Tämän ennusteen perusteella määritetään ns. nykyisten matkustajien saavuttama hyöty.

### Hankevaihtoehdon kysyntäennuste

Hankevaihtoehdon osalta arvioidaan seuraavat hankkeen kysyntävaikutukset vertailuvaihtoehdon mukaiseen perusennusteeseen nähden:

1. Määritetään hankkeen liikennejärjestelmämuutoksen aiheuttama kysyntämuutos, jota tarvitaan muista kulkutavoista siirtyvien matkustajien hyödyn (kuluttajan ylijäämän

muutoksen arviointi), lipputulojen kasvun (tuottajan ylijäämän muutoksen arviointi) sekä liikenteen ulkoisia kustannuksia ja valtion verokertymiä koskivien muutosten arviointiin.

2. Määritetään hankkeesta aiheutuvan maankäytön lisäyksen vaikutus liikenteen kysyntään. Myös tätä kysyntämuutoksen arviota tarvitaan muista kulkutavoista siirtyvien matkustajien hyödyn (kuluttajan ylijäämän muutoksen arviointi), lipputulojen kasvun (tuottajan ylijäämän muutoksen arviointi) sekä liikenteen ulkoisia kustannuksia ja valtion verokertymiä koskivien muutosten arviointiin. Tämä hankkeen aiheuttaman mahdollisen maankäytön lisäyksen huomioon ottaminen koskee vain kaupunkiseutujen hankkeita..

### Ennusteen aikajänne

Ajallisesti ennusteiden pitää ulottua suunnitteluhetkestä hankkeen tarkastelujakson loppuun. Hankkeen hyötyjä voidaan tarkastella

kahdessa tai useammassa eri ennustetilanteessa, esimerkiksi käyttöönottohetkellä ja 20 tai 30 vuotta sen jälkeen. Ennustetilanteiden välillä hyötyjen voidaan arvioida kehittyvän lineaarisesti, jos maankäytön ja liikennejärjestelmän kehittämissaikataulusta ei ole muuta uskottavaa arviota.

### Ennustemenetelmät

Henkilöliikenteen ennusteiden lähtökohtana voidaan käyttää Liikenneviraston julkaisemia rataosakohtaisia matkustajamäärätietoja.

Ennusteiden laatimiseen valitaan hankkeen ja arviointitilanteen luonteeseen sopiva menetelmä. Henkilöliikenteessä tapahtuvien kysyntämuutosten laajuus ja määrä on riippuvainen hankkeen tyypistä. Kysyntämuutosten laatimisen kannalta ratainvestoinnit voidaan jakaa kahteen pääryhmään, joita ovat:

- Pienet laajennusinvestoinnit, joilla on vähäinen merkitys henkilöliikenteen palvelutasoon ja kysyntään.
- Merkittävät laajennusinvestoinnit ja uusinvestoinnit, joilla on suurempi merkitys henkilöliikenteen palvelutasoon ja kysyntään.

Henkilöliikenteen kysynnän kannalta merkitykseltään vähäisiä laajennusinvestointeja ovat hankkeet, jotka eivät vaikuta oleellisesti matk aikoihin tai junatarjontaan. Sen sijaan uusinvestoinnit ja laajennusinvestoinnit, jotka mahdollistavat junaliikenteen selkeän palvelutason parantamisen, vaikuttavat junamatkojen määrään. Mikäli vertailuvaihtoehdossa suunniteltu junatarjonnan lisääminen ei ole mahdollista, on aina arvioitava, voidaanko junaliikenteen kysynnän kasvu mahdollistaa lisäämällä vaunuja

nykyisiin juniin (ei lisätä junatarjontaa). Tämä voi liikenteen tuottajan ylijäämän kannalta olla edullisempi keino kuin junatarjonnan kasvattaminen. Junien pidentämismahdollisuus on tarkistettava mm. asemien laituripituuden osalta.

Pienissä hankkeissa, joilla ei ole vaikutuksia kulkutapojen väliseen kysyntään, käytettävät kysynnän arviointimenetelmät voivat olla varsin yksinkertaisia. Kaukoliikenteen osalta lähtökohtana voidaan käyttää esimerkiksi junaliikenteen pitkän aikavälin yleisennusteita (kasvukertoimia) tai valtakunnallisia verkkoennusteita.

Liikennemalleja tulisi käyttää erityisesti hankkeissa, joilla on laajoja kulkutapajakaumaa koskevia kysyntävaikutuksia. Tällaisia hankkeita ovat mm. kaupunkiratahankkeet ja nopean rataverkon laajennushankkeet. Tehtäessä ennuste seudullisella liikennemallilla, mallin pohjana ovat yleensä parhaat arviot maankäytön kasvusta, liikenteen suuntautumisesta ja myös kulkumuodon valinnasta (taulukko 2).

Joustokertoimien käyttö soveltuu myös hankkeisiin, joilla on vaikutuksia kulkutapojen väliseen kysyntään. Joustokerroin kuvaa, kuinka paljon esimerkiksi rautatieliikenteen suhteellinen kysyntä muuttuu, jos jokin rautatieliikenteen ominaisuus muuttuu esimerkiksi yhden prosentin. Kysyntäjouston suuruus ilmaistaan kertoimen avulla. Esimerkiksi matka-ajan jousto -0,8 tarkoittaa, että liikenteen kysyntä kasvaa 0,8 prosenttia, kun matka-aika lyhenee yhdellä prosentilla.

Taulukko 2. Henkilöliikenteen ennustemenetelmän valinta ja maankäyttömuutosten huomioon ottaminen ennusteissa.

Hankkeen tyyppi	Hankkeen tyypillisiä liikenteellisiä vaikutuksia	Suosittelvat ennusteen laatimismenetelmät	Maankäytön muutosten huomioon ottaminen
Pienet laajennusinvestoinnit	Ei oleellisia vaikutuksia (vähäinen matka-ajan muutos)	Pitkän aikavälin valtakunnallinen verkkoennuste (junatarjonta ja matkustajamäärät)	Mahdollista maankäytön muutosta ei tarvitse erikseen arvioida
Merkittävät tasonostohankkeet kaukoliikenteessä	Matka-ajan lyheneminen, junatarjonnan kasvu, vaihtotarpeen vähentyminen	Valtakunnalliset henkilöliikenteen virtamallit ja joustokertoimet	Ennustettu aluerakenteen ja maankäytön muutos otetaan huomioon liikenteen yleisen kysynnän ja hankkeesta aiheutuvan siirtyvän liikenteen ennustamisessa.
Kaupunkiradat ja muut lähiliikenteen kehittämishankkeet	Junatarjonnan kasvu, bussitarjonnan väheneminen, matka-ajan lyheneminen, uusien liikennepaikkojen avaaminen	Seudulliset ennustemallit	Hankkeen mahdollinen vaikutus maankäyttöön otetaan huomioon siirtyvän liikenteen ja kokonaan uuden liikenteen määrien arviointia varten.

### 3.3.2 Tavaraliikenne

Ratahankkeilla on harvoin merkittävää vaikutusta kuljetustapojen väliseen työnjakoon. Poikkeuksen muodostavat hankkeet, jotka mahdollistavat sellaiset rautatiekuljetukset, jotka radan ruuhkaisuuden ja kapasiteettipulan vuoksi on hoidettava muilla kuljetustavoilla. Ratahanke voi olla edellytys myös uuden kaivoksen avaamiselle ja sen kuljetustarpeiden hoitamiseksi. On kuitenkin huomattava, että radan tavaraliikennettä voidaan lähes aina lisätä ilman kapasiteetti-investointeja, jos junien painoa ja pituutta voidaan kasvattaa. Tällöin myös kuljetuskustannukset tonnia kohti alenevat.

Tavaraliikenne-ennusteet esitetään yleensä kuljetettavien tavaratonniin ja junien määrinä. Laajasti koko junakuljetusten järjestelmään vaikuttavissa hankkeissa tarvitaan myös yksityiskohtaisia ennusteita mm. ratapihatoimintojen tarpeen kehittymisestä.

Tavaraliikenne-ennusteiden ajallinen tarkkuusvaatimus vaihtelee huomattavasti tarkasteltavien vaikutusten ja niiden laajuuden mukaan. Tonnimäärät esitetään yleensä vuosittaisina määrinä. Sen sijaan junamääräennusteiden ajallinen tarkkuusvaatimus vaihtelee tuntitaso tarkkuudesta vuositaso tarkkuuteen. Tarkimmat ennusteet tarvitaan liikenteen toimivuustarkasteluja varten.

### Tonniennusteet

Käytettävät tonniennusteet perustuvat noin viiden välein laadittavaan Liikenneviraston valtakunnalliseen tavaraliikenne-ennusteeseen ja Liikenneviraston vuosittaisiin kuljetusmäärätilastoihin, joissa on esitetty kuljetetut nettotonnit rataosittain. Ennuste voidaan laatia myös hankekohtaisesti, mikäli radan kuljetuskysyntään vaikuttavissa tekijöissä on odotettavissa merkittäviä muutoksia, joita rataverkon tavaraliikenne-ennusteessa ei ole otettu huomioon. Tällaisia muutostekijöitä voivat olla esimerkiksi päätös tuotantolaitoksen lakkautuksesta, päätös tuotantolaitosinvestoinnista tai pysyvä muutos tuotantolaitoksen raaka-ainevirroissa. Tapauskohtaiset ennusteet laaditaan nykyisiin tavaravirtatietoihin, sidosryhmähaastatteluihin (kuljetusasiakkaat ja liikennöitsijät) ja toimintaympäristön muutoksenäkymiin perustuen. Ennusteen lähtökohtana ei saa olla liikenteen hinnoitteluun (esim. tiemaksut) yms. tekijöitä, joista ei ole poliittisia päätöksiä. Hankkeen toteuttamisesta hyötyvien sidosryhmien arvioihin tulee kuitenkin ennustetta laadittaessa suhtautua kriittisesti.

### Junamääräennusteet

Junamääräennusteet perustuvat tonnimääräennusteisiin, jotka muutetaan tavarajuniksi joko nykyisiin junapainoihin tai arvioituun junapai-

nojen kehitykseen perustuen. Junapainojen arvioinnissa tulisi mahdollisuuksien mukaan ottaa huomioon konkreettiset suunnitelmat, asiakkaan tarpeet (mm. kuljetusten määrä ja frekvenssivaatimukset), veturikaluston kehitys sekä infrastruktuurin reunaehdot (rataverkon sähköistys, liikennepaikkojen ja tuotantolaitosten raidepituudet ja akselipainorajoitukset).

Yleisenä pyrkimyksenä on hyödyntää veturin maksimaalista vetokykyä, mikä sähköveturin ja raskaan dieselveturin osalta tarkoittaa noin 2000 tonnin bruttopainoa, jolloin junan nettopaino on 1350–1400 tonnia. Veturin maksimiveto-kykyä ei voida kuitenkaan aina hyödyntää tavaravirtojen ohuuden ja frekvenssivaatimusten vuoksi. Tavoitteeseen päästään parhaiten itäisessä yhdysliikenteessä, jossa junia joudutaan yleensä lyhentämään rajanylityspaikalla Venäjän junapituuksille riittämättömien liikennepaikkojen raidepituuksien vuoksi. On myös huomattava, että kotimaan liikenteen markkinoille voi tulla uusia rautatieyrityksiä, joiden toimintatavat vaikuttavat myös junapainojen kehitykseen.

Koska hankearvioinnissa tarkastellaan 30 vuoden pituista tulevaisuuden aikajännettä, on junien nettopainojen kehityksessä otettava huomioon myös veturien kehitys. Nykyiset dieselve- turit ovat tulossa käyttöikänsä päähän ja ne on korvattava uusilla dieselve- tureilla. Uusien dieselve- turien teho ja vetokyky eivät välttämättä vastaa nykyisten veturien ominaisuuksia.

Muutettaessa vuotuisia nettotonneja vuotuisiksi junamääräksi voidaan olettaa, että paluusuun- nassa vaunut ovat ilman lastia. Rataosan vuo- tuinen junatarjonta (junaparien määrä) saadaan jakamalla ennustettu vuotuinen nettotonnimää- rä junien nettojunapainoilla. Molempien kul- kusuuntien junamäärien summa saadaan ker- tomalla lastisunnan junamäärät kahdella (esi- merkki 7).

### Ratapihojen toimintoja koskevat ennusteet

Laajasti koko kuljetusjärjestelmään vaikuttavis- sa hankkeissa tarvitaan ennusteita myös ratapi- hoilla tapahtuvien toimenpiteiden kehittymises- tä. Hankkeilla voi olla vaikutusta esimerkiksi ve- turien vaihtojen tarpeeseen (sähköistyshank- keet), junien kääntötarpeisiin (kolmioraide- hankkeet) sekä junarunkojen lyhentämis- ja pi- dentämistarpeisiin (mm. liikennepaikkojen ke- hittämishankkeet).

Ratapihojen toimintoja koskevat ennusteet pe- rustuvat junamääräennusteisiin. Toimintojen tarvetta arvioitaessa on otettava huomioon ve- tokaluston ja tavaraliikennejärjestelmän kehi- tys. Esimerkiksi dieselapumoo- tteilla varustet- tujen sähkövetureiden käyttöönotto tulee vai- kuttamaan veturien vaihtotarpeeseen, kun sa- malla veturilla voidaan hoitaa kuljetus perille asti (dieselapumoo- torit eivät kuitenkaan mah- dollista pitkiä vetomatkoja). Vastaavasti vaunu- jen käsittelytarvetta ratapihoilla arvioitaessa on otettava huomioon trendi, jossa siirrytään vau- nuryhmäkuljetuksista suoriin junakuljetuksiin.

**Esimerkki 7. Tonnimääraisten tavaravirtojen ennustaminen ja muuttaminen junamääräksi.**

Rataosan nykyinen liikenne muodostuu raakapuukuljetuksista ja teollisuuden tuotekuljetuksista. Raakapuukuljetusten vuotuiseksi määräksi ennustetaan metsäyhtiöiden arvioihin perustuen 0,8 milj. tonnia ja teollisuustuotteiden kuljetusmääräksi teollisuuden esittämien arvioiden pohjalta 0,6 milj. tonnia. Radan vaikutusalueella on suunnitteilla rautakaivos, jonka vuotuinen kuljetusmäärä ennustevuonna on kaivosyhtiön esittämän arvion mukaan 1,2 miljoona tonnia vuodessa. Ennustevuoden kuljetusmäärä on siten yhteensä 2,6 milj. tonnia.

Raakapuukuljetuksissa käytettävän junien keskimääräinen nettopaino on 1320 tonnia ja teollisuustuotteiden kuljetuksissa 1100 tonnia. Kaivosyhtiön mukaan malmikuljetuksissa tullaan käyttämään 43 vaunun mittaisia junia ja vaunuja joiden taarapaino on 20 tonnia ja kuormapaino 70 tonnia. Junan nettopaino kuormasuunnassa on tällöin 3010 tonnia.

Tavarajunien määräksi saadaan alla olevan taulukon mukaisesti 1646 junaparia (3292 junaa) vuodessa eli keskimäärin noin 32 junaparia (64 junaa) viikossa.

Junatyyppe	Mt/v	junan nettopaino (t)	junaparia/v
Raakapuukuljetukset	0,8	1 320	606
Tuotekuljetukset	0,6	1 100	545
Malmikuljetukset	1,2	3 010	399
<b>Yhteensä</b>	<b>2,6</b>		<b>1 550</b>

## 4 Vaikutusten kuvaus

### 4.1 Vaikutusten ryhmittely

Ratahankkeiden arvioinnin näkökulma on yhteiskuntataloudellinen. Tämä tarkoittaa sitä, että tarkastelun kohteena ovat kaikki hankkeen merkitykselliset vaikutukset riippumatta siitä, mihin ne kohdistuvat ja millaisia ne ovat. Tämä on yleissääntö sekä tarkasteltavien vaikutusten valintaan että vaikutusalueen rajaukseen. Valtakunnan rajat ylittävien vaikutusten osalta otetaan huomioon vain ne vaikutukset, jotka (tavalla tai toisella) kohdistuvat Suomen asukkaisiin sekä Suomessa toimiviin yrityksiin ja muihin yhteisöihin.

Vaikutuksia tarkastellaan rakentamisen aikana sekä hankkeen liikenteelle avaamista seuraavan 30 vuoden aikana. Tarkasteltavista asioista pyritään aina esittämään:

1. nykytila
2. vertailuvaihtoehdon tila ennustetilanteissa
3. hankevaihtoehtojen tila ennustetilanteissa
4. hanke- ja vertailuvaihtoehtojen erot ennustetilanteissa eli vaihtoehtojen vaikutukset.

Ennustetilanteina on yleensä perusteltua esittää liikenteelle avaamisvuoden lisäksi yksi tai kaksi ajallista poikkileikkausta riippuen mm. siitä, onko liikenteen kysynnässä ennustettu merkittäviä muutoksia tarkastelujakson aikana. Vaikutukset kuvataan määrällisesti aina kun se on mahdollista. Mikäli määrällistä tietoa ei ole saatavissa, kuvataan vaikutukset laadullisesti ja tehdään ne luokittelun avulla arvioitaviksi.

Vaikutustietojen lähteinä ovat hankkeen suunnitteluaineisto, mahdollinen ympäristövaikutusten arviointi (YVA) ja mahdolliset erillisselvitykset. Usein keskeistä vaikutustietoa tuotetaan hankearvioinnin yhteydessä esimerkiksi liikenteellisin analyysin.

Tarkasteluun tulee sisällyttää kaikki ne vaikutukset, joilla on merkitystä päätöksenteossa eli suunnitteluvaihtoehtojen valinnassa, investointien priorisoinnissa ja toteutus päätöksissä. Vaikutusten tunnistamisen tarkistuslistana ja vaikutusten ryhmittelyn lähtökohtana voi käyttää taulukon 3 mukaista ryhmittelyä.

Vaikutusten ryhmittely voi vaihdella hankkeittain. Kuvattavien vaikutusten ja niiden mittareiden määrää ei ole rajoitettu Ratahankkeissa tarkasteltavat vaikutukset valitaan tapauskohtaisesti. Yleensä tarkastellaan seuraavia vaikutuksia:

- vaikutukset liikenteelliseen saavutettavuuteen ja palvelutasoon
- vaikutukset liikenneturvallisuuteen
- vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen
- vaikutukset ympäristöön
- vaikutukset ihmisiin
- vaikutukset julkiseen talouteen (taulukko 3).

Taulukko 3. Ratahankkeiden vaikutusten tarkistuslista ja vaikutusten arvioinnissa käytettäviä mittareita.

Vaikutus-alue	Vaikutusalueen osatekijät	Vaikutuksen kohteita	Eräitä hankearvioinnissa esiintyviä mittareita
Liikenteellinen saavutettavuus ja palvelutaso	Liikkumisen mahdollisuudet	Yhteyksien olemassaolo Yhteyden käytön rajoitukset ja esteet	
	Yhteyksien toimivuus	Matka-aika: Nopeus, matkan pituus	Aikasuorite, aikakustannus, matkasuorite
		Liikkumisen sujuvuus: Puutteellisen palvelutason ja häiriöiden aiheuttamat viivytykset	Aikasuorite, aikakustannus
		Junien vuorotiheys	Vuorojen määrä
		Liityntäyhteydet	Vuorojen ja linjojen määrä
		Matka-ajan ennustettavuus ja liikenteen häiriöherkkyys	Junien täsmällisyys, viivytysten määrä
	Liikkumisen mukavuus	Junan vaihtotarve	Vaihtojen määrä ja kesto
		Matkustajainformaatio	
		Oheispalvelujen saatavuus	
	Liikkumisen ja kuljettamisen kustannukset	Matkalipun hinta	Lippukustannukset
Kuljetuskustannus		Liikennöintikustannukset	
Liikenneturvallisuus	Tasoristeysonnnettomuudet	Kuolemat ja loukkaantumiset	Henkilövahinkojen määrä, onnettomuuskustannus
	Siirtyvän liikenteen onnettomuudet	Kuolemat ja loukkaantumiset	Henkilövahinkojen määrä, onnettomuuskustannus
Ympäristö	Luonnonympäristö	Maa, vesi, ilma, elollinen luonto, luonnonvarat	Liikenteen kasvihuonepäästöjen määrä, pohjavesisuojausten määrä
	Rakennettu ympäristö	Viher- ja virkistysalueet ja -reitit, kaupunki- ja taajamakuva, kulttuurimaisema, kulttuurihistoriallisesti arvokkaat kohteet	Hiukkaspäästöjen määrä
Ihmisiin kohdistuvat vaikutukset	Terveys, viihtyisyys, elinolot	Melu, ilman laatu, liikuntamahdollisuudet, tunne elinympäristön turvallisuudesta	Melulle altistuneiden määrä, melukustannus
		Terveydelle haitalliset päästöt	Terveydelle haitallisten päästöjen määrät, päästökustannukset
	Toimintojen saavutettavuus	Keven liikenteen yhteydet, väylien estevaikutus, esteettömyys	
Yhdyskuntarakenne	Maankäyttö	Vaikutusalueen maankäyttösuunnitelmien toteutuminen tai toteutumisedellytykset	Väestö- ja työpaikkamäärä, rakennusoikeuden määrä
Talous	Välittömät taloudelliset vaikutukset	Kustannukset kotitalouksille	Lippukustannukset
		Vaikutukset julkishallinnon keräämiin veroihin, maksuihin ja maksamiin subventioihin	Ratamaksut, polttoaineverot, junaliikenteen ostot (subventiot)
		Vaikutukset kuljetustoimintaa harjoittavien yritysten menoihin ja tuloihin	Liikennöintikustannukset, lipputulot,
		Kustannukset yrityksille	Liikennöintikustannukset (kuljetuskustannukset)
	Väylänpidon menot, taloudellisuus, tehokkuus ja tuottavuus	Investointien ja kunnossapidon menot	
Välilliset taloudelliset vaikutukset	Suorat ja epäsuorat vaikutukset tuotantoon ja työllisyyteen, syrjäytymisvaikutukset (verovarojen käyttötarve, ulkoisvaikutukset)		



## 4.2 Vaikutusten arviointi

### 4.2.1 Liikenteellinen saavutettavuus ja palvelutaso

Liikenteellisellä saavutettavuudella tarkoitetaan erilaisia liikkumisen mahdollisuuksiin, yhteyksien toimivuuteen, liikkumisen mukavuuteen sekä liikkumisen ja kuljettamisen kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä. Tyypillisiä ratahankkeiden vaikutusten kohteita ovat matkoihin ja kuljetuksiin kuluva aika, henkilöjunien vuorotarjonta ja vaihtojen tarve sekä liikenteen häiriöherkkyys ja täsmällisyys.

Ratahankkeen vaikutukset matka-aikaan voidaan arvioida karkeasti hankkeen mahdollistaman nopeuden muutoksen perusteella. Tarkempia matka-ajan muutosarviota määritetään aikataulusuunnittelun avulla.

Rataosan häiriöherkkyttä voidaan arvioida rataparasiteetti- ja liikenteen toimivuustarkasteleiden avulla. Analyysissä voidaan käyttää mm. erilaisia kapasiteetin laskentamenetelmiä sekä aikataulusuunnittelu- ja rautatieliikenteen simulointiohjelmistoa.

Hankkeen vaikutukset liikennöintikustannuksiin arvioidaan henkilö- ja tavarajunien liikennöintikustannusmallien avulla. Henkilöjunien kustannusten arvioinnin lähtötietoina arviointia varten tarvitaan junien tarjontaennusteet junatyypeittäin sekä junien matka-ajat ja kilometrisuoritteet. Tavarajunien kustannusten arvioinnin lähtötietona tarvitaan kuljetusvirroittain junien määriä koskevat ennusteet, näitä ennusteita vastaavat junien aikasuoritteet (ml. eikaupalliset pysähdykset), junien kilometrisuoritteet sekä mahdollisesti myös ratapihoilla tapahtuvien vaihtotöiden suoritteet (veturien vaihdot, junien käännöt jne.).

### 4.2.2 Liikenneturvallisuus

Ratahankkeen liikenneturvallisuusvaikutuksina otetaan huomioon muutokset henkilövahinkoihin johtavissa tasoristeysonnettomuuksissa. Mikäli tarkasteltavalla hankkeella on vaikutuksia liikennemuotojen väliseen kysyntään,

arvioidaan myös muutokset tieliikenteen onnettomuuksissa.

Tasoristeysonnettomuuksien määrät vertailu- ja hankevaihtoehdoissa voidaan arvioida rataosan tasoristeysten lukumäärän ja keskimääräisen tasoristeysonnettomuusrisikin (onnettomuuksia/ tasoristeys/vuosi) avulla tai käyttäen RAUTATARVA-mallia, jonka avulla voidaan ottaa huomioon myös tasoristeysten ominaisuudet.

Tieliikenteen onnettomuusmäärien muutokset arvioidaan rautatieliikenteeseen siirtyvän liikenteen suoritteiden perusteella tiehankkeiden arviointiohjeessa esitettyjä menetelmiä käyttäen.

### 4.2.3 Maankäyttö ja yhdyskuntarakenne

Ratahankkeen aiheuttamassa maankäytön ja yhdyskuntarakenteen muutoksessa on kysymys radan liikennepaikkojen ympäristön maankäytön tiivistämisestä. **Tyypillisesti yhdyskuntarakenteen muutoksia** syntyy kaupunkiratahankkeen yhteydessä.

Hankkeiden mahdolliset yhdyskuntarakenteelliset vaikutukset ovat ensisijaisesti riippuvaisia saavutettavuuden, erityisesti junatarjonnan muutoksista. Yhdyskuntarakenteellisten vaikutusten selvittäminen edellyttää analyysiä siitä, mitkä yhdyskuntarakenteen muutokset ovat seurausta arvioitavasta hankkeesta ja mitkä muutokset ovat seurausta hankkeesta riippumattomasta kehityksestä. Näiden analyysien pohjalta esitetään perusteltu kuvaus maankäytön sijoittumisesta hankevaihtoehdossa ja vertailuvaihtoehdossa (ks. kohta 3.1.2).

### 4.2.4 Ympäristö

Tyypilliset hankkeiden vaikutukset ympäristöön kohdistuvat maaperään, pohja- ja pintavesiin, ilmastoon, elolliseen luontoon, luonnon varoihin sekä rakennettuun ympäristöön. Ratahankkeiden ympäristövaikutukset arvioidaan, kuvataan ja analysoidaan ympäristövaikutusten arvioinnissa (yleensä YVA). Hankearvioinnissa hyödynnetään tämän erillisen arvioinnin tuloksia vaikutusten ja niiden mittarien valinnassa ja suunnitteluarvojen kokoamisessa.

Ratahankkeen vaikutukset ilmastoon esitetään liikenteen aiheuttamien kasvihuonekaasujen määrinä. Tällaisia päästövaikutuksia syntyy, jos tutkittava hanke vaikuttaa junien energiankulutukseen esimerkiksi junatarjontaa, junien nopeuksia, bruttopainoja tai junien ei-kaupallisia pysähdyksiä tai käytettävää energialajia koskevien muutosten vuoksi.

Liikenteen päästöjä koskevat muutokset arvioidaan myös muiden liikennemuotojen osalta, kun ratahankkeen arvioidaan aiheuttavan siirtymiä liikennemuotojen välillä.

#### 4.2.5 Vaikutukset ihmisiin

Keskeisiä ihmisiin kohdistuvia vaikutuksia ovat liikenteen päästöjen, melun ja tärinän aiheuttamat terveydelliset haitat sekä toimintojen saavutettavuutta vaikeuttavat estevaikutukset.

Terveydelle haitallisten päästöjen arvioinnin lähtökohdista ovat energiankulutukseen ja energialajiin perustuvat päästömäärien arvioinnit sekä päästöille altistuvan väestön määrä. Sähkövoimaa käyttävän junaliikenteen päästöt syntyvät sähkön tuotantopaikalla. Sen sijaan dieselveturien aiheuttamat päästöt syntyvät liikenteessä, jolloin suurimmat haitat aiheutuvat taaajama-alueen läpikulkevassa liikenteessä. Terveydelle haitallisten yhdisteiden (CO, HC, NOX ja hiukkaset) päästömäärien muutoksia tarkastellaan vain Suomen alueella.

Liikennemelun terveydelle aiheuttama haitta arvioidaan häiritsevälle melulle altistuvan väestön määrän perusteella. Rautatieliikenteen häiritseväksi meluksi katsotaan melutaso, joka ylittää 55 dBA. Ratahankkeen vaikutuksia melutasoon voidaan arvioida melulaskentamallin avulla. Laskennassa otetaan huomioon hankkeen vaikutus junatarjontaan, mahdollinen muutos maankäytössä ja hankkeen yhteydessä tehtävät meluntorjunnan toimenpiteet.

Junien aiheuttaman tärinän aiheuttamaa haittaa arvioidaan tärinän haitalliseksi kokevien ihmisten määrän perusteella. Liikennetärinän mittaukseen ja arviointiin ei ole suomalaisia standardeja.

#### 4.2.6 Vaikutukset julkiseen talouteen

Ratahankkeilla on vaikutuksia julkiseen talouteen (investointikustannukset, radan kunnossapitokustannukset, liikenteen erityisverot ja maksut sekä subventiot). Esimerkiksi mikäli hanke lisää ylläpidettävää raitininfrastruktuuria (raidepituus, vaihteiden määrä jne.) tai liikennesuoritetta (vedetyt bruttotonnikilometrit), lisääntyvät radan kunnossapitokustannukset. Vastaavasti, kun ratahanke lisää vedettyjä bruttotonnikilometrejä tai vähentää tieliikenteen ajosuoritetta, muuttuu valtion perimien liikenteen erityisverojen (mm. tieliikenteen polttoaineverot) ja maksujen (mm. ratamaksut) määrä. Ratahanke voi vaikuttaa myös henkilöjunaliikenteen subventiotarpeeseen junatarjonnan kasvun ja liikennöintikustannusten muutosten vuoksi.

#### 4.2.7 Muut vaikutukset

##### Laajemmat taloudelliset vaikutukset

Laajemmilla taloudellisilla vaikutuksilla tarkoitetaan sellaisia merkittäviä vaikutuksia, jotka eivät sisälly tai tule riittävästi esiin suorien liikenteen käyttäjähyötyjen kautta (aika- ja kustannusvaikutukset). Laajempia taloudellisia vaikutuksia voi syntyä muun muassa seuraavien tekijöiden vuoksi:

- yritysten tuottavuushyödyt, jotka syntyvät liikkumisen ja kuljetusten tehostumisen lisäksi tuotannossa tai tuotantopanosten käytössä
- keskittymisedut, jotka seuraavat tuotannon mittakaavaetujen tai kasautumistekijöiden hyödyntämisen aikaansaamasta tehostumisesta (mm. maankäytön tehostuminen)
- yritysten markkina-aseman muutokset (kilpailun lisääntyminen tai vähentyminen)
- työmarkkinoiden laajeneminen tai tihentyminen
- epäsuorat järjestelmävaikutukset eli muilla markkinoilla (maa-, kiinteistö-, asunto-, työmarkkinat) tapahtuvien muutosten vaikutus liikennejärjestelmään.

Laajemmat taloudelliset vaikutukset ovat todennäköisimpiä ja merkittävimpiä suurissa hankkeissa, joilla on laajoja vaikutuksia liikennejärjestelmään tai jotka avaavat liikenteen pul-

lonkauloja. Laajempien taloudellisten vaikutusten arviointiin ei ole osoitettavissa yleis-päteviä kertoimia tai nyrkkisääntöjä.

Jos suorien käyttöjohyötyjen arvioinnin jälkeen on osoitettavissa päätöksenteon kannalta merkittäviä laajempia taloudellisia vaikutuksia, tulee ne selvittää erikseen asianmukaisella menetelmällä, jollaisia ovat esimerkiksi:

- alueelliset tuotantofunktiomallit
- alueellinen yleisen tasapainon malli
- liikenne – maankäyttömallit.

Arvioinnissa on eriteltävä valtakunnalliset ja alueelliset hyödyt. Valtakunnalliset taloudelliset hyödyt perustuvat esimerkiksi viennin tai ulkomaalaisten matkailijoiden määrän kasvuun hankkeen ansiosta. Alueelliset siirtymät puolestaan perustuvat siihen, että taloudellisen tuotoksen kasvu hankkeen vaikutusalueella johdetaan vastaavasta supistumisesta muilla alueilla. Tällöin kysymyksessä on alueen osuuden kasvu toiminnassa, jonka kokonaismäärään hankkeella ei ole merkittävää vaikutusta (esimerkiksi kauppa, kotimaan matkailu).

Alueelliseen siirtymään perustuvaa hyötyä ei voida pitää valtakunnallisesta näkökulmasta yhteiskunnallisena hyötynä. Kuitenkin niidenkin selvittäminen ja esittäminen voi olla perusteltua seudullisesta tai paikallisesta näkökulmasta, esimerkiksi perusteena hankkeen paikalliselle osarahoitukselle.

Laajempia taloudellisia vaikutuksia ei pidä ottaa mukaan kannattavuuslaskelmaan. Tästä huolimatta on vielä erikseen kiinnitettävä huomiota siihen, missä määrin taloudellisilla malleilla lasketut laajemmat hyödyt on jo otettu huomioon suorien hyötyjen laskennassa.

#### 4.2.8 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Ratahankkeet toteutetaan yleensä työrajojen aikana, joiden pituus voi vaihdella muutamasta tunnista jopa puoleen vuoteen. Tavanomaisesti käytetään 8–10 tunnin työrajoja, joiden aikana yksiraiteisia rataoja ei voida lainkaan käyttää ja useampiraiteisilla radoilla on liikennettä hidastavia nopeusrajoituksia. Ratahankkeiden rakentamisaikaiset haitat kohdistuvat samoihin

tekijöihin kuin hankkeen avulla saavutettavat hyödyt.

Pääsääntönä on, että hankearvioinnissa otetaan aina huomioon rakentamisen aikaiset viivytykset henkilö- ja tavaraliikenteelle. Muut rakentamisen aikaiset vaikutukset esimerkiksi matkustusmukavuuteen ja elinympäristön viihtyisyyteen otetaan huomioon, jos ne ovat arvioitavissa ja merkityksellisiä. On myös huomattava, että merkittävät rakentamisen aikaiset ympäristövaikutukset selvitetään hankkeen YVA:ssa.

## 4.3 Vaikutusten mittarit

Vaikutusten mittareiden valinnassa on kiinnitettävä huomiota niiden arviointikelpoisuuteen:

- vaikutus voidaan kuvata ja määrittellä
- vaikutusta voidaan mitata määrällisesti ja/tai laadullisesti
- vaikutuksen arvo eri vaihtoehdoissa voidaan määrittää toistettavalla tavalla.

#### Vaikutusten kriteerien ja mittareiden valinta

Valituille vaikutuksille määritetään yksi tai useampia kriteerejä, jotka täsmentävät vaikutuksen tavoiteltavia ominaisuuksia ja muutoksen tavoiteltavaa suuntaa. Esimerkiksi vaikutukseen ”matka-aika” voidaan liittää kriteerejä ”keskimääräisen matka-ajan lyhentäminen” tai ”juna-liikenteen markkinaosuuden kasvattaminen”.

Kriteereille määritetään mittarit (indikaattorit), joiden avulla voidaan määrittää vaikutuksen tila hankevaihtoehdossa ja vertailuvaihtoehdossa eri ajankohtina (nykyhetkessä, rakentamisen aikana ja ennustetilanteissa). Hyvälle mittarille voidaan asettaa esimerkiksi seuraavia vaatimuksia

- mittari kuvaa juuri tarkasteltavaa ilmiötä (validius, yksiselitteisyys)
- mitta-asteikko on riittävän laaja kattamaan mahdolliset muutokset (tyhjentävyys)
- mittari on riittävän herkkä hankkeen aikaan saamille muutoksille (responssivisuus)
- mittarin arvo on määritettävissä toistettavasti ja vertailukelpoisesti (luotettavuus)

- mittarilla on merkityssisältöön liittyvä tulkinta ja sille on määriteltävissä luonnontieteellinen tai hallinnollinen kynnys-, rajatai tavoitearvo (tulkittavuus, ymmärrettävyys)
- mittarin arvo on määriteltävissä kohtuullisella työllä ja kustannuksella (toteutettavuus, kustannustehokkuus).

Useimmille ratahankkeiden olennaisille vaikutuksille ja kriteereille on löydettävissä mittarit, joiden arvot voidaan määrittää suoraan suunnitelmista tai erilaisin hankearvioinnissa vaikiintunein laskentamenetelmin ja apuvälinein.

Taulukossa 4 on esitetty ratahankkeiden arvioinnissa käytettäviä vakiomittareita, joista voidaan valita kuhunkin arviointitilanteeseen parhaiten soveltuvat mittarit. Vakiomittareiden tarkempi kuvaus ja vaikutusakseliin määrittäminen on esitetty liitteessä 3. Ratahankkeiden arvioinnin yhdenmukaisuuden varmistamiseksi suositellaan, että taulukossa suositeltuja mittareita 1–8 ja 14–16 käytetään sellaisenaan. Sen sijaan muita ehdotettuja mittareita voidaan tarpeen mukaan muokata. Suosituksena on, että vaikutusten arvioinnissa käytettävien mittareiden määrä on välillä 5–10.

Taulukko 4. Ratahankkeiden vaikutusten arvioinnissa käytettäviä vakiomittareita.

Mittari	H/K	Suositus	Ehdotus
<b>Liikenteellisen palvelutason mittarit</b>			
1. Nopein matka-aika pääkeskukseen	X	X	
2. Paras junatarjonta	X	X	
3. Suurin mahdollinen tavarajunien määrä	(X)	X	
4. Junaliikenteen täsmällisyys	(X)	X	
<b>Liikenneturvallisuuden mittarit</b>			
5. Tasoristeysturvallisuus	X	X	
6. Tieliikenteen turvallisuus	(X)	X	
<b>Ympäristövaikutusten mittarit</b>			
7. Liikenteen CO <sub>2</sub> -päästöt	X	X	
8. Junaliikenteen melulle altistuminen	X	X	
9. Junaliikenteen tärinälle altistuminen			X
10. Radan estevaikutus			X
11. Pohjavesien pilaantumisriski			X
12. Luonnon monimuotoisuuden heikkeneminen			X
13. Maiseman ja kulttuuriympäristöjen heikkeneminen			X
<b>Taloudellisten vaikutusten mittarit</b>			
14. Tavaraliikenteen liikennöintikustannukset	X	X	
15. Henkilöliikenteen liikennöinnin talous	X	X	
<b>Laajempien seurausvaikutusten mittarit</b>			
16. Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön	(X)	X	
<b>H/K:</b> Mittarin kuvaama vaikutus sisältyy myös kannattavuuslaskelmaan (sulkeissa merkittyjen mittareiden sisältyminen laskelmaan ei itsestään selvää)			
<b>Suositus:</b> Suositeltava mittari, jos asia on hankkeessa ylipäätään relevantti			
<b>Ehdotus:</b> Mittariehdotus, jota voi käyttää sellaisenaan tai soveltaen			

### Vaikutusten suunnitteluarvojen kokoaminen

Valittujen mittareiden suunnittelu- ja tavoitearvot kootaan hankkeen suunnitelmista ja muista arvioinneista (yleensä YVA) tai määritetään osana hankearviointia (esimerkki 8).

Suunnitteluarvot on kaikissa tapauksissa löydettävissä tai määriteltävissä hankevaihtoehdoille ja vertailuvaihtoehdolle. Niin ikään vaikutusmittarin arvo nykyhetkessä on usein tiedossa. Vaikuttavuuden arviointi tehdään hanke-

ja vertailuvaihtoehtojen suunnitteluarvojen perusteella.

Suunnitteluarvojen rinnalle kootaan tavoitearvot niistä vaikutuksista, joille on suunnittelussa asetettu (määrällinen tai suuntaa-antava) tavoite. Tavoitearvoja ei määritetä hankearvioinnissa, mutta ne tuovat lisäinformaatiota vaikutusten arviointiin.



*Esimerkki 8. Erään ratahankkeen arviointiin valitut vaikutukset ja niiden suunnittelu- ja tavoitearvot.*

Tarkasteltava vaikutus (kriteeri ja mittari)	Nykytila (2012)	Tavoite (2040)	Ve 0+ (2040)	Ve 0++ (2040)	Ve 1 (2040)	Ve 2 (2040)
Nopein matka-aika Helsinkiin (min)	360	240	360	260	240	240
Paras junatarjonta (junia/vrk)	22	30	22	27	30	24
Tasoristeysten turvallisuus (tasoristeysten määrä/rataosa)	9	4	9	7	5	4
Junaliikenteen melulle altistuminen (altistuvan väestö määrä)	800	700	800	800	750	720
Liikenteen CO <sub>2</sub> päästöt (1000 tonnia/a)	7,5	6	7,5	6,8	6,5	6,3
Tavaraliikenteen liikennöintikustannukset (M€/v)	8,0	6,5	8,0	7,5	7,0	6,8
Henkilöliikenteen liikennöin talous (tuottajan ylijäämä, M€/v)	2,5	4,5	2,5	3,0	4,2	4,4

## 5 Vaikuttavuuden arviointi

### 5.1 Yleiset periaatteet

Vaikuttavuuden arvioinnissa hankkeen vaikutuksia arvioidaan suhteessa siihen, mikä hankekohtaisesti voisi olla mahdollista saavuttaa. Vaikuttavuuden arvioinnin lähtötietoina ovat vaikutusten nykytila-arvo ja vertailtaville vaihtoehtoillemme määritetyt suunnittelu-arvot. Vaikuttavuuden arviointi tehdään vaikutusten kuvauksessa valituille vaikutuksille niille määritellyin kriteerein ja mittarein.

Vaikuttavuuden arviointi antaa kannattavuuslaskelmaa laajemman kuvan hankkeen vaikutuksista. Samalla se on osin päällekkäinen kannattavuuslaskelman kanssa. Vaikuttavuuden arvioinnilla voidaan kuvata eri vaihtoehtojen välisiä eroja kannattavuuslaskelmaa monipuolisemmin, joten se sopii hyvin nimenomaan ratahankkeiden erilaisten toteutusvaihtoehtojen vertailuun.

Vaikuttavuuden arvioinnin vaiheet ovat vaikutusakselien määrittäminen, vaikuttavuuden laskenta sekä tulosten esittäminen ja havainnollistaminen.

### 5.2 Vaikutusakselien määrittäminen

Vaikuttavuuden arvioinnissa jokaiselle vaikutukselle määritetään vaikutusakseli (kuva 5), jossa vaikutuksesta on vähintään seuraavat pisteet (arvot ovat ennustetilanteen arvoja):

- huonoin mahdollinen arvo tässä hankkeessa
- arvo hankkeen vertailuvaihtoehdossa
- arvo tarkasteltavassa vaihtoehdossa
- paras mahdollinen arvo tässä hankkeessa.

Akselille voidaan sijoittaa nykytilan arvo nykyhetkellä ja mahdollinen suunnittelutavoite, jolla tarkoitetaan suunnittelussa tavoitteeksi asetettua arvoa. Nämä arvot tuovat päätelmissä käytökelpoista lisätietoa, mutta niitä ei varsinaises-

ti käytetä vaikuttavuuden laskennassa (ellei mahdollinen suunnittelutavoite ole samalla akselin paras arvo).

Vaikutusakselin huonoin ja paras arvo määritetään seuraavasti:

- **Huonoin** arvo saavutetaan, kun hankkeessa tehdään niin vähän kuin mahdollista tämän vaikutuksen hyväksi. Vaikutuksen huonoin arvo voi olla jonkin tutkitun vaihtoehdon suunnittelu-arvo. Määrittäminen voidaan tehdä myös asiantuntija-arviona siitä, kuinka huonon arvon vaikutus voisi huonoimmassa tapauksessa saada. Huonoimman tapauksen tulee kuitenkin olla realistinen.
- **Paras** arvo saavutetaan, kun hankkeessa tehdään niin paljon kuin mahdollista tämän vaikutuksen hyväksi. Vaikutuksen paras arvo voi olla jonkin tutkitun vaihtoehdon suunnittelu-arvo. Määrittäminen voidaan tehdä myös asiantuntija-arviona siitä, kuinka hyvän arvon vaikutus voisi parhaimmalla tapauksessa saada. Parhaimman tapauksen tulee kuitenkin olla realistinen.

Huonoimman ja parhaan arvon välisen eron tulee kuvastaa hankkeen vaikutuspotentiaalia realistiset resurssirajoitteet, hyväksyttävyyksivaatimukset ja muut reunaehdot huomioiden. Huonoimman ja parhaan arvon määrittämiseen tulee panostaa, jotta vaikuttavuuden arvioinnin tulokset saadaan mahdollisimman informatiivisiksi.

Huonoin arvo löydetään yleensä tilanteesta, jossa kyseisen vaikutuksen parantamiseksi ei tehdä mitään (nollavaihtoehto), tai suunnittelu-vaihtoehdosta, jossa tehdään kyseisen vaikutuksen suhteen negatiivisia toimenpiteitä jonkin toisen vaikutuksen parantamiseksi.

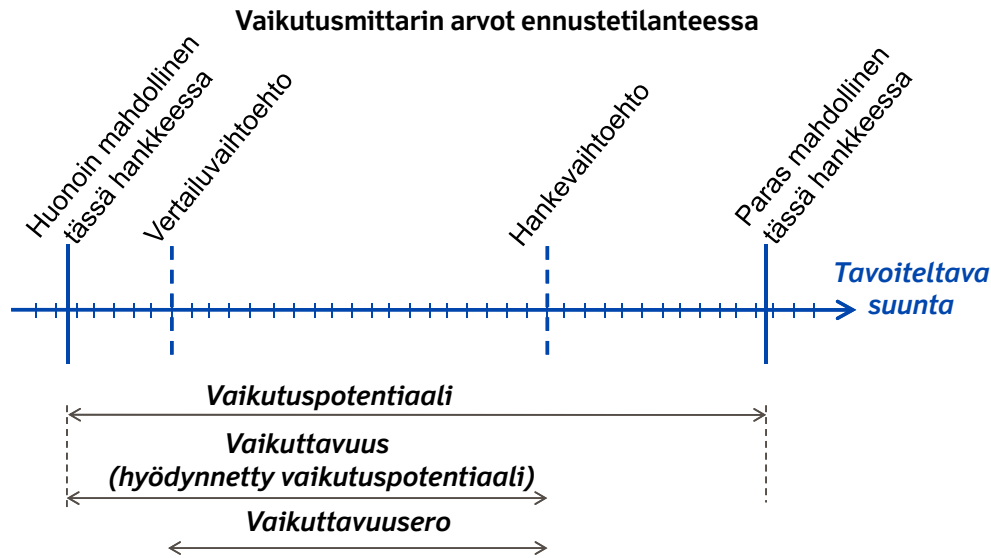
Parhaan arvon määrittämisessä voidaan ajatella tilannetta, jossa hanke suunniteltaisiin (reuna-ehtojensa puitteissa) vain kyseistä vaikutusta silmällä pitäen, kuitenkin siten, että suunnitelma on kaikkien vaikutusten suhteen lakien ja

normien mukaisesti hyväksyttävällä tasolla. Poikkeuksellisia ääritapauksia (esimerkiksi epärealistisen mittava suunnitelma) ei tarkastella vaikutuspotentiaalia määrittäessä. Suunnittelussa mahdollisesti asetettu määrällinen tavoite otetaan huomioon parhaan arvon määrittämisessä, vaikka mikään suunnitteluvaihtoista ei siihen ylittäisi.

Vaikutuksesta riippuen tavoiteltava suunta voi olla vaikutuksen minimointi (kuten matka-aika) tai maksimointi (kuten joukkoliikenteen kulkutapaosuus). Vaikutus akseli etenee aina tavoiteltavaan suuntaan. Minimoidavassa vaikutuksessa

huonoin arvo on vaikutuksen suurin mahdollinen arvo, ja maksimoitavassa vaikutuksessa huonoin arvo on vastaavasti pienin mahdollinen arvo. Huonoimman ja parhaan arvon välinen erotus, eli koko vaikutus akselin pituus osoittaa hankkeen vaikutuspotentiaalin. Vaikutuspotentiaali kuvaa sitä vaihteluväliä, jossa vaikutuksen arvo voi tässä hankkeessa olla ottaen huomioon taloudelliset reunaehdot ja eri suunnitteluohjeiden asettamat rajoitukset.

Vakioitujen mittareiden vaikutus akselien määrittäminen on kuvattu liitteessä 3.



Kuva 5. Vaikutus akseli.

## 5.3 Vaikuttavuuden laskenta

Kunkin vaikutuksen ja vaihtoehdon osalta vaikuttavuus määritetään seuraavasti:

$$V_i(ve) = \frac{v_i(ve) - v_i(huonoin)}{v_i(paras) - v_i(huonoin)} \quad (1)$$

jossa

$V_i(ve)$  on vaikutuksen  $i$  vaikuttavuus vaihtoehdossa  $ve$

$v_i(ve)$  on tarkasteltavan vaikutuksen  $i$  arvo vaihtoehdossa  $ve$

$v_i(huonoin)$  on vaikutuksen  $i$  huonoin arvo

$v_i(paras)$  on vaikutuksen  $i$  paras arvo.

Vaikuttavuus asettuu kussakin vaikutuksessa välille 0–100 %. Vaikuttavuuden arvo 0 % kuvaa huonointa tämän hankkeen suunnitelmissa tai mahdollisissa ratkaisuisa esiintynyttä tilannetta, ja vaikuttavuuden arvo 100 % vastaa parasta tässä hankkeessa mahdollista tilannetta. Näin määriteltynä vaikuttavuus kertoo kuinka monta prosenttia hankkeen vaikutuspotentiaalista on hyödynnetty (esimerkki 9).

**Esimerkki 9. Erään ratahankkeen vaikutusakselien ja vaikuttavuuden määrittäminen.**

Vaikuttavuuden mittarit	Suunta	Vaikutus akseli					Vaikuttavuus		
		Huonoin	Ve 0+	Ve 1	Ve 2	Paras	Ve 0+	Ve 1	Ve 2
<b>Kannattavuuslaskelmaan sisältyvät vaikutukset</b>									
Nopein matka-aika pääkeskukseen, min	MIN	92	92	85	80	76	0 %	44 %	75 %
Junatarjonta, junia/vrk	MAX	6	6	8	10	14	0 %	25 %	50 %
Henkilöliikenteen tuottajan ylijäämä, milj. €/v.	MAX	5,2	5,2	6,3	6,8	7,5	0 %	48 %	70 %
Tavaraliikenteen liikennöintikustannus, M€/v	MIN	8,1	8,1	7,3	7,1	6,5	0 %	50 %	63 %
Tieliikennesuorituksen muutos, milj. henkilö-km	MAX	0	0	5,7	5,9	8	0 %	71 %	74 %
Liikenteen CO <sub>2</sub> päästöt, 1000 t/v	MIN	12,5	12,5	10,7	10,2	9,4	0 %	58 %	74 %
Junaliikenteen melulle altistuva väestö, 1000 henkilöä	MIN	6000	3200	4500	5000	3200	100 %	54 %	36 %
Tasoristeysten määrä, kpl	MIN	30	30	20	18	0	0 %	33 %	40 %
<b>Kannattavuuslaskelmaa täydentävät vaikutukset</b>									
Junaliikenteen tärinälle altistuminen, väestön määrä	MIN	3500	3500	2850	2670	2400	0 %	59 %	75 %
Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen, 1000 krs-m <sup>2</sup>	MAX	250	250	330	370	370	0 %	67 %	100 %

## 5.4 Vaikuttavuuden havainnollistaminen

Vaikuttavuuden arvioinnin tulos havainnollistetaan pylväskuvin, joissa tarvittaessa erotellaan kannattavuuslaskelmassa mukana olevat vaikutukset ja laskelman ulkopuoliset vaikutukset. Pylväiden pituudet kuvaavat vaihtoehtojen vaikuttavuutta edellä esitetyn määritelmän mukaisesti. Kuvissa tulee esittää vaikutusmittarien absoluuttiset arvot ja mittayksiköt, ei pelkkiä vaikuttavuusprosentteja.

Ensisijaisesti suositeltava esitystapa on hankevaihtoehtojen ja vertailuvaihtoehdon välisten vaikuttavuuserojen kuvaaminen (esimerkki 10). Hanke- ja vertailuvaihtoehtojen vaikuttavuuksien erotus kertoo siitä, missä vaikutuksissa hankevaihtoehto on vertailuvaihtoehtoa parempi tai huonompi. Vaikuttavuusero määritetään seuraavasti:

$$VE_i(ve) = V_i(ve) - V_i(vrt) \quad (2)$$

jossa

$VE_i$  on vaikutuksen  $i$  vaikuttavuusero vaihtoehdossa  $ve$

$V_i(ve)$  on vaikutuksen  $i$  vaikuttavuus vaihtoehdossa  $ve$

$V_i(vrt)$  on vaikutuksen  $i$  vaikuttavuus vertailuvaihtoehdossa  $vrt$ .

Kuvioista havaitsee vaihtoehtojen vaikutusprofiilit, hankevaihtoehtojen erot suhteessa vertai-

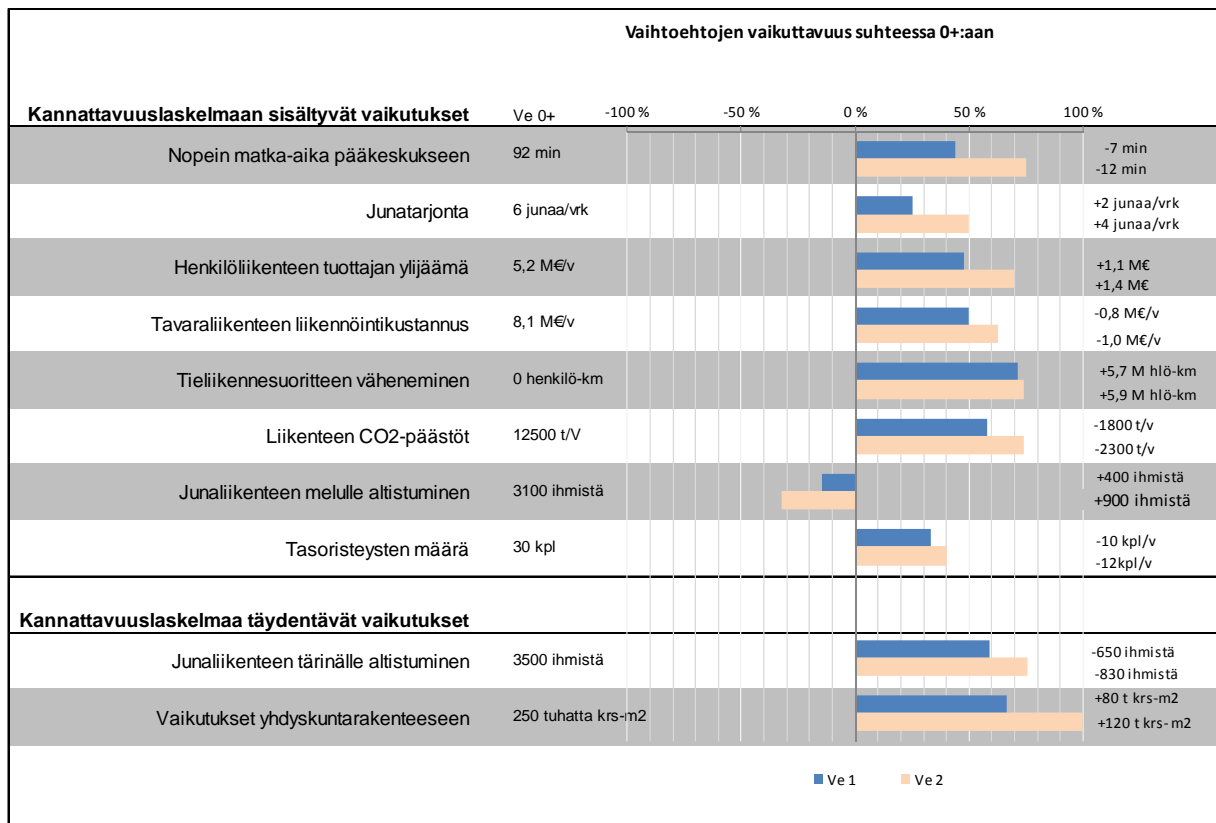
luvaihtoehtoon, sekä sen, miltä osin kannattavuuslaskelma kattaa tämän hankkeen päätöksenteossa merkitykselliset vaikutukset. Korkeat vaikuttavuudet kertovat siitä, mihin vaikutuksiin hankkeen suunnittelussa on erityisesti panostettu. Käytännössä väyläinvestoinnissa on aina jossain määrin keskenään ristiriitaisia tavoitteita, jolloin hanke ei voi saada 100 % vaikuttavuutta kaikkien vaikutusten suhteen.

Eri vaikutuksille määritellyt vaikuttavuudet eivät ole yhteenlaskettavia. Vaikuttavuuden arvioinnin tuloksista ei suoraan voi päätellä hankkeen kokonaisvaikuttavuutta eikä paremmuutta tai huonoutta vertailuvaihtoehtoon nähden. Koska vaikuttavuusprosentti kuvaa vaikutuspotentiaalin täyttymistä, se ei sellaisenaan kerro onko koko vaikutuspotentiaali kyseisessä hankkeessa merkittävä tai miten eri vaikutusten potentiaalinen merkitykset suhtautuvat toisiinsa. Tästä syystä on keskeistä, että myös yhteenvetokuviossa esitetään vaikutusmittarien absoluuttiset arvot mittayksiköineen, jotta tuloksen tulkitsija voi tehdä oikeaa informaatioon perustuvia päätelmiä eri vaikutusten suuruuden merkityksestä.

Asianmukaisesti määritetyt vaikutus akselit mitareineen ja perusteluineen (liite 3) sekä laskennassa käytetyt arvot muodostavat vaikuttavuuden arvioinnin keskeisen dokumentin.



**Esimerkki 10. Erään ratahankkeen vaikuttavuuden arvioinnin lopputulos kuvana.**



Kuvio havainnollistaa vaihtoehtojen erot suhteessa vertailuvaihtoehtoon ja toisiinsa. Pylvään suunta osoittaa onko vaihtoehdon vaikutus verrattuna vertailuvaihtoehtoon tavoitteen suuntainen vai sen vastainen. Pylvään pituus osoittaa missä määrin hankkeessa mahdollinen vaikutuspotentiaali on käytetty, eli mihin vaikutuksiin vaihtoehtoissa on varsinaisesti panostettu. Vaikutusmittarin absoluuttinen arvo vertailuvaihdossa (Ve 0+) kertoo mittarin suuruusluokan kyseisessä hankkeessa. Vaihtoehtojen vaikutukset (erot vertailuvaihtoehtoon) on esitettävä myös absoluuttisina arvoina, koska vaikuttavuudeksi skaalatusta pylvään pituudesta ei vastaavaa informaatiota voi päätellä.

## 6 Kannattavuuslaskelma

### 6.1 Yleiset periaatteet

Liikenneväyläinvestoinnin yhteiskuntataloudellista kannattavuutta mitataan kaikissa hankearvioinnin piiriin kuuluvissa hankkeissa kannattavuuslaskelmalla, jossa noudatetaan yhteiskuntataloudellisen hyöty-kustannusanalyysin periaatteita.

Kannattavuuslaskelmassa tutkitaan aina hankevaihtoehdon ja vertailuvaihtoehdon välistä eroa. Kannattavuuslaskelman avulla arvioidaan liikenneväyläinvestoinnin keskeisimmät rahamääräiseksi muutettavat vaikutukset. Laskelmaan otetaan mukaan kaikki ne vaikutukset, joiden rahamääräiseen (kustannusten) arviointiin on olemassa menetelmät ja selkeät arvotusperiaatteet.

Kannattavuuslaskelman perusvuosi on se vuosi, jolloin hankkeen arvioidaan valmistuvan ja avattavan liikenteelle. Investointikustannukset, niille määritetyt laskennalliset korot ja rakentamisen aikaiset liikenteelliset vaikutukset otetaan huomioon rakentamisen alusta perusvuoteen ja hankkeen avaamisajankohtaan. Investoinnin käyttöönotosta seuraavat vaikutukset lasketaan 30 vuoden ajanjaksolta. Vaikutusten nykyarvon laskennassa käytetään 3,5 % diskonttokorkoa.

Hyöty- ja kustannuseriä käsitellään laskelmassa nettomääräiseen markkinahintaan. Yksityishenkilön kannalta hinnat sisältävät tällöin kaikki verot ja maksut. Yritykset saavat vähentää kuluja arvonnäköveron, jolloin se otetaan pois myös kannattavuuslaskelman yrityksille kohdistuvien kustannuserien hinnoista. Kaikki vähennyskelvottomat verot pidetään mukana. Valtion investointi- ja kunnossapitomenot käsitellään verottomina, koska näiden menoerien arvonnäköverot palautuvat kokonaisuudessaan takaisin valtiolle.

Kannattavuuslaskelman vaiheet ovat seuraavat

1. Määritellään hankkeen kaikki vaikutukset, jotka voidaan esittää rahamääräisenä.

2. Määritellään vaikutusten suuruus määrällisenä ja arvotetaan vaikutukset käyttämällä vahvistettuja yksikköarvoja.
3. Määritetään laskelmassa käytettävä investointikustannus ja muut laskelmaan sisällytettävät kustannukset.
4. Muutetaan hyödyt, haitat ja investointikustannus perusvuoden nykyarvoon noudattamalla vahvistettuja laskenta-arvoja. Lasketaan kannattavuuden tunnusluku.
5. Dokumentoidaan laskelma sillä tarkkuudella, että se on päivitettävissä.

### 6.2 Laskelman rakenne

Ratahankkeen kannattavuuslaskelma tavallisesti sisältää seuraavat rahaksi muutetut hyöty- ja haittaerät:

#### Investointikustannukset

- suunnittelukustannukset
- rakentamiskustannukset ml. uusimisinvestoinnit
- rakentamisen aikaiset korot

#### Väylänpidon kustannukset

- radan kunnossapito ja käyttö

#### Henkilöliikenteen tuottajan ylijäämän muutos

- liikennöintikustannukset (sis. erityisverot ja maksut)
- lipputulot

#### Kuluttajan ylijäämän muutos

- lippukustannukset
- aikakustannukset
- matkan palvelutasotekijät

#### Kuljetuskustannusten muutos

- liikennöintikustannukset ja muut logistiset kustannukset

#### Ulkoiset kustannukset

- onnettomuuskustannukset
- päästökustannukset
- melukustannukset

### Julkistalous

- verot ja maksutulot
- tuet, ostot ja muut menot

### Investoinnin jäännösarvo

### Rakentamisen aikaiset haitat

## 6.3 Tunnuslukujen laskenta

### Diskonttaus

Kannattavuuslaskelmassa tarkastellaan valmiiksi rahamääräisiä ja rahaksi muutettavia vaikutuksia. Kaikki tällaiset vaikutukset määritetään 30 vuoden pituiselta laskenta-ajanjaksolta, jonka lisäksi tarkasteluajanjaksoon sisällytetään rakentamisaika. Laskenta-ajanjakson ensimmäinen vuosi (perusvuosi) on vuosi, jolloin hanke valmistuu ja avataan liikenteelle.

Investoinnin rahamääräiset hyödyt  $H_t$  ja kustannukset  $K_t$  sekä hankkeen avaamisen jälkeen tehtävät investoinnit muutetaan nykyarvoiseksi diskonttaamalla laskenta-ajanjakson ensimmäiseen vuoteen eli ns. perusvuoteen 3,5 % diskonttokorkoa käyttäen seuraavan kaavan mukaisesti:

$$H_p, K_p = \sum_{t=1}^{30} \frac{1}{1,035^t} (H_t, K_t) \quad (3)$$

Vastaavasti suunnittelukustannukset, rakentamiskustannukset  $I_t$  (vuodesta -n vuoteen 0) ja mahdolliset rakennusaikaiset haitat  $Kr_t$  lasketaan diskonttaamalla perusvuoteen seuraavasti:

$$I_p, Kr_p = \sum_{t=-n}^0 \frac{1}{1,035^t} (I_t, Kr_t) \quad (4)$$

Investoinnin jäännösarvo  $J$  on vuonna 30 (laskenta-ajan lopussa) saatava hyöty, jonka nykyarvo  $J_p$  määritetään seuraavasti:

$$J_p = \frac{1}{1,035^{30}} (J) \quad (5)$$

### Tunnusluvut

Hankkeen kannattavuuden perustunnusluku on hyöty-kustannussuhde (HK-suhde), joka lasketaan nettoperiaatteella hankkeen tuottamien hyötyjen, haittojen sekä suunnittelu- ja investointikustannusten perusteella.

Hyöty-kustannussuhde ilmaisee hyötyjen ja haittojen nettosumman nykyarvon ja investoinnin nykyarvon välisen suhteen seuraavasti:

$$\frac{H}{K} = \frac{H_p - K_p - Kr_p + J_p}{I_p} \quad (6)$$

Vaihtoehtojen vertailussa ja esimerkiksi yksittäisten teknisten ratkaisujen arvioinnissa voidaan hyöty-kustannussuhteen sijaan käyttää myös muita taloudellisia tunnuslukuja, jos HK-suhteen laskemiselle ei ole perusteita tai tarvetta.

### Verojen käsittely laskelmassa

Ratahankkeiden hankearvioinnissa verot otetaan huomioon seuraavasti:

- Investointi-, kunnossapito- ja liikennöintikustannukset ovat ilman arvonlisäveroja.
- Tuottajan ylijäämän muutoksessa otetaan huomioon liikenteen erityisverot ja maksut (mm. ratamaksut ja polttoaineen valmistevero), jotka esitetään erikseen muista liikennöintikustannuksista. Lipputulot otetaan huomioon ilman arvonlisäveroa.
- Kuluttajan hyödyn määrittämisessä otetaan huomioon joukkoliikenteen matkalippuihin sisältyvä arvonlisävero sekä henkilöauton polttoaineisiin sisältyvä polttoainevero ja arvonlisävero.
- Liikenteen tuottajan liikennöintikustannuksiin sisältyvät liikenteen erityisverot ja maksut sekä kuluttajan matkalipun hintoihin sisältyvä arvonlisävero esitetään erikseen maksajan ja saajan kohdalla. Mikäli ratahankkeella ei ole vaikutusta liikenteen kysyntään, on veroihin ja maksuihin kohdistuva nettovaikutus nolla. Sen sijaan, jos ratahankkeella on vaikutuksia junatarjontaan, junamatkojen kysyntään tai tieliikenteen

määrään, muuttuu valtion saamien verojen ja maksujen kertymä.

- Aika-, onnettomuus-, päästö- ja melukustannuksiin ei sisälly kannattavuuslaskelmassa huomioon otettavia veroja tai maksuja.

Verojen ja maksujen sisällyttäminen laskelmiin tuo läpinäkyvyyttä liikennesektorin sisällä tapahtuvista siirtymistä viimekädessä veronmaksajille koituviin vaikutuksiin. Matkalipun hintoihin sisältyvä arvonlisävero ja rahtihintoihin sisältyvät erityisverot ja maksut vaikuttavat matkustajan ja kuljetusten ostajan tekemiin kulku-/kuljetustapaa ja reittiä koskeviin päätöksiin. Tämän vuoksi verot ja maksut sisältävä laskelma on informatiivisempi arvioitaessa liikenneverkollisia kysyntämuutoksia.

## 6.4 Laskelman hyöty- ja kustannuserät

### 6.4.1 Investointikustannukset

Investointikustannuksiin sisältyvät rakentamiskustannukset, yleissuunnittelun jälkeiset suunnittelukustannukset ja rakennusaikaiset korot. Kannattavuuslaskelmassa hankkeen investointikustannuksiksi lasketaan ainoastaan ne kustannukset, jotka ylittävät vertailuvaihtoehtoon sisältyvien investointien kustannukset. Ratahankkeet sisältävät usein sekä korvaus- että kehittämisinvestointeja. Hankkeeseen sisältyvät korvausinvestoinnit sisältyvät usein myös hankkeen vertailuvaihtoehtoon. Tämän vuoksi on tärkeää kiinnittää erityistä huomiota korvausinvestointien suuruuden arviointiin ja siihen, miten korvausinvestoinnit ajoittuvat hanke- ja vertailuvaihtoehtoisissa.

Hankkeen kustannusarvioon sisällytetään hankkeen kaikki investointikustannukset rahoittajatahosta riippumatta. Esimerkiksi, jos uuden radan rakentaminen edellyttää investointeja sataman tai tuotantolaitoksen raiteisiin, on myös nämä investoinnit sisällytettävä kannattavuuslaskelmassa käytettävään kustannusarvioon. Investointikustannusta käsitellään kannattavuuslaskelmassa ilman arvonlisäveroa.

Mikäli väylä tai sen osa edellyttää korvausinvestointia tarkastelujakson aikana, otetaan kannattavuuslaskelmassa huomioon myös käyttöikänsä päähän tulevien väylän osien uusimisen kustannukset ja ne ajoitetaan tarkastelujaksolle käyttöiän päättymisen kohdalle.

### 6.4.2 Kunnossapidon ja muun väylänpidon kustannukset

Muutokset väylänpitäjän vuotuisissa kunnossapidon ja muun väylänpidon kustannuksissa otetaan laskelmassa huomioon hankkeen vaikutuksena. Rataverkolla hanke voi aiheuttaa kunnossapidon kustannusmuutoksia ylläpidettävän raitinfrakstruktuuriin lisääntymisen vuoksi tai, kun hanke vaikuttaa radan kulumiseen rautatieliikenteen suoritteiden muutosten vuoksi. Kustannusmuutokset määritetään myös tieverkon kulumisen osalta, jos hanke vähentää tieliikenteen suoritetta kulku- tai kuljetustapojen välisten siirtymien vuoksi. Olennaista tässäkin tapauksessa on hankevaihtoehdon ero vertailuvaihtoehtoon nähden.

### 6.4.3 Kuluttajan ylijäämän muutos

Henkilöliikenteessä kuluttajia ovat joukko- liikenteen matkustajat, yksityisautoilijat ja kevyen liikenteen käyttäjät. Ratahanke voi lisätä tai pienentää kuluttajien kokemaa ns. kuluttajan ylijäämää. Mikäli kuluttaja kokee saavuttavansa ratahankkeen ansiosta enemmän hyötyä kuin hän joutuu maksamaan, kuluttajan ylijäämän muutos on positiivinen.

Kannattavuuslaskelmassa kuluttajan ylijäämän muutosta mitataan ns. yleistettyjen kustannusten avulla, joihin ratahankkeiden osalta sisältyvät pääsääntöisesti matkojen aika- ja lippukustannukset. Mikäli hankkeella voidaan osoittaa olevan myös kuluttajan ylijäämään vaikuttavia palvelutasohyötyjä, otetaan myös ne huomioon yleistettyjen kustannusten määrittämisessä.

### Lippukustannukset

Lippukustannus on osa kuluttajan matkavastusta ja se vaikuttaa näin ollen liikenneennusteeseen. Jos hankkeella on vaikutus lipun hintaan, otetaan tämä muutos huomioon arvonlisäveroineen. Tavallisesti hankkeella

kuitenkaan ei ole vaikutusta lipun hintaan. Kuluttajien yhteenlasketut lippukustannukset muuttuvat silloin, jos hanke lisää junamatkojen kysyntää. Siirtyvien ja uusien matkojen kuluttajan ylijäämän muutos määritetään puolikkaan säännön avulla arvioiden (ks. seuraava kohta) suoraan nettomääräisenä hyödyn muutoksena, jolloin lippukustannukset eivät tule näkyviksi eikä niitä ole tarpeen erotella.

#### **Aikakustannusten ja palvelutasohyötyjen arviointi**

Joukkoliikenteessä matkan koetulla laadulla on absoluuttisen matka-ajan ja matkan hinnan lisäksi tutkimuksissa osoitettu olevan huomattava merkitys matkapäätöksiin. Tämä merkitsee sitä, että jos väylähanke vaikuttaa esimerkiksi vaihtojen määrään, odotusaikoihin ja kävely-matkoihin, se vaikuttaa joukkoliikenteen kysyntään eri tavoin kuin mitä absoluuttisen matka-ajan ja matkan hinnan muutoksesta pelkästään voidaan päätellä. Tämän vuoksi aikakustannuksia tarkastellaan erikseen kulkuvälineen matka-ajan ja matkan muihin vaiheisiin kuluvan ajan osalta. Jälkimmäisiä aikakustannuksia kutsutaan palvelutasohyödyiksi. Aikakustannusten laskennassa käytetään matka-ajan eri matkaryhmille (työmatka, ostos- ja asiointimatka tai vapaa-ajan matka) määritettyjä yksikköarvoja. Aikakustannusten ja palvelusvaikutusten arvottamisessa käytettävät yksikkökustannukset ovat perusvuotena samassa tasossa kuin investointikustannukset ja niitä korotetaan sen jälkeen vuosittain 1,125 %:lla (ks. luku 6.5.3). Palvelutasohyötyjen suuruus vaihtelee tutkimusten mukaan eri kaupunkiseutujen välillä sekä seudullisen ja kaukoliikenteen välillä. Ratahankkeiden arvioineissa käytettävät painokerroimet on esitetty luvussa 6.5.3.

#### **Muista kulkutavoista siirtyvät matkat ja uudet matkat**

Kuluttajan ylijäämän arviointia varten matkustajat jaetaan nykyisiin junamatkustajiin, muista kulkutavoista junaan siirtyviin matkustajiin ja kokonaan uusiin matkoihin, jotka syntyvät hankkeen maankäyttöön kohdistuvan vaikutuksen seurauksena. Nykyisten junamatkustajien saavuttama kuluttajan ylijäämän muutos saa-

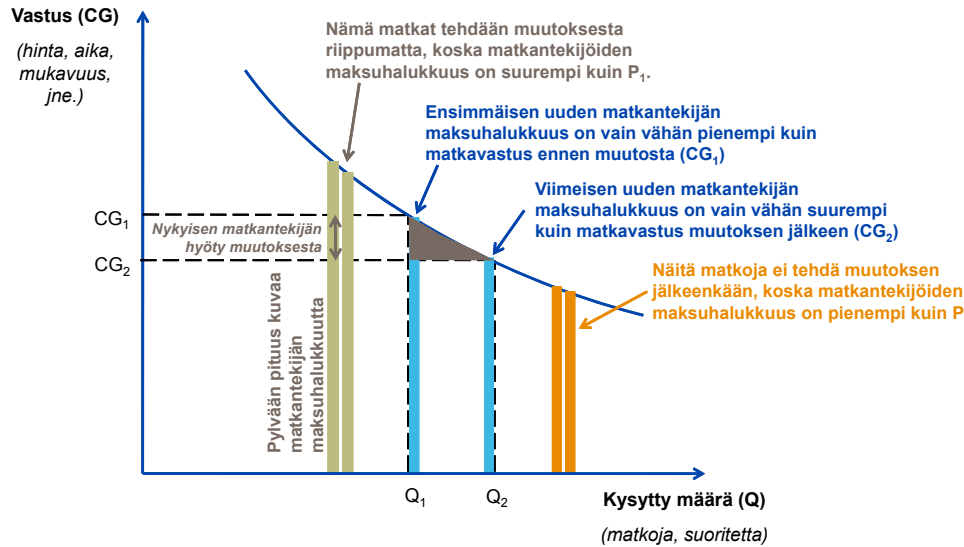
daan kertomalla yleistettyjen kustannusten muutos eli käytännössä yleensä aikakustannusten ja palvelutasohyötyjen muutosten summa vertailuvaihtoehdon matkustajamäärällä. Muista kulkutavoista siirtyvien matkustajien ja uusien matkustajien hyöty arvioidaan ns. puolikkaan säännön avulla. Säännön mukaan näissä matkoissa saavutettavat hyödyt ovat keskimäärin puolet nykyisten matkustajien saavuttamasta kuluttajan ylijäämän muutoksesta (esimerkki 11).

#### **6.4.4 Kuljetuskustannukset**

Tavaraliikenteessä ei tarkastella erikseen kuluttajan ja tuottajan ylijäämän muutoksia, koska ratahankkeen synnyttämien kuljetuskustannussäästöjen jakautumista kuluttajan ja tuottajan kesken ei voida arvioida luotettavasti. Rautatiekuljetuksista perittävät rahtihinnat eivät myöskään ole julkisia, joten tuottajan ylijäämän arviointi on mahdotonta tilanteissa, joissa ratahankkeella on vaikutuksia kuljetustapojen väliseen kysyntään. Tämän vuoksi kuljetuskustannusvaikutusten tarkastelu perustuu liikennöintikustannuksiin ja mahdollisesti muihin todettavissa oleviin logististen toimintojen tuotantokustannuksiin.

Rautatiekuljetusten liikennöintikustannusmuutokset arvioidaan tavaraliikenteen liikennöintikustannusmallien avulla. Kustannuksiin lasketaan mukaan myös ratamaksut ja polttoaineen hintaan sisältyvä valmistevero (ks. luku 6.5.2). Ratahankkeen mahdolliset vaikutukset muiden logististen toimintojen kustannuksiin (esim. lastinkäsittelyn kustannuksiin ja varastointikustannuksiin) arvioidaan asiantuntijaperusteisesti käytettävissä oleviin tietoihin perustuen.

**Esimerkki 11. Puolikkaan sääntö kuluttajan (kuljetusten ostajan) ylijäämän muutoksen laskemisessa.**



Puolikkaan säännöllä estimoidaan uuden/siirtyvän kysynnän kuluttajan ylijäämän muutosta, kun tarjonnassa tapahtuu suhteellisen vähäinen muutos. Tällöin oletetaan, että kysyntä kasvaa lineaarisesti hinnan (vastuksen) laskiessa. Kuvan esimerkissä vastus pienenee ( $CG_1 \Rightarrow CG_2$ ), jolloin kysyntä kasvaa ( $Q_1 \Rightarrow Q_2$ ). Jokaisen nykyisen matkan hyöty on yhtä suuri kuin vastuksen muutos ( $CG_1 - CG_2$ ). Uusien matkojen osalta kuluttajan ylijäämän  $\Delta CS_u$  (kuvassa varjostettu kolmio) lasketaan:

$$\Delta CS_u = \frac{1}{2}(Q_2 - Q_1)(CG_1 - CG_2)$$

#### 6.4.5 Tuottajan ylijäämän muutos henkilöliikenteessä

Tuottajalla tarkoitetaan rautatieliikenteen ja muiden joukkoliikennepalvelujen tuottajia eli tavallisesti liikenteen harjoittajia. Liikenteen tuottaja voi olla myös esimerkiksi kuntayhtymä tai valtio, kun kysymys on ostoliikenteestä. Ylijäämä muuttuu käytännössä silloin, jos tuottajan myyntikate (tuotot vähennettynä kustannuksilla) muuttuu. Ratahankkeissa käsiteltäviä tuotantokustannuksia ovat henkilöjunaliikenteen liikennöintikustannukset (sisältäen ratamaksut ja polttoaineen valmisteverot). Vastavasti tuottoina käsitellään lipputuloja, joiden muutokset arvioidaan samoja yksikköarvoja käyttäen kuin kuluttajan lippukustannusten muutokset. Lipun hintoihin arvonlisävero ei jää hyötynä tuottajalle, joten tuottajan ylijäämän muutos lasketaan ilman lipun hintoihin sisältyvää arvonlisäveroa.

Tuottajan ylijäämän muutos arvioidaan kaikkien niiden joukkoliikennemuotojen osalta, joiden liikennöintikustannuksiin ja tuloihin ratahanke vaikuttaa.

#### 6.4.6 Onnettomuuskustannukset

Ratahankkeen onnettomuuskustannusvaikutuksina arvioidaan aina tasoristeysonnettomuuksien kustannukset. Jos ratahankkeella on vaikutuksia muiden liikennemuotojen käyttöön, arvioidaan onnettomuuskustannusvaikutukset myös näiden liikennemuotojen osalta. Kustannusmuutosten arvioinnin lähtökohtana ovat enustetut onnettomuusmäärien muutokset sekä määritetyt onnettomuuksien yksikkökustannukset.

Onnettomuuksien arvottamisessa käytettävät yksikkökustannukset ovat perusvuotena samassa tasossa kuin investointikustannukset ja niitä korotetaan sen jälkeen 1,125 % vuodessa.

#### 6.4.7 Päästö- ja melukustannukset

Ympäristökustannusten osalta ratahankkeiden kannattavuuslaskelmassa tarkastellaan pakokaasupäästöjen ja rautatieliikenteen melun kustannusmuutoksia.

Rautatieliikenteen päästöt arvioidaan erikseen sähkövetureiden ja dieselvetureiden vetämien junien osalta. Molemmille energialajeille on omat päästöjen yksikkökustannukset, jotka dieselkäyttöisten veturien osalta poikkeavat myös päästöjen syntymisalueen (taajama tai haja-asutusalue) mukaan.

Jos ratahankkeella on vaikutuksia muiden liikennemuotojen käyttöön, arvioidaan päästöjen kustannusvaikutukset myös näiden liikennemuotojen osalta.

Liikennemelun yleistä häiritsevyyttä kuvaavana tunnuslukuna käytetään A-painotettua keskiäänitasoa (ekvivalenttitaso) LA<sub>eq</sub>. Asetuksen 93/1992 mukaan yleinen ohjearvo päiväajan keskiäänitasolle, LA<sub>eq7-22</sub>, on 55 dB ja yöajan, LA<sub>eq22-7</sub>, 50 dB.

Melukustannusten arviointia varten eritellään päivämelun LA<sub>eq7-22</sub> eri melutasoja (5 dB:n välein 50 dB:stä alkaen) koskevilla alueilla asuvien ihmisten määrä. Meluhaitan arvo saadaan kertomalla haitalle altistuvan väestön määrä melun yksikkökustannuksella.

Päästöjen ja melun yksikköarvoja korotetaan laskenta-aikana käyttöönottovuotta seuraavasta vuodesta lähtien 1,125 % vuodessa tulotason kasvua seuraten. Kustannukset esitetään verottomina.

#### 6.4.8 Vaikutus julkistalouteen

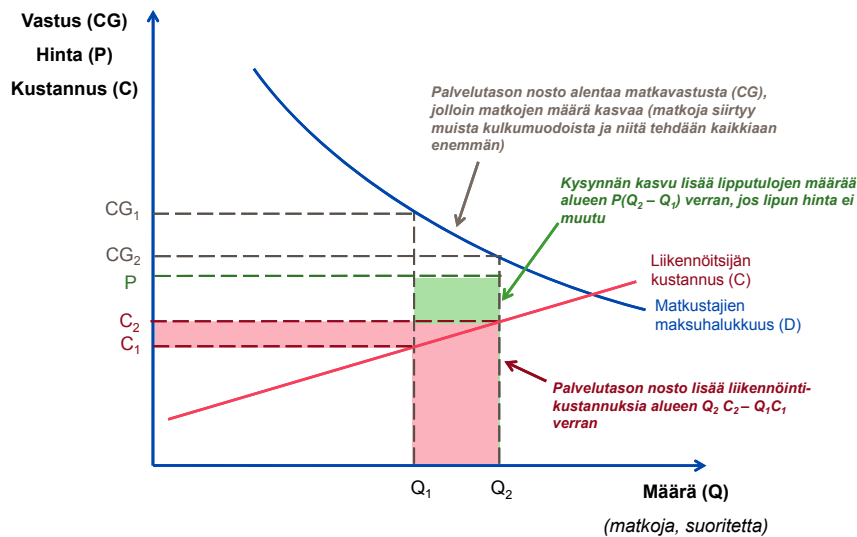
Julkistaloudellisissa vaikutuksissa tarkastellaan hankkeen vaikutuksia valtion perimien liikenteen erityisverojen ja maksujen kertymiin sekä valtion maksamiin liikenteen subventioihin. Tarkasteltavia erityisveroja ja maksuja ovat liikenteen tuotantokustannuksiin sisältyvät ratamaksut ja polttoaineen valmistevero sekä lipun hintoihin sisältyvä arvonlisävero. Lisäksi tilanteissa, joissa hanke aiheuttaa liikenteen siirtymiä kulkutapojen välillä, on arvioitava muiden kulkutapojen maksamien verojen ja maksujen

määrämuutokset. Esimerkiksi, jos matkat siirtyvät henkilöautoliikenteestä, vähenevät valtion tulot henkilöautoliikenteen polttoaineveron ja polttoaineen arvonlisäveron osalta.

#### 6.4.9 Jäännösarvo

Jäännösarvolla tarkoitetaan investoinnin arvoa laskenta-ajanjakson lopussa. Investoinnin jäännösarvo määritetään tapauskohtaisesti ottaen huomioon hankkeen kustannusarviossa määritetyt pitoajat. Jäännösarvo lasketaan toimenpiteen uushankinta-arvosta (ilman suunnittelukustannuksia), joka on samassa hintatasossa kuin laskelmassa käytettävä rakennuskustannus. Jäännösarvon oletetaan muuttuvan lineaarisesti ajan suhteen. Jäännösarvo diskontataan kannattavuuslaskelman perusvuoteen (esimerkki 12). Mahdolliset purkukustannukset otetaan laskelmassa huomioon negatiivisena jäännösarvona

**Esimerkki 12. Tuottajan ylijäämän määrittäminen liikennekysynnän muuttuessa.**



Tuottajan ylijäämä on palvelun myynnistä saadun hinnan ja alimman tuottajan hyväksymän hinnan ("tarjontahalukkuus") välinen ero. Tuottajan ylijäämä muuttuu, jos liikennöintikustannukset, kuljetuspalvelun hinnat tai myynti muuttuvat. Kuvan esimerkissä kysyntä kasvaa ( $Q_1 \rightarrow Q_2$ ), jolloin liikennöintikustannukset kasvavat ( $Q_1 C_1 \rightarrow Q_2 C_2$ ) ja lipputulot kasvavat ( $P(Q_2 - Q_1)$ ). Lipputulot nykyisistä matkoista eivät muutu mutta kustannukset kasvavat, joten tältä osin tuottajan ylijäämä pienenee. Uudet matkustajat tuovat enemmän tuloja kuin kasvattavat kustannuksia. Liikennöintikustannusten muutos kertoo tuottajan ylijäämän muutoksesta vain menopuolen, ja kokonaisuutensa selvittämiseksi on otettava huomioon myös lipputulojen muutos. Tuottajan ylijäämän  $\Delta CP_u$  lasketaan:

$$\Delta CP_u = (Q_2 - Q_1)P - (Q_2 C_2 - Q_1 C_1)$$

**Esimerkki 13. Erään ratahankkeen jäännösarvon määrittäminen.**

Seuraavassa tarkastellaan esimerkissä 5 (luku 3.2.3) esitetyn hankkeen jäännösarvon määrittämistä. Kustannuserittelyn ja pitoaikojen perusteella saadaan eri toimenpiteiden jäännösarvoiksi (J) 30 vuoden jälkeen seuraavat:

Päällysrakenteen uusimisen (50,7 M€/30 vuotta): Jäännösarvo =  $(0/30) \cdot 50,7 \text{ M€} = 0 \text{ €}$

Sillat ja rummut (20,3 M€): Jäännösarvo =  $(20/50) \cdot 20,3 \text{ M€} = 8,1 \text{ M€}$

Turvalaitteet (10,4 M€): Jäännösarvo =  $(0/30) \cdot 10,4 \text{ M€} = 0 \text{ M€}$

Lisäraiteet (5,6 M€): Jäännösarvo <sup>\*</sup> =  $(10/40) \cdot 5,6 \text{ M€} = 2,2 \text{ M€}$

Tasoristeysten poisto (5,5 M€): Jäännösarvo =  $(0/30) \cdot 5,5 \text{ M€} = 0 \text{ M€}$

Yhteensä: Jäännösarvo = 10,3 M€

Jäännösarvo diskontattuna 3,5 %:n korolla hankkeen avaamisvuoteen on 3,8M€.

<sup>\*</sup> Arvioitu, että lisäraiteiden kustannuksista 50 % on päällysrakenteen ja 50 % alusrakenteen kustannuksia.



#### 6.4.11 Rakennusaikaisten vaikutusten tarkastelu

Rakennusaikaisina haittoja arvioidaan samaan tapaan kuin hankkeen synnyttämiä hyötyjä. Rakennusaikaiset vaikutukset esitetään kannattavuuslaskelmassa erillisenä osana kutakin vaikutusta.

Rakennusaikaiset haitat muutetaan hankkeen valmistumisen jälkeen saavutettavien hyötyjen ja aiheutuvien haittojen tapaan diskonttaamalla ne laskentajakson ensimmäiseen vuoteen 4 %:n korkoa käyttäen. Rakennusaikaisia aikakustannuksia, palvelutasohaittoja sekä onnettomuuspäästö- ja melukustannuksia arvioitaessa yksikkökustannuksiin tehdään 1,125 %:n vuosittainen alennus käyttöönottovuodesta taaksepäin.

#### 6.4.12 Transitoliikenteen tarkastelu

Transitokuljetusten tarkastelu kannattavuuslaskelmassa poikkeaa Suomen ulkomaankaupan kuljetusten tarkasteluista, sillä transitokuljetuksissa ratahankkeesta hyötyvä kuluttaja on Suomen ulkopuolinen taho. Transitokuljetusten yhteiskuntataloudellisia vaikutuksia ovat:

- kotimaisten kuljetuspalvelujen tuottajien hyötyjä ovat palvelujen tuottamisesta saavutettavien tulojen ja palvelujen tuottamisesta aiheutuvien kustannusten erotus eli tuottajan ylijäämän muutos
- transitoliikenne vaikuttaa osaltaan väyläpitäjien ja satamien kustannuksiin (mm. radan kulumisen kustannukset) sekä valtion ja satamien liikenteeltä perimien liikenteen erityisverojen ja maksujen kertymiin
- transitoliikenne aiheuttaa liikenteen ulkoisia haittoja kuten päästöjä, liikenteen onnettomuuksia sekä melu- ja värinähaittoja.

Kannattavuuslaskelmassa tarkasteltavat transitokuljetusten kustannusvaikutukset ovat:

- väylänpidon kustannusmuutokset Suomessa (hankkeen vaikutukset muuttuvien suoritteiden osalta)
- kotimaisten kuljetusten tuottajien (rautatiet ja tiekuljetusyrietykset, varustamot, ahtaus- ja huolintaliikkeet jne.) ylijäämän muutokset (kun rautatiekuljetuksissa käytetään venäläisiä tavaravaunuja, hankkeen vaikutuksia vaunujen aikakustannuksiin ei arvioida)
- päästökustannusmuutokset (hankkeen vaikutukset transitokuljetusten päästökustannuksiin Suomessa sekä hiilidioksidipäästöjen kustannuksiin koko matkalla).
- onnettomuuskustannusten muutokset Suomessa
- Suomen valtion liikenteen erityisvero- ja maksukertymien muutos kuljetusketjuun kuuluvien kaikkien liikennemuotojen osalta (mm. ratamaksut ja väylämaksut)
- satamien tulokertymän muutokset.

Transitoliikenteen kustannusvaikutukset eritellään kannattavuuslaskelmassa.

## 6.5 Yhteenveto

Kannattavuuslaskelman yhteenveto esitetään selkeänä taulukkona, jossa eritellään investointikustannukset, hankkeen diskonttatut hyödyt eriteltyinä ja yhteissummuna koko tarkasteluajanjaksolta. Yhteenvedon alimmalla rivillä esitetään hankkeen yhteiskuntataloudellista kannattavuutta kuvaavat hyöty-kustannussuhteet hankevaihtoehdoittain (esimerkki 14).

**Esimerkki 14. Ratahankkeen kannattavuuslaskelman yhteenveto.**

Hankevaihtoehtoja kuvaavissa sarakkeissa on esitetty vertailuvaihtoehdon ja hankevaihtoehtojen investointikustannukset, vaihtoehdon synnyttämät hyödyt (+ merkkinen vaikutus) tai haitat (- merkkinen vaikutus) sekä alimalla rivillä vaihtoehdon hyöty-kustannussuhde. Hankevaihtoehtojen investointikustannuksista vähennetään vertailuvaihtoehtoon (Ve 0) sisältyvien investointien kustannukset (esimerkiksi joka tapauksessa tehtävien korvausinvestointien kustannukset).

	<b>Ve 0</b>	<b>Ve 1</b>	<b>Ve 1-Ve 0</b>	<b>Ve 2</b>	<b>Ve 2-Ve 0</b>
	(M€)	(M€)	(M€)	(M€)	(M€)
<b>KUSTANNUKSET (K)</b>	<b>2,1</b>	<b>41,1</b>	<b>39,0</b>	<b>70,4</b>	<b>68,3</b>
Suunnittelukustannukset	0,0	1,8	1,8	3,5	3,5
Rakentamiskustannukset	2,0	37,1	35,1	63,1	61,1
Korko rakentamisen ajalta	0,1	2,2	2,0	3,8	3,7
<b>HYÖDYT (H)</b>					
<b>Väylänpitäjän kustannusmuutokset</b>		<b>-1,3</b>		<b>-1,9</b>	
Kunnossapito ja käyttö		-1,3		-1,9	
<b>Henkilöliikenteen tuottajan ylijäämän muutos</b>		<b>14,7</b>		<b>15,5</b>	
Liikennöintikust. muutos (sis. erityisverot ja maksut)		-4,6		-4,6	
Lipputulojen muutos		19,3		20,1	
<b>Kuluttajan ylijäämän muutos</b>		<b>18,3</b>		<b>18,8</b>	
<i>Nykyiset matkustajat</i>		14,7		14,7	
aikakustannussäästöt		10,6		10,6	
palvelutasohyödyt		4,1		4,1	
lippukustannusmuutokset (sis. arvonlisävero)		0,0		0,0	
<i>Siirtyvät ja uudet matkustajat (sis. lippukustannukset)</i>		3,6		4,1	
<b>Kuljetuskustannusten muutos</b>		<b>4,0</b>		<b>4,0</b>	
liikennöintikustannussäästöt (sis. erityisverot ja maksut)		4,0		4,0	
muut logistiset kustannukset		0,0		0,0	
<b>Onnettomuuskustannusten muutos</b>		<b>1,9</b>		<b>2,4</b>	
tasoristeysonnettomuudet		0,8		0,8	
tieliikenteen onnettomuudet		1,1		1,6	
<b>Päästökustannusten muutos</b>		<b>1,6</b>		<b>1,8</b>	
rautatieliikenne		-0,2		-0,4	
tieliikenne		1,8		2,2	
<b>Julkistaloudelliset verojen ja maksujen muutos</b>		<b>-1,3</b>		<b>-2,4</b>	
ratamaksut		0,6		0,6	
tieliikenteen verot ja maksut		-3,6		-4,8	
arvonlisäverot		1,7		1,8	
<b>Jäännösarvo</b>		<b>2,7</b>		<b>4,7</b>	
<b>Rakentamisen aikaiset haitat</b>		<b>-0,9</b>		<b>-1,1</b>	
<b>HYÖDYT YHTEENSÄ</b>		<b>39,7</b>		<b>41,8</b>	
<b>HYÖTY-KUSTANNUSSUHDE (H/K)</b>		<b>1,0</b>		<b>0,6</b>	

## 6.6 Laskentamenetelmät

### 6.6.1 Radan kunnossapidon kustannukset

#### Radan kuluminen

Hankkeet, jotka lisäävät tai vähentävät rataverkon liikennesuoritetta vaikuttavat radan kulumiseen, jonka aiheuttama kustannusvaikutus määritetään rajakustannusperusteisesti määritetyin yksikköarvoihin. Nämä yksikköarvot on määritetty erikseen henkilö- ja tavaraliikenteen muuttuvaa suoritetta (bruttotonnikilometri) kohti. Ellei tätä erittelyä voida tehdä, käytetään keskimäärästä yksikköarvoa (taulukko 5).

*Taulukko 5. Radan kulumisen kustannus liikennesuoritetta kohti vuoden 2013 tasossa.*

Liikennelaji	Kulumisen kustannus €/bruttotonnikilometri
Tavaraliikenne	0,0020
Henkilöliikenne	0,0018
Keskimäärin	0,0019

Mikäli hanke aiheuttaa muutoksia tieverkon liikennesuoritteissa kulku- tai kuljetustapojen välisten siirtymien vuoksi, arvioidaan vaikutukset myös tieverkon kulumisen kustannuksiin. Arviointi tehdään tiehankkeiden arviointiohjeen mukaisesti.

#### Ylläpidettävän infrastruktuurin määrän muutos

Radan kunnossapidon kustannukset voivat muuttua myös ylläpidettävän infrastruktuurin määrää tai ominaisuuksia koskevien muutosten vuoksi. Tavanomaisia kehittämishankkeisiin liittyviä muutoksia ovat ylläpidettävän raidepituuden kasvu (esim. uudet liikennepaikat) ja radan sähköistäminen, jotka lisäävät kunnossapitokustannuksia. Vastaavasti korvausinvestoinnin vaihtoehtona voi olla radan lakkauttaminen, jolloin olevassa radan lakkauttamisen yhteydessä vastaavasti ylläpidettävän raidepituuden väheneminen).

Tällaiset kunnossapidon kustannusmuutokset voidaan arvioida joko tapauskohtaisesti tai keskimääräisiin toteutuneisiin kustannuksiin perustuen. Raiteen kunnossapitokustannus on riippuvainen mm. radan kunnossapitotasosta (johon vaikuttaa radan nopeustaso), raiteen kunnosta ja raiteeseen liittyvistä teknisistä laitteista ja järjestelmistä. Liikenneviraston julkaisun (tutkimuksia ja selvityksiä 08/2011) mukaan ratojen kunnossapitokustannukset ovat kunnossapitoluokissa 1A–6 keskimäärin 3 500–16 000 euroa/raide-km.

### 6.6.2 Henkilöjunien liikennöintikustannukset

Henkilöjunaliikenteen liikennöintikustannusten arvioinnin lähtökohtana ovat ennustetun junatarjonnan mukaiset aika- ja kilometrisuoritteet junatyypeittäin sekä arvioidut ennustetilanteen junien kokoonpanot (vaunujen tai moottorivaunuyksiköiden määrä). Henkilöjunien aikasuoritteet määritetään mahdolliseen aikataulusuunnitelmaan perustuen tai mikäli suunnitelmaa ei ole käytettävissä junien arvioituihin keskinopeuksiin ja arvioituihin pysähdysaikoihin asemilla perustuen.

Laskennassa käytettäviä junatyyppejä ovat:

- nopeat junat
- IC-junat
- dieselveturivetoiset pikajunat
- taajamajunat
- lähiliikenteen junat.

Henkilöjunien liikennöintikustannukset jaetaan matka-ajasta riippuviin kustannuksiin ja matkan pituudesta riippuviin kustannuksiin.

Henkilöjunien liikennöintikustannusmallien perusmuoto on seuraava:

Junan liikennöintikustannus = matka-aika (h) \* (a1 + lisäyksikköjen määrä \* a2) + matkan pituus (km) \* (b1 + lisäyksikköjen määrä \* b2),

a1 = perusyksikön aikakustannus (€/h)  
a2 = lisäyksikön aikakustannus (€/h)  
b1 = perusyksikön matkakustannus (€/km)  
b2 = lisäyksikön matkakustannus (€/km)

Perusyksiköllä ja lisäyksiköllä tarkoitetaan moottorivaunuliikenteessä yhtä junayksikköä. Veturivetoisessa henkilöjunaliikenteessä perusyksikkö muodostuu veturista ja kolmesta matkustajavaunusta.

Henkilöjunien liikennöintikustannusten yksikkökustannukset ilman veroja ja maksuja on esitetty taulukoissa 6–7. Verojen ja maksujen määrät on esitetty taulukossa 8.

*Taulukko 6. Henkilöjunien yksikkökustannukset matkatuntia kohti vuoden 2013 hintatasossa.*

Junatyyppi	Kustannus (€/tunti)	
	Perusyksikkö	Lisäyksikkö
IC-juna, sähköveturi	525	93
Pikajuna, dieselve-turi	468	93
Nopea juna, kotimaan liikenne	866	769
Nopea juna, Venäjän liikenne	1000	903
Taajamajuna, sähkö	344	176
Taajamajuna, kiskobussi	242	75
Lähiliikenteen juna, sähkö	392	237

*Taulukko 7. Henkilöjunien yksikkökustannukset matkakilometriä kohti vuoden 2013 hintatasossa.*

Junatyyppi	Kustannus (€/km)	
	Perusyksikkö	Lisäyksikkö
IC-juna, sähköveturi	3,5	0,7
Pikajuna, dieselve-turi	4,3	0,8
Nopea juna, kotimaan liikenne	5,3	5,3
Nopea juna, Venäjän liikenne	6,2	6,2
Taajamajuna, sähkö	2,4	2,4
Taajamajuna, kiskobussi	1,7	1,7
Lähiliikenteen juna, sähkö	2,9	2,9

*Taulukko 8. Henkilöjunaliikenteen erityisverot ja maksut perusyksikön ja lisäyksikön matkakilometriä kohti vuoden 2013 kustannustasossa.*

Junatyyppi	Perusyksikkö (€/km)	Lisäyksikkö (€/km)
IC-juna, sähköveturi	0,36	0,08
Pikajuna, dieselve-turi	0,64	0,12
Nopea juna, kotimaa	0,48	0,48
Nopea juna, Venäjä	0,52	0,52
Taajamajuna, sähkö	0,17	0,17
Taajamajuna, kiskobussi	0,21	0,21
Lähiliikennejuna, sähkö	0,20	0,20

Henkilöjunien yksikkökustannukset soveltuvat junatarjontaa, junakokoonpanoja, matka-aikaa ja nopeutta sekä junien kulkumatkaa koskevien muutosten arviointiin.

#### Energiakustannuksen arviointi junakohtaisesti

Henkilöjunien nopeus ajossa ja liikennepaikkatiheys vaikuttavat keskeisesti energiankulutukseen ja -kustannukseen. Taulukossa 6 esitettyihin kilometriperusteisiin yksikkökustannuksiin sisältyvät energiakustannukset perustuvat kuitenkin junatyyppin keskimääräisen nopeuden ja liikennepaikkatiheyden mukaisesti keskimääräisiin energiankulutusarvoihin, jotka on esitetty luvun 6.6.4 taulukossa 14.

Mikäli henkilöjunan keskinopeus tai liikennepaikkatiheys poikkeavat oleellisesti keskimääräisestä, on suositeltavaa, että junien energiakustannukset arvioidaan erikseen junien energiankulutusmalleilla ja energian hinnan perusteella. Kulutusmallit on esitetty liitteessä 4. Tällöin liikennöintikustannusmallien mukaista liikennöintikustannusta korjataan keskimääräisen energiakulutuksen ja todellisen kulutuksen erotusta vastaavalla energiakustannuksella. Junien käyttämän sähkön hintana käytetään 0,06 €/kWh ja polttonesteen verottomana hintana 0,71 €/litra ja polttonesteen hintaan sisältyvinä erityisveroina 0,19 €/litra.

### 6.6.3 Tavarajunien liikennöintikustannusmallit

Tavarajunaliikenteen liikennöintikustannusten arvioinnin lähtökohtana ovat tavaraliikenne-ennusteisiin perustuvat junien määrät, aika- ja kilometrisuoritteet sekä junakokoonpanot (veturien ja vaunujen määrät sekä käytettävä veto-voima).

Tavarajunien aikasuoritteissa otetaan huomioon tavarajunien matkaan kuluva aika ilman ratapihoilla tapahtuvaa vaihtotyötä. Matka-aika voidaan karkeissa tarkasteluissa määrittää arvioidun matkanopeuden avulla. Kun hankkeen tavoitteena on ratakapasiteetin lisääminen ja tavarajunien ei-kaupallisten pysähdysten vähentäminen, edellyttää matka-ajan arviointi rataosan liikenteen toimivuusanalyysijä.

Tavarajunien liikennöintikustannusmallien perusmuoto on seuraava:

Junan liikennöintikustannus = matka-aika (h) \* (a1 + vaunujen määrä \* a2) + matkan pituus (km) \* (veturien määrä \* b1 + vaunujen määrä \* b2),

a1 = veturien aikakustannukset (€/h) (\*)

a2 = vaunun aikakustannus (€/h)

b1 = veturin matkakustannus (€/km)

b2 = vaunun matkakustannus (€/km)

(\*) Veturien aikakustannusten summa, kun junassa on useampia vetureita. Aikakustannus toista ja kolmatta veturia kohti on pienempi kuin yhtä veturia kohti (junassa vain yksi kuljettaja).

Kustannusmallit on laadittu erikseen sähköveturivetoiselle ja dieselveturivetoiselle tavarajunalle. Dieselvetureista on lisäksi eritelty keskiraskas dieselveturi (teho 1000 kW) sekä kaksi raskasta dieselveturia (tehot 2000 kW ja 3000 kW). Sähköveturi ja raskas dieselveturi kykenevät vetämään noin 2000 tonnia painavaa junaa. Sen sijaan kevyen dieselveturin vetokyky riittää noin 1200 tonnia painavan junan vetämiseen.

Tavarajunien yksikkökustannukset ilman veroja ja maksuja on esitetty taulukoissa 9–10. Verojen ja maksujen määrät on esitetty taulukossa 11. Yksikkökustannusten avulla voidaan arvioida hankkeen vaikutuksia, jotka koskevat esimerkiksi

junien määrään, tavarajunien kokoonpanoihin (veturien ja vaunujen määrä), vetokaluston tyyppiin (sähköveturi/dieselveturi), junien matka-aikaan ja vaunulastin suuruuteen kohdistuvien toimenpiteiden aiheuttamia kustannusvaikutuksia.

Yksikkökustannuksia voidaan käyttää myös ratapihoilla tapahtuvien veturin vaihtojen ja junan kääntöjen kustannusten arviointiin. Tällöin on otettava huomioon myös vaihtotyöhön kuluva aika, vaihtotyöhön sitoutuvan ratapihahenkilöstön määrä ja tuntikustannus. Nämä on arvioitava aina tapauskohtaisesti.

*Taulukko 9. Tavarajunien yksikkökustannukset veturin ja vaunun matkatuntia kohti, ei sisällä vaihtotyön kustannusta vuoden 2013 hintataso).*

Veturi/vaunu	(€/h)
Sähköveturi	
• 1. veturi	235
• 2. ja 3. veturi	122
Keskiraskas dieselveturi, 1000 kW	
• 1. veturi	178
• 2. ja 3. veturi	65
Raskas dieselveturi, 2000 kW	
• 1. veturi	199
• 2. ja 3. veturi	87
Raskas dieselveturi, 3000 kW	
• 1. veturi	214
• 2. ja 3. veturi	102
Vaunu	2,05

Taulukko 10. Tavarajunien yksikkökustannukset junan ja vaunun matkakilometriä kohti, ei sisällä vaihtotyön kustannusta (vuoden 2013 hintataso).

Veturi/vaunu	(€/km)
Sähköveturi (1 veturi)	
• 1. veturi	1,39
• 2. ja 3. veturi	1,39
Keskiraskas dieselveturi, 1000 kW	
• 1. veturi	2,39
• 2. ja 3. veturi	2,39
Raskas dieselveturi, 2000 kW	
• 1. veturi	3,27
• 2. ja 3. veturi	3,27
Raskas dieselveturi, 3000 kW	
• 1. veturi	3,67
• 2. ja 3. veturi	3,67
Vaunu, sähköveto	0,10
Vaunu, dieselveto (1000 kW)	0,15
Vaunu, dieselveto (2000 kW)	0,15
Vaunu, dieselveto (3000 kW)	0,16

Taulukko 11. Tavarajunaliikenteen erityisverot ja maksut veturin ja vaunun matkakilometriä kohti vuonna 2013.

Junatyyppi	Veturi/vaunu
Sähköveturi	0,15
Keskiraskas dieselveturi, 1000 kW	0,43
Raskas dieselveturi, 2000 kW	0,63
Raskas dieselveturi, 3000 kW	0,69
Vaunu, sähköveto	0,10
Vaunu, dieselveto, raskas veturi	0,16
Vaunu, dieselveto, kevyt veturi	0,15

### Energiakustannuksen arviointi junakohtaisesti

Tavarajunien massa ja nopeus vaikuttavat keskeisesti energiankulutukseen ja -kustannukseen. Taulukossa 9 esitettyihin kilometripohjaisiin yksikkökustannuksiin sisältyvä energiakustannus perustuu sähköveturien osalta 70 km/h ja dieselveturien osalta 60 km/h keskinopeuden sekä 100 kilometrin pysähdysvälin mukaisesti kulutusarvoihin veturia ja vaunua kohti, jotka on esitetty luvun 6.6.5 taulukossa 15.

Mikäli junan keskinopeus poikkeaa oleellisesti edellä esitetyistä kustannusmallin lähtökohdista, voidaan junien energiakulutus ja energiakustannukset arvioida energiankulutusmalleilla ja energian hinnan perusteella. Kulutusmallit on esitetty liitteessä 4. Tällöin liikennöintikustannusmallien mukaista liikennöintikustannusta korjataan keskimääräisen kulutuksen ja todellisen kulutuksen erotusta vastaavalla kustannuksella. Junien käyttämän sähkön hintana käytetään 0,06 €/kWh ja polttonesteen verotomana hintana 0,71 €/litra ja polttonesteen hintaan sisältyvinä erityisveroina 0,19 €/litra.

Tavarajunien ei-kaupalliset pysähdykset lisäävät merkittävästi energiankulutusta ja -kustannuksia. Vaikutus on riippuvainen junan massasta ja nopeustasosta. Mikäli hankkeella todetaan olevan vaikutuksia pysähdysten määrään, voidaan pysähdysten aiheuttama energiankulutus arvioida erikseen ja ottaa huomioon liikennöintikustannuksissa. Esimerkiksi sähköveturin vetämän 2000 tonnia painavan junan jarrutus 70 km/h-nopeudesta ja kiihdytys vastaavaan nopeuteen lisää sähkönkulutusta 52 kWh, jonka aiheitta lisäkustannus on noin 3 euroa. Pysähdysten aiheuttama energiankulutusvaikutus voidaan arvioida liitteen 4 taulukon 6 avulla.

Esimerkeissä 15–16 on havainnollistettu henkilöjunien yksikkökustannusten soveltamista ratahankkeissa ja esimerkeissä 17–20 tavaraliikenteen yksikkökustannusten soveltamista erityyppisissä ratahankkeissa.

**Esimerkki 15. Henkilöjunaliikenteen junatarjonnan liikennöintikustannusten arviointi.**

Tarkastellaan rataosaa, jonka pituus on 78 km ja jolla suurin sallittu henkilöjunien nopeus on 140 km/h. Rataosalla liikennöidään sähköveturivetoisilla IC-junilla, nopeilla kotimaan liikenteen junilla ja taajamajunilla. Rataosan arkipäivän junatarjonta (molemmat suunnat yhteensä) muodostuu 20 IC-junasta, 6 nopeasta junasta ja 16 taajamajunasta. Veturivetoisten IC-junien vaunumäärä ja moottorivaunukaluston yksiköiden määrät jakautuvat taulukon mukaisesti.

Junatarjonta perusyksiköittäin ja lisäyksiköittäin on seuraava:

Junatyyppi	vuorot kpl/vrk	perusyksiköt kpl/vrk	lisäyksiköt kpl/vrk	Matka-aika h
<b>IC-junat</b>				
6 vaunun junat	8	8	24	0,71
4 vaunun junat	12	12	12	0,71
<b>Nopeat junat, kotimaa</b>				
2 yksikön junat	2	2	2	0,68
1 yksikön junat	4	4	0	0,68
<b>Taajamajunat</b>				
2 yksikön junat	4	4	4	0,87
1 yksikön junat	12	12	0	0,87

Liikennöintikustannusten määrittämistä varten lasketaan ensin junien aika- ja matkasuoritteet, jonka jälkeen suoritteet ja kerrotaan liikennöintikustannusmallien (taulukot 5 ja 6) mukaisilla yksikkökustannuksilla.

Junien aikaperusteiset kustannukset ovat seuraavat:

Junatyyppi	Aikasuorite		Yksikkökustannukset		Kustannukset €/vrk
	Perusyksiköt h/vrk	Lisäyksiköt h/vrk	Perusyksiköt €/h	Lisäyksiköt €/h	
<b>IC-junat</b>					
6 vaunun junat	5,67	5,67	525	93	3 506
4 vaunun junat	8,51	8,51	525	93	5 259
<b>Nopeat junat, kotimaa</b>					
2 yksikön junat	1,30	1,30	866	769	2 126
1 yksikön junat	2,60	2,60	866	769	4 252
<b>Taajamajunat</b>					
2 yksikön junat	3,47	3,47	344	176	1 803
1 yksikön junat	10,40	10,40	344	176	5 408
<b>Yhteensä</b>					<b>22 353</b>

Junien kilometriperusteiset kustannukset ovat seuraavat:

Junatyyppi	Kilometrisuorite		Yksikkökustannukset		Kustannukset €/vrk
	Perusyksiköt km/vrk	Lisäyksiköt km/vrk	Lisäyksiköt €/km	Lisäyksiköt €/km	
<b>IC-junat</b>					
6 vaunun junat	624	1872	3,5	0,7	3 519
4 vaunun junat	936	936	3,5	0,7	3 961
<b>Nopeat junat, kotimaa</b>					
2 yksikön junat	156	156	5,3	5,3	1 665
1 yksikön junat	312	0	5,3	5,3	1 665
<b>Taajamajunat</b>					
2 yksikön junat	312	312	2,4	2,4	1 480
1 yksikön junat	936	0	2,4	2,4	2 220
<b>Yhteensä</b>					<b>14 511</b>

Esimerkin mukaiset liikennöintikustannukset ovat yhteensä 36 864 €/vrk.

**Esimerkki 16. Matka-ajan lyhenemisen kustannusvaikutusten arviointi.**

Tarkastellaan edellä esitetyn rataosalla tehtävien junien matka-aikaa lyhentävien investointien aikakustannusvaikutuksia. Matka-aika lyhenee kaikkien junien osalta 4 minuutta (0,07 h). Rataosalla on ainoastaan taajamajunien liikennepaikkoja, joiden keskimääräinen väli on 26 km.

Aikaperusteisten kustannusten muutos

Matka-ajan lyhenemisen vaikutus arkivuorokauden liikennöintikustannuksiin saadaan arvioimalla junatyypeittäin aikasuoritteiden muutokset (h/vrk) ja kertomalla ne vastaavilla ajan yksikkökustannuksilla (€/h).

Aikasuoritteiden muutokset ja niiden aiheuttamat kustannukset ovat matkan nopeutuksen jälkeen seuraavat:

Junatyyppi	Aikasuoritteiden muutos		Yksikkökustannukset		Kustannukset €/vrk
	Perusyksiköt h/vrk	Lisäyksiköt h/vrk	Perusyksiköt €/h	Lisäyksiköt €/h	
<b>IC-junat</b>					
6 vaunun junat	0,53	1,60	525	93	429
4 vaunun junat	0,80	0,80	525	93	94
<b>Nopeat junat, kotimaa</b>					
2 yksikön junat	0,13	0,13	866	769	218
1 yksikön junat	0,27	0,00	866	769	231
<b>Taajamajunat</b>					
2 yksikön junat	0,27	0,13	344	176	139
1 yksikön junat	0,80	0,00	344	176	275
<b>Yhteensä</b>					<b>1 786</b>

Junaliikenteen nopeuttamisen synnyttämä aikakustannusten säästö on 1786 €/vrk.

Vaikutukset energiakustannuksiin

Junien nopeuden kasvu aiheuttaa lisäksi muutoksia junien energiankulutuksessa. Kulutuksen muutokset arvioidaan junien keskinopeuden muutoksen perusteella. IC-junien keskinopeus nousee 110 km/h:sta noin 120 km/h:iin, nopeiden junien 120 km/h:sta noin 130 km/h:iin ja taajamajunien 90 km/h:sta noin 100 km/h:iin.

Liitteen 4 taulukoista nähdään, että 6 vaunua käsittävien IC-junien energiankulutus kasvaa 2 kWh/km, 4 vaunua käsittävien IC-junien 2 kWh/km ja nopeiden junien yksiköiden noin 1 kWh/km. Taajamajunien kulutus ei muutu lainkaan. Junien energiankulutuksen kokonaisuutos saadaan kertomalla em. IC-junien kulutuksen muutosarvot (kWh/km) junien kilometrisuoritteilla (km/vrk) ja vastaavasti nopeiden junien kulutuksen muutosarvot (kWh/km) junayksikköjen (=perusyksiköt ja lisäyksiköt) kilometrisuoritteilla (km/vrk). Energiankulutuksen muutoksen aiheuttama kustannus saadaan kertomalla kulutusmuutos (kWh/vrk) sähkön hinnalla (0,06 €/kWh).

Energiankulutuksen ja kustannusten muutokset ovat seuraavat:

Junatyyppi	kulutusmuutos kWh/km	suorite km/vrk	kulutusmuutos (kWh/vrk)	kustannusmuutos (€/vrk)
<b>IC-junat</b>				
6 vaunun junat	2	624	1 248	75
4 vaunun junat	4	936	1 872	112
<b>Nopeat junat, kotimaa</b>				
2 yksikön junat	1	312	156	9
1 yksikön junat	1	312	312	10
<b>Taajamajunat</b>				
2 yksikön junat	-	624	-	-
1 yksikön junat	-	936	-	-
<b>Yhteensä</b>			<b>3588</b>	<b>215</b>



Junien energiankulutus kasvaa yhteensä 3588 kWh/vrk ja energiakustannukset 215 €/vrk.

#### Kokonaisvaikutus

Junien nopeutus vähentää liikennöintikustannuksia yhteensä **1573 €/vrk** (=1788 €-215 €).



#### *Esimerkki 17. Tavarajunien liikennöintikustannusten laskeminen*

Kuljetusmäärä on 2,4 milj. tonnia, joista 0,6 milj. tonnia on raakapuun kuljetuksia, 1,2 milj. tonnia rikastekuljetuksia ja 0,6 milj. tonnia sekalaisen tavaroiden kuljetuksia.

Raakapuukuljetuksissa käytettävän junan nettopaino kuormasuunnassa on 1320 tonnia (24 vaunua, joiden keskimääräinen lasti on 55 tonnia), rikastekuljetuksissa 2795 tonnia (43 vaunua, joiden keskimääräinen lasti on 65 tonnia) ja sekalaisissa kuljetuksissa 1320 tonnia (22 vaunua, joiden keskimääräinen lasti on 85 tonnia). Junien keskinopeus on 50 km/h ja matka-aika 3,6 tuntia.

#### Junamäärien arviointi

Rataosan vuotuiset junamäärät (molemmat suunnat yhteensä) lasketaan seuraavasti:

- junamäärä (junia/v) = 2 (molemmat suunnat) \* kuljetusmäärä (t/v) / junan nettopaino (t).

Junamäärät ovat seuraavat:

Junat/tavaralaji	Kuljetusmäärä t/v	Junan nettopaino t/juna	Junamäärä kpl/v
Raakapuu	600 000	1 320	909
Rikaste	1 200 000	2 795	859
Sekalaiset	600 000	1 320	909

#### Suoritteiden arviointi

Rataosan vuotuiset tunti- ja kilometrisuoritteet lasketaan seuraavasti:

- veturitunnit/v = junien määrä/v \* veturien määrä/juna \* matka-aika (h)
- vaunutunnit/v = junien määrä/v \* vaunujen määrä/juna \* matka-aika (h)
- veturikilometrit/v = junien määrä /v \* veturien määrä/juna \* matkan pituus (km)
- vaunukilometrit/v = junien määrä/v \* vaunujen määrä/juna \* matkan pituus (km)

Junien tunti- ja kilometrisuoritteet ovat seuraavat:

Junat/tavaralaji	veturi-h/v	veturi-h/v	veturi-h/v	veturi-h/v
Raakapuu	3 273	78 545	163 636	3 927 273
Rikaste	6 182	132 923	309 123	6 646 154
Sekalaiset	3 273	72 000	163 636	3 600 000

#### Liikennöintikustannusten määrittäminen

Suoritteita vastaavat yksikkökustannukset saadaan taulukoista 8 ja 9. Raskaan dieselveturin tehoksi oletetaan 2000 kW. Yksikkökustannukset ovat seuraavat:

Junat/tavaralaji	€/veturi-tunti	€/vaunu-tunti	€/veturi-km	€/vaunu-km
Raakapuu	199	2,05	3,27	0,15
Rikaste	*)143	2,05	3,27	0,15
Sekalaiset	199	2,05	3,27	0,15

\*) Keskimääräinen veturikustannus. Rikastekuljetuksissa on 2 dieselveturia/juna, joista 1. veturin kustannus on 199 €/h ja 2. veturin 87 €/h.

Rataosan vuotuiset liikennöintikustannukset saadaan kertomalla suoritteet niitä vastaavilla yksikkökustannuksilla. Liikennöintikustannukset (ilman ratamaksua eikä polttoaineen valmisteveroja) ovat seuraavat:

Junat/tavaralaji	Kustannukset (€/vuosi)
Raakapuu	1 926 105
Rikasteet	3 145 639
Sekalaiset	1 864 570
<b>Yhteensä</b>	<b>6 936 314</b>

#### Ratamaksun määrän ja polttoaineen valmisteverojen arviointi

Kuljetuksista perittävä ratamaksu ja dieselpolttonesteen valmisteverot voidaan laskea veturi- ja vaunukilometriä ja taulukon 10 yksikkökustannusten (verot ja maksut kilometriä kohti) perusteella seuraavasti:

- ratamaksu ja polttoaineen valmistevero = veturikilometrit \* ratamaksun ja polttoaineen valmisteveron osuus veturikilometriä kohti + vaunukilometrit \* ratamaksun ja polttoaineen valmisteverojen osuus vaunukilometriä kohti = (163 636+309 123+163 636) veturi-km \* 0,63 €/veturi-km + (3 927 273 +6 646 154+3 600 000) vaunu-km \* 0,16 €/vaunu-km = **2 668 678 €/vuosi**.

#### Esimerkki 18. Radan sähköistys

Tarkastellaan esimerkin 16 rataosan sähköistämisen vaikutuksia. Esimerkin 16 mukaisessa vertailuvaihtoehdossa dieselvetureita käytetään koko kuljetusmatkalla, joka käsittää sähköistettävän rataosan lisäksi 40 kilometriä jo sähköistettyä rataa, jolla junien keskinopeus on 50 km/h. Sähköistyksen hyöty saavutetaan siten 220 kilometrin matkalla. Vertailuvaihtoehdossa veturia ei vaihdeta 40 kilometrin matkaa varten, koska veturin vaihdosta aiheutuvat kustannukset olisivat suuremmat kuin sähköveturin käytöllä 40 kilometrin matkalla saavutettavat hyödyt.

#### Suoritteiden arviointi

Sähköistyksestä hyötyvät tunti- ja kilometrisuoritteet 220 kilometrin matkalla saadaan samaan tapaan kuin esimerkissä 16, ottaen huomioon kuljetukseen sisältyvän 40 kilometrin matka sähköistettävän rataosan ulkopuolelta. Suoritteet ovat seuraavat:

Junat/tavaralaji	veturi-h/v	vaunu-h/v	veturi-km/v	vaunu-km/v
Raakapuu	4 000	96 000	200 000	4 800 000
Rikaste	7 556	181 352	377 818	9 067 621
Sekalaiset	4 000	88 000	200 000	4 400 000
<b>Yhteensä</b>	<b>15 556</b>	<b>365 352</b>	<b>777 818</b>	<b>18 267 621</b>

#### Liikennöintikustannussäästöjen arviointi

Koska aika- ja kilometrisuoritteet ovat riippumattomia käytettävästä vetokalustoista, saadaan sähköistyksen hyöty laskettua kertomalla suoritteet niitä vastaavien dieselveturivetoisen junan ja sähköveturivetoisen junan yksikkökustannusten erotuksilla. Yksikkökustannusten erotukset ovat taulukoiden 8 ja 9 perusteella seuraavat:

Junat/tavaralaji	€/veturi-tunti	€/vaunu-tunti	€/juna-km	€/vaunu-km
Raakapuu	-36	0,00	1,88	0,05
Rikaste	*)-36	0,00	1,88	0,05
Sekalaiset	-36	0,00	1,88	0,05

\*) Keskimääräinen yhden dieselveturin ja yhden sähköveturin kustannusten erotus, kun junassa on 2 veturia.

Sähköistyksellä saavutettavat liikennöintikustannussäästöt saadaan kertomalla hyötyvät suoritteet edellä esitetyillä yksikkökustannusten erotuksilla. Saavutettavat säästöt ovat seuraavat:

Junat/tavaralaji	Säästöt (€/v)
Raakapuu	457 464
Rikasteet	864 190
Sekalaiset	438 721
<b>Yhteensä</b>	<b>1 760 375</b>

### Ratamaksun ja polttoaineen valmisteverojen arviointi

Ratamaksujen ja polttoaineverojen määrien muutos voidaan arvioida esimerkin 16 tapaan käyttäen taulukossa 10 esitettyjä yksikkökustannuksia.

Ratamaksujen ja polttoaineverojen määrä/ dieselveto = (200 000+377 818+200 000) veturi-km \* 0,63 €/veturi-km + (4 800 000+ 9 067 621+4 400 000) vaunu-km \* 0,16 €/vaunu-km = **3 412 844 €/vuosi**.

Ratamaksujen määrä/ sähköveto = (200 000+377 818+200 000) veturi-km \* 0,15 €/veturi-km + (4 800 000+ 9 067 621+4 400 000) vaunu-km \* 0,10 €/vaunu-km = **1 943 435 €/vuosi**.

Ratamaksujen ja polttoaineverojen määrien vähenemä = 3 412 814-1 943 435 = **1 469 410 €/vuosi**.

### **Esimerkki 19. Akselipainon nosto**

Tarkastellaan esimerkissä 17 tarkasteltavana ollutta sähköistettyä rataosaa, jonka akselipainorajoitus on 22,5 tonnia. Rataosan kuljetukset ovat esimerkin 4 mukaiset. Rataosan akselipaino nostetaan radan kantavuutta parantavilla toimenpiteillä 25 tonniin, jolloin kuljetukset voivat hyödyntää korkeampaa akselipainoa koko 220 km:n matkalla.

### Vaikutukset junien painoihin ja kokoonpanoihin

Akselipainon korotus voidaan hyödyntää rikastekuljetuksissa ja sekalaisen tavaroiden kuljetuksissa.

Rikastekuljetuksissa vaunukalusto ja tavarain ominaisuudet mahdollistavat lastin määrän kasvattamisen 10 tonnilla 75 tonniin, jolloin vaunun kokonaispainoksi tulee 100 tonnia. Ennen akselipainon nostoa rikastejunien vaunumäärä ja kokonaispaino (4036 t = 2\*83 t + 43\*90 t) oli mitoitettu sellaiseksi, että veturin vetokyky tulee kokonaan hyödynnetyksi. Vaunujen kokonaispainon kasvaessa 10 tonnilla on vaunujen määrää vähennettävä 43:sta 39 :ään, jolloin junan kokonaispaino on 4 066 tonnia (=2\*83 t + 39\*100 t). Junan lastimäärä muutoksen jälkeen on 2 925 tonnia (=39\*75 tonnia).

Sekalaisten tavaroiden kuljetuksissa vaunun maksimipainoa ei voida hyödyntää täysimääräisesti tavaroiden ominaisuuksien vuoksi. Vaunun keskimääräistä lastia voidaan kasvattaa kuitenkin 60 tonnista noin 65 tonniin, jolloin vaunujen keskimääräinen kokonaispaino kasvaa noin 85 tonnista noin 90 tonniin. Junien lastimäärää ei kuitenkaan voida kasvattaa 1320 tonnista, koska kuljetukset ovat sidoksissa teollisuuden tuotantoprosesseihin, joissa junan lähtöfrekvenssin on oltava tietyn suuruinen. Sekalaisten tavaroiden junissa vaunutarve on akselipainon noston jälkeen 21 vaunua eli yksi vaunu vähemmän kuin ennen akselipainon nostoa (1320 tonnia/65 tonnia = 20,3 vaunua -> 21 vaunua).

### Ennen -tilanteen (vertailuvaihtoehto) mukaiset suoritteet

Junien tunti- ja kilometrisuoritteet ovat ennen akselipainon korotusta esimerkin 17 mukaisesti seuraavat:

Junat/tavaralaji	veturi-h/v	vaunu-h/v	veturi-km/v	vaunu-km/v
Raakapuu	4 000	96 000	200 000	4 800 000
Rikaste	7 556	181 352	377 818	9 067 621
Sekalaiset	4 000	88 000	200 000	4 400 000
<b>Yhteensä</b>	<b>15 556</b>	<b>365 352</b>	<b>777 818</b>	<b>18 267 621</b>

### Jälkeen -tilanteen (hankevaihtoehto) mukaiset suoritteet

Rikastekuljetusten vuotuiset junamäärät vähenevät lastimäärien kasvun vuoksi. Muiden junien määrät pysyvät ennallaan. Junamäärät ovat:

Junat/tavaralaji	Kuljetusmäärä t/v	Junan nettopaino t/juna	Junamäärä kpl/v
Raakapuu	600 000	1 320	909
Rikaste	1 200 000	2 925	821
Sekalaiset	600 000	1 320	909

Rikastekuljetusten määrämuutoksen sekä rikastejunien ja sekalaisen junien kokoonpanomuutosten jälkeen tunti- ja kilometrisuoritteet ovat:

Junat/tavaralaji	veturi-h/v	vaunu-h/v	veturi-km/v	vaunu-km/v
Raakapuu	4 000	96 000	200 000	4 400 000
Rikaste	7 221	140 800	361 026	7 040 000
Sekalaiset	4 000	84 000	200 000	4 200 000
<b>Yhteensä</b>	<b>15 221</b>	<b>320 800</b>	<b>761 026</b>	<b>16 040 000</b>

#### Suoritemuutokset ja niiden aiheuttamat kustannusvaikutukset

Akselipainon noston vuoksi junien tunti- ja kilometrisuoritteet vähenevät seuraavasti:

Junat/tavaralaji	veturi-h/v	vaunu-h/v	veturi-km/v	vaunu-km/v
Raakapuu	0	0	0	0
Rikaste	336	40 552	16 792	2 027 621
Sekalaiset	0	4 000	0	200 000
<b>Yhteensä</b>	<b>336</b>	<b>44 552</b>	<b>16 792</b>	<b>2 227 621</b>

Junien liikennöintikustannusten muutos lasketaan sähköveturivetoisten junien yksikkökustannuksia käyttäen, jotka ovat:

Sähkövedon yksikkökustannukset:

Junat/tavaralaji	€/veturi-tunti	€/vaunu-tunti	€/juna-km	€/vaunu-km
Raakapuu	235	2,05	1,39	0,10
Rikaste	<sup>*)</sup> 179	2,05	1,39	0,10
Sekalaiset	235	2,05	1,39	0,10

<sup>\*)</sup> Keskimääräinen veturikustannus: Rikasteiden kuljetuksissa on 2 sähköveturia/juna, joista 1. veturin kustannus on 235 €/h ja 2. veturin 122 €/h.

Liikennöintikustannusten säästö saadaan kertomalla vähenevät suoritteet sähkövedon yksikkökustannuksilla. Säästöt ovat seuraavat:

Junat/tavaralaji	Liikennöintikustannukset (€/v)
Raakapuu	0
Rikasteet	369 503
Sekalaiset	28 233
<b>Yhteensä</b>	<b>397 736</b>

#### Ratamaksun muutos

Akselipainon nosto vaikuttaa ratamaksuun rikastekuljetusten ja sekalaisen tavaroiden kuljetusten bruttotonniki-lometrejä koskevan muutoksen vuoksi. Ratamaksun muutos voidaan laskea joko suoraan bruttotonniki-lometrejä koskevan muutokseen ja ratamaksun perusteella (suositeltava tarkempi menetelmä) tai vaihtoehtoisesti taulu-kossa 10 esitettyjen yksikkökustannusten (€/veturi-km ja €/vaunu-km) perusteella.

#### **Esimerkki 20. Tavarajunien ei-kaupallisten pysähdysten aiheuttamat energiakustannukset**

Tarkastellaan rataosaa, jossa sähköveturin vetämät tavarajunat joutuvat pysähtymään kohtausraiteille toisten junien kohtaamista varten. Pysähtymään joutuvien junien kokonaispainot, pysähdysten määrät ja nopeustasot ovat seuraavat:

- juna1: kokonaispaino 2000 tonnia, pysähdyksiä 300 kpl/vuosi, nopeustaso 60 km/h
- juna 2: kokonaispaino 630 tonnia, pysähdyksiä 300 kpl/vuosi, nopeustaso 70 km/h

Liitteen 4 taulukosta 8 nähdään, että ei-kaupallinen pysähdys lisää 2000 tonnia painavan junan energiankulutus-ta 45 kWh ja 630 tonnia painavan junan energiankulutusta 9 kWh. Junien energiankulutus kasvaa siten yhteensä 16 200 kWh/vuosi (=300\*45+300\*9), josta aiheutuva lisäkustannus on 972 euroa/vuosi. Lisäksi ei-kaupalliset pysähdykset lisäävät junien aikaperusteisia kustannuksia matka-ajan pidentymisen vuoksi.

#### 6.6.4 Lipputulot

Tuottajan ylijäämän muutokseen vaikuttava lipputulosten muutos arvioidaan uusien junamatkojen ja lipputulosten yksikköarvojen perusteella. Käytettävät yksikköarvot on määritetty liikenne-tyypeittäin junamatkaa ja henkilöliikennesuoritetta kohti (taulukko 12). Lipputulon yksikköhintaan sisältyy vain matkustajan maksama lippitulo ilman julkisia tukia.

Kannattavuuslaskelman johdonmukaisuuden takia on tärkeää, että kysyntäennusteen matkavastuksessa käytetty lippukustannus on yksikköä kohden sama kuin lippitulo ja arvonlisävero yhteensä.

Taulukko 12. Junaliikenteen keskimääräinen lippitulo ja arvonlisävero matkoja (€/matka) ja liikennesuoritetta kohti (€/hlö-km) eri liikennetyypeillä vuonna 2013.

Liikennetyyppi	Lippitulo		Arvonlisävero	
	€/matka	€/hlö-km	€/matka	€/hlö-km
HSL-alueen liikenne	0,56 (11,4 km)	0,049	0,05	0,005
Helsingin seudullinen lähijunaliikenne (Karjaa, Riihimäki, Lahti)	3,03 (38,7 km)	0,078	0,28	0,007
HSL-alueen ja seudullinen lähiliikenne keskimäärin	1,11 (17,5 km)	0,063	0,10	0,006
Kaukojunaliikenne	22,10 (225,8 km)	0,098	1,83	0,008

#### 6.6.5 Aikakustannukset ja palvelutasohyödyt

Matkoihin kuluva aika ja matkustajien aikakustannukset määritetään erikseen matkan eri osavaiheille, joita ovat kävely, odotusaika, vaihto ja oloaika kulkuvälineessä. Liikenne- ja viestintäministeriön joukkoliikenteen palvelutasotekijöitä koskevan selvityksen (LVM, 2006) mukaan odotusajan pituutena kaupunkimaisessa liikenteessä voidaan käyttää 30 % vuorovälistä ja vastaavasti kaukoliikenteessä 16 % vuorovälistä.

Matka-ajan arvottamisessa työajan matkoille, työssäkäynti-, koulu- ja opiskelumatkoille sekä asiointi- ja vapaa-ajanmatkoille käytetään erikseen määritettyjä yksikköarvoja (taulukko 13). Matkan eri osavaiheisiin kuluva aikaa painote-

Ensisijaisesti lipputulosten muutosten arviointi tulisi perustua henkilöliikennesuoritetta kohti laskettuun yksikköarvoon. Mikäli uusien matkojen pituuksista ei ole käytettävissä ennustetta tai muuta luotettavaa arviota, käytetään keskimääräistä yksikköarvoa matkaa kohti.

Lipun hintoihin sisältyvä arvonlisävero otetaan huomioon valtion verotulojen muutosta arvioidessa. Arvonlisäveron yksikköhinnoissa on otettu huomioon, että työasiamatkojen lipuissa maksettu arvonlisävero on työnantajalle vähennyskelpoista.

taan ns. aikavastaavuuskertoimilla. Liikenne- ja viestintäministeriön laatiman joukkoliikenteen vaikutusten arvioinnin yleisohjeen (LVM, 2007) mukaan ajan painoarvo kulkuvälineissä istuen on 1,0, kulkuvälineessä seisoen 1,35, kävelyajan 1,75 ja odotusajan 1,5. Ohjeen mukaan kulkuvälineen vaihdon lisävastus kaupunkimaisessa liikenteessä on 5 minuuttia ja kaukoliikenteessä 10 minuuttia (taulukko 14). Joukkoliikennematkaan liittyvä kävelyaika voidaan arvioida jakamalla kävelymatkan pituus keskimääräisellä kävelynopeudella 5 km/h (11 min/km).

Taulukko 13. Matka-ajan arvot vuonna 2013 matkan tarkoituksen mukaan.

Matkan tarkoitus	Ajan arvo (€/tunti)
Työasiamatka	23,68
Työssäkäynti-, koulu- ja opiskelumatka	10,68
Asiointi- ja muut vapaa-ajan matkat	6,79

Taulukko 14. Matka-ajan painokertoimet ja aikavastaavuudet matkan eri osavaiheissa.

Matkan osavaihe	Keskimääräinen aika- vastaavuus
Kävelyaika	kerroin 1,75
Odotusaika	kerroin 1,5
Aika kulkuvälineessä istuen	kerroin 1,0
Aika kulkuvälineessä seisten	kerroin 1,35
Vaihto kaupunkiliikenteessä	5 min
Vaihto kaukoliikenteessä	10 min

**Esimerkki 21. Matkojen palvelutasotekijöiden arvottaminen kaupunkiratahankkeessa.**

Kaupunkiradan rakentaminen mahdollistaa rataosan junatarjonnan kasvattamisen kolmesta vuorosta (vuoroväli 20 min) kuuteen vuoroon tunnissa (vuoroväli 10 minuuttia). Junien matka-aika lyhenee 25 minuutista 20 minuuttiin. Suoria bussivuoroja korvataan kaupunkiradan asemien syöttölinjoilla. Suorien bussilinjojen vuoroväli on 20 minuuttia ja ajoaika päätepysäkille 40 minuuttia, kun syöttölinjojen vuoroväli on 10 minuuttia ja ajoaika asemalle 15 minuuttia.

Nykyisten kävellen asemalle saapuvien matkustajien palvelutaso paranee, koska keskimääräinen odotusaika lyhenee 3 minuuttia ( $= 0,3 * (20 \text{ min} - 10 \text{ min})$ ). Odotusajan aikavastaavuuskerroin on 1,5, jolloin matkustajan saavuttama lyhenevän odotusajan hyöty vastaa 4,5 minuutin aikakustannusta. Lisäksi matkustaja saavuttaa 5 minuutin aikakustannussäästön kulkuvälineen ajoajan lyhentyessä.

Nykyiset bussimatkustajat, jotka siirtyvät junan käyttäjiksi, saavuttavat hyötyjä lyhenevän kokonaismatka-ajan, mutta toisaalta matkustajille aiheutuu haittaa kulkuvälineen vaihdosta. Matkustajan matka-aika vertailuvaihtoehdossa on yhteensä 51 minuuttia, joka muodostuu seuraavista matkaketjun osista: kävely pysäkille (5 min), keskimääräinen bussin odotusaika 6 min ( $= 0,3 * 20 \text{ min}$ ) ja ajoaika bussissa 40 min. Kun otetaan huomioon matkaketjun eri osat, perustuu palvelutasotekijöiden arvottaminen 57,5 minuutin suuruiseen aikavastaavuuteen ( $= 1,75 * 5 \text{ min} + 1,5 * 6 \text{ min} + 1,0 * 40 \text{ min}$ ).

Vastaavasti hankevaihtoehdossa matka-aika on yhteensä 46 minuuttia, joka muodostuu seuraavista matkaketjun osista: kävely pysäkille (5 min) + keskimääräinen bussin odotusaika 3 min ( $= 0,3 * 10 \text{ min}$ ) + ajoaika bussissa 15 min, junan odotusaika 3 min ( $= 0,3 * 10 \text{ min}$ ) ja ajoaika junassa 20 min. Kun otetaan huomioon matkaketjun eri osat, perustuu palvelutasotekijöiden arvottaminen 52,75 minuutin suuruiseen aikavastaavuuteen ( $1,75 * 5 \text{ min} + 1,5 * 3 \text{ min} + 1,0 * 15 \text{ min} + 1,5 * 3 \text{ min} + 1,0 * 20 \text{ min}$ ).

### 6.6.6 Energiankulutus, päästöt ja päästökustannukset

Ratahankkeiden hankearvioinnissa tarkasteltavia päästöhaittoja ovat rautatieliikenteen käytämän sähköenergian tuotannossa ja dieselpolttoaineiden palamisessa aiheutuvat päästöt ja niiden kustannukset. Mikäli hankkeella on vaikutuksia myös muiden liikennemuotojen käyttöön, on päästöjen määriä ja kustannuksia koskevat muutokset arvioitava myös näiden liikennemuotojen osalta. Arviointi tehdään tiehankkeiden arviointiohjeen mukaisesti.

Liikenteen aiheuttamien päästöjen kustannukset määritetään päästöjen määrän ja yksikkökustannusten perusteella. Haittojen yksikköhintoja määritettäessä on tarkasteltu mm. terveysvaikutuksia (mm. sydän- ja hengityselinsairauksia sekä syöpiä), luontovaikutuksia (metsien ja viljelysten tuoton väheneminen), taloudellisia vaikutuksia (korroosio ja likaantuminen) sekä ilmastomuutosta.

#### Energiankulutuksen ja päästöjen määrän arviointi

Rautatieliikenteen päästöjen määrät arvioidaan junien energiankulutuksen perusteella. Junien energiakulutus on junatyypikohtainen ja se on riippuvainen erityisesti junan bruttopainosta ja nopeudesta. Henkilöjunien osalta kulutukseen vaikuttaa keskeisesti myös junien liikennepaikkatiheys ja tavarajunien osalta ei-kaupallisten pysähdysten määrä.

Liikennöintikustannusmallien lähtökohtana ovat tyypilliset henkilöjunien energiankulutusarvot on esitetty taulukossa 15 ja tavarajunien kulutusarvot taulukossa 16. Mikäli henkilöjunan keskinopeus ajossa tai keskimääräinen liikennepaikkaväli poikkeavat taulukossa 13 esitetystä arvoista ja vastaavasti tavarajunan nopeus taulukon 14 mukaisesta lähtöarvosta, on suositeltavaa, että junan energiankulutus määritetään liitteessä 3 esitettyjen junatyypikohtaisten energiankulutusmallien ja taulukoiden avulla.

Mikäli hankkeella on vaikutusta sähköveturien vetämien tavarajunien ei-kaupallisten pysähdysten määrään, arvioidaan pysähdysmuutos-

ten vaikutus energiankulutukseen liitteen 4 taulukon 9 avulla.

*Taulukko 15. Henkilöjunien keskinopeuksia ja keskimääräisiä liikennepaikkavälejä vastaavat energiankulutusarvot perusyksikköä ja lisäyksikkö kohti.*

Junatyyppi	Energiankulutus
IC-juna, sähköveturi, 110 km/h, 50 km liikennepaikkaväli	10,6 kWh/3 vaunua/km 1,8 kWh/lisävaunu/km
Pikajuna, dieselveturi, 70 km/h,	1,6 l/3vaunua/km 0,23 l/lisävaunu
Nopea juna, kotimaan liikenne, 130 km/h, 80 km liikennepaikkaväli	15,2 kWh/yksikkö-km
Nopea juna, Venäjän liikenne, 130 km/h	20 kWh/yksikkö-km
Taajamajuna (Sm4), 90 km/h, 15 km liikennepaikkaväli	7,5 kWh/yksikkö-km
Taajamajuna (Dm12 kiskobussi)	0,7 l/yksikkö-km
Lähiliikenteen juna (Sm5), 55 km/h, 2 km liikennepaikkaväli	6,3 kWh/yksikkö-km

*Taulukko 16. Tavarajunien keskinopeuksia vastaavat energiankulutusarvot veturia ja vaunua kohti.*

Junatyyppi	Energiankulutus
Sähköveturi, 70 km/h	5,1 kWh/veturi-km 1,0 kWh/vaunu-km*
Keskiraskas dieselveturi, 1000 kW, 60 km/h	1,5 l/veturi-km 0,14 l/vaunu-km*
Raskas dieselveturi, 2000 kW, 60 km/h	2,3 l/veturi-km 0,13 l/vaunu-km*
Raskas dieselveturi, 3000 kW, 60 km/h	2,6 l/veturi-km 0,15 l/vaunu-km*

(\* lasti- ja tyhjävaunusuunnan keskiarvo)

Junaliikenteen aiheuttamat päästöt arvioidaan energiankulutuksen ja päästökertoimien avulla. Dieselvetureiden ja sähkövetureiden päästökertoimet poikkeavat merkittävästi toisistaan (taulukko 17). Hankearvioinnissa käytetään VTT:n päästöjenlaskentajärjestelmästä (LIPASTO) esitettyjä kertoimia. Dieselvetureiden ohjeistus perustuu Tampellan valmistaman MGO-moottorin (1000 kW, jota käytetään esim. DV12-vetureissa) koskeviin ominaispäästömittauksiin. Sähköveturin päästökertoimet perustuvat Suomen sähköntuotannon keskimääräisiä ominaispäästöarvoja kymmenen vuoden ajalta.

### Päästökustannukset

Päästöjen määrät arvioidaan Liikenneviraston määrittämällä yksikkökustannuksilla. Dieselvetureiden hiukkas- ja NO<sub>x</sub>-päästöjen aiheuttama haitta (yksikkökustannus päästötonnia kohti) on riippuvainen päästöjen syntypaikan ympäristöstä (mm. asukkaiden määrästä). Tämän vuoksi

päästöjen yksikkökustannukset on määritetty erikseen asemakaupungeille ja muille alueille (taulukko 18).

Ratahankkeen vaikutukset tieliikenteen päästökustannuksiin arvioidaan tiehankkeiden arviointiohjeen mukaisesti. Arvioinnin lähtökohtana on ratahankkeen seurauksena vähenevä tieliikenteen ajosuorite.

Taulukko 17. Suomessa käytettävien dieselvetureiden (Dv12) ja Suomen sähköntuotannon päästökertoimet (lähde: RAILI 2012).

Käyttöenergia	Päästökerroin (g/kg <sub>pa</sub> tai g/kWh)						
	HC	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	hiukkaset	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Dieselveturit	4,68	81,5	-	1,39	3162	-	-
Sähköveturit	0,014	0,398	0,32	0,045	217	0,007	0,006

Taulukko 18. Rautatieliikenteen päästöjen yksikkökustannukset sähkövoiman ja dieselpolttoaineen käyttöön perustuvassa liikenteessä vuonna 2013.

Yhdiste	Sähkövoima (€/tonni)	Dieseljunaliikenteen päästöt (€/tonni)	
		Asemakaupungit	Muut alueet
HC	32	32	32
NO <sub>x</sub>	575	575	286
Hiukkaset	472	82 806	5 755
SO <sub>2</sub>	372	0	0
CO <sub>2</sub>	40	40	40
CH <sub>4</sub>	838	838	838
N <sub>2</sub> O	12 376	12 376	12 376



**Esimerkki 22. Tavarajunan päästöjen ja päästökustannusten laskenta.**

Tarkastellaan sähköveturin vetämää tavarajunan päästöjä ja päästökustannuksia yhden suuntaisella matkalla. Junan bruttopaino on 1800 tonnia, nopeus 60 km/h ja kuljetusmatkan pituus 200 km. Liitteen 4 taulukon 5 mukaan junan kulutus on 31 kWh/km eli yhteensä 6200 kWh.

Energiankulutuksen (6200 kWh) aiheuttamat päästöt ovat taulukossa 15 esitettyjen päästökertoimien mukaisesti seuraavat:

HC:  $0,014 \text{ g/kWh} * 6200 \text{ kWh} = 0,1 \text{ kg}$   
NO<sub>x</sub>:  $0,398 \text{ g/kWh} * 6200 \text{ kWh} = 2,5 \text{ kg}$   
SO<sub>2</sub>:  $0,32 \text{ g/kWh} * 6200 \text{ kWh} = 2,0 \text{ kg}$   
Hiukkaset:  $0,045 \text{ g/kWh} * 6200 \text{ kWh} = 0,3 \text{ kg}$   
CO<sub>2</sub>:  $217 \text{ g/kWh} * 6200 \text{ kWh} = 1345 \text{ kg}$   
CH<sub>4</sub>:  $0,007 \text{ g/kWh} * 6200 \text{ kWh} = 0,04 \text{ kg}$   
N<sub>2</sub>O:  $0,006 \text{ g/kWh} * 6200 \text{ kWh} = 0,04 \text{ kg}$

Päästöjen aiheuttamat yhteiskuntataloudelliset kustannukset ovat:

HC:  $(0,1 / 1000) \text{ t} * 32 \text{ €/t} = 0,0 \text{ €}$   
NO<sub>x</sub>:  $(2,5 / 1000) \text{ t} * 575 \text{ €/t} = 1,4 \text{ €}$   
SO<sub>2</sub>:  $(2,0 / 1000) \text{ t} * 372 \text{ €/t} = 0,7 \text{ €}$   
Hiukkaset:  $(0,3 / 1000) \text{ t} * 472 \text{ €/t} = 0,1 \text{ €}$   
CO<sub>2</sub>:  $(1345 / 1000) \text{ t} * 40 \text{ €/t} = 53,8 \text{ €}$   
CH<sub>4</sub>:  $(0,04 / 1000) \text{ t} * 838 \text{ €/t} = 0,0 \text{ €}$   
N<sub>2</sub>O:  $(0,04 / 1000) \text{ t} * 12376 \text{ €/t} = 0,5 \text{ €}$

Kuljetusmatkan päästökustannukset ovat yhteensä: 56,5 €.

### 6.6.7 Onnettomuudet ja onnettomuuskustannukset

Rautatieliikenteen onnettomuudet voidaan jakaa ratalinjalla tapahtuviin onnettomuuksiin ja tasoristeysonnettomuuksiin.

Ratalinjalla tapahtuvat onnettomuudet ovat junien kohtaamisonnettomuuksia, suistumisonnettomuuksia tai jalankulkijan yliajo-onnettomuuksia. Vastaavasti tasoristeysonnettomuudet ovat samassa tasossa risteävän tieliikenteen ja rautatieliikenteen välisiä onnettomuuksia.

Ratalinjalla tapahtuvat onnettomuudet ovat hyvin harvinaisia, eikä radan ominaisuuksien vaikutuksia riskin suuruuteen tunneta. Ratalinjalla tapahtuvia onnettomuuksia ei tämän vuoksi tarkastella hankearvioinnissa.

Ratahankkeella vaikutuksia on myös tieliikenteen onnettomuuksiin, jos hanke aiheuttaa siirtymiä tieliikenteestä rautatieliikenteeseen.

### Onnettomuusmäärien arviointi

Rataosan tasoristeysten poiston vaikutuksia tasoristeysonnettomuuksien määrän voidaan arvioida karkealla tasolla myös seuraavan kaavan avulla:

*Onnettomuudet (kpl/v) = 0,01 x tasoristeysten määrä*

Tasoristeysonnettomuuksien määrä voidaan ennustaa tarkemmin VTT:n kehittämän, rautatietasoristeysten turvallisuusarviointityökalun, RautaTARVA:n avulla. Ohjelmisto laskee jokaiselle tasoristeykselle ennusteen tapahtuvasta onnettomuusmäärästä. Ohjelman mallinnus ottaa huomioon onnettomuushistorian, tasoristeykseen saapuvien autojen ja kulkevien junien määrät vuorokaudessa sekä tasoristeyksen olosuhdetekijät ja niiden väliset mahdolliset yhdysvaikutukset. RautaTARVAa voidaan käyttää myös erilaisten toimenpiteiden vaikutusten arviointiin erilaisille toimenpiteille määritettyjen kertoimien avulla.

Ratahankkeen vaikutukset tieliikenteen onnettomuuksiin arvioidaan tiehankkeiden arviointiohjeen mukaisesti. Arvioinnin lähtökohtana on ratahankkeen seurauksena vähenevä tieliikenteen ajosuorite.

### Onnettomuuskustannukset

Tasoristeysonnettomuuksissa aiheutuu henkilö- ja materiaalivahinkoja. Liikenneviraston määrittämä tasoristeysonnettomuuden keskimääräinen kustannus on 719 100 euroa. Henkilövahinkojen osalta kustannus (keskimäärin 569 100 euroa/onnettomuus) perustuu tieliikenneonnettomuuksien yksikköarvoihin. Materiaalivahingot (keskimäärin 150 000 euroa/onnettomuus) perustuvat tehtyihin arvioihin.

Hankkeissa, joissa tieliikenteen ajosuorite vähenee, arvioidaan tieliikenteen onnettomuuskustannusten muutos tiehankkeiden arviointiohjeen mukaisesti.

### 6.6.8 Liikennemelu ja melukustannukset

Ratahankkeen meluvaikutuksia voidaan arvioida parhaiten melunlaskentamallien avulla. Melukustannusten arviointia varten määritetään päiväajan (klo 7-22) melun A-painotettu keskiäänitaso  $LA_{eg}$  radan varressa 5 dBA:n vyöhykkeittäin.

Liikennemelun yhteiskuntataloudellinen kustannus kuvaa radan varren meluvyöhykkeillä asuvien ihmisten elämänlaadulle meluallistuksesta vuoden aikana aiheutuvan haitan arvoa. Rautatieliikenteen melun yksikköarvot on määritetty päiväajan meluun perustuen 55 desibelistä ylöspäin (taulukko 19).

*Taulukko 19. Liikenteen melun kustannukset henkilöä kohti 2013.*

Melutaso dBA	euroa/asukas/vuosi
55–60	38
60–65	108
65–70	194
70–75	370
yli 75	943

### 6.6.9 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rakennusaikana aiheutuvien kuluttajan ja tuottajan ylijäämän muutosten arviointi perustuu seuraaviin lähtötietoihin, oletuksiin ja yksinkertaistuksiin:

- Kuluttajan ylijäämän arviointi perustuu matkustajille aiheutuviin viivytyksiin ja palvelutasohaittoihin. Arvioita tehtäessä tarvitaan lähtötietoina työraon aikaisten junien osuus koko vuorokauden junista. Yksiraiteisilla rataosilla matkan viivytykseen vaikuttavat junia korvaavien bussien käyttö työraojen aikana ja junien alennettu nopeusrajoitus muuna vuorokauden aikana (taulukko 20).
- Henkilöliikenteen tuottajan ylijäämän muutoksessa otetaan huomioon vain rautatieyrityksen lipputulojen väheneminen. Ajamatta jäävien junavuorojen säästyvät verottomat liikennöintikustannukset oletetaan yhtä suuriksi kuin korvaavista bussivuoroista aiheutuvat verottomat lisäkustannukset. Lipputulojen muutosten arvioinnissa tarvittavien rautatieyrityksen järjestämien kuljetusten matkustajamäärien väheneminen arvioidaan matka-ajan kysyntäjoustoa - 1,0 käyttäen (taulukko 21).
- Tavaraliikenteen tuottajan ylijäämään vaikuttava vaunukierron hidastumisen kustannus perustuu rakennustyön aikana ajettavien junien vaunukierron hidastumiseen. Käytännössä vaikutus koskee vain yksiraiteisia pitkiä ”pussinperäratioja” (taulukko 22).

Rakentamisen aikaiset haitat käsitellään kannattavuuslaskelmassa kustannuksena.

Taulukko 20. Rakentamisaikaisen kuluttajan ylijäämän muutosten arviointi.

Yksiraiteiset radat:

Rataosaa käyttävien matkustajien kuluttajan ylijäämän pienentyminen rakennusvuotta kohti lasketaan kaavalla:

$C_{\text{muutos}} (\text{€}) = \text{rakennusaika} \times \text{matkustajamäärä} \times \text{ajan arvo} \times \left[ \left( \frac{\text{junat}_{\text{työrao}}}{\text{junat}_{\text{kaikki}}} \right) \times \text{viivytys}_{\text{työrao}} + \left( \frac{\text{junat}_{\text{työraon ulkopuoli}}}{\text{junat}_{\text{kaikki}}} \right) \times \text{viivytys}_{\text{työraon ulkopuoli}} \right] / 720$ , jossa

- rakennusaika = rakennusajan pituus vuodessa kuukausina
- matkustajamäärä = rataosan vuotuinen matkustajamäärä
- ajan arvo = ajan arvo (€/h)
- $\text{junat}_{\text{työrao}}$  = rataosalla työraon aikana kulkevien henkilöjunien määrä (junia/vrk)
- $\text{junat}_{\text{kaikki}}$  = rataosan henkilöjunien kokonais määrä (junia/vrk)
- $\text{junat}_{\text{työraon ulkopuoli}}$  = vuorokautisen työraon ulkopuolella kulkevien junien määrä
- $\text{viivytys}_{\text{työrao}}$  = keskimääräinen viivytys matkustajaa kohti työraon aikana minuutteina (tähän lisätään 10 min vaihdon aiheuttamana palvelutasohaittana)
- $\text{viivytys}_{\text{työraon ulkopuoli}}$  = keskimääräinen viivytys matkustajaa kohti työraon ulkopuolella minuutteina

Mikäli rakentamisaikaista työ- ja liikennejärjestelyistä ei ole tarkempaa tietoa, käytetään seuraavia laskenta-arvoja:

- rakennusaika = 6 kuukautta
- $\text{viivytys}_{\text{työrao}}$  = 25 minuuttia + 10 min vaihdon aiheuttaman palvelutasohaitan vuoksi
- $\text{viivytys}_{\text{työraon ulkopuoli}}$  = 5 minuuttia

Kaksi- tai useampiraiteiset radat:

Rataosaa käyttävien matkustajan kuluttajan ylijäämän pienentyminen lasketaan kaavalla  $C_{\text{muutos}} (\text{€})$ :

$= [\text{rakennusaika} \times \text{matkustajamäärä} \times \text{ajan arvo} \times \text{viivytys}] / 720$ , jossa

- rakennusaika = rakennusajan pituus vuodessa kuukausina
- matkustajamäärä = rataosan vuotuinen matkustajamäärä
- ajan arvo = ajan arvo (€/h)
- viivytys = keskimääräinen viivytys matkustajaa kohti minuutteina

Mikäli rakentamisaikaista työ- ja liikennejärjestelyistä ei ole tarkempaa tietoa, käytetään seuraavia laskenta-arvoja:

- rakennusaika = 6 kuukautta
- viivytys = 5 minuuttia

Taulukko 21. Rakentamisaikaisen henkilöliikenteen tuottajan ylijäämän muutosten arviointi.

Yksiraiteiset radat:

Henkilöliikenteen tuottajan ylijäämän pienentyminen rakennusvuotta kohti lasketaan kaavalla:

$$P_{\text{muutos}} (\text{€}) = [\text{rakennusaika} \times \text{matkustajamäärä} \times \text{lipun hinta}] \times [(\text{junat}_{\text{työrao}} / \text{junat}_{\text{kaikki}}) \times (\text{viivytys}_{\text{työrao}} / \text{nykyinen matka-aika}) + (\text{junat}_{\text{työrao ulkopuoli}} / \text{junat}_{\text{kaikki}}) \times (\text{viivytys}_{\text{työrao ulkopuoli}} / \text{nykyinen matka-aika})] / 12, \text{ jossa}$$

- rakennusaika = rakennusajan pituus vuodessa kuukausina
- matkustajamäärä = rataosan vuotuinen matkustajamäärä
- lipun hinta = rataosan matkustajien keskimääräinen lipun hinta (€)
- $\text{junat}_{\text{työrao}}$  = rataosalla työraon aikana kulkevien henkilöjunien määrä (junia/vrk)
- $\text{junat}_{\text{kaikki}}$  = rataosan henkilöjunien kokonaismäärä (junia/vrk)
- $\text{junat}_{\text{työrao ulkopuoli}}$  = vuorokautisen työraon ulkopuolella kulkevien junien määrä
- $\text{viivytys}_{\text{työrao}}$  = keskimääräinen viivytys matkustajaa kohti työraon aikana minuutteina
- $\text{viivytys}_{\text{työrao ulkopuoli}}$  = keskimääräinen viivytys matkustajaa kohti työraon ulkopuolella minuutteina
- nykyinen matka-aika = matkustajien nykyinen keskimääräinen matka-aika minuutteina

Mikäli rakentamisaikaista työ- ja liikennejärjestelyistä ei ole tarkempaa tietoa, käytetään seuraavia laskenta-arvoja:

- rakennusaika = 6 kuukautta
- $\text{viivytys}_{\text{työrao}}$  = 25 minuuttia
- $\text{viivytys}_{\text{työrao ulkopuoli}}$  = 5 minuuttia
- keskimääräinen matka-aika = 115 minuuttia

Kaksi- tai useampiraiteiset radat:

Henkilöliikenteen tuottajan ylijäämän pienentyminen rakennusvuotta kohti lasketaan kaavalla:

$$P_{\text{muutos}} (\text{€}) = [\text{rakennusaika} \times \text{matkustajamäärä} \times \text{lipun hinta} \times (\text{viivytys} / \text{nykyinen matka-aika})] / 12, \text{ jossa}$$

- rakennusaika = vuoden rakennusajan pituus vuodessa kuukausina
- matkustajamäärä = rataosan vuotuinen matkustajamäärä
- ajan arvo = ajan arvo (€/h)
- viivytys = keskimääräinen viivytys matkustajaa kohti minuutteina
- nykyinen matka-aika = matkustajien nykyinen keskimääräinen matka-aika minuutteina

Mikäli rakentamisaikaista työ- ja liikennejärjestelyistä ei ole tarkempaa tietoa, käytetään seuraavia laskenta-arvoja:

- rakennusaika = 6 kuukautta
- viivytys = 5 minuuttia
- keskimääräinen matka-aika = 115 minuuttia

Taulukko 22. Rakentamisaikaisten tavaraliikenteen tuottajan ylijäämän muutoksen (kuljetuskustannusmuutosten) arviointi.

Tuottajan ylijäämän pienentyminen rakennusvuotta kohti lasketaan kaavalla:

$P_{\text{muutos}} (\text{€}) = [\text{rakennusaika} \times \text{tavarajunien määrä} \times \text{vaunujen määrä} \times \text{vaunukierron hidastuminen} \times \text{tavaravaunun aikakustannus}]$ , jossa

- rakennusaika = rakennusajan pituus vuodessa viikkoina
- tavarajunien määrä = rataosan keskimääräinen tavarajunaparien määrä viikossa
- vaunujen määrä = rataosan tavarajunien keskimääräinen vaunujen määrä
- vaunukierron hidastuminen = vaunukierron muutos rakennusaikana tunteina
- tavaravaunun aikakustannus = vaunun keskimääräinen pääomakustannus (2,0 €/h)

Mikäli rakennusaikaista työ- ja liikennejärjestelyistä ei ole tarkempaa tietoa, käytetään seuraavia laskenta-arvoja:

- rakennusaika = 6 kuukautta
- vaunukierron hidastuminen/ yksiraiteiset pitkät pussinperäradat = 24 tuntia
- vaunukierron hidastuminen/ muut radat = 0 tuntia

## 6.7 Laskelman herkkyys-tarkastelut

Kannattavuuslaskelmasta pitää tehdä herkkyys-tarkastelut, jotka antavat tietoa laskelmiin sisältyvistä epävarmuustekijöistä.

Epävarmuustekijöiden määrä ja luonne vaihtelevat riippuen muun muassa hankkeen luonteesta ja arvioinnissa käytetyistä menetelmistä.

Herkkyystarkastelut tehdään vertaamalla laskelman kannalta kriittisten tekijöiden vaikutusta hankkeen perustarkastelun tunnuslukuihin. Herkkyystarkastelutarpeet on yleensä perusteltua tunnistaa ennen varsinaista hankearviointia, jotta esimerkiksi kysyntäennusteissa voidaan tuottaa tarvittava määrä alavaihtoehtoja.

Pääsääntönä on, että kaikkien merkittävästi lopputulokseen vaikuttavien tekijöiden epävarmuus on käsiteltävä. Herkkyystarkastelun yhteydessä esitetään perustelut valituille tekijöille. Yleensä ainakin seuraavat tekijät ovat perusteltuja herkkyystarkastelun kohteita:

- investointikustannus
- junatarjonnan ennuste
- liikenne-ennusteet (matkojen ja kuljetusten määrä)

- oletukset maankäytön ja muun liikennejärjestelmän kehittymisestä sekä niiden vaikutuksesta liikenne-ennusteeseen
- aikasäästöt
- joukkoliikenteen palvelutasotekijöiden arvoittamisperusteet.

Herkkyystarkastelussa käsiteltävien vaihteluvälien tulee olla perusteltuja. Esimerkiksi investointikustannuksen osalta pitää käyttää kustannusarvion laadinnassa todettua epävarmuutta. Liikenne-ennusteessa epävarmuuden syitä voivat olla väestöennusteen epävarmuus, menetelmän (esimerkiksi joustoja käytettäessä) epävarmuus tai riippuvuus yhdestä/harvasta toimijasta. Liikennejärjestelmän kehittymisen arvioinnin perustaus on noudattaa voimassa olevia suunnitelmia ja käsitellä epävarmuutena esimerkiksi hankkeiden lykkääntymistä rahoituksen puutteessa.

Jos hankkeella on arvioitu olevan vaikutus maankäytön sijoittumiseen, tulee herkkyystarkastelussa arvioida, ennustettua hitaamman maankäyttömuutoksen merkitystä. Aikasäästöjen herkkyyttä voidaan tarkastella sen suhteen, mikä on laskelmassa käytetty matkantarkoituksena.

Mikäli hankkeella on todettu olevan matkaan kuluvan ajan ohella myös muita palvelutasohyötyjä, joille on määritetty arvot hankear-

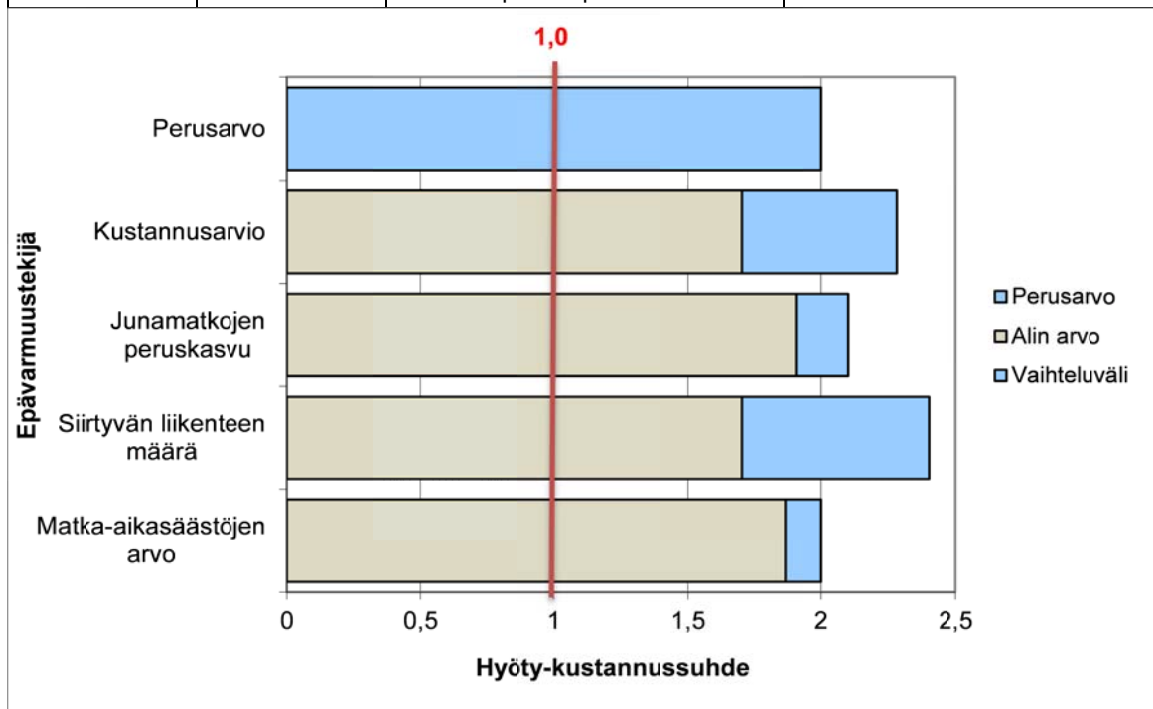
vioinnin yhteydessä, tulee hankkeen arvon vaikutusta arvioida herkkyytarkasteluin.

Herkkyytarkastelussa tulee pyrkiä hahmottamaan todennäköisiä vaihteluvälejä ja arvioida hankkeen kannattavuuden käyttäytyminen niissä rajoissa.

Herkkyytarkastelujen tuloksena esitetään erikseen kaikkien tehtyjen epävarmuustarkastelujen tulosten vaikutus hyöty-kustannussuhteeseen. Epävarmuustekijöiden todennäköisyyksiä, yhteisvaikutuksia ja yleisesti ottaen merkitystä hankearvioinnin tuloksen kannalta on arvioitava (esimerkki 23).

**Esimerkki 23.** Erään ratahankkeen kannattavuuslaskelman herkkyytarkasteluun valitut tekijät ja herkkyytarkastelun lopputulos kuvana.

Tutkittu epävarmuustekijä	Vaihteluväli	Määrittämisperuste	Vaikutus laskelmassa
Kustannusarvio	-5 %..+30 %	Arvioitu maaperäolosuhteiden mahdollisen vaihtelun ja aiempien ratahankkeiden toteumatietojen perusteella.	Investointikustannus ja sen laskennallinen korko rakennusajankana, jäännösarvo.
Junamatkojen kysynnän peruskasvu	-10 % .. +15 %	Alaraja: Lentoliikenteen tarjonta paranee ja hinnat alenevat, jolloin pienempi osa kasvusta tulee junaliikenteeseen. Yläraja: Alueen väestökasvu toteutuu maakunnan ennusteiden mukaisena.	Nykyisten matkojen määrä => käyttäjähyödyt.
Siirtyvän liikenteen määrä	-40 .. +38 %	Alaraja: Junamatkojen kysynnän jousto on -0,2 ja kysynnän peruskasvu -10 %. Yläraja: Junamatkojen kysynnän hintajousto on -0,4 ja kysynnän peruskasvu +15 %.	Siirtyvien matkojen määrä => käyttäjähyödyt, lipputulot. Vähenevän tieliikennesuoritteiden määrä => Onnettomuus- ja päästökustannukset, verotulot.
Matka-aikasäästöjen arvo	-15 % .. 0 %	Keskimääräisellä matkatarkoitustajakaumalla aikasäästön arvo on alempi, koska työajan matkojen osuus on pienempi.	Käyttäjähödyt.



## 7 Toteutettavuuden arviointi ja päätelmät

### 7.1 Toteutettavuuden arviointi

Toteutettavuuden arvioinnin tarkoitus on nostaa esille ratahankkeen rahoituspäätöksen kannalta huomionarvoisia riskejä sekä suunnittelu- ja hallinnollisten prosessien etenemistä.

Hankkeen riskeistä saadaan tietoa ensisijaisesti suunnittelun dokumenteista, koska riskien tunnistaminen ja arviointi on osa ratahankkeiden suunnittelua. Toiseksi hankkeen kysynnän ja tarjonnan sekä kustannusten riskejä on käsitelty hankearvioinnissa (mm. liikenne-ennuste, vaikuttavuuden arviointi ja kannattavuuslaskelma herkkyytarkasteluineen).

Toteutettavuuden arvioinnissa ratahankkeen merkitykselliset riskit ovat tavallisesti joitakin seuraavista:

- **Teknisten ratkaisujen toimivuuden riskit:** Arvioitava hanke saattaa sisältää tekniikkaa tai ratkaisuja, joiden toteuttamiseen ja käyttöön liittyy tavanomaista suurempia riskejä.
- **Kysynnän riskit:** Hankkeen kysyntä (ja siten hyödyt ja kannattavuus) voivat riippua merkittävästi maankäytöstä (kaavoitus ja rakentaminen).
- **Kustannusriskit:** Investointikohteen erityispiirteistä voi seurata, että kustannusarvio on tavanomaista epävarmempi. Kustannusarvion olennainen kasvu suunnittelun edetessä vaikuttaa paitsi kannattavuuteen myös rahoitusmahdollisuuksiin ja hankkeen rakentamisen keston.
- **Liikennöintiriskit:** Radan suunniteltu junatarjonta voi edellyttää julkista tukea, jonka toteutuminen on epävarmaa. Junatarjonta voi jäädä suunniteltua pienemmäksi kysyntämuutosten tai tuottajan ylijäämään vaikuttavien kustannustekijöiden muutosten vuoksi.
- **Ympäristö- ja turvallisuusriskit:** Hankkeen rakentamisella tai käytöllä (tai toteuttamatta jättämisellä) voi olla merkittäviä luontoon, rakennettuun ympäristöön tai ihmis-

ten terveyteen kohdistuvia riskejä. Nämä riskit on tunnistettu ympäristövaikutusten arvioinnissa, joka on tässä kohdin tärkeä tietolähde.

Riskien yhteydessä on tuotava esille suunnittelussa tai hankearvioinnissa todetut mahdollisuudet ja keinot hallita tai pienentää riskejä.

Riskien lisäksi toteutettavuuden arvioinnissa käsitellään hankkeen etenemiseen vaikuttavia asioita:

- **Lainsäädäntö ja lupa-asiat:** Hankkeen eteneminen sisältää mahdollisesti erilaisia lainsäädännön edellyttämiä lupaprosesseja valitusteineen.
- **Suunnittelutilanne:** Suunnitteluprosessin vaihe ja odotettavissa oleva kesto sekä kaa-voitustilanne vaikuttavat hankkeen toteuttamisen ajankohtaan. Suunnitelmien vanheneminen voi myös olla toteutus päätöksen kannalta merkittävä tieto.
- **Rahoitusmahdollisuudet:** Rahoitusmahdollisuuksien arvioinnissa voidaan nostaa esille mahdollisuudet valtion ja kunnan talousarvion ulkopuoliseen rahoitukseen, kuten EU:n tuet ja yksityisen rahoituksen mahdollisuus.

Toteutettavuuden arvioinnissa ei saa ennakoida kansalaisten, yhteisöjen, hallinnon tai poliittisen vallan päätöksiä (kuten valitusten aihe ja määrä tai rahoituspäätökset).

Tulevaisuuden epävarmuuteen liittyvää riskiä pienentää, jos suuri hanke voidaan toteuttaa ja ottaa käyttöön vaiheittain. Tämä voi olla päätöksenteossa tärkeä tieto ja siksi asia on tuotava esille.

## 7.3 Päätelmät

Päätelmissä vedetään yhteen vaikutusten ja toteutettavuuden arvioinnin tulos. Niissä kerrotaan, mitä arvioinnin perusteella voidaan sanoa hankkeen vaikuttavuudesta, tehokkuudesta ja toteutettavuudesta.

Päätelmissä tuodaan esille arvioinnin kohteen ja siitä tehtävän (rahoitus)päätöksen kannalta olennaiset asiat. Päätelmät perustuvat hankkeen lähtökohtiin, tavoitteisiin, ennusteisiin, vaikutuksiin ja niiden analyysiin sekä riskien arviointiin.

Päätelmistä pitää tavallisesti käydä ilmi ainakin seuraavia asioita:

- Mitä vaikutuksia investointi aiheuttaa ja mitkä vaikutukset ovat olennaisia?
- Kuinka tehokas investointi on yhteiskuntataloudellisesti arvioituna? Mitkä ovat hankkeen merkittävimmät hyödyt ja haitat?

- Mitä muita hyötyjä ja haittoja investoinnilla on kuin kannattavuuslaskelmassa huomiioon otetut? Mikä on niiden merkitys?
- Missä määrin lähtökohtana olleet tarpeet, tavoitteet ja ongelmat ratkeavat ja tavoitteet toteutuvat?
- Mikä on hankkeen rooli maakunnan ja valtakunnallisten tavoitteiden toteuttamisessa?
- Liittykö hankkeeseen olennaisia riskejä tai hidastavia tekijöitä?
- Mille tekijöille arvioinnin tulos ja päätelmät ovat erityisen herkkiä?

Jos analyysin pohjalta ei voida tehdä selviä suosituksia, tulee tämä kertoa päätelmissä. Päätelmät pitää myös tarvittaessa ehdollistaa tietyille herkkyystekijöille, jos niiden merkitys on suuri (suositellaan esimerkiksi eri vaihtoehtojen mukaan, kuinka paljon alueen väkiluvun uskotaan kasvavan).

### *Esimerkki 24. Yhteenvedo ratahankkeen päätelmistä.*

Hankkeen tärkeimpinä tavoitteina on mahdollistaa henkilö- ja tavarajunaliikenteen junatarjonnan kasvattaminen ja täsmällisyyden parantaminen ruuhka-aikoina lisäämällä rataosalle uusia liikennepaikkoja junien kohtaamista ja ohitusta varten.

Tavoite henkilöjunaliikenteen osalta toteutuu junatarjonnan kasvattamisen osalta täysin. Henkilöjunien täsmällisyys paranee myös merkittävästi, sillä junien keskimääräisen viivytyksen kesto lyhenee noin 60 %. Hanke mahdollistaa myös kahden tavarajunan liikennöinnin ruuhka-aikana. Tämän vuoksi tuotantolaitoksen kuljetukset voidaan sovittaa aikaisempaa paremmin tuotantolaitoksen prosessiin ja jatkokuljetuksiin sataman kautta.

Hanke on yhteiskuntataloudellisesti kannattava, sillä sen hyöty-kustannussuhde on 1,5. Hankkeen suurimmat hyödyt ovat junamatkustajien aikakustannus- ja palvelutasohyötyjä. Lisäksi saavutetaan kuljetuskustannussäästöjä tavaraliikenteen vaunukierron nopeutuessa. Hanke parantaa ihmisten liikkumismahdollisuuksia ja maankäytön kehittämismahdollisuuksia asemien ympäristössä. Junatarjonnan lisäämisen vuoksi matkoja siirtyy tieliikenteestä junaliikenteeseen, mikä vähentää liikenneonnettomuuksia ja päästöjä.

Hanke on kaikkien suunnitelmien puolesta valmis toteutettavaksi.



## 8 Seuranta ja jälkiarviointi

### 8.1 Seurannan ja jälkiarvioinnin suunnittelu

Hankearvioinnin osana esitetään yleispiirteinen suunnitelma hankkeen seurannan ja jälkiarvioinnin toteutuksesta ja sisällöstä. Yleisesti ottaen ratahankkeen seurantaan ja jälkiarviointiin liittyy seuraavia vaiheita:

- ennen rakentamista tehtävä tiedonhankinta valituista vaikutusalueista
- joidenkin valittujen mittareiden jatkuva seuranta (jälkiarviointiaineiston kokoamista), joka voi alkaa ennen rakentamista ja jatkua hankkeen valmistuttua toistaiseksi
- hankkeen valmistumisen jälkeen tehtävä jälkiarviointi, jonka ajoitus, laajuus ja tarkempi sisältö voivat vaihdella hankkeen merkityksestä riippuen.

Seurannan ja jälkiarvioinnin suunnitelmassa tuodaan esille arvioitavassa hankkeessa tärkeät seurattavat ja arvioitavat asiat: mitä seurataan ja arvioidaan sekä milloin ja miten arviointi tehdään?

Seuranta ja jälkiarviointi tulee kohdentaa hankkeen päätöksenteon kannalta merkittäviin vaikutuksiin ja etenkin niihin seikkoihin, joiden suhteen on todettu epävarmuuksia. Tapauskohtaisesti kiinnostaviksi jälkiarvioinnin kohteiksi voivat nousta esimerkiksi toteutunut junatarjonta, henkilömatkojen ja kuljetusten määrä tai myöhässä saapuvien junien määrä. Seuranta ja jälkiarviointi voi hankkeen vaikutusten ohella olla jossain tapauksessa kiintoisaa suunnata myös institutionaalisiiin kysymyksiin, kuten eri tahojen suunnitelmien ja päätöksenteon edistymiseen.

Jälkiarvioinnissa on pyrittävä tunnistamaan syyt olennaisiin poikkeamiin siitä, mitä ennakkoon on arvioitu. Analyysin päätarkoituksena on tuottaa tietoa tulevien hankkeiden vaikutusarviointiin ja suunnitteluratkaisujen valintaan.

Ennuste- ja arviointimenetelmät ovat voineet muuttua siitä, mitä arvioinnin kohdetta aikaan arvioidessa oli käytössä. Tulevia arviointeja ajatellen jälkiarvioinnissa voikin olla hyödyllistä testata, päästäänkö uusilla menetelmillä toteutunutta kehitystä vastaaviin arvioihin.

### 8.2 Jälkiarvioinnin sisältö

Ratahankkeiden vaikutusten jälkiseuranta on syytä jakaa erilaisiin aikajäniteisiin, sillä osa vaikutuksista syntyy heti hankkeen valmistuttua, osa vaikutuksista syntyy 5–10 vuoden kuluessa ja osa vasta pitkällä, yli kymmenen vuoden aikajäniteellä. Yleensä heti syntyviä vaikutuksia ovat muutokset saavutettavuudessa (edellyttää joskus myös kalustomuutoksia). Pitkällä aikavälillä syntyviä vaikutuksia ovat tyypillisesti maankäytön muutokset ja niiden seurauksena syntyvät liikenteen kysyntämuutokset (kuten junamatkoja lisäävät kulkutapamuutokset).

#### Hankkeen toteutus

Jälkiarvioinnissa on selvitettävä hankkeessa suunnittelun ja toteutuksen aikana tapahtuneet teknistaloudelliset muutokset hankearvioinnissa esitettyyn kustannusarvioon ja sen pohjana olleeseen ratasuunnitelmaan nähden.

Kustannusarvion ja toteutuneiden kustannusten vertailun ohella tietoja voidaan käyttää ennustettujen ja toteutuneiden vaikutusten erojen arvioinnissa. Teknisen toteutuksen osalta huomattavasti muuttuneella hankkeella ei ole samoja liikenteellisiä ja yhteiskunnallisia vaikutuksia kuin alun perin arvioidulla hankkeella. Hankkeen toteutuneet kustannukset selvitetään kustannusten seurantajärjestelmästä (tai kirjanpidosta). Urakan valvontaan käytettyjä kustannuksia ei oteta huomioon, ellei niitä ole huomioitu hankkeen alkuperäisessä kustannusarviossa.

Jos rakentamisen aikaiset työraot ja niiden vaikutukset liikenteen järjestämisessä ovat oleelli-

sesti poikenneet suunnitelluista, on ne syytä tuoda esille tässä yhteydessä.

### **Junatarjonnan ja palvelutason kehittyminen**

Junatarjonnan kehittymisen seuraaminen ja vertailu ennustettuun junatarjontaan on jälkiarvioinnin keskeisiä tehtäviä. Junatarjonnan seuraaminen on erityisen tärkeää hankkeissa, joiden perustelut liittyvät henkilö- tai tavara-junatarjonnan kasvattamiseen. Jälkiarvioinnissa on myös arvioitava junatarjonnan ennustamisessa käytettyjen taustatekijöiden kehittymistä ennustettuun nähden. Erityisen tärkeää on analysoida syitä, mitkä ovat johtaneet ennustetun junatarjonnan huonoon toteutumiseen. Tällaiseen kehitykseen ovat voineet vaikuttaa esimerkiksi ostoliikennepäätökset, maankäytön ennakoitua hitaampi tai nopeampi kehittyminen tai teollisuuden tuotantolaitosten lakkautukset, investoinnit tai kuljetusjärjestelmämuutokset.

Ratahankkeiden yleisiä tavoitteita ovat henkilö- ja tavaraliikenteen palvelutason kehittyminen. Matkustajaliikenteen palvelutasoa voidaan arvioida mm. saavutettavuuden (esim. yhteysvälien nopein matka-aika) ja matkakustannusten perusteella. Matkakustannusten kehittymistä voidaan arvioida junalippujen kehityksen perusteella.

Tavaraliikenteen palvelutason kehittymistä voidaan arvioida radan teknisen tason (esim. akselipainot, radan sähköistys) näkökulmasta sekä tavarajunille aiheutuvien ei-kaupallisten pysähdysten kehitystä arvioimalla.

### **Matka- ja kuljetusmäärien kehittyminen**

Myös matkustajien ja kuljetusmäärien kehittymistä on aina syytä seurata hankkeissa, joiden perustelut ovat olleet oleellisesti riippuvaisia junamatkojen ja rautatiekuljetusten kehityksestä tai hankkeen aiheuttamista liikenteen siirtymistä kulkutapojen välillä. Tietoja rataosien vuotuisista matkustaja- ja kuljetusmääristä on saatavissa Liikennevirastosta. Pääkaupunkiseudun lähiliikenteen osalta yksityiskohtaisempia tietoja on saatavissa myös Helsingin Seudun Liikenteeltä (HSL). Hankkeen vaikutuksia matkamääriin ja kulkutapoihin voidaan selvittää myös erilaisilla matkustajille osoitetuilla kyse-

lyillä ja haastatteluilla. Tavaraliikenteen osalta yksityiskohtaisempia tietoja voidaan saada kuljetuksia ostavien yritysten ja rautatieyritysten edustajien haastatteluilla.

Matka- ja kuljetusmäärien kehitystä verrataan ennustettuihin määriin ja analysoidaan, miten ennusteiden lähtökohtana olleet tekijät ovat kehittyneet ja onko seurantajakson aikana tullut esille uusia tekijöitä (esim. tuotantolaitosten laajennuksia), jotka ovat osaltaan vaikuttaneet liikennekysynnän kehitykseen.

### **Muut havaittavissa olevat vaikutukset**

Ratahankkeilla voi liikenteellisten vaikutusten ohella olla myös muita merkittäviä vaikutuksia, joiden seuranta on tapauskohtaisesti arvioitava erikseen. Tällaisia vaikutuksia voivat olla esimerkiksi muutokset maankäytössä, aluetaloudessa ja ympäristössä.

Maankäytön kehityksen seurannassa kiinnitetään huomiota erityisesti hankkeen vaikutuksiin asemien ympäristössä. Laajavaikutteisten hankkeiden kuten oikoratojen jälkiarvioinneissa tarkasteltavia muutoksia ovat myös radan vaikutusalueen aluetaloudellinen kehitys, jota voidaan arvioida kuntien työpaikkojen ja yritysten sekä kuntien talouden kehityksen perusteella.

Ympäristön osalta laajavaikutteisissa hankkeissa on syytä tapauskohtaisesti tarkastella hankkeen vaikutuksia pohjavesiin, elämistöön, kasvillisuuteen, estevaikutukseen ja liikenteen päästöihin. Tietoja ympäristövaikutuksista voidaan saada muun muassa ympäristöviranomaisilta, kunnilta ja maakunnallisilta liitoilta. Liikenteen päästövaikutuksia voidaan arvioida eri liikennemuotojen suoritteiden kehitykseen perustuen.

### **Jälkiarvioinnin menetelmät ja osapuolet**

Yhteiskunnallisten vaikutusten selvittämiseksi käytettävät menetelmät ratkaistaan aina tapauskohtaisesti kiinnittäen huomiota kyseisen hankkeen luonteeseen ja ympäristön ominaispiirteisiin. Lähtöaineistoina voidaan hyödyntää Liikenneviraston ja kuntien keräämää tietoa sekä mallien avulla arvioituja vaikutuksia. Arvioinnin toteutustapa, menetelmät, osapuolet ja

yhteistyömuodot on sovittava alueellisten toimijoiden kesken.

Laajojen jälkiarviointien osapuolina ovat vähintään Liikennevirasto, vaikutusalueen ELY-keskukset, kunnat ja maakunnalliset liitot. Jälkiarvioinnin vaatimat tiedot saadaan pääosin osallistujatahojen viranomaistyönä keräämästä tiedosta. Tätä tietovarastoa täydentävänä voidaan käyttää valtakunnallisia tietolähteitä sekä erilaisia haastatteluihin ja kyselyihin pohjautuvia menetelmiä. Hankkeesta ja sen vaikutuksista riippuen haastatteluja ja kyselyjä kohdennetaan asukkaisiin, maanomistajiin, yrityksiin ja viranomaistahoille sekä mahdollisiin erityisryhmiin (esimerkiksi liikuntaesteiset, lapset, jne.).

Eri viranomaisten asiakaspalautejärjestelmiä voidaan hyödyntää analysoimalla hankkeesta aiemmin saatua palautetta ja järjestämällä esimerkiksi palautekanava Internetissä. Eri aineistojen käsittelyssä, analysoinnissa ja loppupäätelmissä käytetyt lähtöoletukset ja menetelmät on kuvattava raportoinnissa selkeästi ja luotettavasti.

### **Vaikuttavuuden toteutuminen**

Vaikuttavuuden arviointi on tärkeä osa hankearviointia. Siinä arvioidaan, kuinka hyvin hanke on toteuttanut sille asetettuja tavoitteita ja kuinka hyvin vaikutuspotentiaali on saatu hyödynnettyä. Jälkiarvioinnissa arvioidaan hankkeen toteutuneita vaikutuksia ja verrataan niiden suuntaa ja suuruutta hankearvioinnissa esitettyihin suunnitteluarvoihin.

Toteutunut vaikuttavuus voidaan laskea vastaavaan tapaan kuin hankearvioinnissa. Huomiota on kiinnitettävä myös siihen, onko todettavissa sellaisia vaikutuksia, joita hankearvioinnissa ei ole kunnolla otettu huomioon.

### **Kannattavuuden toteutuminen**

Jälkiarvioinnissa tehdään päätelmiä hankkeelle alun perin arvioitun hyöty-kustannussuhteen toteutumisesta. Päätelmät perustuvat havaittuun liikennemääräkehitykseen ja sen avulla laskettavissa tai arvioitavissa oleviin kustannusmuutoksiin, joita verrataan ennustettuun

kehitykseen. Päätelmät tehdään yhden vuoden tietojen vertailun perusteella.

Hankkeelle ei lasketa uutta hyöty-kustannussuhdetta. Sen sijaan jälkiarvioinnissa on suositeltavaa arvioida, kuinka tarkasteltavan vuoden tuottoaste on kehittynyt verrattuna hankkeelle arvioituun vastaavan vuoden tuottoasteeseen. Havaitun liikennemääräkehityksen perusteella tehtävät päätelmät yhdessä tuottoasteen kehityksen sekä todettujen toteutuneiden rakentamiskustannusten kanssa mahdollistavat johtopäätökset siitä, kuinka hankkeelle lasketun hyöty-kustannussuhteen voidaan odottaa toteutuvan.

Kannattavuuden jälkiarvioinnin tavoitteena on selvittää, onko arvioinnissa ollut virheitä, minkä takia nämä virheet ovat syntyneet ja mitä olisi pitänyt tehdä virheiden välttämiseksi. Myös ennakkoimattoman liikenteellisen tai hankkeen vaikutusalueella tapahtuneen yhteiskunnallisen (esimerkiksi maankäyttömuutokset) kehityksen vaikutus alkuperäisen kannattavuuslaskelman toteutumiseen kirjataan ylös.

### **Jälkiarvioinnissa tehtävät päätelmät**

Jos hankkeen alkuperäinen kustannusarvio on merkittävästi alittunut tai ylittynyt, eritellään muutokseen johtaneet syyt. Jos hankkeen tekninen toteutus eroaa oleellisesti alkuperäisestä suunnitelmasta, eritellään keskeisimmät erot ja arvioidaan niiden huomattavimmat liikenteelliset vaikutukset alun perin tehtyyn liikenneennusteeseen nähden.

Jälkiarvioinnissa tehdään päätelmiä ennen kaikkea hankkeelle tehdyn liikenne-ennusteen (junatarjonta, matkustajamäärät ja kuljetusten määrät), kannattavuuslaskelman sekä hankkeen tavoitteiden toteutumisesta. Laajoissa jälkiarvioinneissa tehdään lisäksi päätelmiä hankkeen yhteiskunnallisista vaikutuksista. Näiden päätelmien keskeinen tavoite on viestiä kehittämistarpeita hankesuunnitteluun ja vaikutusarviointiin ennen kaikkea laajempien yhteiskunnallisten vaikutusten osalta.

Päätelmissä nostetaan esiin seikkoja, jotka tulee tulevaisuudessa ottaa paremmin huomioon arvioitaessa hankkeiden vaikutuksia.

## 9 Raportointi ja dokumentointi

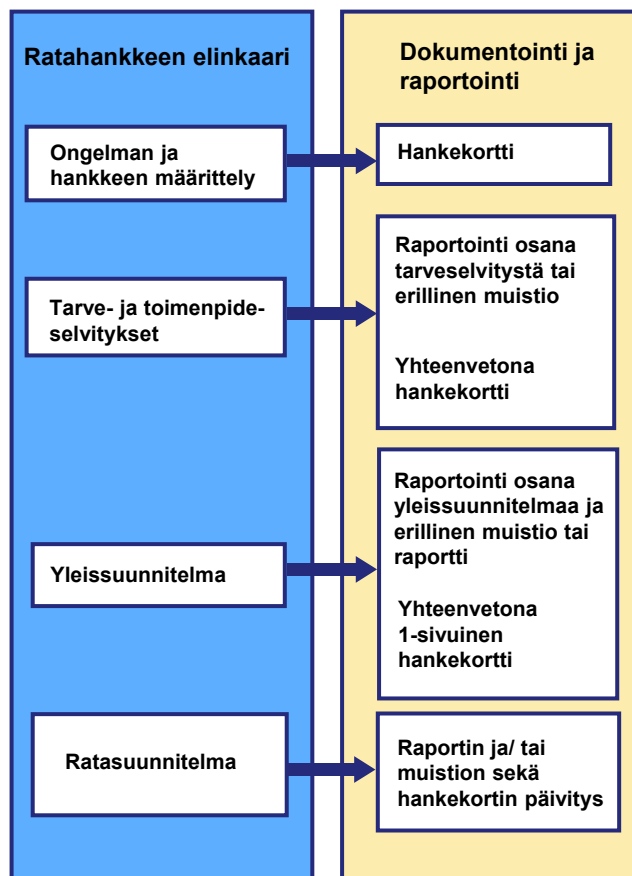
### 9.1 Hankearvioinnin raportointi

Hankearviointi voidaan raportoida joko osana suunnitelmaraporttia tai erillisenä raporttina. Jos arvioinnista julkaistaan vain yhteenveto tai tulokset osana suunnitelmaraporttia, laaditaan arvioinnin dokumentiksi erillinen hankearviointimuistio.

Erillinen raportti voidaan julkaista Liikenneviraston julkaisusarjassa, jos hankearviointi on poikkeuksellisen laaja tai se laaditaan eri aikaan

kuin hankkeen yleissuunnitelma tai muu suunnittelu. Erillinen raportti on myöhemmin paremmin saatavilla.

Tulosten esittämistapa riippuu siitä, missä suunnitteluvaiheessa hankearviointi tehdään (kuva 6). Kun hankearviointi tehdään samanaikaisesti yleissuunnitelman laatimisen kanssa, hankkeen suunnitelmaraportti on luontevin paikka tulosten esittämiseen. Vaikka tulokset esitetään suunnitelmaraportissa, tulee ne aina esittää myös hankearvioinnin raportissa tai muistiossa sekä hankearvioinnin yhteenvedossa.



Kuva 6. Eri suunnitteluvaiheissa tehtävien hankearviointien raportointi ja dokumentointi.

Hankearviointiraportin tai -muistion tärkein tehtävä on kuvata arviointiprosessi ja sen tulokset. Siihen kirjataan käytetyt lähtöasiakirjat, investointikustannukset, liikennemäärät, liikenneennusteet, liikennöintikustannuksia ja hyötyjen arviointia koskevat laskelmat sekä kannattavuuslaskelman tulokset. Hankearvioinnin yhteydessä laadittavan suunnitelman tai lähtötietoina olevien suunnitelmien sisällöstä referoidaan hankearvioinnissa käytetyt lähtötiedot tai viitataan pelkästään lähtötietomateriaaliin. Jos hankearviointi laaditaan samanaikaisesti esim. yleissuunnitelman kanssa, voidaan hankearviointiraporttia tai -muistiota tiivistää viittauksilla suunnitelmaraporttiin.

Hankearvioinnin raportin rakenne noudattaa hankearvioinnin kehikkoa sisältäen pääsääntöisesti aina seuraavat osat:

#### Lähtökohtien kuvaus

- hankkeen kuvaus
- hanke- ja vertailuvaihtoehdot sekä vertailuasetelma
- liikenne-ennusteet
- herkkyystarkastelutarpeet

#### Vaikutusten kuvaus

- kuvattavien vaikutusten valinta ja käytettävät mittarit
- vaikutukset suunnitteluarvoineen eri vaihtoehdoilla

#### Vaikuttavuuden arviointi

- käytetyt vaikutusakselit
- vaikuttavuuden laskenta eri vaihtoehdoilla
- vaikuttavuuden havainnollistaminen

#### Kannattavuuslaskelma

- laskelman periaatteet ja käytetyt laskentamenetelmät
- laskelman hyöty- ja kustannuserät
- laskelman tunnusluvut
- herkkyystarkastelut

#### Toteutettavuuden arviointi ja päätelmät

- toteutettavuuden arviointi
- päätelmät

#### Seurannan ja jälkiarviointi

- seurannan suunnittelu

- suunnitellut jälkiarviointivaiheet

#### Dokumentointi

- dokumentin sisältö
- dokumentoinnin saatavuus.

## 9.2 Hankearvioinnin dokumentti

Raportin tai muistion sekä yhteenvedon ohella hankearvioinnista on tehtävä riittävän tarkka dokumentointi. Pääsääntö on esittää asiat sillä tarkkuudella, että arviointi on tarkistettavissa, arvioitavissa ja tarpeen mukaan päivitettävissä. Yleisesti huolellinen raportointi ja dokumentointi edistävät hyvää arviointikäytäntöä sekä arvioinnin käyttökelpoisuutta päätöksenteossa.

Hankearvioinnin dokumentoinnin tärkeimmät osat ovat liikenne-ennusteiden ja kannattavuuslaskelman riittävän yksityiskohtainen kuvaaminen. Dokumenttiin sisällytetään myös eri vaiheissa käytetyn tiedon lähdeviitteet sekä perustelut ja selostukset siitä, jos lähdeviitteessä esitettyä tietoa on arvioinnin yhteydessä jalostettu tai tulkittu.

Hankearvioinnin dokumentointi voi sisältää useampia teksti-, taulukko- ja kuvamuotoisia osia. Dokumentoinnin ymmärrettävyyteen ja käytettävyyteen on kiinnitettävä huomiota. Dokumentoinnin sisällysluettelo ja sijainti esitetään hankearvioinnin raportissa.

Hankearvioinnin dokumentointi sisältää:

- hankearvioinnin lähtökohtien määrittelyt ja myöhemmin tehdyt valinnat
- vaikuttavuuden arvioinnin dokumentoinnin
- kannattavuuslaskelman dokumentoinnin
- erillisten laskelmien dokumentoinnin
- hankearviointiraportin tai -muistion hankearviointiprosessin ja työmenetelmien tallentamiseen.

## 9.3 Jälkiarvioinnin raportointi

Jälkiarviointi raportoidaan ja dokumentoidaan sitä koskevien päätösten, koottujen aineistojen sekä arviointia kuvaavan muistion tai raportin muodossa. Dokumentit arkistoidaan kaikilta osin hankearviointiaineistojen yhteyteen.

Suppeana toteutettu jälkiarviointi raportoidaan muistiona, jossa selvitetään hankkeen toteutukseen liittyvät poikkeamat suunnitellusta sekä liikenteellisten vaikutusten ja niistä johdettavissa olevien liikennetaloudellisten vaikutusten eroja hankearviointiin nähden.

Laajan jälkiarvioinnin tulokset kootaan kokonaisuutena erilliseen raporttiin hankearvioinnin raportoinnilta edellytetyllä tarkkuudella. Laajan jälkiarvioinnin raportti voi siten sisältää seuraavat kohdat:

### Hankkeen kuvaus

- sijainti ja merkitys
- hankkeen tavoitteet
- tiivistelmä hankkeen vaikutuksista.

### Päätökset hankkeen toteuttamisesta

- ratasuunnitelman hyväksymispäätös
- rahoitustapa ja toteutustapa.

### Hankkeen toteutus

- muutossuunnitelmat ja niiden vaikutukset
- suunniteltujen ja toteutuneiden kustannusten vertailu.

### Jälkiarviointi

- liikennemäärät ja arviointi ennusteiden toteutumisesta
- onnettomuusmäärät ja niistä tehtävät arvioinnit
- liikenteen sujuvuus ja kustannukset
- muut hankkeelle tehdyt vaikutusten jälkiarvioinnit
- vaikuttavuuden jälkiarviointi
- hankkeen kannattavuuslaskelman arviointi.

### Päätelmät

- hankkeen arvioinnista tehdyt päätelmät
- hankesuunnittelua ja vaikutusten arviointia koskevat yleiset päätelmät
- teknisten ratkaisujen kehittämistä koskevat päätelmät.

### Luettelo käytetyistä dokumenteista

- dokumenttien nimet, päiväys ja säilytystapa
- vastuuhenkilöiden tai -yksiköiden nimet.

## Hankearvioinnin sanastoa

### **Aikakustannus**

Kuluneen ajan ja ajan arvon tulo. Yksi ajokustannusten komponenteista. Aikakustannusten yksikköarvot (tuntihinnat) riippuvat matkan tarkoituksesta. Kuljetettavalle kuormalle ei lasketa aikakustannuksia.

### **Ajan arvo**

(Liikenteessä) kuluneelle ajalle määritetty yksikköhinta, esim. euroa/tunti. Käytetään aikakustannuksia laskettaessa.

### **Ajokustannukset**

Autoliikenteen ajokustannuksia ovat ajoneuvo-, aika-, ja onnettomuuskustannukset sekä melun ja pakokaasujen haittojen kustannukset (ks. ympäristökustannukset).

### **Ajoneuvokustannus**

Ajoneuvon pääoma-, hallinto- ja käyttökustannukset. Yksi ajokustannusten komponenteista. Muuttuvia ajoneuvokustannuksia ovat polttoaine-, korjaus, huolto-, voiteluaine- ja rengaskustannukset. Kiinteitä ajoneuvokustannuksia ovat pääoman poisto- ja korkokustannukset sekä ylläpito- ja hallintokustannukset.

### **Diskonttaus**

Tulevan hyödyn tai kustannuksen nykyarvon (tarkasteluhetken arvon) laskeminen.

### **Diskonttokorko**

Diskonttauksessa käytettävä korko, laskentakorko. Laskelmassa käytettävä yhteiskuntataloudellinen korko kuvaa yhteiskunnallista aikapreferenssiä.

### **Erityisvero**

Vero, jota peritään vain tietyistä hyödykkeistä. Autoilun erityisveroja ovat mm. ajoneuvovero ja polttoainevero.

### **Hankearviointi**

Yksittäisen liikenneväylähankkeen vaikutusten arviointi, johon sisältyy hankkeen kuvaus, vaikutusten kuvaus, vaikutusten arviointi sekä seurannan ja jälkiarvioinnin suunnitelma.

### **Herkkyyshanalyysi**

Menetelmä epävarmuuden vaikutusten arvioimiseksi. Hankkeen kannattavuuden (ja vaikuttavuuden) tarkastelu eri epävarmuustekijöitä muuttaen.

### **Hyvinvointimenetelmä**

Hyöty-kustannusanalyysin laskentaperiaate, jossa lasketaan yhteen kaikkien hankkeen vaikutuspiirissä olevien tahojen (kuluttajat, yritykset, muu yhteiskunta) hyödyt ja haitat. Siirtosumat pidetään mukana jakauma- ja kohdistumisvaikutusten kuvaamiseksi. *Ks. resurssikustannusmenetelmä.*

### **Hyöty-kustannussuhde**

Hyötyjen ja kustannusten suhde. Suomessa kannattavuus lasketaan nettoperiaatteella eli tuloksena esitetään nykyarvoisen nettohyödyn suhde investointikustannukseen. Bruttoperiaate tarkoittaisi bruttohyötyjen vertaamista investoinnin ja vuotuisten kustannusten summaan.

**Jäännösarvo**

Laskenta-ajan päättyessä jäljellä olevaa pitoaikaa vastaava osuus hankkeen kustannuksista. Jäännösarvo voi olla myös negatiivinen, jos rakenteet on purettava käyttöjakson jälkeen.

**Kannattavuuslaskelma**

Laskelma rahamääräisiksi muutettujen hyötyjen ja kustannusten suuruudesta ja suhteesta investointikustannukseen.

**Kaupunkirata**

kaupunkiradalla tarkoitetaan yksinomaan kaupunkien lähiliikenteelle varattua raidetta.

**Kevennetty vaihtoehto (O++ -vaihtoehto)**

Väyläinvestoinnin vaihtoehto, joka on kustannuksiltaan ja teknisiltä ratkaisuiltaan hankevaihtoehtoja kevyempi.

**Kulikutapa (kuljetusmuoto)**

Liikennemuoto, jolla ihmiset liikkuvat tai tavarat kuljetetaan. Kulikutapoja ovat mm. juna, bussi, lentokone, kävely, pyöräily, joukkoliikenne ja henkilöauto. Vastaavasti kuljetustapoja ovat mm. rautatiekuljetus, tiekuljetus, vesikuljetus ja lentokuljetus.

**Kulikutapajakauma (kuljetustapajakauma)**

Eri kulikutapojen osuudet ihmisten tai tavaroiden tekemistä matkoista (matkojen määrästä) taikka matka-/kuljetussuoritteesta (kilometreistä).

**Kuluttajan ylijäämä**

Kuluttajan maksuhalukkuuden ja kuluttajalle aiheutuvan kustannuksen välinen erotus. Kuluttajan nettohyöty.

**Kustannus**

Yleiskielinen ilmaisu rahamääräisestä tai rahamääräiseksi muutetusta uhrauksesta tai haitasta (esim. investointikustannus, matkalipun hinta, tahtikustannus, aikakustannus, päästökustannus).

**Laadullinen arviointi**

Laatua ja ominaisuuksia käsittelevä kvalitatiivinen arviointi. *Ks. määrällinen arviointi.*

**Laskenta-aika**

Ajanjakso jonka kuluessa syntyvät hyödyt ja haitat otetaan huomioon kannattavuuslaskelmassa. Laskenta-aika alkaa siitä, kun hanke avataan liikenteelle, ja sen pituus on 30 vuotta.

**Laskentakorko**

Laskentakorko on erilaisten rahamääräisten yhteiskuntataloudellisten hyötyjen ja haittojen nykyarvon laskennassa käytettävä korko.

**Liikenteen kysyntä**

Ihmisten ja yritysten tarve liikkua ja kuljettaa. Tarpeen suuruutta heijastaa maksuhalukkuus ja se ilmenee liikenteenä (tuotos, suuntautuminen, kulikutapa, reitti).

**Liikennemalli**

Liikennekäyttäytymistä kuvaava (matemaattinen) mallijärjestelmä.

**Liikennöimiskustannukset**

Liikennöimiskustannukset sisältävät kuljetusvälineiden pääoma- ja käyttökustannukset sekä operaattorin hallinto-, suunnittelu ja valvontakustannukset.



### **Maksuhalukkuus**

Kuluttajan halukkuus maksaa tavarasta tai palvelusta. Kulutus päätöksen edellytys on, että maksuhalukkuus on vähintään pyydetyn hinnan tai koetun kustannuksen suuruinen.

### **Melukustannus**

Liikenteen melusta aiheutuvien haittojen rahamääräisesti arvotetut kustannukset. Meluhaitasta on määritelty sopimus pohjaisesti kiinteä yksikköhinta kutakin melulle altistuvaa asukasta kohti.

### **Määrällinen arviointi**

Määrää ja suuruutta käsittelevä kvantitatiivinen arviointi. *Ks. laadullinen arviointi.*

### **Nykyarvo**

Tulevien hyötyjen ja kustannusten arvo tarkasteluhetkellä. Nykyarvo lasketaan diskonttaamalla tulevat hyödyt ja kustannukset tarkasteluhetkeen. Mitä suurempi laskentakorko, sen pienempi nykyarvo.

### **Onnettomuuskustannus**

Liikenneonnettomuuksien rahamääräisesti arvotetut kustannukset. Onnettomuuksien hintoihin sisältyy suorien taloudellisten menetysten lisäksi myös hyvinvoinnin menetystä kuvaava kustannus, joka on määritetty ns. yhteiskunnallisen maksuhalukkuuden pohjalta.

### **Ostoliikenne**

Joukkoliikenne, joka ei ole liiketaloudellisesti kannattavaa. Liikenteen tarjonta varmistetaan julkisen tuen avulla.

### **Painotettu matka-aika**

Joukkoliikennematkan laskennallinen matka-aika, joka on laskettu käyttämällä matkan eri vaiheille niiden suhteellista rasittavuutta kuvaavia painokertoimia (aikavastaavuutta).

### **Painottamaton matka-aika**

Joukkoliikennematkan absoluuttinen kokonaismatka-aika, joka sisältää kävelyyn, odottamiseen, vaihtoihin ja ajoneuvossa kuluvan ajan.

### **Palvelutasohyöty**

Palvelutasohyödyllä tarkoitetaan joukkoliikennematkojen palvelutasotekijöihin liittyviä hyötyjä. Palvelutasotekijöitä ovat mm. kulkuvälinen odotusajan pituus, vaihdon tarve, ennakoitun matka-ajan täsmällisyys ja istumapaikan saatavuus.

### **Pitoaika**

Investoinnin arvioitu elinikä sen taloudellinen ja tekninen vanhentuminen huomioonottaen.

### **Prolongointi**

Ennen tarkasteluvuotta aiheutuvien kustannusten nykyarvon (tarkasteluhetken arvon) laskeminen laskentakorkoon perustuen.

### **Puolikkaan sääntö**

Laskentaperiaate, jonka avulla voidaan määrittää esimerkiksi uusien junamatkustajien saavuttaman hyödyn suuruus nykyisten matkustajien saavuttamaan hyötyyn perustuen.

### **Resurssikustannusmenetelmä**

Hyöty-kustannusanalyysin laskentaperiaate, jossa kaikkien hankkeen vaikutuspiirissä olevien tahojen (kuluttajat, yritykset, muu yhteiskunta) nettomääräiset vaikutukset lasketaan yhteen. Siirtosummaa ei oteta huomioon. *Ks. hyvinvointimenetelmä.*

**Siirtyvä liikenne**

Ratahankkeen vuoksi muista kulutavoista junaan siirtyvät matkat.

**Suunnitteluarvo**

Vaikutuksen arvo tietyssä vaihtoehdossa ennustetilanteessa.

**Suunnittelutavoite**

Hankkeen vaikutukselle suunnittelussa asetettu tavoitearvo.

**Tarjonta (joukkoliikenteen)**

Joukkoliikennepalvelun olemassaolo ja laatu, jota kuvaavat alueellinen kattavuus, vuoroväli ja vuorotiheys. Käytetään jossain yhteydessä laajemmin tarkoittamaan joukkoliikennepalvelun kokonaislaatua mukaan lukien matka-aika ja matkan laatutekijät.

**Tuottajan ylijäämä**

Tuottajan (esim. liikennöitsijä) tuotteestaan markkinoilla saaman hinnan ja tuottajan myyntihaluuden (minimihinta, jolla tuottaja on valmis myymään tuotetta) välinen erotus.

**Vaikuttavuuden arviointi**

Analysoidaan suunniteltujen toimien vaikutuksia suhteessa vaikutuspotentiaaliin.

**Vaikuttavuus**

Vaikutuksen arvon suhde vaikutuspotentiaaliin.

**Vaikuttavuustavoite**

Vaikuttavuudelle asetettu tavoitearvo (paras suunnitteluarvo).

**Vaikutuksen arvottaminen**

Markkinahinnattoman vaikutuksen muuttaminen raha-määräiseksi.

**Vaikutus**

Toimenpiteen aiheuttama muutos jonkin asian tilassa. Tilanteen muuttumattomuuskin voi olla vaikutus.

**Vaikutusakseli**

Jana huonoimmasta mahdollisesta vaikutuksen arvosta parhaimpaan mahdolliseen vaikutukseen arvoon.

**Vaikutuspotentiaali**

Vaikutusakselin pituus.

**Vertailuvaihtoehto**

Arvioitavan hankkeen vertailukohta. Suunnitelma tai arvio tilanteesta, jossa hanketta ei toteuteta. Hankkeen vaikutukset määritetään suhteessa vertailuvaihtoehtoon.

**Yleistetty matkakustannus (matkavastus)**

Yleistetty matkakustannus koostuu raha-määräisistä kustannuksista, matka-ajasta sekä erilaisista laatutekijöistä, jotka liikkuja ottaa huomioon päätöksenteossaan.

## Esimerkki hankevaihtoehtojen vertailusta, kun nykyinen kuljetusjärjestelmä on riittämätön suunniteltujen kuljetustarpeiden hoitamiseksi

Suunnitteilla olevan uuden kaivoksen rikastekuljetusten (5 milj. t/v) hoitaminen edellyttää erittäin mittavia väylä- ja satamainvestointeja. Nykyinen rata mahdollistaa korkeintaan 3 milj. tonnin vuotuiset kuljetukset ja lisäksi lähimmästä kuljetuksiin soveltuvasta satamasta puuttuu rikasteen käsittelyn edellyttämä infrastruktuuri. Alustavien laskelmien perusteella tiekuljetusten käyttämissatamakuljetuksissa ei ole kuljetustaloudellisesti järkevää. Mikäli kuljetusreittiä ei kehitetä, muodostuvat rikasteen kuljetuskustannukset niin suuriksi, että kaivostoiminnan käynnistäminen ei ole kannattavaa. Suunniteltujen kuljetusten edellyttämät välttämättömät investoinnit ovat yhteensä 70 M€.

Vertailtavana on neljä erilaista kuljetusten reittivaihtoehtoa, jotka ovat:

1. Kaikki kuljetukset rautateitse sataman A kautta
2. Kaikki kuljetukset rautateitse sataman B kautta
3. 30 % kuljetuksista rautateitse sataman A ja 70 % sataman B kautta
4. Kaikki kuljetukset sataman C kautta (alkuvaiheessa tiekuljetus radan varteen ja uuden ratayhteyden valmistumisen jälkeen kaikki kuljetukset rautateitse)

Kaikkiin reittivaihtoehtoihin sisältyy useita väylien teknisten ominaisuuksien tasosta muodostuvia hankevaihtoehtoja.

Rautatiereitin tärkeimpiä kehittämistarpeita ovat radan sähköistys ja akselipainon nosto. Sataman A osalta tarkasteltiin nykyisen 10 metrin väylän syventämistä 12 m, 13 m ja 14 m syvyiseksi. Tarvittavien satamainvestointien suuruus on riippuvainen mm. valittavasta syventämisvaihtoehdosta. Satamassa B ei ole tavaraliikennesatamaa eikä suunniteltuun satamapaikkaan ole rautatieyhteyttä, mutta satamassa voidaan hyödyntää Itämeren maksimisyväystä (15,3 m). Satamassa C meriväylän syväys ei rajoita käytettävän aluksen kokoa, mutta sataman käyttö edellyttää uuden ratayhteyden rakentamista.

Reittikohtaisia hankevaihtoehtoja vertaillaan seuraavien yhteiskuntataloudellisten kustannusten osalta:

- investoinnit ratoihin, meriväyliin, teihin ja satamiin
- rakennusaikaiset korot
- väylien ylläpidon kustannusmuutokset
- kuljetuskustannukset ml liikenteen erityisverot ja maksut
- kuljetusten päästökustannukset
- kuljetusten onnettomuuskustannukset
- valtion liikenteen erityisveroja ja maksuja koskevat kertymät (sisältyvät eri merkkisinä kuljetuskustannuksiin)
- investointien jäännösarvot.

Kuljetuskustannuksissa otetaan huomioon rautatiekuljetukset, rikasteen käsittelykustannukset lähtösatamissa sekä aluskustannukset määräsatamaan asti. Rautatiekuljetusten kustannusten määrittämisen lähtökohtana ovat liikenteelliset analyysit, joissa määritetään käytettävä junakokoonpano, junapainot ja keskimääräiset matka-ajat. Oletuksena on, että junakalustoa käytetään 300 päivänä vuodessa.

Aluskuljetusten kustannukset lasketaan Liikenneviraston määrittämien yksikkökustannusten perusteella ja ne arvioidaan sataman mahdollistaman suurimman aluskoon kustannuksiin ja lastikapasiteettiin perustuen. Poikkeuksena satamien A ja B kuljetuksissa käytetään keskitalvella neljän kuukauden ajan pienempää jäävahvistettua alusta, joka pystyy kulkemaan jäänmurtajien avustamana.

Eri vaihtoehtojen keskinäistä yhteiskuntataloudellista edullisuutta arvioidaan 30 vuoden tarkastelujaksolla ja sitä edeltävällä rakennusaikana aiheutuvien kokonaiskustannusten nykyarvon perusteella. Menetelmän mukaan edullisin vaihtoehto yhteiskunnan kannalta on se, jonka synnyttämät kokonaiskustannukset ovat pienimmät (val-

tion perimiä liikenteen erityisverot ja maksut voidaan jättää tarkastelun ulkopuolelle, koska ne sisältyvät kuljetuskustannuksiin ja valtion tuloihin yhtä suurina, mutta eri merkkisinä). Yksityiskohtaisempaan tarkasteluun voidaan valita kunkin reittivaihtoehdon osalta yhteiskuntataloudellisten kokonaiskustannusten kannalta edullisimmat hankevaihtoehdot. Herkkystarkasteluina voidaan tutkia tilannetta, jossa rikasteen kuljetukset vähenevät teräksen kysyntämuutosten vuoksi joko 25 % tai 50 %. Liikenteen erityisverot ja maksut sisältämiä kustannuksia voidaan hyödyntää arvioitaessa reitti- ja hankevaihtoehtoja kaivosyhtiön kuljetustalouden näkökulmasta.

## Vaikuttavuuden vakiomittarit

Mittarin nimi	1. Nopein matka-aika pääkeskukseen
Määritelmä	<p>Junien nopeuden nosto on kaukoliikenteessä keskeisiä rataverkon kehittämisen tavoitteita, ja sillä on merkitys myös lähiliikenteessä. Junaliikenteen nopeuden ja tarjonnan yhteisvaikutus tulee kokonaisuutena otettua huomioon kannattavuuslaskelmassa. Tällä mittarilla havainnollistetaan sitä, kuinka suureen matkanopeuteen hankkeen seurauksena voidaan päästä.</p> <p>Tarkastelun kohteeksi valitaan jokin hankkeen nopeusvaikutusta havainnollisesti kuvaava yhteysväli, jolta valitaan ennustetilanteen aikataulusta nopein yksittäinen yhteys. Tarkasteltavia yhteysvälejä voi olla enemmän kuin yksi, jolloin mittarina käytetään tarkasteltavien yhteysvälien nopeimpien matka-aikojen keskiarvoa. Yleisperiaatteena on määrittää mittari siten, että se kuvaa mahdollisimman hyvin tarkasteltavan hankkeen vaikutusta henkilöliikenteen nopeuteen.</p>
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Nopein matka-aika (minuuttia:sekuntia) tarkasteluun valitulla yhteysvälillä hankkeen valmistuttua.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on nopeimman matka-ajan minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että pisin matka-aika saa arvon 0 % ja lyhin matka-aika saa arvon 100 %.
Tietolähde	Nopein matka-aika selvitetään ennustetilanteen aikataulusta. Parhaimmillaan käytössä voi olla ennustetilanteen graafinen aikataulu, mutta arvio voi olla myös huomattavasti karkeampi.
Huonoin arvo	Pisin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä nopeimman matka-ajan arvo (tai asiantuntija-arviona tätäkin pidempi matka-aika, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu).
Paras arvo	Nopeimman matka-ajan tavoitearvo tai lyhin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä nopeimman matka-ajan arvo.
Vakiointi	Suositteltava mittari, jos henkilöliikenteen nopeuden nosto on hankkeessa merkityksellinen asia.

Mittarin nimi	2. Paras junatarjonta
Määritelmä	<p>Junatarjonnan lisäämisen mahdollistaminen on lähiliikenteen ratahankkeiden keskeisiä tavoitteita, ja sillä on merkitys myös kaukoliikenteessä. Junaliikenteen nopeuden ja tarjonnan yhteisvaikutus tulee kokonaisuutena otettua huomioon kannattavuuslaskelmassa. Tällä mittarilla havainnollistetaan sitä, kuinka suureen junatarjontaan hankkeen seurauksena voidaan päästä.</p> <p>Tarkastelun kohteeksi valitaan jokin hankkeen tarjontavaikutusta havainnollisesti kuvaava asema. Asemia voi olla enemmän kuin yksi, jolloin mittarina käytetään asemakohtaisten vuoromäärien keskiarvoa. Asemia voi myös tyypitellä kokonsa perusteella, ja määrittää erilliset mittarit esimerkiksi suurille ja pienille asemille. Yleisperiaatteena on määrittää mittari siten, että se kuvaa mahdollisimman hyvin tarkasteltavan hankkeen vaikutusta henkilöliikenteen junatarjontaan.</p>
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Keskimääräinen junavuorojen (lähtöjen) määrä asemalta yhteen suuntaan (kpl/h) tarkasteluun valituilla asemilla ennustetilanteessa.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on junatarjonnan maksimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että pienin junatarjonta saa arvon 0 % ja suurin junatarjonta saa arvon 100 %.
Tietolähde	Paras junatarjonta selvitetään ennustetilanteen aikataulusta. Parhaimmillaan käytössä voi olla ennustetilanteen graafinen aikataulu, mutta arvio voi olla myös huomattavasti karkeampi.
Huonoin arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä vuoromäärä (tai asiantuntija-arviona tätäkin pienempi vuoromäärä, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu).
Paras arvo	Junatarjonnan tavoiteltavaa tasoa vastaava vuoromäärä tai suurin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä vuoromäärä.
Vakiointi	Suositeltava mittari, jos henkilöliikenteen junatarjonnan lisääminen on hankkeessa merkityksellinen asia.

Mittarin nimi	3. Suurin mahdollinen tavarajunien määrä
Määritelmä	<p>Sekaliikenne radoilla tavarajunat väistävät henkilöliikennettä. Radan kapasiteetti sekä henkilöjunien määrä ja nopeus määrittävät toisin sanoen sen, kuinka paljon ratakapasiteettia jää tavarajunien käyttöön. Mahdollisuus lisätä tavarajunia vaikuttaa sekä tavaraliikenteen kulkutapaosuuteen että kuljetuskustannuksiin. Nämä otetaan huomioon kannattavuuslaskelmissa. Tällä mittarilla havainnollistetaan sitä, kuinka suureen tavarajunien määrään hankkeen seurauksena on mahdollista päästä.</p> <p>Tavarajunien suurinta mahdollista määrää arvioidaan koko tarkasteltavalta rataverkolta ottaen huomioon ratakapasiteetin ja henkilöjunien määrän muutos hankkeen seurauksena. Yleisperiaatteena on määrittää mittari siten, että se kuvaa mahdollisimman hyvin tarkasteltavan hankkeen vaikutusta tavarajunien käytössä olevaan kapasiteettiin ja mahdollisuuteen lisätä tavarajunaliikenteen määrää.</p>
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Tavarajunien (mahdollinen) määrä (kpl/vrk) molempiin suuntiin suunnittelussa tarkasteltavalla rataverkolla ennustetilanteessa.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on tavarajunien mahdollisen määrän maksimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että pienin mahdollinen tavarajunien määrä saa arvon 0 % ja suurin mahdollinen tavarajunien määrä saa arvon 100 %.
Tietolähde	Suurin mahdollinen tavarajunien määrä selvitetään ennustetilanteen aikataulusta. Parhaimmillaan käytössä voi olla ennustetilanteen graafinen aikataulu, mutta arvio voi olla myös huomattavasti karkeampi.
Huonoin arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä tavarajunien määrä (tai asiantuntija-arviona tätäkin pienempi tavarajunien määrä, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu).
Paras arvo	Tavoite tavarajunien käytössä olevalle kapasiteetille tai suurin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä tavarajunien määrä.
Vakiointi	Suosittelava mittari, jos tavarajunien käytössä olevan ratakapasiteetin lisääminen on hankkeessa merkityksellinen asia.

Mittarin nimi	4. Junaliikenteen täsmällisyys
Määritelmä	<p>Junaliikenteen täsmällisyyden parantaminen on keskeinen tavoite etenkin vilkkaiden ratojen ja Helsingin seudun liikenteeseen vaikuttavissa hankkeissa. Junaliikenteen aikataulunmukainen kulku on junaliikenteen perusoletus, mutta käytännössä myöhästymisiä tapahtuu teknisten vikojen ja häiriöiden takia (kalusto, rata, sähkörata, turvalaitteet, liikenteen ohjaus), matkustajien ja henkilökunnan toiminnan seurauksena tai ulkoisten syiden (kuten eläinonnettomuus, poikkeuksellinen sää) takia.</p> <p>Junaliikenteen täsmällisyyden mittarina on häiriötilanteista aiheutuvien viivytysten keskimääräinen kesto. Häiriötilanteiden tarkastelu ja niiden muutosten arviointi on valittava hankekohtaisesti ja käytettävissä olevien lähtötietojen ja menetelmien puitteissa. Yleisperiaatteena on määrittää mittari siten, että se kuvaa mahdollisimman hyvin tarkasteltavan hankkeen vaikutusta junaliikenteen täsmällisyyteen.</p>
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Häiriötilanteista aiheutuva keskimääräinen viivytys (s/juna) suunnittelussa tarkasteltavassa liikenteessä ennustetilanteessa.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on viivytyksen minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin viivytys saa arvon 0 % ja pienin viivytys saa arvon 100 %.
Tietolähde	Hankkeen vaikutus häiriötilanteisiin voidaan selvittää häiriötilanteen simuloinnilla, jos sellainen sisältyy suunnitelman laadintaan. Arviointi voidaan tehdä myös yksinkertaisemmin käyttämällä kohteen täsmällisyystilastoja toteutuneista myöhästymisistä syineen ja arvioiden hankkeen toimenpiteiden vaikutuksia näihin syihin.
Huonoin arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehdoista tai simuloinnin herkkyystarkasteluista löytyvä viivytys, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu.
Paras arvo	Täsmällisyydelle asetettu tavoite tai pienin suunnitteluvaihtoehdoista tai simuloinnin herkkyystarkasteluista löytyvä viivytys, joka on kuitenkin realistinen ja perusteltu.
Vakiointi	Suositeltava mittari, jos junaliikenteen täsmällisyyden parantaminen on hankkeessa merkityksellinen asia.



Mittarin nimi	5. Tasoristeysturvallisuus
Määritelmä	Ratahankkeiden suorat turvallisuusvaikutukset syntyvät tasoristeysten vähentämisestä.  Tasoristeysturvallisuuden mittarina on tasoristeysten määrä suunnittelualueella.
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Tasoristeysten lukumäärä (kpl) suunnittelussa tarkasteltavalla rataverkolla ennustetilanteessa.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on tasoristeysten määrän minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin tasoristeysten määrä saa arvon 0 % ja pienin tasoristeysten määrä arvon 100 %.
Tietolähde	Hankkeen suunnitelma.
Huonoin arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä arvo.
Paras arvo	Tavoite tasoristeysten määrälle tai pienin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä arvo.
Vakiointi	Suositteltava mittari, jos tasoristeysturvallisuuden parantaminen on hankkeessa merkityksellinen asia.

Mittarin nimi	6. Tieliikenteen turvallisuus
Määritelmä	Jos hanke vaikuttaa junamatkojen määrään, on tällä oletettavasti vaikutusta tieliikenteen suoritteisiin ja siten tieliikenteen onnettomuuksien ja henkilövahinkojen määrään.  Tämä mittari ottaa huomioon kysyntämuutosten kautta tuleva vaikutuksen tieliikenteen henkilövahinko-onnettomuuksien määrään vaikutusalueella.
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Tieliikenteen henkilövahinko-onnettomuuksien (heva) määrä suunnittelussa tarkasteltavalla tie- ja katuverkolla ennustevuonna.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on heva-onnettomuuksien määrän minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin tarkasteltava onnettomuusmäärä saa arvon 0 % ja pienin onnettomuusmäärä saa arvon 100 %.
Tietolähde	Mittarin arvon määrittämiseen tarvitaan liikenne-ennusteen arvio tieliikenteen suoritemuutoksista ja tieliikenteen onnettomuustilastojen perusteella määritelty keskimääräinen heva-onnettomuuden riski suoritetta kohden. Vaikutus voidaan määrittää myös tarkemmilla tiedoilla, jos sellaisia on käytettävissä.
Huonoin arvo	Suurin henkilövahinkojen määrä suunnitteluvaihtoehdoissa, joka saavutetaan tavallisesti nollavaihtoehdon ennustetilanteessa.
Paras arvo	Pienin henkilövahinkojen määrä suunnitteluvaihtoehdoissa, joka saavutetaan tavallisesti siinä vaihtoehdossa, jossa junaliikenteen kysynnän kasvu (siirtymä) on suurin.
Vakiointi	Suositteltava mittari, jos kysyntämuutoksen vaikutus tieliikenteen turvallisuuteen on hankkeessa merkityksellinen asia.

Mittarin nimi	7. Liikenteen CO <sub>2</sub> -päästöt
Määritelmä	Jos hanke lisää junaliikenteen määrää, se lisää junaliikenteen energiankulutusta ja CO <sub>2</sub> -päästöjä. Toisaalta junaliikenteen kasvu vähentää tieliikenteen suoritetta ja siten CO <sub>2</sub> -päästöjä. Radan sähköistys tavallisesti vähentää junaliikenteen CO <sub>2</sub> -päästöjä.  Tämä mittari ottaa huomioon eri liikennemuotojen kysyntämuutosten kautta tuleva vaikutuksen liikenteen CO <sub>2</sub> -päästöjen vuotuisen määrään.
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Eri liikennemuotojen yhteenlaskettu CO <sub>2</sub> -päästöjen määrä (tonnia/v) suunnittelussa tarkasteltavassa liikenteessä ennustetilanteessa.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on CO <sub>2</sub> -päästöjen määrän minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin CO <sub>2</sub> -päästöjen määrä saa arvon 0 % ja pienin CO <sub>2</sub> -päästöjen määrä saa arvon 100 %.
Tietolähde	Hankkeen liikenne-ennuste (suoritemäärät, liikenteen koostumus) ja päästöker- toimet (hankkeen arvioinnissa ja laskelmissa käytetty lähde, joka voi olla esimer- kiksi LIPASTO).
Huonoin arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä arvo.
Paras arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä arvo.
Vakiointi	Suosittelava mittari, jos vaikutus liikenteen hiilidioksidipäästöihin on hankkeessa merkityksellinen asia.

Mittarin nimi	8. Junaliikenteen melulle altistuminen
Määritelmä	Rautatieliikenteestä aiheutuvan meluhaitan suuruus muuttuu, jos hanke muuttaa lähtömelun määrää (kalusto, kiskot, suorite) tai meluntorjunnan määrää (meluesteet). Meluhaitan tarkastelussa voidaan ottaa huomioon sekä päivä- että yömelu, jos tarkasteltavalla hankkeella on vaikutusta molempiin.
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Junaliikenteen melulle altistuvien henkilöiden määrä (kpl) suunnittelussa tarkastellulla rataverkolla ennustetilanteessa.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on junaliikenteen melulle altistuvien määrän minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin melulle altistuvien määrä saa arvon 0 % ja pienin melulle altistuvien määrä arvon 100 %.
Tietolähde	Suunnittelun yhteydessä tehdyt laskelmat tai muut arviot meluallistuksen määrästä eri vaihtoehdoissa.
Huonoin arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä arvo.
Paras arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä arvo.
Vakiointi	Suosittelava mittari, jos rautatieliikenteen melulle altistumisen muutos on hankkeessa merkityksellinen asia.

Mittarin nimi	9. Junaliikenteen tärinälle altistuminen
Määritelmä	<p>Junien akseli- ja kokonaispainojen tai kuljetusnopeuden nostaminen kasvattavat maaperän dynaamista kuormitusta. Näissä tilanteissa ihmisten havaitsema tärinä ja melu voivat kasvaa tasolle, joka koetaan epämiellyttäväksi. Erityisen haitalliseksi tärinä on havaittu matalissa asuinrakennuksissa savikoilla.</p> <p>Tämä mittari kuvaa hankkeen vaikutusta junaliikenteen tärinälle altistumisen määrään.</p>
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Tärinän haitalliseksi kokevien ihmisten määrä (kpl) ennustetilanteessa.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on tärinälle altistumisen minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin tärinän haitalliseksi kokevien määrä saa arvon 0 % ja pienin tärinän haitalliseksi kokevien määrä arvon 100 %.
Tietolähde	Suunnittelun yhteydessä tehdyt laskelmat tai muut arviot tärinäaltistuksen määrästä eri vaihtoehdoissa.
Huonoin arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä arvo.
Paras arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä arvo.
Vakiointi	Ehdotus, jota voi käyttää sellaisenaan tai soveltaen, jos junaliikenteen tärinälle altistuminen on hankkeessa merkittävä asia.

Mittarin nimi	10. Radan estevaikutus
Määritelmä	<p>Rata aiheuttaa epätoivotun esteen, hidasteen tai turvallisuusriskin sen eri puolilla sijaitsevien kohteiden saavuttamiselle. Tällä mittarilla tarkastellaan radan estevaikutusta jalan, pyörällä tai autolla liikkuville ihmisille.</p> <p>Radan synnyttämän esteen suuruus riippuu radan ylitysmahdollisuuksien määrästä ja laadusta. Jos ylitys on järjestetty tasoristeyksenä, vaikuttaa junaliikenteen määrä esteen suuruuteen. Estevaikutuksen merkitys puolestaan riippuu siitä, kuinka paljon radan ylittäviä kulkijoita on. Estevaikutus lasketaan niissä radankohdissa, joissa on hankkeen mittapuussa merkittävässä määrin pysyvää asutusta tai kulkemista synnyttäviä toimintoja (esimerkiksi noin 1 000 metrin säteellä).</p> $(1) \epsilon_{ve} = \sum_{i=1}^n (N_i \times Ke_i) \mid n \geq 1; \epsilon_{ve} = 0 \mid n = 0$ <p><math>\epsilon_{ve}</math> = Hankevaihtoehdon estevaikutusindeksi  <math>N_i</math> = Potentiaalinen kulkijoiden määrä vuorokaudessa radankohdassa <math>i</math>. Jos kulkijoiden määrästä ei ole tarkempaa tietoa, voidaan käyttää HLT:n mukaista keskimääräistä arvoa 2,6 kulkijaa (sis. autoilijat, pyöräilijät ja jalankulkijat) esteen häiritsemää asukasta kohden vuorokaudessa. Esteen häiritsemäksi asukasmääräksi oletetaan radan halkaiseman maankäyttöalueen pienemmän osan asukasmäärä.  <math>Ke_i</math> = Radan aiheuttaman esteen määrää kuvaava kerroin, joka saa arvon 1, jos rata on aidattu tai sen ylitys on muulla tavoin kokonaan estetty radankohdassa <math>i</math>. Jos radan poikki kulkeminen on mahdollista, määritetään kertoimen arvo kaavalla (2).</p> $(2) Ke_i = \frac{JM_i}{400} \times Kx$ <p><math>JM_i</math> = Junien määrä vuorokaudessa radankohdassa <math>i</math>  <math>Kx</math> = Radan poikki kulkemisen helppoutta ja riskiä kuvaava kerroin:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- suojaamaton tasoristeys: 1,0</li> <li>- suojattu tasoristeys: 0,95</li> <li>- silta, alikulku: 0,40.</li> </ul>
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Indeksi, jolla ei ole mittayksikköä.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on estevaikutuksen minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin indeksi saa arvon 0 % ja pienin estevaikutusindeksi saa arvon 100 %.
Tietolähde	Indeksin laskemisessa tarvittavat lähtötiedot saadaan suunnitelman liikenne- ja maankäyttötiedoista.
Paras arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä indeksin arvo.
Huonoin arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä indeksin arvo.
Vakiointi	Ehdotus, jota voi käyttää sellaisenaan tai soveltaen, jos radan estevaikutus on hankkeessa merkittävä asia ja vaihtoehtojen välillä tämän mittarin suhteen eroja.

Mittarin nimi	11. Pohjavesien pilaantumisriski
Määritelmä	Jos hankkeen vaikutusalueella on merkittäviä pohjavesialueita, niiden turvaaminen on huomioitava. Radalla kuljetettavien vaarallisten aineiden (VAK) suorite suojaamattomalla pohjavesialueella kuvaa välillisesti onnettomuusriskiä ja siitä mahdollisesti seuraavaa pohjavesien altistumista haitallisille aineille. Pohjavesivaikutusten riskiä voidaan pienentää ratalinjauksen sijainnin tai pohjavesisuojausten avulla.
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Vuotuinen vaarallisten aineiden kuljetussuorite suojaamattomalla pohjavesialueella (tonnikilometriä) ennustevuonna.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on suojaamattomalla pohjavesien pilaantumisriskin minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin VAK-suorite pohjavesialueilla saa arvon 0 % ja pienin VAK-suorite pohjavesialueilla saa arvon 100 %.
Tietolähde	Ympäristövaikutusten arviointiselostus ja/tai muu suunnitteluaineisto.
Huonoin arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä mittarin arvo.
Paras arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä mittarin arvo.
Vakiointi	Ehdotus, jota voidaan käyttää sellaisenaan tai soveltaen, jos pohjavesien pilaantumisriski on hankkeessa merkittävä asia.

Mittarin nimi	12. Luonnon monimuotoisuuden heikkeneminen
Määritelmä	<p>Ratahankkeiden ensisijaisia ekologisia vaikutuksia ovat elinympäristöjen väheneminen ja pirstoutuminen, eläinkuolleisuuden nousu, sekä erilaiset este-, reuna- ja häiriövaikutukset. Radan alle jäävän pinta-alan lisäksi, laajemmalle alueelle leviittäytyvä rakentamisen ja liikenteen aiheuttama häiriö ja estevaikutus vähentävät eliöille soveltuvia elinympäristöjä.</p> <p>Mittarin määrittämisessä otetaan huomioon seuraavat monimuotoisuuden vaikuttavat kuormitustekijät:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ekologisten verkostojen pirstoutuminen (<i>EVP</i>)</li> <li>- maaperän peittyminen (<i>MP</i>)</li> <li>- eläin- ja kasvilajien harvinaistuminen (<i>EKH</i>)</li> <li>- luonnonsuojelullisesti arvokkaiden alueiden väheneminen (<i>LAV</i>).</li> </ul> <p>(1) <math display="block">EVP_{ve} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{Av_i}{Aa_i} \right) \times \left( \frac{JM_i}{400} \right) \times K_i \mid n \geq 1 ; EVP_{ve} = 0 \mid n = 0</math></p> <p><i>EVP<sub>ve</sub></i> = Hankevaihtoehdon osaindeksi ekologisten verkostojen pirstoutumiselle  <i>Av<sub>i</sub></i> = Väylän (ml. suoja-alue) pinta-ala viheralueella <i>i</i>  <i>Aa<sub>i</sub></i> = Väylän halkoman viheralueen <i>i</i> kokonaispinta-ala  <i>JM<sub>i</sub></i> = Junien määrä vuorokaudessa viheralueen <i>i</i> kohdalla; saa arvon 1, jos radan poikkikulku on estetty aidoin  <i>K<sub>i</sub></i> = Viheralueen <i>i</i> arvoa kuvaava kerroin:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5: <i>Luonnon ydinalueet</i> ovat rauhallisia, laajoja, eläimistölle tärkeitä tavanomaisen maa- ja metsätalouden piirissä olevia metsäalueita.</li> <li>4: <i>Ekologiset käytävät</i> ovat vaihtelevan levyisiä metsäkäytäviä tai metsä-peltoketjuja, jotka ylläpitävät ydinalueiden toimintaa ja muodostavat leviämisteitä ja johdotkäytäviä eläinten liikkussa alueelta toiselle. Ne ovat metsäketjujen tai lehtipuukasvillisuuden muodostamia reittejä, jokilaaksoja tai peltoalueen läpi kulkevia saarimaisia ketjuja.</li> <li>3: <i>Seudullinen ekologinen yhteys</i> turvaa mm. rannikkoalueen ja sisämaan alueiden yhteydet toisiinsa sekä Natura-alueiden väliset yhteydet. Käyttäjiä ovat mm. esimerkiksi laajalla alueella liikkuvat suuret nisäkkäät.</li> <li>2: <i>Paikallinen verkosto</i> turvaa yksittäisten eläinten ja eläinryhmien päivittäisen toimeentulon ja liikkumistarpeet. Kaupunkien ekologinen verkosto on pääsääntöisesti paikallista ekologista verkostoa.</li> <li>1: <i>Rakentamisesta ja/tai muista maankäytön muutoksista johtuen heikentynyt viheryhteys</i>. Yhteys on merkittävästi kaventunut tai katkeillut paikoin, eikä se enää toimi turvallisena liikkumisreitteinä. Toimivan viheryhteyden leveys haja-asutusalueilla on noin 400–1000 metriä. Esikaupunkialueella noin 250–300 metriä.</li> </ol> <p>(2) <math display="block">MP_{ve} = \Delta Av_{ve}</math></p> <p><i>MP<sub>ve</sub></i> = Hankevaihtoehdon osaindeksi maaperän peittymiselle  <i>ΔAv<sub>ve</sub></i> = Väyläpinta-alan (ml. suoja-alueet) muutos tarkastellulla verkolla hankevaihtoehdossa</p> <p>(3) <math display="block">EKH_{ve} = Lm_{ve}</math></p> <p><i>EKH<sub>ve</sub></i> = Hankevaihtoehdon osaindeksi eläin- ja kasvilajien harvinaistumiselle</p>

	<p><math>Lm_{ve}</math> = Arvokkaiden lajien lukumäärä hankevaihtoehdon vaikutusalueella</p> <p>(4) <math>LAV_{ve} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{Av_i}{Aa_i} \right) \mid n \geq 1 ; LAV_{ve} = 0 \mid n = 0</math></p> <p><math>LAV_{ve}</math> = Hankevaihtoehdon osaindeksi luonnonsuojelullisesti arvokkaiden alueiden vähenemiselle  <math>Av_i</math> = Hankevaihtoehdon takia purettava ala suojelualueesta <math>i</math>  <math>Aa_i</math> = Suojelualueen <math>i</math> kokonaispinta-ala</p> <p>Kokonaisindeksi luonnon monimuotoisuuden vähenemiselle hankevaihtoehdossa <math>LMI_{ve}</math> määritetään seuraavasti:</p> <p>(5) <math>LMI_{ve} = 0,35 \times \left( \frac{EVP_{ve}}{EVP_{max}} \right) + 0,25 \times \left( \frac{MP_{ve}}{MP_{max}} \right) + 0,15 \times \left( \frac{EKH_{ve}}{EKH_{max}} \right) + 0,25 \times \left( \frac{LAV_{ve}}{LAV_{max}} \right)</math></p> <p><math>X_{max}</math> = Kunkin osaindeksin suurin arvo tarkastelluista vaihtoehdoista  Osaindeksien painokertoimia (summa = 1) voi perustellen muuttaa hankkeeseen paremmin sopivaksi</p>
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Indeksi, jolla ei ole mittayksikköä.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on vaikutuksen minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin kokonaisindeksi saa arvon 0 % ja pienin kokonaisindeksi saa arvon 100 %.
Tietolähde	Indeksin laskemisessa tarvittavat lähtötiedot saadaan ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta.
Paras arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä kokonaisindeksin arvo.
Huonoin arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä kokonaisindeksin arvo.
Vakiointi	Ehdotus, jota voi käyttää sellaisenaan tai soveltaen, jos radan vaikutus luonnon monimuotoisuuteen on hankkeessa merkittävä asia.

Mittarin nimi	13. Maiseman ja kulttuuriympäristöjen heikkeneminen
<p>Määritelmä</p>	<p>Maisema on kokonaisuus, joka muodostuu geomorfologisista, ekologisista sekä kulttuurihistoriallisista tekijöistä sekä niiden vuorovaikutussuhteista. Kulttuuriympäristö on ihmisen rakentamalla, käyttämällä ja viljelemällä muuttamaa ympäristöä. Siihen kuuluvat historia, muinaisjäännökset, rakennukset ja kulttuuri-maisema. Kulttuuriympäristön arvo perustuu sen ajalliseen ja alueelliseen kerrostuneisuuteen, joka ilmentää kulttuurin vaiheita sekä ihmisen ja luonnon vuorovaikutuksen muutoksia.</p> <p>Maiseman ja kulttuuriympäristöjen heikkenemisen mittari käsittelee maisemaa ja kulttuuriympäristöjä yhdessä:</p> $(1) MKH_{ve} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{Av_i}{Aa_i} \right) \times K_i \times H_i \mid n \geq 1 ; MKH_{ve} = 0 \mid n = 0$ <p><i>MKH<sub>ve</sub></i> = Hankevaihtoehdon indeksi maiseman ja kulttuuriympäristöjen heikkene-miselle  <i>Av<sub>i</sub></i> = Väylän (ml. suoja-alue) pinta-ala maisemaltaan tai kulttuuriympäristöltään arvokkaalla alueella <i>i</i>  <i>Aa<sub>i</sub></i> = Väylän halkoman maisemaltaan tai kulttuuriympäristöltään arvokkaan alueen <i>i</i> kokonaispinta-ala  <i>K<sub>i</sub></i> = Alueen <i>i</i> arvoa kuvaava kerroin:</p> <p><b>3:</b> <i>Valtakunnallisesti</i> arvokas maisema tai kulttuuriympäristö.  <b>2:</b> <i>Seudullisesti</i> arvokas maisema tai kulttuuriympäristö.  <b>1:</b> <i>Paikallisesti</i> arvokas maisema tai kulttuuriympäristö.</p> <p><i>H<sub>i</sub></i> = Alueelle <i>i</i> aiheutuvaa haittaa kuvaava kerroin:</p> <p><b>3:</b> <i>Suuri haitta.</i> Kohdeympäristö on erityisen herkkä väylän aiheuttamille vaikutuk-sille, väylä kulkee alueen halki tai sillä on muuten suuri visuaalinen ja/tai toi-minnallinen estevaikutus ympäristössä, haittavaikutukset ovat välittömiä sekä välillisiä ja luonteeltaan pysyviä. Kulttuuriympäristö tai sen osat voivat tuhoutu-ta täysin.  <b>2:</b> <i>Kohtalainen haitta.</i> Väylä kulkee alueella ja sillä on välittömiä sekä välillisiä hai-tallisia vaikutuksia alueen nykytilaan ja kehitykseen, väylä aiheuttaa kohta-laisen visuaalisen ja/tai toiminnallisen estevaikutuksen, väylä heikentää em. ta-voilla selvästi kulttuuriympäristön arvoa, lieventävistä toimenpiteistä huoli-matta.  <b>1:</b> <i>Vähäinen haitta.</i> Kohdeympäristöllä on suuri kyky kestää väylän aiheuttamia muutoksia ympäristössä (ei herkkä), väylä ei kulje alueella tai kulkee sen vie-restä, alueen arvot ovat jo valmiiksi heikentyneet tai ne tulevat heikentymään tulevaisuudessa muiden hankkeiden johdosta, väylällä on vain lievä estevaiku-tus ja haittavaikutuksia on mahdollista lieventää erilaisin toimenpitein.</p>
<p>Mitta-asteikko (mittayksikkö)</p>	<p>Indeksi, jolla ei ole mittayksikköä.</p>
<p>Arvoasteikko (vaikuttavuus)</p>	<p>Tavoiteltava suunta on vaikutuksen minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin indeksi saa arvon 0 % ja pienin indeksi saa arvon 100 %.</p>
<p>Tietolähde</p>	<p>Indeksin laskemisessa tarvittavat lähtötiedot saadaan ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta.</p>
<p>Paras arvo</p>	<p>Pienin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä indeksin arvo.</p>



Huonoin arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä indeksin arvo.
Vakiointi	Ehdotus, jota voi käyttää sellaisenaan tai soveltaen, jos radan vaikutus maisemaan on hankkeessa merkittävä asia.

Mittarin nimi	14. Tavaraliikenteen liikennöintikustannukset
Määritelmä	Ratahankkeella on vaikutuksia tavarajunien liikennöintikustannuksiin, jos junakuljetukset voidaan hoitaa hankkeen seurauksena aiempaa tehokkaammin (mm. isompi kuormakoko, suurempi junapituus, siirtyminen dieselvedosta sähkövetoon). Liikennöintikustannus vaikuttaa junakuljetuksen hinnoitteluun ja sitä kautta yritysten kuljetuskustannuksiin.
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Tavarajunien keskimääräinen liikennöintikustannus (M€/v) suunnittelussa tarkastellulla rataverkolla ennustetilanteessa.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on kustannusten minimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että suurin kustannus saa arvon 0 % ja pienin kustannus arvon 100 %.
Tietolähde	Hankearvioinnin liikennetaloudelliset laskelmat, tavaraliikenne-ennuste.
Huonoin arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä arvo.
Paras arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehtoista löytyvä arvo.
Vakiointi	Suositteltava mittari, jos tavaraliikenteen liikennöintikustannusten muutos on hankkeessa merkityksellinen asia.

Mittarin nimi	15. Henkilöliikenteen liikennöinnin talous
Määritelmä	Ratahankkeella on vaikutuksia henkilöliikenteen liikennöintikustannuksiin, jos junasuoritteet muuttuvat. Jos hanke vaikuttaa junamatkojen määrään (kysyntään), niin tämä vaikuttaa lipputuloihin. Hankkeen kokonaisvaikutusta liikennöinnin talouteen kuvaa liikennöintikustannusten ja lipputulojen yhteenlaskettu muutos (tuottajan ylijäämän muutos), joka kohdistuu markkinaehtoisessa liikenteessä liikennöintiä harjoittavalle yritykselle. Jos hankkeen liikenteessä on ostoliikennettä tai muulla tavoin viranomaisen järjestämää liikennettä, vaikuttaa liikennöinnin nettokustannusten muutos subventiotarpeeseen.
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Henkilöliikenteen liikennöinnin tuottajan ylijäämä (M€/vuosi) suunnittelussa tarkastellussa junaliikenteessä ennustetilanteessa.
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on tuottajan ylijäämän maksimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että pienin tuottajan ylijäämä saa arvon 0 % ja suurin tuottajan ylijäämä saa arvon 100 %.
Tietolähde	Hankearvioinnin liikennetaloudelliset laskelmat.
Huonoin arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä arvo.
Paras arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä arvo.
Vakiointi	Suosittelava mittari, jos henkilöliikenteen liikennöintikustannusten muutos on hankkeessa merkityksellinen asia.

Mittarin nimi	16. Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön
Määritelmä	Ratahankkeella on vaikutus yhdyskuntarakenteeseen ja maankäytön, jos jotkin maankäyttötoiminnot toteutuvat hankkeen seurauksena ja jäävät toteutumatta, jos hanketta ei toteuteta. Maankäyttöjen mahdolliset eroavaisuudet otetaan huomioon liikenne-ennusteiden laadinnassa, ja ne ovat siltä osin mukana kannattavuuslaskelman käyttäjähyötyjen arviossa. Kannattavuuslaskelman ulkopuolelle jää kuitenkin hankkeesta riippuvan maankäytön muu kuin liikenteellinen merkitys, ja se voi olla hankkeen päätöksenteossa merkityksellinen tieto.
Mitta-asteikko (mittayksikkö)	Hankevaihtoehdon toteuttamisesta riippuva rakennusoikeus (kerros-m <sup>2</sup> ).
Arvoasteikko (vaikuttavuus)	Tavoiteltava suunta on rakennusoikeuden maksimointi. Asteikko skaalataan lineaarisesti siten, että pienin rakennusoikeus saa arvon 0 % ja suurin rakennusoikeus saa arvon 100 %.
Tietolähde	Ympäristövaikutusten arviointiselostus ja/tai muu suunnitteluaineisto.
Huonoin arvo	Pienin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä rakennusoikeuden määrä.
Paras arvo	Suurin suunnitteluvaihtoehdoista löytyvä rakennusoikeuden määrä.
Vakiointi	Suositusmittari, jota voidaan käyttää, jos vaikutus rakennusoikeuksien määrään on hankkeessa merkittävä asia.



## Junien energiankulutusmallit

### Sr2-veturin vetämän IC-junan energiankulutusmalli

$$Y = 3,078 + 0,016 * X_1 - (6,451 * 10^{-9} * X_2^{4,10}) / X_3^{0,34} + (2,293 * 10^{-10} * X_1 * X_2^{4,1}) / X_3^{0,34}$$

missä

Y = energian käyttö [kWh/juna-km]

X<sub>1</sub> = junan massa [t]

X<sub>2</sub> = keskinopeus liikkeessä [km/h]

X<sub>3</sub> = keskimääräinen pysähdysväli [km]

Taulukko 1. Sr2-veturin vetämän IC-junan energiankulutus eri vaunumäärillä (kaksikerroksinen vaunu), vaunumääriä vastaavilla junapainoilla ja eri keskinopeuksilla.

vaunut (kpl)	massa <sup>(*)</sup> (t)	Kulutus (kWh/km)									
		70 km/h	80 km/h	90 km/h	100 km/h	110 km/h	120 km/h	130 km/h	140 km/h	150 km/h	160 km/h
3	257	8	8	9	10	11	12	14	16	19	22
4	315	9	9	10	11	12	14	16	19	23	27
5	373	10	11	11	13	14	16	19	22	27	32
6	431	11	12	13	14	16	18	22	26	31	37
7	489	12	13	14	16	18	21	24	29	34	41
8	547	13	14	15	17	20	23	27	32	38	46
9	605	14	15	17	19	21	25	29	35	42	51
10	663	16	17	18	20	23	27	32	38	46	56
11	721	17	18	19	22	25	29	35	41	50	61
12	779	18	19	21	23	27	31	37	45	54	65
13	837	19	20	22	25	28	33	40	48	57	70
14	895	20	21	23	26	30	35	42	51	62	75
15	953	21	22	25	28	32	38	45	54	65	80

<sup>(\*)</sup> junan massa on veturin ja kaksikerroksisten vaunujen bruttopainojen summa

**Keskiraskaan dieselveturin (1000 kW) vetämän henkilöjunan energiankulutusmalli**

$$Y = 1,117 - 0,0105 * X_2 + 7,570 * 10^{-5} * X_2^2 + 0,00259 * X_1 - 1,850 * 10^{-5} * X_1 * X_2 + 4,635 * 10^{-7} * X_1 * X_2^2 + 1,0325 * 10^{-6} * X_1^2 - 3,378 * 10^{-8} * X_1^2 * X_2 + 4,383 * 10^{-10} * X_1^2 * X_2^2, \text{ missä}$$

Y = polttoaineen kulutus [l/juna-km]

X<sub>1</sub> = junan massa [t]

x<sub>2</sub> = junan nopeus [km/h]

*Taulukko 2. Keskiraskaan dieselveturin (1000 kW) vetämän henkilöjunan energiankulutus eri vaunumäärillä (kaksikerroksinen vaunu), vaunumääriä vastaavilla junapainoilla ja eri keskinopeuksilla.*

vaunut (kpl)	massa <sup>(*)</sup> (t)	Kulutus (litraa/km)			
		60 km/h	70 km/h	80 km/h	90 km/h
3	239	1,5	1,6	1,8	2,0
4	297	1,7	1,9	2,1	2,3
5	355	1,9	2,1	2,3	2,6
6	413	2,2	2,4	2,6	3,0
7	471	2,4	2,6	2,9	3,3
8	529	2,6	2,9	3,2	3,7
9	587	2,8	3,1	3,5	4,1
10	645	3,0	3,4	3,9	-
11	703	3,3	3,7	-	-
12	761	3,5	-	-	-

<sup>(\*)</sup> junan massa on veturin ja kaksikerroksisten vaunujen bruttopainojen summa

**Nopeiden kotimaan (Pendolino) liikenteen junien energiankulutusmalli**

$$Y = 10,611 + 2,261 * 10^{-7} * (X_1^{3,737} / X_2^{0,311}),$$

missä

Y = energian nettokulutus [kWh/km]

X<sub>1</sub> = keskinopeus liikkeessä [km/h]

X<sub>2</sub> = keskimääräinen liikennepaikkaväli [km]

*Taulukko 3. Nopeiden kotimaan (Pendolino) liikenteen junien energiankulutus liikennepaikkatiheyden ja keskinopeuden mukaan.*

liikennepaikkaväli (km)	Kulutus (kWh/km)							
	90 km/h	100 km/h	110 km/h	120 km/h	130 km/h	140 km/h	150 km/h	160 km/h
30	12,2	12,9	14,0	15,2	16,8	18,8	-	-
60	11,9	12,5	13,3	14,3	15,6	17,2	19,2	21,5
90	11,7	12,3	13,0	13,9	15,0	16,5	18,2	20,2
120	11,6	12,1	12,8	13,6	14,7	16,0	17,5	19,4
150	11,6	12,0	12,6	13,4	14,4	15,6	17,1	18,8

**Lähiliikenteen junan (Flirt) energiankulutusmalli**

$$Y = 5,549 + (2,329 * X_1^{7,08} / X_2^{2,765}) + 0,345 * X_3, \text{ missä}$$

Y = energian nettokulutus [kWh/km]

X<sub>1</sub> = keskinopeus liikkeessä [km/h]

X<sub>2</sub> = keskimääräinen liikennepaikkaväli [km]

X<sub>3</sub> = keskimääräinen pituuskaltevuus promilleina

*Taulukko 4. Lähiliikenteen junan (Flirt) energiankulutus liikennepaikkatiheyden ja keskinopeuden mukaan.*

liikenne- paikkaväli (km)	Kulutus (kWh/km)							
	50 km/h	60 km/h	70 km/h	80 km/h	90 km/h	100km/h	110 km/h	120 km/h
1	8,0	-	-	-	-	-	-	-
2	5,9	6,9	9,5	-	-	-	-	-
3	5,7	6,0	6,8	8,9	-	-	-	-
4	5,6	5,7	6,1	7,0	9,0	-	-	-
5	5,6	5,7	5,9	6,4	7,4	9,5	-	-
10	5,6	5,6	5,6	5,7	5,8	6,1	6,7	-
20	5,5	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,7	5,9
30	5,5	5,5	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6

**Sr2-veturin vetämän tavarajunan energiankulutusmalli**

$$Y = 5,209 - 0,0161 * X_2 - 7,030 * 10^{-5} * X_2^2 + 0,0128 * X_1 - 0,000137 * X_1 * X_2 + 2,653 * 10^{-6} * X_2^2 * X_1 - 8,510 * 10^{-7} * X_1^2 + 3,494 * 10^{-8} * X_2 * X_1^2 - 2,321 * 10^{-10} * X_2^2 * X_1^2,$$

missä

Y = energian käyttö [kWh/juna-km]

X1 = junan massa [t]

X21 = nopeus [km/h]

Taulukko 5. Sr2-veturin vetämän tavarajunan energiankulutus eri junapainoilla ja keskinopeuksilla.

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	13	14	15	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



**Keskiraskaan 1000 kW dieselveturin vetämän tavarajunan energiankulutusmalli**

$$Y = -0,437 + 0,0441 * X_2 - 0,00024 * X_2^2 + 0,0107 * X_1 - 0,00029 * X_1 * X_2 + 2,466 * 10^{-6} * X_2^2 * X_1 - 3,411 * 10^{-6} * X_1^2 + 8,583 * 10^{-8} * X_2 * X_1^2 - 1,205 * 10^{-10} * X_2^2 * X_1^2$$

missä

Y = polttoaineen kulutus [l/junakm]

X<sub>1</sub> = junan massa [t]

X<sub>2</sub> = keskinopeus [km/h]

*Taulukko 6. Keskiraskaan 1000 kW dieselveturin vetämän tavarajunan energiankulutus eri junapainoilla ja keskinopeuksilla, kun keskimääräinen pysähdysväli on 100 km.*

junan massa (t)	Kulutus (litraa/km)			
	50 km/h	60 km/h	70 km/h	80 km/h
100	1,2	1,4	1,6	1,7
200	1,6	1,7	1,9	2,1
300	1,9	2,0	2,2	2,5
400	2,2	2,3	2,6	3,0
500	2,5	2,6	3,0	3,5
600	2,9	3,0	3,4	4,1
700	3,2	3,4	3,9	4,8
800	3,5	3,8	4,5	5,5
900	3,9	4,3	5,1	-
1000	4,2	4,7	5,7	-
1100	4,6	5,2	-	-

**Raskaan 2000 kW dieselveturin vetämän tavarajunan energiankulutusmalli**

$$Y = 0,649 - 0,0285 * X_2 - 8,708 * 10^{-5} * X_2^2 + 0,00769 * X_1 - 0,000180 * X_1 * X_2 + 1,496 * 10^{-6} * X_2^2 * X_1 - 9,224 * 10^{-7} * X_1^2 + 1,1730 * 10^{-8} * X_2 * X_1^2 + 9,095 * 10^{-11} * X_2^2 * X_1^2$$

missä

Y = polttoaineen kulutus [l/junakm]

X<sub>1</sub> = junan massa [t]

X<sub>2</sub> = keskinopeus [km/h]

*Taulukko 7. Raskaan 2000 kW dieselveturin vetämän tavarajunan energiankulutus eri junapainoilla ja keskinopeuksilla, kun kesimääräinen pysähdysväli on 100 km.*

junan massa (t)	Kulutus (litraa/km)			
	50 km/h	60 km/h	70 km/h	80 km/h
100	2,1	2,3	2,5	2,7
200	2,3	2,5	2,7	3,0
300	2,6	2,8	3,0	3,3
400	2,9	3,0	3,3	3,7
500	3,1	3,3	3,6	4,1
600	3,4	3,6	3,9	4,5
700	3,6	3,9	4,3	4,9
800	3,9	4,2	4,6	5,3
900	4,2	4,5	5,0	5,8
1000	4,5	4,8	5,4	-
1100	4,7	5,1	5,8	-
1200	5,0	5,4	6,2	-
1300	5,3	5,8	6,6	-
1400	5,6	6,1	-	-
1500	5,9	6,5	-	-
1600	6,2	6,8	-	-
1700	6,5	7,2	-	-
1800	6,8	7,6	-	-
1900	7,1	7,9	-	-
2000	7,4	-	-	-

**Raskaan 3000 kW dieselveturin vetämän tavarajunan energiankulutus**

$$Y = 5,835 - 0,114 * X_2 + 0,000926 * X_2^2 + 0,00080 * X_1 + 3,910 * 10^{-5} * X_1 * X_2 - 1,116 * 10^{-7} * X_2^2 * X_1 + 1,512 * 10^{-6} * X_1^2 - 5,445 * 10^{-8} * X_2 * X_1^2 + 5,179 * 10^{-10} * X_2^2 * X_1^2$$

missä

Y = polttoaineen kulutus [l/junakm]

X<sub>1</sub> = junan massa [t]

X<sub>2</sub> = keskinopeus [km/h]

*Taulukko 8. Raskaan 3000 kW dieselveturin vetämän tavarajunan energiankulutus eri junapainoilla ja keskinopeuksilla, kun keskimääräinen pysähdysväli on 100 km.*

junan massa (t)	Kulutus (litraa/km)			
	50 km/h	60 km/h	70 km/h	80 km/h
100	2,7	2,6	2,7	3,0
200	3,0	2,9	3,0	3,3
300	3,2	3,2	3,3	3,7
400	3,5	3,5	3,6	4,0
500	3,7	3,7	4,0	4,4
600	4,0	4,0	4,3	4,8
700	4,2	4,3	4,6	5,1
800	4,5	4,6	5,0	5,5
900	4,8	4,9	5,3	5,9
1000	5,0	5,2	5,6	6,4
1100	5,3	5,5	6,0	6,8
1200	5,6	5,8	6,3	7,2
1300	5,8	6,1	6,7	7,6
1400	6,1	6,4	7,1	8,1
1500	6,4	6,7	7,4	-
1600	6,6	7,0	7,8	-
1700	6,9	7,3	8,2	-
1800	7,2	7,6	-	-
1900	7,5	8,0	-	-
2000	7,8	8,3	-	-

**Sr2-veturin vetämän tavarajunan ei-kaupallisen pysähdysten aiheuttama energiankulutuksen lisäys**

Taulukko 9. Sr2-veturin vetämän tavarajunan ei-kaupallisen pysähdysten aiheuttama energiankulutuksen lisäys eri junapainoilla ja keskinopeuksilla kun kesimääräinen pysähdysväli on 100 km.

junapaino (t)	Pysähdysten aiheuttama lisäkulutus (kWh)					
	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	12	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

## Ohjeen aikaisempaan versioon nähden tehdyt muutokset

- Täsmennetty vertailuasetelman määrittelyä hankevaihtoehdon sisällön, vertailuasetelman kuvaamisen sekä vertailuvaihtoehdon määrittämisen osalta (luku 3.1.1).
- Täsmennetty hankkeen aiheuttamien maankäyttömuutosten kautta syntyvien vaikutusten tarkastelua (luku 3.1.2).
- Tarkennettu hankkeen sisällön määrittely (luku 3.2.2).
- Täsmennetty investointikustannusten määrittäminen, kun toimenpiteen pitoaika on alle 30 vuotta (luku 3.2.3).
- Henkilöjunaliikenne-ennusteiden sisältöä ja laatimista on täsmennetty (luku 3.3.1).
- Tavarajunaliikenteen tonni- ja junamääräennusteiden sisältöä ja laatimistapaa on täsmennetty (luku 3.3.2).
- Ratahankkeiden vaikutusten tarkistuslistaa on tarkistettu matka-ajan ennustettavuuden ja liikenteen häiriöherkkyyden mittareiden osalta (luku 4.1, taulukko 3).
- Täsmennetty kannattavuuslaskelman yleisiä periaatteita mm. verojen käsittelyn osalta (luku 6.1).
- Päivitetty kannattavuuslaskelmassa käytettävä laskentakorko, joka on 3,5 % (luvut 6.1 ja 6.3 sekä ohjeen esimerkit).
- Vertailuvaihtoehtoon ja hankevaihtoehtoon sisältyvien investointikustannusten sisältöä täsmennetty (luku 6.4.1).
- Päivitetty ajan, onnettomuuksien, päästöjen ja melun yksikköarvojen vuosittainen korotus, joka on 1,125 %/vuosi (luku 6.4).
- Täsmennetty kuluttajan ylijäämän muutoksen sisältö ja arviointimenetelmä (luku 6.4.3).
- Täsmennetty tuottajan ylijäämän muutoksen sisältö ja arviointimenetelmä (luku 6.4.5).
- Täsmennetty ratahankkeen jäännösarvon määrittämistä koskeva esimerkki (luku 6.4.9)
- Täsmennetty kannattavuuslaskelman yhteenvedon esimerkki vertailuvaihtoehtoon sisältyvien investointien, kuluttajan ylijäämän muutoksen sisällön (siirtyvät ja uudet matkustajat) sekä rakentamisaikaisten haittojen osalta (luku 6.5).
- Täsmennetty radan kunnossapidon kustannusmuutosten määrittäminen radan kulumisen sekä ylläpidettävän infrastruktuurin määrän muutosta koskevilta osilta (luku 6.6.1).
- Täsmennetty tavaraliikenteen liikennöintikustannusmallien käyttömahdollisuuksia ja tavarajunienergiakustannuksen arviointitapaa (luku 6.6.3).
- Täsmennetty tuottajan ylijäämän muutokseen vaikuttavien lipputulojen määrittäminen arvonnäkökulman käsittelyn ja yksikköarvojen osalta (luku 6.6.4).
- Päivitetty päästöjen yksikköarvot (luku 6.6.6).
- Lisätty tasoristeysonnettomuuden yksikkökustannus onnettomuuskustannusten arviointia varten (6.6.7)
- Täsmennetty rautatieliikenteen melukustannusten arviointimenetelmä ja päivitetty melun yksikköarvot (luku 6.6.8).
- Poistettu hankearvioinnin yhteenvetokortti hankearvioinnin raportoinnin sisällöstä (luku 9.1 ja liite 5).





