

Juha Tervonen, Heikki Metsäranta, Pertti Virtala

## Tienpidon kulujen kohdentaminen tienkäyttäjille

Tiehallinnon selvityksiä 11/2009

Juha Tervonen, Heikki Metsäranta, Pertti Virtala

## **Tienpidon kulujen kohdentaminen tienkäyttäjille**

Tiehallinnon selvityksiä 11/2009

*Kannen kuva: JT-Con*

ISSN 1457-9871  
ISBN 978-952-221-187-3  
TIEH 3201125

Verkkajulkaisu pdf ([www.tiehallinto.fi/julkaisut](http://www.tiehallinto.fi/julkaisut))  
ISSN 1459-1553  
ISBN 978-952-221-188-0  
TIEH 3201125-v

Edita Prima Oy  
Helsinki 2009

Julkaisua myy/saatavana:  
asiakaspalvelu.prima@edita.fi  
Faksi 020 450 2470  
Puhelin 020 450 011



**Tiehallinto**  
Keskushallinto  
Opastinsilta 12A  
PL 33  
00521 HELSINKI  
Puhelinvaihte 0204 22 11

Juha Tervonen, Heikki Metsäranta, Pertti Virtala: Tienpidon kulujen kohdentaminen tienkäyttäjille. Helsinki 2009. Tiehallinto, Keskushallinto. Tiehallinnon selvityksiä 11/2009, 49 s. + liitt. 20 s. ISSN 1457-9871, ISBN 978-952-221-187-3, TIEH 3201125.

**Asiasanat:** hinnoittelu, infrastruktuuri, käyttömaksut, tienkäyttäjät, tiemaksut, tienpidon rahoitus, tienpito, pääoma, kustannukset

**Aiheluokka:** 02

## TIIVISTELMÄ

Tässä työssä esitetään, kuinka yleisellä tieverkolla kannettavan tienkäyttömaksun taso määritetään tienpidon kulujen mukaan erikokoisille ajoneuvoille. Oletuksena on, että tienkäyttäjiltä kannetaan kuluperusteista tienkäyttömaksua ajettujen kilometrien mukaan. Lisäksi arvioidaan, missä määrin ulkoisia kustannuksia on mielekästä sisällyttää tienkäyttömaksuun.

Tienpidon kulut jaetaan lyhytvaikutteisiin kuluihin (mm. hoito, liikenteenohjaus, eri suunnitteluvaiheiden kulut ja hallintokulut) sekä pitkävaikutteisiin kuluihin (tieomaisuuden taloudellinen kuluminen ja tiepääoman korko).

Tienpidon kulujen kohdentamisessa tieverkolle ja ajoneuvojen suoritteille hyödynnetään tierekisteriä, Tiehallinnon talousseurantaa, tienpidon suunnittelun tietämystä, empiiristen tutkimusten tuloksia sekä asiantuntija-arvioita. Kohdentamisessa tehdyt valinnat ovat asiantuntijoiden tekemiä, ja niitä voidaan muuttaa tutkimustiedon lisääntyessä.

Esitettyä tienkäyttömaksun tason määrittelytapaa on sovellettu monissa Euroopan maissa moottoritieverkolla raskailta ajoneuvoilta kannetun kilometrimaksun tason asettamisessa, ja tapa vastaa EU-lainsäädäntöä. Suomen tarkastelu kattaa kaikki ajoneuvoryhmät (autot) ja koko yleisen tieverkon.

Tulosten mukaan vuoden 2007 tiedoilla tarkasteltuna tienpidon kulut olivat ajettua kilometriä kohti koko tieverkolla keskimäärin henkilö- ja pakettiautoilla 2,4 senttiä, kuorma- ja linja-autoilla 4,5 senttiä ja perävaunullisilla kuorma-autoilla 7,6 senttiä ilman korkokuluja. Korkokulujen kera tienpidon kulut olivat henkilö- ja pakettiautoilla 3,7 senttiä, kuorma- ja linja-autoilla 8,0 senttiä ja perävaunullisilla kuorma-autoilla 16,2 senttiä. Verkon osilla tehdyssä tarkastelussa tulokset vaihtelevat voimakkaasti ennen kaikkea teiden käyttöasteen vaihtelun vuoksi, mutta myös tienpidon kulurakenteen vaihtelun vuoksi.

Maantieajon päästökustannukset ovat tyyppiajoneuvoryhmästä riippuen 0,6–4,6 snt/km. Vähintään kolme neljäsosaa päästökustannuksista koostuu ilmastomuutoksen arvioiduista haitoista. Työssä on perusteltu miksi muille ulkoisille kustannuksille ei ole mielekästä määritellä yleisiä suoritekohtaisia haittakustannuksia.

Selvityksen perusteella voidaan todeta, että tausta-aineistot ja menetelmällinen osaaminen ovat riittävät siihen, että yleisen tieverkon tienpidon kulut voidaan kohdentaa tienkäyttäjille kolmessa tyyppiajoneuvoryhmässä. Tuloksena saatavia keskimääräisiä tienpidon kuluja per ajettu kilometri voitaisiin käyttää tienkäyttömaksun tason asettamisessa koko tieverkon tasolla. Verkon osilla tehty tarkastelu on taustatietojen riittämättömyyden vuoksi heikompi, ja tuloksiin tulee suhtautua varauksin.

Jatkossa tulisi muun muassa kehittää kohdentamismallin periaatteita, tehdä ajallisesti kattavampia tilastollisia kuin myös tulevaisuutta ennakoivia koetarkasteluja sekä pohtia koron merkitystä ja korkokannan määrittystä osana tienkäyttömaksua.

Juha Tervonen, Heikki Metsäranta, Pertti Virtala: **Allokering av väghållningskostnader-na enligt väganvändare.** Helsingfors 2009. Vägförvaltningen, Centralförvaltningen. Vägförvaltningens utredningar 11/2009. 49 s. + bilagor 20 s. ISSN 1457-9871, ISBN 978-952-221-187-3, TIEH 3201125.

**Nyckelord:** prissättning, infrastruktur, väganvändare, vägavgifter, väghållnings finansiering, väghållning, kapital, kostnader

## SAMMANFATTNING

I detta arbete redogörs för hur vägavgiftens nivå definieras för fordon av olika storlekar enligt väghållningskostnaderna då avgiften uppbärs i det allmänna vägnätet. Antagandet är att väganvändarna betalar en utläggsbaserad vägavgift enligt körda kilometer. Dessutom uppskattas i vilken mån det är ändamålsenligt att inkludera externa kostnader i vägavgiften.

Väghållningskostnaderna indelas i korttidsverkande kostnader (bl.a. skötsel, trafikstyrning, kostnader i olika planeringsskeden och förvaltningskostnader) samt i långtidsverkande kostnader (vägegendomens värdeminskning och vägkapitalets ränta).

Vägförvaltningens ekonomiska uppföljning, kunskaper om väghållningsplanering, resultat från empiriska undersökningar samt expertbedömningar används när väghållningskostnaderna allokeras enligt trafiknätet och trafikarbetet. Experter har valt allokerings sättet och metoderna kan ändras när ytterligare uppgifter erhålls.

Det föreslagna sättet att definiera vägavgiftens nivå har tillämpats på motorvägar i många europeiska länder för att bestämma kilometeravgiften för tunga fordon. Metoden följer EU-lagstiftningen. Studien som har gjorts i Finland täcker alla fordonsgrupper (bilar) och hela det allmänna vägnätet.

Väghållningskostnaderna var, beräknade enligt uppgifterna från år 2007, för hela vägnätet i medeltal, exklusive räntekostnaderna, 2,4 cent per körd kilometer med person- och skåpbilar, 4,5 cent per kilometer med lastbilar och bussar, samt 7,6 cent per kilometer med lastbilar med släpvagn. Inklusive räntor var väghållningskostnaderna 3,7 cent med person- och skåpbilar, 8,0 cent med lastbilar och bussar, samt 16,2 cent med lastbilar med släpvagn. Granskningsresultaten varierade kraftigt i vägnätets olika delar, främst på grund av variationerna i vägens användningsgrad, men också på grund av variationen i väghållningens kostnadsstruktur.

Emissionskostnaderna i landsvägstrafiken är 0,6-4,6 cent per kilometer, beroende på typen av fordonsgrupp. Minst tre fjärdedelar av kostnaderna består av uppskattade olägenheter i och med klimatförändringen. I arbetet har motiverats varför det inte är ändamålsenligt att definiera allmänna externa, trafikarbets specifika miljökostnader (trafikköer, buller och olyckor).

På basis av utredningen kan konstateras att bakgrundsmaterialen och metodiska kompetensen räcker till för att allokera väghållningskostnaderna i det allmänna vägnätet till väganvändare i tre typfordonskategorier. Resultatet påvisar att väghållningskostnaderna i snitt per körd kilometer kunde användas när vägavgiftens nivå för hela vägnätets del bestäms. Granskningen av vägnätets olika delar är på grund av otillräckligt material svagare och man bör förhålla sig med reservation till resultaten.

Framdeles bör bl.a. allokeringsmodellens principer utvecklas, tidsmässigt mera täckande provstudier göras, såväl statistiskt som prognostiserande, samt dryftas kapitalröntans betydelse och räntefotens bestämning som en del av vägavgiften.

Juha Tervonen, Heikki Metsäranta, Pertti Virtala: **Allocation of Road Infrastructure Expenditure and Costs to Road Users**. Helsinki 2009. Finnish Road Administration, Central Administration. Finnra reports 11/2009. 49 p. + app. 20 p. ISSN 1457-9871, ISBN 978-952-221-187-3, TIEH 3201125.

**Key words:** road pricing, infrastructure, road user, charge, road financing, upkeeping, capital, cost

## SUMMARY

This report presents how road user charges based on infrastructure expenditure and costs should be defined for different vehicle sizes. The underlying assumption is that road users are charged according to kilometres driven on state owned public roads. Also the inclusion of external costs in road user charges is considered.

Road infrastructure expenditure and costs are categorised as either ones with a short effect on road keeping (e.g. daily care, traffic management, planning and administration) or ones with a long effect on road keeping (economic wearing of capital and interest on capital).

The allocation of expenditure and costs to road users utilises the following sources of information: the Road Administration's road register, book keeping and financial planning, overall road engineering expertise, empirical results from studies and expert analysis. The choices made in allocation are of the experts, and when research indicates so changes can be made.

The allocation procedure presented here has been used in many European countries when road user charges have been set per kilometre for heavy goods vehicles on motorways, and the procedure corresponds with EU legislation. The Finnish study covers the entire state-owned public road network and all vehicle categories (cars).

According to the results based on data from 2007, the average road infrastructure expenditure and costs excluding interest on capital per kilometre driven on the entire network where 2,4 cents for passenger cars and vans, 4,5 cents for buses and lorries, and 7,6 cents for articulated vehicles (with trailer). Including interest on capital the results where 3,7 cents for passenger cars and vans, 8,0 cents for buses and lorries, and 16,2 cents for articulated vehicles. Results that separate for road classes and different parts of the network vary with a wide range most importantly due to variation in use of roads, and also due to variation in the expenditure and cost structure on road keeping.

Emission costs where 0,6–4,6 cents per kilometre depending on vehicle size. At least two thirds of the costs concern the damages assessed for climate change. For externalities arguments are presented in favour of not including them into general road user charges.

According to the study, data sets and know-how support defining average expenditure and cost based road user charges for three vehicle groups and on the aggregate road network. However, disaggregated results on different parts of the network are uncertain. Next, allocation principles should be further improved, and more statistical trial calculations should be made together with forecasting of future road keeping. Also the role of interest on capital as a part of road user charges should be analysed more.

## ESIPUHE

Tieliikenteen hinnoittelu on noussut 2000-luvulla merkittäväksi keinoksi täydentää tienpidon rahoitusta ja hallita liikenteen haittoja. Tienpitäjän näkökulmasta tieliikenteen hinnoittelu on ensisijaisesti rahoituksen lähde, mutta sillä voidaan myös tehostaa tieverkon käyttöä. Tienkäyttömaksujen periminen edellyttää kuitenkin selvää yhteyttä eri ajoneuvojen käytön tienpitäjälle aiheuttamien kustannusten ja perittyjen maksujen määrän välillä. Tienkäyttäjille kohdistetuissa veroissa vastaavaa yhteyttä ei tarvitse olla.

Tienpidon kustannusten aiheutumismekanismit ovat varsin erilaisia eri ajoneuvoilla verkon eri osissa. Aiheutumismekanismit voidaan kuitenkin mallintaa jakamalla ajoneuvot ja tieverkko osiin. Lisäksi tarvitaan tietoa tienpidon kustannuksista ja liikennesuoritteista verkon eri osissa.

Tämä selvitys on laadittu tukemaan tienkäyttömaksuja koskevaa tutkimusta ja selvittämistä. Selvityksen tavoitteena on ollut muodostaa tienkäyttömaksujen perimisen mahdollistava tehokas ja oikeudenmukainen malli tienpidon kustannusten kohdistamiseen. Toinen tärkeä tavoite on ollut määrittää miten tienkäyttäjille kohdistettavat kustannukset määritetään ja mitä kustannuskäsitettä ylipäänsä käytetään (kulut vs. menot). Lisäksi työn tulosten avulla on mahdollista muodostaa kuva toimenpiteistä, joita kustannusten tarkempi kohdistaminen tulevaisuudessa edellyttää.

Selvitys on toteutettu osana Liikennejärjestelmän taloudellisuus -tutkimusohjelmaa (TaTe). Raportin ovat kirjoittaneet KTM Juha Tervonen (JT-Con), DI Heikki Metsäranta (Strafica Oy) ja DI Pertti Virtala (Destia Oy). Lisäksi työn tekemiseen osallistuivat DI Jukka Ristikartano (Destia Oy) ja FT Antti Ruotoistenmäki (Destia Oy). Tiehallinnossa selvityksestä on vastannut ylitarkastaja Anton Goebel. Työn ohjausryhmään kuuluivat Tiina Haapasalo (EK), Tuomo Suvanto (LVM), Eini Hirvenoja (Tiehallinto), Kari Karessuo (Tiehallinto), Vesa Männistö (Tiehallinto) sekä TaTe-projektisihteeri Ari Kähkönen (Pöyry Infra Oy).

Helsingissä 12.6.2009

Tiehallinto  
Asiantuntijapalvelut

**Sisältö**

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | JOHDANTO   | 11 |
| 2     | TALOUSTEORIAA JA LAINSÄÄDÄNTÖÄ                           | 12 |
| 2.1   | Tehokas tieliikenteen hinnoittelu                        | 12 |
| 2.2   | Tienpidon kulujen käsittelyn yleisperiaatteet            | 13 |
| 2.2.1 | Lyhytvaikutteiset kulut                                  | 15 |
| 2.2.2 | Pitkävaikutteiset kulut                                  | 16 |
| 2.3   | Ulkoiset kustannukset                                    | 17 |
| 2.4   | Lainsäädäntöä  | 18 |
| 3     | KOHDENTAMISMALLI   | 20 |
| 3.1   | Käyttötarkoitus, rakenne ja ominaisuudet                 | 20 |
| 3.2   | Tienpidon kulujen määrä vuonna 2007                      | 22 |
| 3.2.1 | Lyhytvaikutteiset tienpidon kulut                        | 22 |
| 3.2.2 | Pitkävaikutteiset tienpidon kulut                        | 22 |
| 3.2.3 | Kohdennettavien tienpidon kulujen yhteenveto             | 25 |
| 3.3   | Maantieliikenteen suoritteet vuonna 2007                 | 26 |
| 3.3.1 | Yleistä  | 26 |
| 3.3.2 | Liikennesuorite  | 26 |
| 3.3.3 | Henkilöautoyksiköt ja kuormituskerrat                    | 27 |
| 3.4   | Tienpidon kulujen kohdentaminen verkolle ja ajoneuvoille | 29 |
| 3.4.1 | Yleistä  | 29 |
| 3.4.2 | Lyhytvaikutteiset tienpidon kulut                        | 30 |
| 3.4.3 | Tieomaisuuden taloudellinen kuluminen (poistot)          | 33 |
| 3.4.4 | Pääoman korot  | 34 |
| 3.4.5 | Kohdentamisen yhteenveto                                 | 34 |
| 3.5   | Pakokaasupäästöt ajosuoritetta kohti ja koko tieliikenne | 35 |
| 4     | KOHDENTAMISMALLIN TULOKSET JA ARVIOINTI                  | 37 |
| 4.1   | Tulokset   | 37 |
| 4.1.1 | Koko tieverkon taso                                      | 37 |
| 4.1.2 | Tieverkon osien erillistarkastelu                        | 38 |
| 4.1.3 | Vertailu vaihtoehtoihin kohdentamispainotuksiin          | 40 |
| 4.1.4 | Päästökustannukset                                       | 41 |
| 4.2   | Arviointi  | 42 |
| 4.3   | Jatkotoimenpide-ehdotukset                               | 43 |
| 5     | YHTEENVETO   | 45 |
| 6     | LÄHTEET  | 47 |
| 7     | LIITTEET   | 49 |





## 1 JOHDANTO

Tässä raportissa esitetään, kuinka tienpidon kuluihin perustuvan tienkäyttömaksun taso tulee määrittää erikokoisille ajoneuvoille (autoille). Taustaoletus on, että yleisen tieverkon käyttäjiltä kannettaisiin kuluperusteista tienkäyttömaksua ajettujen kilometrien mukaan. Lisäksi raportissa arvioidaan, missä määrin tieliikenteen ulkoisia kustannuksia on mielekästä sisällyttää yleisen tieverkon käytöstä kannettavaan maksuun.

Esitetty tienkäyttömaksun tason määrittämistapa on läpinäkyvä tapa hinnoitella tieliikennettä tienpidon kulujen mukaan. Tienpidon kulut jyvitetään tieverkolle ja eri ajoneuvoluokille tieverkon ominaisuuksien, ajoneuvojen ominaisuuksien ja tieverkon käytön (ajosuoritteiden) mukaan. Näin pyritään tieverkon käytöstä kannettavan vastikkeen oikeudenmukaisuuteen ja tasa-arvoisuuteen. Toisin sanoen, tienkäyttäjiltä kerätään maksuja tienpidon kulua vastaava määrä, ja maksun taso on määritetty erikokoisille ajoneuvoille oikeassa suhteessa. Tietyin ehdoin myös tienpidon rahoitus voidaan järjestää tienkäyttömaksun tuotolla.

Esitettyä tienkäyttömaksun tason määrittämistapaa on sovellettu monissa Euroopan maissa moottoritieverkolla raskailta ajoneuvoilta kannettavan kilometrimaksun tason asettamisessa. Vaikka maksuja kannetaan toistaiseksi vain raskailta ajoneuvoilta, käsitellään maksun tason määrittämisessä kaikkia ajoneuvoryhmiä. Määrittämistapa vastaa lainsäädäntöä, jonka Euroopan yhteisö on asettanut kansainvälisen raskaan tieliikenteen suoriteperusteisille tienkäyttömaksuille.

Työssä on luotu kohdentamismalli, jolla voidaan tehdä Tiehallinnon aineistoihin perustuvia laskelmia kuluperusteisen tienkäyttömaksun tasosta ajoneuvoluokittain koko tieverkon tasolla sekä tietyin ehdoin tieluokittain eri puolilla maata. Lisäksi mallilla voidaan esittää erikseen laskettu maantieajon päästökustannuksiin perustuva tienkäyttömaksun osatekijä eri tyyppiajoneuvoluokille.

Mallin käytettävyyttä on testattu ja havainnollistettu vuoden 2007 tienpidon kulu-, tiestö- ja liikenneaineistoihin perustuvien laskelmin. Tulokset esittävät tienpidon kulujen tason ajettua kilometriä kohti kolmelle tyyppiajoneuvoryhmälle. Tulokset kuvataan keskeisiin kulueriin jaotellen koko tieverkon sekä osaverkkojen tasolla.

Työn lopuksi arvioidaan suomalaisia valmiuksia määrittää tienkäyttömaksu, joka perustuu tienpidon kuluihin. Valmiuksien jatkokehittämisestä tehdään suositukset.

Työssä esitetty tienpidon kulujen taloudellinen tarkastelutapa sekä esitetyt tulokset mahdollistavat aiempaa paremmin vaikutustarkastelujen tekemisen sekä keskustelun tieliikenteen kuluperusteisesta hinnoittelusta ja tienpidon rahoittamisesta tienkäyttömaksulla. Työssä ei kuitenkaan oteta kantaa tieliikenteen hinnoittelun vaihtoehtoihin malleihin.

## 2 TALOUSTEORIAA JA LAINSÄÄDÄNTÖÄ

### 2.1 Tehokas tieliikenteen hinnoittelu

Laajasti tarkasteltuna tienkäyttömaksuilla voidaan tavoitella liikennejärjestelmän toimivuuden ja yhteiskuntataloudellisen tehokkuuden lisäystä sekä tienkäyttäjien välistä tasa-arvoa. Tavoitteisiin päästään kantamalla tieverkon käytöstä maksuja, jotka perustuvat ajettuun matkaan ja kuluihin, joita erityyppiset ajoneuvot aiheuttavat tieverkkoa käyttäessään (aiheuttaja maksaa -periaate). Tällöin autoilijat maksavat tieverkon käytöstä ei enempää eikä vähempää kuin sen, mitä voidaan tutkimukseen perustuvalla näytöllä perustella maksettavaksi.

Tienkäyttömaksussa tulee teorian mukaan laajimmillaan ottaa huomioon:

- tienpidon kulut: tieverkon hoito, ylläpito ja laajentaminen
- tienkäyttäjien toisilleen aiheuttamat kustannukset (ajoneuvo- ja aika-kustannukset sekä onnettomuusriski)
- kolmansiin osapuoliin kohdistuvat kustannukset (päästöt ja melu).

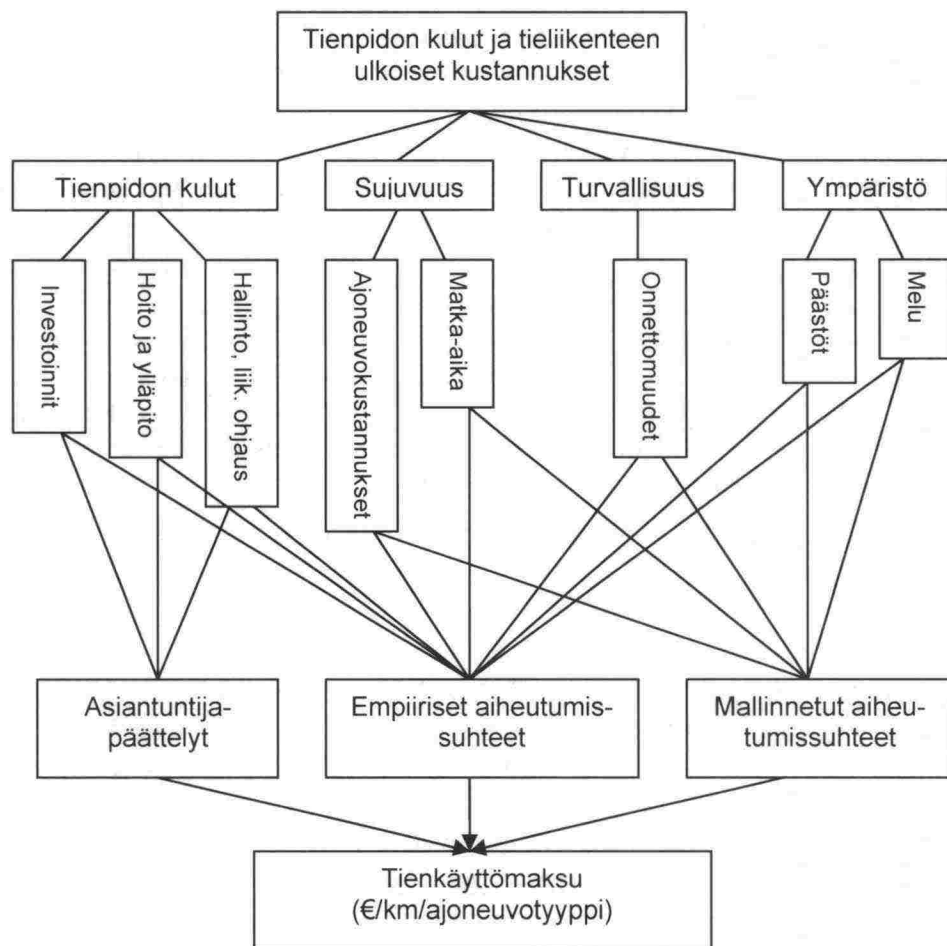
Maksu voidaan kantaa jokaista ajettua kilometriä kohti niin, että tieverkon käytöstä aiheutuvat tienpidon kulut hinnoitellaan ensin ja muut kustannukset hinnoitellaan sen lisäksi ohjaustavoitteiden mukaan (kuva 1). Käytännössä ulkoisten kustannusten liittäminen tienpidon kuluihin perustuvaan yleiseen tieverkon käyttömaksuun ei ole aina mielekästä, ja ulkoisten kustannusten ohjaamiseen on käytettävissä muita hinnoittelu- tai ohjauskeinoja.

Tienkäyttömaksun oikeudenmukaisuus nojaa siihen, että tieverkon käytöstä kannetaan maksua korkeintaan tienpidon kulujen mukaan. Yleiskatteinen julkinen varojen keruu rajataan tienkäyttömaksun ulkopuolelle. Eri tienkäyttäjryhmien tasapuolisuus toteutuu, kun tienkäyttömaksun taso määräytyy erityyppisille ajoneuvoille siinä suhteessa kuin ajoneuvot aiheuttavat tienpidon kuluja. Tienkäyttömaksu määräytyy tienkäyttäjien näkökulmasta myös kiinteitä veroja (esim. hankinta- tai vuosiverot) mielekkäämmin tarjotun palvelun laadun ja palvelun käyttömäärän mukaan.

Tienkäyttömaksun määrittely edellyttää tienpidon kulujen ja tieliikenteen kustannusten seikkaperäistä tuntemusta eri tienkäyttäjryhmien, ajoneuvotyyppien ja tieluokkien tasolla. Kulujen ja ulkoisten kustannusten kohdentamisessa eri ajoneuvoille on käytettävä empiiristä tutkimustietoa, mallinnustyökaluja ja asiantuntijapäättelyä (kuva 1).

Tienpidon kuluja käsitellään nyt laajemmin kuin mihin aiemmissa tienpidon taloudellisissa tarkasteluissa on totuttu. Tarkastelu on myös kattavampaa kuin niin sanotuissa rajakustannustarkasteluissa, joita on esitetty eurooppalaisissa tieliikenteen optimaalista hinnoittelua koskevissa teoreettisissa tutkimuksissa.<sup>1</sup> Nyt esitetty tarkastelu perustuu malliin, jossa koko yleisen tieverkon tienpito rahoittaa täysimääräisesti tienkäyttömaksulla.

<sup>1</sup> Rajakustannushinnoittelussa tienkäyttäjät maksavat vain välittömästi suoritteista aiheutuvat tienpidon kulujen lisäykset (ks. esim. Lindberg 2002; Link 2006; Haraldson 2007). Rajakustannushinnoittelu on ongelmallista tienpidon rahoituksen näkökulmasta. Pääomakulut ja muut kiinteät tienpidon kulut eivät juuri riipu suoritteiden määrästä, ja rajakustannushinnoittelulla saadaan katettua vai osa tienpidon menoista.



Kuva 1. Tienpidon kulujen ja tieliikenteen ulkoisten kustannusten kohdentaminen ajoneuvoille.

## 2.2 Tienpidon kulujen käsittelyn yleisperiaatteet

Useiden Euroopan maiden (mm. Saksa ja Itävalta) moottoritieverkolla on otettu käyttöön ajettujen kilometrien mukaan kannettava tienkäyttömaksu, ja sama suuntaus jatkuu.<sup>2</sup> Eräissä maissa on suunnitelmia siirtyä yleiseen ajettujen kilometrien mukaan kannettavaan tienkäyttömaksuun tai -veroon.<sup>3</sup>

Saksassa ja Itävallassa ajettujen kilometrien mukaan raskailta ajoneuvoilta kannetut moottoritieverkon käyttömaksut määritetään tienpidon kulujen mukaan eri ajoneuvoryhmät eritellen (ASFINAG 2002; ECORYS & CE Delft 2005; Doll & Schaffer 2007; IWW & Protrans 2007; Liite 1).<sup>4</sup> Maat, jotka suunnittelevat kantavansa moottoriteillä raskailta ajoneuvoilla kilometri-

<sup>2</sup> Niin sanottuja kalenteriin sidottuja vinjettimaksuja muutetaan kilometrimaksuiksi, kuin myös rakennetaan uusia maksullisia tieverkon osia. Aluksi kilometrimaksut koskevat kuorma-autoja, mutta oletettavasti tulevaisuudessa myös henkilöautojen vinjettimaksut muuttuvat kilometriperusteisiksi.

<sup>3</sup> Alankomaissa aiotaan poistaa autojen hankinta- ja vuosiverot ja ne korvataan ajosuoritteiden mukaan kannetulla verolla paikka ja ajankohta huomioon ottaen (Ministry of Transport and Water Management 2007). Vero kannettaisiin kaikilta ajoneuvoilta koosta riippumatta, mutta alustavissa kaavailuissa veron määrittämisperusteet vaihtelevat ajoneuvoryhmittäin. Verolla ei ole suoraa yhteyttä infrastruktuurikuluihin paitsi yli 12-tonnia painavilla ajoneuvoilla. Sen sijaan veroon tulisi ympäristöporrastuksia. Suoriteperusteisen tienkäyttöveron käyttöönotto alkaa kaavailujen mukaan raskaista ajoneuvoista vuonna 2012.

<sup>4</sup> Lisäksi tienpidon kuluihin perustuvia maksuja porrastetaan ajoneuvojen päästöominaisuuksien mukaan.

maksuja tulevaisuudessa, luovat vastaavia tienpidon kulujen laskenta- ja kohdentamismalleja (esimerkiksi Unkari; Trafficon 2008).

Jo käytössä olevat moottoriteiden maksujärjestelmät ovat Euroopan komission hyväksymiä (yhteensopivuus vinjettidirektiivin kanssa; luku 2.4), ja uudet järjestelmät tulee hyväksyttäväksi Komissiolla. Järjestelmät voidaan siten ottaa esimerkiksi ja vertailukohtaksi Suomen tarkastelulle.

Viitatus maksutason määrittämistavat on luotu yhtäältä hinnoiteltavan tieverkon osan rahoituksen takaamiseksi ja toisaalta niin, että eri ajoneuvoryhmät maksavat tieverkon käytöstä tasapuolisesti. Vaikka kilometrimaksuja kannetaan toistaiseksi vain raskailta ajoneuvoilta (kokonaisuudessa yli 12 tonnia), on tienpidon kuluja tarkasteltava maksun määrittelyssä kaikkien ajoneuvoryhmien kera. Tätä edellyttää myös tienkäyttömaksuja koskeva eurooppalainen lainsäädäntö (luku 2.4).

Yleisperiaatteen mukaan tienpidon kuluja käsitellään näin (kuva 2):

- Tienpidon kulut ryhmitellään sen mukaan, kuinka pitkä on kunkin kuluerän tienpidollinen vaikutus (vaikutus teiden käytettävyyteen, kuntoon ja elinkaareen).
- Kun kuluerän vaikutus on lyhyt (vähemmän kuin 1–2 vuotta), kohdennetaan kulu liikenteelle vuosittaisen kulukertymän mukaisesti.
- Kun kuluerän vaikutus on pitkä (enemmän kuin 1–2 vuotta), kohdennetaan kulu liikenteelle jaksotetusti tienpidollisen vaikutuksen kestoja (toimenpiteen elinkaarta) mukaillen.

Periaate vastaa lyhyt- ja pitkävaikutteisten tuotannollisten panostusten käsittelyä ja jaksottamista kirjanpidossa ja tuotannon kulurakenteessa millä tahansa tuotannonalalla. Lyhytvaikutteiset kulut kirjataan kuluvan vuoden tulolaskelmaan. Investointimenot jaksotetaan (poistoina) kuluiksi niiden tuotannollista ja tulonmuodostuksellista vaikutusta mukaillen. Investoinneille asetetaan myös tuottovaatimus, joka määräytyy vähintään investoinnin rahoituskulun (korke) mukaan.<sup>5</sup>

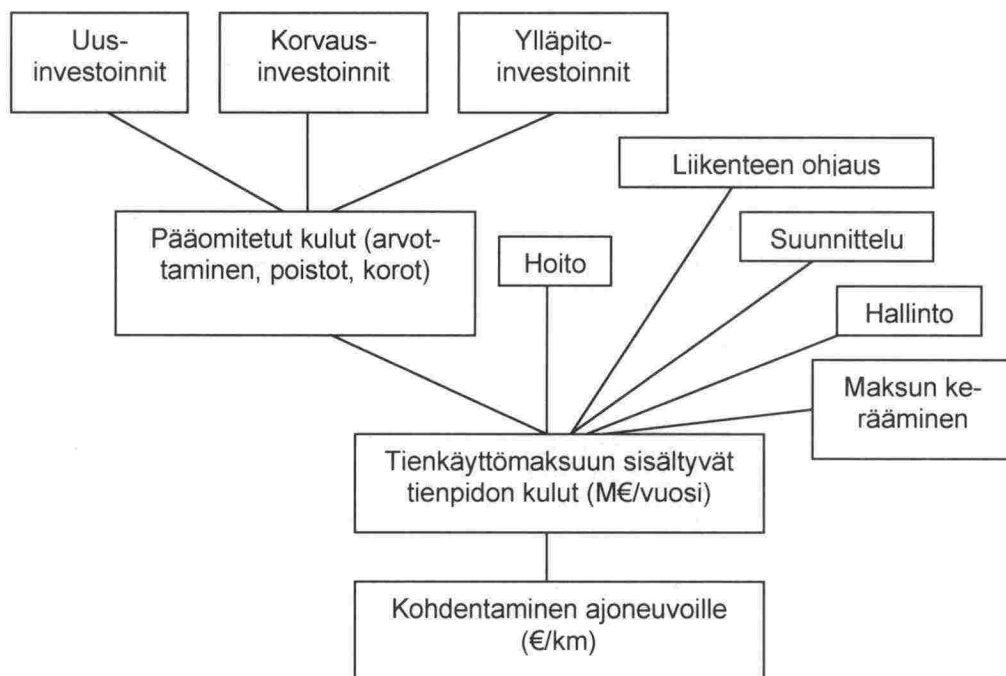
#### Taloustermit

Talousarviomäärärahat ovat *tienpidon menoja*. Talousarviokirjanpidossa ei oteta huomioon rahoituskuluja eikä pitkävaikutteisten menojen jaksottamista.

Tienpidon menot muuttuvat liikekirjanpidossa *tienpidon kuluiksi*. Lyhytvaikutteiset menot kirjataan toteumavuoden kuluiksi sellaisenaan. Pitkävaikutteiset menot (investoinnit) jaksotetaan vuosikuluiksi poistoina. Liikekirjanpidossa investointimenoille määritetään rahoituskulu valtion lainanoton korkokulujen mukaan.

*Kustannus* on yleiskielinen ilmaisu esimerkiksi tienpidon toimenpiteiden hankinnan tai tieliikenteen yhteiskunnallisten vaikutusten käsittelyyn. Ilmaisua käytetään puhuttaessa esimerkiksi päällystysurakan kustannuksista tai päällystämisen yksikkökustannuksesta (€/km), tai puhuttaessa esimerkiksi päästö- ja onnettomuuskustannuksista (jotka eivät ole kaikilta osin reaalityökaluollisia eriä).

<sup>5</sup> Tienpidon kulujen käsittelytapa poikkeaa liikenteen hinnoittelun teoreettisissa tarkasteluissa runsaasti harjoitetusta rajakustannusperiaatteesta, jossa ajoneuvoille kohdennetaan vain lyhyellä aikavälillä tieliikenteen määrän mukaan muuttuvat kulut (Liite 2). Teorian suosituksesta huolimatta rajakustannushinnoittelua ei ole omaksuttu tienkäyttömaksujen perusteeksi eikä siksi, että periaatteen mukainen hinnoittelu eri riittä takamaan täysimääräistä tienpidon rahoitusta.



Kuva 2. Tienpidon lyhyt- ja pitkävaikutteiset kulut.

Esitetty tienpidon kulujen käsittelytapa poikkeaa Suomessa aikaisemmin tehdyistä tieliikenteen kustannusvastaavuustarkasteluista (Liite 2), jotka ovat perustuneet tienpidon vuotuisiin budjettimenoihin. Tarkasteluissa pitkävaikutteisia investointeja on käsitelty jaksottamattomasti vuosibudjettien mukaan, eikä investointien rahoituskuluja ole otettu huomioon.

Kyseinen tapa kohdentaa investointimenot liikenteelle budjettivuosien tahdissa ottamatta huomioon panostusten tienpidollista vaikutusta ei tue tienpidon taloudellista ajattelua saati tienpidon pitkäjänteistä rahoittamista tienkäyttömaksuin. Jaksottamattoman budjettiaineiston käytöstä hinnoitteluperusteena seuraisi tienkäyttömaksun tason voimakas vaihtelu, eikä rahoituskuluja voitaisi tarkastella mielekkäästi. Nyt tämä ajattelu hylätään, ja tienpidon kuluja sekä niiden kattamista tienkäyttömaksuin tarkastellaan lyhyt- ja pitkävaikutteisten panostusten taloudellisten elinkaarten mukaisesti.

### 2.2.1 Lyhytvaikutteiset kulut

Lyhytvaikutteisia tienpidon kuluja ovat Tiehallinnon luokituksen mukaan hoito, suunnittelun, liikenteen ohjauksen sekä hallinnon kulut. Näillä toimenpiteillä pidetään yllä tieverkon päivittäistä (tai muuten välitöntä) palvelukykyä. Kulut voidaan sisällyttää toimintavuoden toteuman mukaan sellaisenaan tienkäyttömaksuun ilman jaksotuksia ja rahoituskuluja. Näiltä osin tienpidon kulujen määrä on sama kuin vuosimenot.

Osa edellä mainituista kuluista voi olla käytännössä pitkävaikutteisia, kuten esimerkiksi pitkän aikavälin suunnitelmien tekeminen sekä investointien suunnittelu, mutta kyseisiä kuluja ei kyetä tarkoin erittelemään tai jaksottamaan vaikuttavuuden mukaan (toimenpiteiden ja investointien elinkaarille). Siksi kulut käsitellään lyhytvaikutteisina. Edellisten lisäksi tienkäyttömaksun keräämiskulut ovat myös (pääosin) lyhytvaikutteinen erä, joka tulisi kattaa maksutuloilla.

## 2.2.2 Pitkävaikutteiset kulut

Pitkävaikutteisia kuluja (pääomakuluja) ovat investoinnit olemassa oleviin tai uusiin laitteisiin, varusteisiin, päällysteisiin ja tierakenteisiin. Osa investoinneista pitää yllä ja jatkaa infrastruktuurin elinkaarta ja palvelukykyä. Osa korvaa loppuun kuluttanutta infrastruktuuria ja osa luo uutta infrastruktuuria.

Pääomakulujen määrittely perustuu tieverkon rakenteellisten omaisuuserien arvottamiseen, ottaen huomioon aiemmin tehtyjen panostusten määrä, niiden taloudellinen kuluminen (poistot), pääoman lisääntyminen uusien investoinnein sekä omaisuuteen sitoutuneen pääoman korko.

Omaisuuserien arvottamiseen liittyy muutamia keskeisiä seikkoja:

- *Omaisuuserien ja tulevien investointien arvottaminen:* Tieverkon rakenteelliset osat voidaan arvottaa ns. lähtöarvoina menneinä vuosikymmeninä tehtyjen investointien mukaan (nimelliseen hintaan), ottaen huomioon kuluminen (poistot) vastaavalta ajanjaksolta. Mikäli investointi- ja poistoaineistot eivät ole riittävän tarkkoja, on vaihtoehtona määrittää omaisuuserille ensin ns. uushankinta-arvo (tieverkon arvo päivän hintaan kokonaisuudessaan uudelleen rakennettuna), jonka jälkeen arvoa korjataan omaisuuserien kulumisasteen mukaan ja tuloksena saadaan ns. tieverkon jälleenhankinta-arvo. Arvottamisajankohdan jälkeen tehdyt investoinnit kytketään olemassa olevien omaisuuserien lähtöarvoihin, joita käsitellään vastedes omaisuuserien elinkaarten ja kulumistahtien mukaan.
- *Omaisuuserien elinkaari:* Omaisuuserien elinkaaret määräävät aikajänteen, jolle kuluminen (poistot) jaksotetaan. Siten määräytyy myös aikajänne, minkä kuluessa omaisuuseriin tehdyt investoinnit kohdennetaan liikenteen maksettavaksi.<sup>6</sup>
- *Lineaarinen vs. epälineaarinen kuluminen:* Investoinnin arvo voi kulua elinkaaren aikana tasaisesti, jolloin arvon alenema jaksotetaan omaisuuserän elinkaaren ajalle jokaisena vuonna samansuuruisena (tasapoisto). Omaisuuserä voi kulua myös etu- tai jälkipainotteisesti tai muutoin epälineaarisesti, jolloin myös arvon alenema tulisi määritellä epälineaarisesti. Vaihtoehtona on lisäksi ns. äkkikuolema-kuluminen, eli omaisuuserän arvo poistetaan vasta elinkaaren lopussa.
- *Korkokanta:* Korkokulun määrittämisessä korkotaso valitaan siten, että se kattaa (ainakin) valtion pitkäaikaisen lainanoton korkokulut. Korolla voidaan kuvata myös tieverkkoon sitoutuneen pääoman vaihtoehtoista tuottoa (tuotto-odotusta).

Tieverkkoon vuosikymmenten aikana sitoutuneelle pääomalle lähtötilanteessa määritettävä arvo määrää pääomakulujen, eli poistojen ja korkojen, perustason.<sup>7</sup> Siitä eteenpäin tehtävät investoinnit vaikuttavat jatkossa poistojen ja korkojen suuruuteen.

Omaisuuserien elinkaarten pituus ja poistojen profiili vaikuttavat siihen, kuinka pitkälle aikajänteelle ja kuinka voimakkaina poistot ja korkokulut jaksottuvat. Pitkät elinkaaret ja jälkipainotteinen tai äkkikuolema-kuluminen lisäävät

<sup>6</sup> Tämän ajan jälkeen investointeja ei tulisi enää maksattaa tienkäyttäjillä.

<sup>7</sup> Eurovinjettidirektiivissä rajataan pääomien inventointi 30 vuoteen ennen maksun käyttöönottoa.

korkokuluja lyhyisiin elinkaariin ja etupainotteiseen tai lineaariseen taloudelliseen kulumiseen verrattuna. Elinkaarten pituudet ja kulumisen profiilit vaikuttavat poistokulujen ajalliseen realisoitumiseen.

Mikäli korkokulut sisällytetään tienkäyttömaksuun, on sen painoarvo erittäin merkittävä, ja sitä merkittävämpi, mitä arvokkaammaksi tieomaisuus arvotetaan. Korkokuluihin luetaan ainakin tieinvestointien rahoituskulut valtion lainanoton laina-aikojen ja korkokulujen mukaan. Lisäksi tieverkkoon sitoutuneelle pääomalle voidaan asettaa vaihtoehtoiskustannustarkastelun mukainen tuottovaatimus (pääoman tuotto jossain muussa käytössä). Edelleen, korkotason asettamisessa voidaan varautua tuleviin investointeihin.

Euroopan maksullisilla moottoritieverkoilla korkokulut sisällytetään maksun määrittelyyn, koska kyseinen tieverkon osa on taloudellisesti itsenäinen kokonaisuus rahoitus mukaan luettuna. Voidaan kuitenkin pohtia tuleeko koko yleiseen tieverkkoon sitoutuneen pääoman korkokulut sisällyttää tienkäyttömaksuun, vai katettaanko ne (jatkossakin) tieliikenteen muilla veroilla tai yleisellä verotuksella. Lisäksi korkoon mahdollisesti sisällytettävien edellä mainittujen eri tekijöiden merkitystä tulisi pohtia tarkemmin.

### 2.3 Ulkoiset kustannukset

*Pakokaasupäästöille* voidaan määrittää ajoneuvotyyppi- ja suoritekohtaisia kustannuskohdennuksia keskimääräisten yksikköpäästöjen (g/km) ja päästöjen haittakustannusten (€/tonni) mukaan. Huomioon on otettava päästöille altistuvan populaation määrä yleisten teiden varrella, koska se vaikuttaa haittojen tasoon merkittävästi. Päästökustannusten hinnoittelua on kuitenkin syytä harkita. Autojen päästöominaisuuksia voidaan ohjata myös teknisin normein. Tässä raportissa esitetään päästökustannusten suuntaa antavat arvot maantieajossa (€/km).

*Melun* haittakustannukset ovat paikallisia ja ne vaihtelevat liikennevirran intensiteetin mukaan eri vuorokauden aikoina (Tiehallinto 2007a & 2008a). Melua ei ole tarvetta tarkastella koko tieverkolla. Jos melun haittakustannuksia halutaan tarkastella siellä, missä melutasot ovat kynnyсарvoa (55 dBA) korkeampia, se on tehtävä erikseen melulaskentojen avulla. Tässä raportissa ei määritellä ajosuoritteille yleisiä melukustannuksia.

*Sujuvuuden heikkeneminen* seuraa siitä, että tietylle tieverkon osalle tai tieosuudelle kohdistuu kapasiteettiin nähden liikaa kysyntää. Ajonopeudet sekä alenevat että vaihtelevat, josta seuraa matka-aikojen ja ajoneuvokustannusten lisäyksiä. Koska ruuhkissa on kyse tien välityskapasiteetista, kuuluu ruuhkahinnoittelu infrastruktuurin hinnoitteluun. Suomen tieverkolla ruuhkakustannuksia ei kuitenkaan tarvitse sisällyttää yleiseen tienkäyttömaksuun. Sujuvuusongelmia koetaan lähinnä suurten kaupunkien läheisillä yleisillä teillä ja joillain päätieverkon osilla (Tiehallinto 2007b). Tämän nojalla ruuhkakustannukset rajataan paikallisen ruuhkahinnoittelun piiriin.

*Tieliikenteen onnettomuuksista* aiheutuu merkittäviä taloudellisia seuramuksia sekä inhimillisen hyvinvoinnin menetyksiä. Näistä kustannuksista pääosa on kuitenkin tienkäyttäjille sisäisiä kustannuksia liikkumispäätöksiin liittyvän riskien arvioinnin myötä. Ulkoisia onnettomuuskustannuksia on siten verraten vähän. Liikenneturvallisuutta ohjataan vakuutusmaksujärjestelmän sanktioiden sekä liikenneturvallisuuden sanktioinnin kautta. Tässä raportissa ei siten määritellä ajosuoritteiden onnettomuuskustannuksia.



## 2.4 Lainsäädäntöä

Tienkäyttömaksujen suunnittelussa on otettava huomioon muun muassa seuraava lainsäädäntö: Suomen perustuslaki, valtion maksuperustelaki, maantielaki sekä eräät Euroopan yhteisön direktiivit ja yhteisön perustamis-sopimuksen tasapuolisuus vaatimukset.

Julkisten palvelujen maksullisuudesta sekä vastikkeen suuruudesta ja sen kantamistavasta määrätään perustuslain (731/1999) pohjalta valtion maksuperustelaissa (150/1992). Valtion viranomaisen kantaman *maksun* tulee perustua palvelun tuottamisen kustannuksiin käyttäjäkohtaisesti. Muut viranomaisen kantamat vastikkeet ovat yleensä *veroja*. Edelleen, valtion liikelaitosten olemassaolosta ja oikeudesta periä maksuja säädetään laissa.<sup>8</sup> Maantielaki (503/2005) kieltää tienkäyttömaksut (ja sallii vain lauttamaksut), joten tienkäyttömaksun käyttöönotto edellyttäisi maantielain muuttamista.

Suomen liikenneinfrastruktuurien käytöstä kannetaan seuraavia vastikkeita:<sup>9</sup>

- Ratahallintokeskus kantaa liikennöitsijöiltä *ratamaksun perusmaksun* ja *rataveron* (bruttotonnikilometriä kohti). Perusmaksu on korvaus rataverkon kulumisesta ja se on Ratahallintokeskuksen tuloa. Perusmaksu vastaa kapasiteetti- ja ratadirektiivin (2001/14/EY) edellyttämää rataverkon käytön vähimmäishinnoittelua. Rataverkon käytön ja radanpidon muuttuvien kustannusten välinen yhteys on osoitettu tutkimuksin. *Ratavero* on valtion tuloa. Eduskunnan perustuslakivaliokunta on katsonut onnettomuuksien ja päästöjen perusteella kannetut vastikkeet (kapasiteetti- ja ratadirektiivin sallimat häittämaksut) *veroiksi*. Myös uusien rataosien käytöstä perittävä vastike on *investointivero*.
- Tulli kantaa vesiliikenteen *väylämaksun* ja tulouttaa sen valtiolle. Väylämaksu kannetaan aluksilta käyntikertaa kohti nettovetoisuuden ja jäämaksuluokan mukaan. Väylämaksun taso perustuu perusväylänpidon kustannuksiin (ml. jäänmurto). Perustuslakivaliokunnan mukaan väylämaksu on viranomaistoimituksen rahoittamiseksi yleisesti peritty *vero*.
- Finavia (valtion liikelaitos) perii lentoyhtiöiltä mm. *lentoreitti-*, *laskeutumis-* ja *matkustajamaksuja* jokaista lentoa tai matkustajaa kohti. Maksut määritetään lentoasema- ja lentoreittiverkon ylläpito- ja kehittämiskulujen mukaan. Finavia rahoittaa toimintansa maksutuloilla.
- Yksityisteiden kustannusten jakamisessa tieosuuskunnan jäsenten voidaan ottaa huomioon tien käytöstä osakkaalle koituvan hyödyn poikkeava taso sekä poikkeavan käytön aiheuttamat yksipuoliset menot. Ulkopuolisilta voidaan kantaa käyttömaksua kustannusten mukaan.<sup>10</sup>
- Saariston yhteysalusten käytöstä kannetaan maksuja (pl. asukkaat).

Vinjetidirektiivi (1999/62/EY sekä 2006/38/EY) määrittelee miten tienkäyttömaksuja tulee kantaa raskaalta liikenteeltä tasapuolisesti ajoneuvon kansallisuudesta riippumatta Euroopan ylemmällä tieverkolla (ns. TEN -verkko sekä muut moottoritiet ja korkeimman luokan tiet). Direktiivi vaikuttaa tienkäyttömaksun asettamiseen myös kansallisesti, koska kansallisiin ja kansainvälisiin tarpeisiin ei kannata kehittää eriytettyä tienkäyttömaksua.

<sup>8</sup> Esimerkiksi laki Ilmailulaitoksesta 1123/1990.

<sup>9</sup> Perustuslakivaliokunnan lausunto 66/2002 vp; Rautatielaki 198/2003; Rataverolaki 605/2003 ja lain perustelut; perustuslakivaliokunnan lausunto 46/2004 vp; HE 240/2004 vp laiksi väylämaksulain muuttamisesta; Väylämaksulaki 1122/2005 ja Laki väylämaksulain muuttamisesta 1276/2007.

<sup>10</sup> Laki yksityisistä teistä 15.6.1962/358 ja laki yksityisistä teistä annetun lain muuttamisesta 1079/2000.

Tienkäyttömaksuja voidaan kantaa ajan mukaan (vuosi-, kuukausi-, viikko- tai päivämaksu) tai ajosuoritteen mukaan (kilometrimaksu). Jälkimmäisen tulee määräytyä ajoneuvon tyyppin sekä tieverkon hoito-, ylläpito- ja kehittämiskulujen mukaan. Maksu tulee määrittää raskaille ajoneuvoille erillään muista tienkäyttäjryhmistä (mm. henkilö- ja pakettiautot ja linja-autot).

Direktiivin muutosehdotus COM(2008)436 Final (8.7.2008) laajentaa reuna- ehtojen voimassaoloa yleisellä tieverkolla ja esittää, että tienkäyttömaksuilla voitaisiin hinnoitella paikallisesti myös pakokaasuja, melua ja ruuhkaa.

Direktiivit sekä muutosehdotus toteavat (hieman erilaisin muotoilu- in), että direktiivin ehdoin määriteltyjen maksujen tuottoja on osoitettava kohdennet- tavan liikenteen ympäristöhaittojen lieventämiseen ja/tai hinnoiteltujen liiken- nekäytävien infrastruktuurin kehittämiseen.

#### Direktiivi 2006/38/EY

Maksujen määräytymisperusteista todetaan mm. seuraavaa:

*Tietullien on perustuttava yksinomaan infrastruktuurikulujen korvaamisen peri- aatteeseen. Painotettujen keskimääräisten tietullien on erityisesti perustuttava kyseisen infrastruktuuriverkon rakennus-, käyttö-, kunnossapito- ja kehittämis- kustannuksiin ... tietulleihin voidaan sisällyttää myös pääoman tuotto tai mark- kinatilanteeseen perustuva voittomarginaali.*

*Jäsenvaltiot voivat porrastaa tietullit sellaisista syistä kuin ympäristövahinkojen torjunta, ruuhkien torjunta, infrastruktuurin vahingoittumisen minimointi, asian- omaisen infrastruktuurin käytön optimointi tai tieturvallisuuden edistäminen...*

Direktiivin liite II toteaa infrastruktuurikustannuksista mm. seuraavaa:

*Investointikustannuksiin on sisällytettävä rakennuskustannukset (myös rahoit- uskustannukset) ja infrastruktuurin kehittämiskustannukset sekä tarvittaessa investoidun pääoman tuotto tai voittomarginaali. Mukaan on sisällytettävä maan hankinnasta, kaavoituksesta, suunnittelusta, rakennussopimusten ja hankkei- den hallinnon valvonnasta, arkeologisista tutkimuksista ja maaperätutkimuk- sista aiheutuvat kustannukset sekä muut asiaankuuluvat satunnaiset menot.*

*Investointikustannukset voidaan kattaa*

- *jakamalla ne tasaisesti kuoletusjaksolle tai painottamalla ne alku-, keski- tai loppuvuosiin edellyttäen, että painotus tehdään avoimella tavalla,*
- *määräämällä tietullien sitomisesta indeksiin kuoletusjakson aikana, tämän kuitenkin vaikuttamatta investointikustannusten laskentaan.*

*Kustannusten jakaminen raskaille tavarankuljetusajoneuvoille on tehtävä objek- tiivisin ja avoimin perustein ottamalla huomioon raskaiden tavarankul- jetusajoneuvojen osuus verkon liikenteestä... Raskaiden tavarankuljetusajo- neuvojen ajokilometrejä voidaan tätä varten mukauttaa vastaavuuskertoimilla...*

*...kustannuksiin on sisällytettävä sekä verkon kunnossapidosta aiheutuvat vuo- sittaiset kustannukset että jaksottaiset kustannukset, jotka liittyvät kun- nostukseen, vahvistamiseen ja tienpinnan uusimiseen verkon toimivuuden varmistamiseksi... Nämä kustannukset on jaettava raskaiden tavarankuljetus- ajoneuvojen ja muun liikenteen välillä eri ajoneuvojen... ajokilometrien perus- teella ja niitä voidaan mukauttaa ...vastaavuuskertoimilla*

*...kustannuksiin on sisällytettävä kaikki...kustannukset...jotka liittyvät ...tietullijärjestelmän käyttöönottoon, toimintaan ja hallinnointiin. Nämä kustan- nukset on jaettava tasapuolis- in ja avoimin perustein kaikkien ajoneuvoluokkien kesken, joihin tietullijärjestelmää sovelletaan.*

### 3 KOHDENTAMISMALLI

#### 3.1 Käyttötarkoitus, rakenne ja ominaisuudet

Tässä työssä muodostetulla kohdentamismallilla voidaan määrittää Tiehallinnon vuositilastojen (tieverkko, tieliikenteen suoritteet ja tienpidon kulut) mukainen tienpidon kulujen taso suoriteyksikköä kohti (€/km) ajoneuvoryhmittäin. Tätä tulosta voidaan pitää arviona tienkäyttömaksun tasosta.

Koska malliin syötetään tienpidon kulut täysimääräisesti, voidaan vuotuisella maksukertymällä kattaa yleisen tieverkon lyhyt- ja pitkävaikutteiset kulut. Mallilla voidaan lisäksi esittää suuntaa antava arvio ajosuoritteiden päästökustannuksista ajoneuvoluokittain.

Kohdentamismalli on tarkoitettu ensisijaisesti valtakunnalliseen tarkasteluun, jossa yleisten teiden verkkoa ja tieliikennettä tarkastellaan kokonaisuutena. Mallilla voidaan tarkastella tienpidon kulujen tasoa suuntaa antavasti myös tieluokittain eri puolilla maata. Se kuvastaa, kuinka tienkäyttömaksun taso vaihtelisi eri tieluokissa ja eri puolilla maata, jos tienkäyttömaksua kannettaisiin osaverkoittain.

Nyt esitetty esimerkkিতarkastelu on tehty vuoden 2007 tilastotiedoilla. On siis otettava huomioon, ettei työssä ole tehty tarkasteluja eri vuosien aineistoilla. Tulokset poikkeaisivat luonnollisesti vuodesta toiseen lähtötietojen ollessa hieman erilaiset joka vuosi.<sup>11</sup>

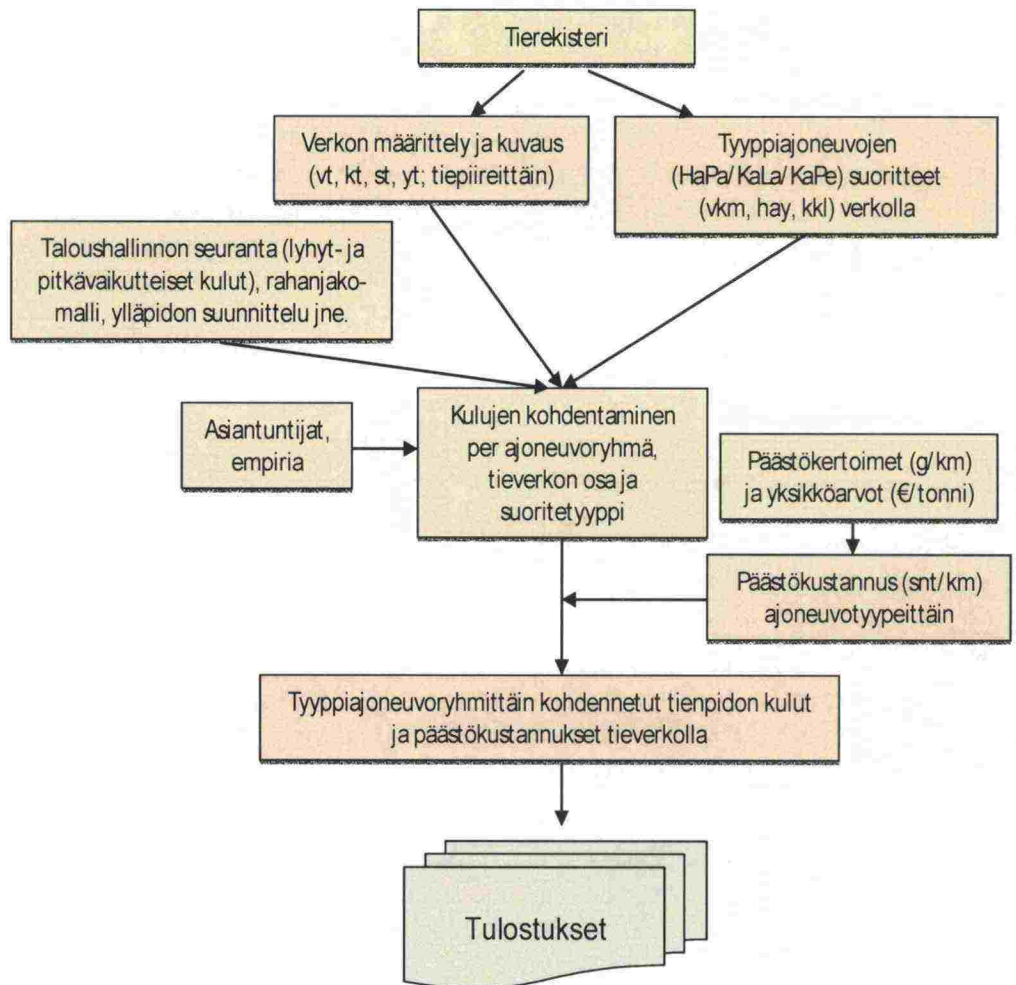
Tienpidon kulujen kohdentamisprosessi etenee seuraavasti (kuva 3):

1. Tarkastelukokonaisuus on koko yleinen tieverkko, eritellen se laadullisesti tieluokkiin sekä maantieteellisesti tiepiireihin.
2. Poimitaan tilastoista valitun tieverkon laadullisen jaottelun mukaan ajoneuvoryhmittäin (henkilö- ja pakettiautot, kuorma- ja linja-autot, ajoneuvoyhdistelmät) ajosuoritteet (VKM) sekä määritetään tila ja kuormitusekvivalentit suoritteet (HAY ja KKL).
3. Määritellään tienpidon kulut (€/vuosi) eriteltynä lyhytvaikutteisiin kuluihin ja pitkävaikutteisiin kuluihin (poistot ja pääoman korot).
4. Jaetaan tienpidon kulut erikseen määriteltyjen jakosuhteiden ja kohdennuskertoimien mukaisesti tieverkolle ja tieverkon ajosuoritteille tai ajoneuvotyypeille ja sen jälkeen suoritteille.
5. Määritetään päästökustannuslisä erillislaskelmien avulla.
6. Tulostetaan tienpidon kulujen (tienkäyttömaksun) taso (€/ajettu kilometri) jaotteluun: ajoneuvoryhmittäin, kulurakenteen osat ja verkon osat.

Tienpidon kulut saadaan Tiehallinnon liikekirjanpidosta (luku 3.2). Liikenteen suoritteista ajoneuvokilometrit saadaan Tieriekisteristä (luku 3.3). Tila ja kuormitus-ekvivalentit suoritteet (HAY ja KKL) määritetään kertomalla ajoneuvokilometrit ajoneuvotyyppikohtaisilla tila- ja kuormitusvastaavuuksilla (henkilöautoyksiköt ja kuormituskerrat; luku 3.3). Kuluja tieverkolle, suorit-

<sup>11</sup> Kulujen ja suoritteiden ennustamisen periaatteita ei ole käsitelty tässä työssä. Käytännössä tulevaisuuden ennakointi (tieverkon kysyntä, palvelutasomäärittelyt, tarvittavat investoinnit jne.) olisi erittäin tärkeä osa tienkäyttömaksun tason määrittelyä.

teille ja ajoneuvoryhmille kohdentavat jakosuhteet ja kertoimet ovat asiantuntija-arvioita, jotka perustuvat soveltaen empiriaan siitä, miten eri ajoneuvojen suoritteet vaikuttavat tien mitoitukseen, kulumiseen, palvelutasomääritykseen ja hoidon tarpeeseen (luku 3.4).



Kuva 3. Tienpidon kulujen ja päästökustannusten kohdentaminen ajoneuvoryhmille.

Tienpidon toteutuneet kulut ja tieliikenteen suoritteet ovat koko verkon tasolla ja tiepiireittäinkin verrattain yksiselitteisesti määriteltäviä tietoja. Tieluokittain tehtävissä laskelmissa joudutaan kuitenkin tekemään laskennallisia kulujen jyvityksiä, koska Tiehallinnon kuluseurannassa ja liikekirjanpidossa ei ole verkollista erittelyä.

Jakosuhteet ja kohdentamiskertoimet ovat perusteltuja asiantuntija-arvioita, mutta tehdyt valinnat voidaan asettaa myös kyseenalaisiksi. Tehdyt valinnat vaikuttavat suuresti siihen, millaiseksi tienkäyttömaksun taso muodostuu eri ajoneuvoryhmille ja eri tieluokissa sekä eri puolilla tieverkkoa. Tuloksen merkitys on suuri vertailtaessa kevyemmille ja raskaammille ajoneuvoille koituvaa kuluvasuuta, samoin kuin vertailtaessa enemmän tai vähemmän liikennöityjä tieverkon osia.

## 3.2 Tienpidon kulujen määrä vuonna 2007

### 3.2.1 Lyhytvaikutteiset tienpidon kulut

Lyhytvaikutteiset kulut koostuvat muun muassa hoidon palvelusopimuksista, Tiehallinnon henkilökunnan palkoista sekä toimitila- ja muista toimintakuluista. Lyhytvaikutteisten kulujen määrä voidaan poimia Tiehallinnon tilinpäätöksestä (tuotteittain esitetty menojen erittely; taulukko 1). Vuonna 2007 tienpidon lyhytvaikutteiset kulut (menot) olivat yhteensä 327 M€.<sup>12</sup>

Hallinnollisten kulujen nettomäärässä on mahdollista ottaa huomioon Tiehallinnon maksullisen toiminnan tuotot (mm. viranomaistoimituksista perityt julkisoikeudelliset maksut sekä vuokratulot). Tuottojen määrä on muutamia miljoonia euroja vuodessa.

Taulukko 1. Hoidon, suunnittelun, liikenteen ohjauksen ja hallinnon menot Tiehallinnossa (Tiehallinto 2008b).

| Tiehallinnon menot, M€  | 2007       | %          |
|---|------------|------------|
| Talvihoito  | 92         | 28         |
| Liikenneympäristön hoito  | 56         | 17         |
| Sorateiden hoito  | 27         | 8          |
| Lauttaliikenne  | 32         | 10         |
| <b>Hoito yhteensä</b>   | <b>207</b> |            |
| Esi- ja yleissuunnittelu  | 11         | 3          |
| Tie- ja rakennussuunnittelu   | 15         | 5          |
| Liikenteen operatiivinen ohjaus                                       | 16         | 5          |
| Hallinto  | 78         | 24         |
| <b>Suunnittelun, liikenteen ohjauksen ja hallinnon menot yhteensä</b> | <b>120</b> |            |
| <b>Lyhytvaikutteiset menot yhteensä</b>                               | <b>327</b> | <b>100</b> |

### 3.2.2 Pitkävaikutteiset tienpidon kulut

#### Pääoman arvo

Tiehallinnon käyttöomaisuuskirjanpidon mukaan tieverkon omaisuuseriä ovat tiepohjat, alusrakenteet, päällysteet, sillat ja muut tierakenteet. Lisäksi Tiehallinnon käyttöomaisuuteen kuuluu kiinteistöjä, koneita, laitteita, varusteita ja atk-ohjelmistoja. Käyttöomaisuuden arvon muutoksia seurataan Tiehallinnon käyttöomaisuuskirjanpidossa. Lisäksi omaisuuteen kuuluu pieni määrä aineetonta varallisuutta (mm. tietokoneohjelmistoja ja oikeuksia). Nyt Tiehallinnon omaisuutta käsitellään kokonaisuutena erittelemättä sen laatu.<sup>13</sup>

<sup>12</sup> Tienkäyttömaksun keräämiskulut kuuluvat myös lyhytvaikutteisiin kuluihin. Niiden tasoa ei nyt arvioida. Kulut muodostuvat muun muassa suoritteiden seurantajärjestelmästä (satelliitin tai tienvarsilaitteiden avulla), asiakastiedon hallinnan ja laskutuksen laitteista ja ohjelmistoista sekä henkilöstökuluista.

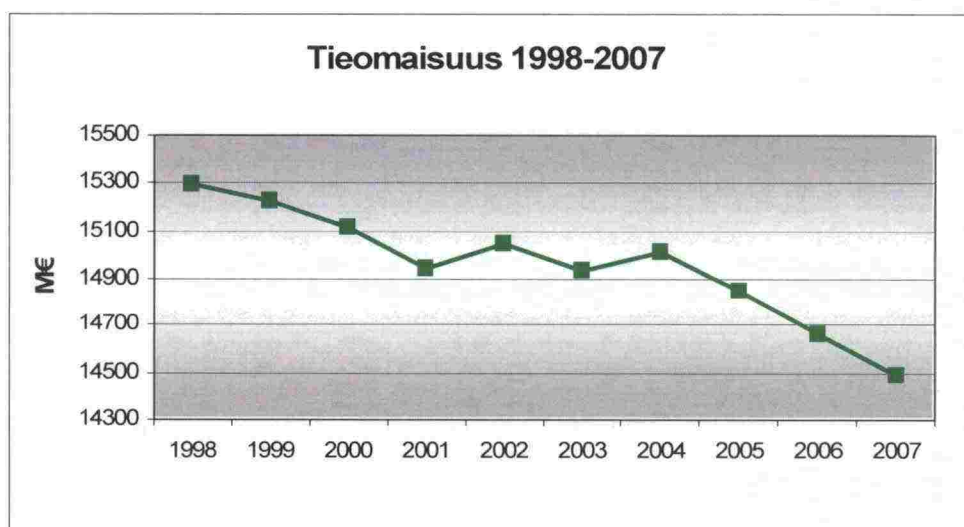
<sup>13</sup> Esimerkiksi pyöräteitä ei eritellä omaisuudesta, ja se olisi aineistojen vuoksi myös mahdotonta.

Tieomaisuuden pääoma-arvo on määritetty menneiden vuosikymmenten investointiaineistoihin nojautuen 1990-luvun puolivälissä. Tuolloin otettiin käyttöön valtionhallinnon VALKI-kirjanpito, johon luotiin tieomaisuuden käsittelyn säännöt. Vuoden 2007 lopussa tieomaisuuden arvo oli noin 14 mrd € (taulukko 2). Merkittävimmät omaisuuserät ovat alusrakenteet ja sillat.

Taulukko 2. Aineellinen käyttöomaisuus vuoden 2007 lopussa ilman keskeneräisiä tiehankkeita (Tiehallinto 2008b).

| Käyttöomaisuuden arvo, M€ | 2007          | %          |
|---------------------------|---------------|------------|
| Tiepohjat                 | 652           | 4,6        |
| Alusrakenteet             | 9 648         | 68,1       |
| Päällysteet               | 780           | 5,5        |
| Sillat                    | 2 844         | 20,1       |
| Muut tierakenteet         | 234           | 1,7        |
| <b>Yhteensä</b>           | <b>14 158</b> | <b>100</b> |

Tiehallinnon taseen mukaan tieomaisuuden arvo on alenevalla uralla (kuva 4). Vuodesta 1996 arvo on alentunut noin 800 M€ (nimelliseen hintaan). Aleneminen johtuu siitä, että aikaisempina vuosina tehtyjä investointeja kuoletuu enemmän kuin tieomaisuus lisääntyy uusien investointien myötä.



Kuva 4. Tieomaisuus 1998–2007 (Tiehallinto 2008b).

Tiehallinnon tieomaisuuden arvosta on keskusteltu myös kriittisesti. Keskeisiin kysymyksiin kuuluvat menneisyydessä tehtyjen investointien inventointitarkkuus ja inventaarin pituus, eri aikoina tehtyjen investointien arvottaminen tarkasteluhetken hintatasossa, omaisuuserien teknisten ja taloudellisten elinkaarten yhteensopivuus sekä ehkä kaikkein voimakkaimmin omaisuuden kulumisen kuvaaminen (poistojen profiili). Tässä työssä nojaututaan kuitenkin Tiehallinnon liikekirjanpidon tarjoamaan tietoon tieomaisuuden arvosta ja sen vuosittaisista muutoksista.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Vaihtoehtoisen näkemyksen mukaan tieomaisuuden arvo oli 37 mrd. € vuonna 2003 (Uimonen 2007).

### Pääoman kuluminen ja lisääntyminen

Tiehallinnon omaisuuserien kuluminen tapahtuu käyttöomaisuuskirjanpidossa tasapoistoina (taulukko 3). Poistoajat ovat omaisuuserästä riippuen 3–50 vuotta ja vuosittaiset poistot 2–33,3 prosenttia. Jäännösarvoja ei ole, eli omaisuuserä kuoleentuu taseessa poistoaikana täysimääräisesti.

Taulukko 3. Tiehallinnon pääomakulujen jaksottaminen omaisuusryhmittäin (Tiehallinto 2008b).

| Omaisuusryhmä                                | Poistotapa    | Poistoaika, vuotta | Vuosi-poisto, % |
|--|---------------|--------------------|-----------------|
| Atk-ohjelmistot                              | Tasapoisto    | 5                  | 20              |
| Liittymismaksut ja muut aineettomat oikeudet | Tasapoisto    | 10                 | 10              |
| Muut pitkävaikutteiset menot                 | Tasapoisto    | 5                  | 20              |
| Maa-aineesalueet ja tiepohjat                | Substanssip.* | -                  | -               |
| Asuin-, toimisto- ja teollisuusrakennukset   | Tasapoisto    | 40                 | 2,5             |
| Varasto- ja muut rak., rakennelmat           | Tasapoisto    | 20                 | 5               |
| Alusrakenteet ja sillat                      | Tasapoisto    | 50                 | 2               |
| Päällysteet                                  | Tasapoisto    | 10                 | 10              |
| Muut tierakenteet                            | Tasapoisto    | 3–10               | 33,3–10         |
| Väylät ja kanavat                            | Tasapoisto    | 20                 | 5               |
| Autot ja muut maakulj.välineet               | Tasapoisto    | 5                  | 20              |
| Kevyet työkoneet                             | Tasapoisto    | 5–10               | 10–20           |
| Atk-laitteet ja niiden oheislaitteet         | Tasapoisto    | 3                  | 33,3            |
| Toimistokoneet ja laitteet                   | Tasapoisto    | 5–6                | 16,6–20         |
| Puhelimet, viestintä- ja av-laitteet         | Tasapoisto    | 5                  | 20              |
| Muut tutkimuslaitteet                        | Tasapoisto    | 5–8                | 12,5–20         |
| Muut koneet ja laitteet, kalusteet           | Tasapoisto    | 5–10               | 10–20           |
| Piha-alueiden asfaltointi                    | Tasapoisto    | 10                 | 10              |

\* Substanssipoisto vastaa kunakin vuonna käytettyä omaisuuden määrää.

Omaisuusryhmään *rakenteet* kuuluvien omaisuuserien poistot muodostavat tieomaisuuden taloudellisen kulumisen. Vuonna 2007 poistot valmiista tierakenteista ja tiepohjista olivat yhteensä 642,7 M€ (taulukko 4).

Taulukko 4. Poistot tieomaisuudesta vuonna 2007 (Tiehallinto 2008b).

| Poistot, M€            | 2007         |
|------------------------|--------------|
| Tierakenteet (valmiit) |              |
| - alusrakenteet        | 239,2        |
| - päällysteet          | 278,3        |
| - sillat               | 69,3         |
| - muut tierakenteet    | 55,3         |
| Tiepohjat              | 0,6          |
| <b>Yhteensä</b>        | <b>642,7</b> |

Vuonna 2007 tieomaisuuden arvon lisäys oli 400,9 M€ (toteutetut ja valmiiksi saadut hankkeet, ilman keskeneräisiä hankkeita; taulukko 5). Investointimeno lisätään Tiehallinnon käyttöomaisuuteen sen vuoden päätteeksi kun hanke, esimerkiksi päällystystyöt, toteutetaan tai kun uusi tie valmistuu.

Taulukko 5. Tieomaisuuden lisäykset vuonna 2007 (Tiehallinto 2008b).

| Tieomaisuus, M€        | Lisäys       |
|------------------------|--------------|
| Tierakenteet (valmiit) |              |
| - alusrakenteet        | 131,9        |
| - päällysteet          | 128,1        |
| - sillat               | 59,9         |
| - muut tierakenteet    | 50,9         |
| Tiepohjat              | 30,1         |
| <b>Yhteensä</b>        | <b>400,9</b> |

### Korkokulut

Korkokuluja tarkastellaan nyt suoraviivaisesti koko pääomakannalle ja vaihtoehtoiskustannustarkastelun mukaisesti, mutta valtiokonttorin määrittämällä korkokannalla. Valtiokonttorin ilmoittaman mukaan vuoden 2007 laskelmissa käytettävä valtion pitkäaikaisen lainanoton nimelliskorko oli 3,0 prosenttia ja vuosille 2008 ja 2009 nimelliskorko on 4,4 prosenttia. Korko siis vaihtelee, joka edellyttää jatkossa pitkäaikaisen keskikoron määrittelyä. Lisäksi jatkossa tulisi ottaa huomioon mahdollinen tulevaisuuden koronvaihtelu ja siihen liittyvä epävarmuus. Nyt oletetaan, että valtion lainanoton pitkän aikavälin keskikorko on 4,5 prosenttia. Sen mukaan tieomaisuuteen sitoutuneen pääoman laskennallinen korko vuodelle 2007 oli 637,2 M€.

### 3.2.3 Kohdennettavien tienpidon kulujen yhteenveto

Taulukko 6 vetää yhteen tienpidon kulut vuonna 2007. Tienkäyttömaksun osatekijöitä ovat lyhytvaikutteiset tienpidon kulut (noin 20 %) sekä pitkävaikutteisina kuluina tieomaisuuden taloudellinen kuluminen poistoina (40 %) ja tieverkkoon sitoutuneen pääoman korkokulu (noin 40 %).

Taulukko 6. Tienpidon kulujen yhteenveto vuonna 2007.

| Kuluerä                  | M€             | %          |
|--------------------------|----------------|------------|
| Lyhytvaikutteiset kulut* | 327,0          | 20,3       |
| Poistot                  | 642,7          | 40,0       |
| Korot                    | 637,2          | 39,7       |
| <b>Yhteensä</b>          | <b>1 606,9</b> | <b>100</b> |

\*Ilman maksujen keräämisen kuluja sekä Tiehallinnon maksullisen toiminnan tuloja.



### 3.3 Maantielikenteen suoritteet vuonna 2007

#### 3.3.1 Yleistä

Maantielikenteen liikennesuorite on yleisin liikenteen määrään liittyvä tilastotieto ja sillä mitataan liikenteen määrää tieverkolla. Liikennesuoritetieto saadaan Tierekisteristä. Liikennesuoritteita mitataan joka vuosi verkon eri osilla ja Tierekisteriä päivitetään vastaavasti.

Kohdentamistarkastelua varten tarvitaan kolmenlaisia suoritetietoja koko tieverkon summana:

- liikennesuorite (VKM), eli vuosittain ajetut kilometrit ajoneuvotyypeittäin sekä kokonaisuutena että verkon eri osilla
- henkilöautoyksikkösuorite (HAY), eli henkilöautoekvivalenteiksi muutettu vuosisuorite, joka ottaa huomioon eri ajoneuvotyyppien tilantarpeen ajoneuvon koon mukaan ja
- kuormituskertalukusuorite (KKL), eli painoekvivalenteiksi muutettu vuosisuorite, joka ottaa huomioon eri ajoneuvotyyppien kokomassan.

VKM-suorite on riittävä tieverkon käyttöä kuvaava tilastotieto silloin, kun tarkastelussa ei tarvitse ottaa huomioon eri ajoneuvotyyppien tilankäyttö- ja massaeroja.

HAY-suoritteita sovelletaan tarkasteltaessa tieverkon käyttöä liikenteen sujuvuuden tai liikenteen vaatiman tilankäytön kannalta. HAY-tarkasteluissa raskaiden ajoneuvojen liikennesuoritteet muunnetaan vastaavuuskertoimilla vastaamaan henkilöautojen tilankäyttöä.

KKL-suoritteita sovelletaan tarkasteltaessa tieverkon käyttöä liikenteen tiestöön kohdistaman rakenteellisen rasituksen kannalta. Ensin lasketaan kuormituskertaluku kertomalla liikennesuorite ajoneuvojen kuormitusvastaavuuskertoimilla ja ottamalla huomioon tien leveys. KKL-suorite saadaan kuormituskertojen ja tiepituuden tulona.

#### 3.3.2 Liikennesuorite

Liikennesuorite (LISU) lasketaan teiosittain liikennemäärän ja tiepituuden tulona kaavalla:

$$LISU = 365 * \sum_{ij} KVL_i * TIEOSA_j, \text{ missä}$$

$KVL_i$  = ajoneuvoryhmän  $i$  keskimääräinen vuorokausiliikenne (ajon/vrk)

$TIEOSA_j$  = tieosan  $j$  ajoratapituus (km).

Vuoden 2007 liikennesuoritteet on esitetty taulukoissa 7 ja 8.

Taulukko 7. Liikennesuorite yleisillä teillä ajoneuvoryhmittäin eri tieluokilla vuonna 2008 (Tierekisteri).

| Liikennesuorite<br>(milj.ajonkm/v)     | Valta-<br>tiet | Kanta-<br>tiet | Seutu-<br>tiet | Yhdys-<br>tiet | Yhteensä      |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Henkilö- ja pakettiautot (HAPA)        | 16 084         | 4 235          | 6 289          | 6 032          | 32 641        |
| Linja- ja kuorma-autot (KALA)          | 672            | 183            | 238            | 201            | 1 293         |
| Perävaunulliset kuorma-autot<br>(KAPE) | 1 305          | 234            | 217            | 114            | 1 870         |
| <b>Yhteensä</b>                        | <b>18 061</b>  | <b>4 652</b>   | <b>6 744</b>   | <b>6 347</b>   | <b>35 803</b> |

Taulukko 8. Liikennesuoritteiden jakaantuminen (%) ajoneuvoryhmittäin eri tieluokilla vuonna 2008.

| Liikennesuoritejakauma (%)             | Valta-<br>tiet | Kanta-<br>tiet | Seutu-<br>tiet | Yhdys-<br>tiet | Yhteensä   |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| Henkilö- ja pakettiautot (HAPA)        | 89             | 91             | 93             | 95             | 91         |
| Linja- ja kuorma-autot (KALA)          | 4              | 4              | 4              | 3              | 4          |
| Perävaunulliset kuorma-autot<br>(KAPE) | 7              | 5              | 3              | 2              | 5          |
| <b>Yhteensä</b>                        | <b>100</b>     | <b>100</b>     | <b>100</b>     | <b>100</b>     | <b>100</b> |

### 3.3.3 Henkilöautoyksiköt ja kuormituskerrat

Henkilöautoyksikkösuorite (HAY) on tieverkon kapasiteettilaskelmissa käytettävä termi, joka muuntaa raskaiden ajoneuvojen suoritevaikutuksen vastaamaan henkilöautoja kaavalla:

$$HAY_{suorite} = 365 * \sum_{ij} a_i * KVL_i * TIEOSA_j, \text{ missä}$$

$a_i$  = ajoneuvoryhmän i henkilöautovastaavuuskertoimen

$KVL_i$  = ajoneuvoryhmän i keskimääräinen vuorokausiliikenne (ajon/vrk)

$TIEOSA_j$  = tieosan j ajoratapituus (km).

Raskaiden ajoneuvojen henkilöautovastaavuudet ja kuormitusekvivalenttikertoimet esitetään taulukossa 9 ja HAY-suoritteet taulukoissa 10 ja 13.

Taulukko 9. Ajoneuvoryhmien vastaavuuskertoimia.

| Ajoneuvoryhmä                | HAY-kertoimen $a_i$ | Kuormitusekvivalentit<br>(10t standardiakseleita) $e_i$ |
|------------------------------|---------------------|---|
| Henkilö- ja pakettiautot     | 1.0                 | 0.0003  |
| Linja- ja kuorma-autot       | 2.0                 | 0.8   |
| Perävaunulliset kuorma-autot | 3.2                 | 2.8   |

Taulukko 10. HAY-suorite yleisillä teillä ajoneuvoryhmittäin eri tieluokilla vuonna 2008 (Tierekisteri).

| HAY-suorite (milj.HAY-km/v)         | Valta-<br>tiet | Kanta-<br>tiet | Seutu-<br>tiet | Yhdys-<br>tiet | Yhteensä      |
|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Henkilö- ja pakettiautot (HAPA)     | 15 984         | 4235           | 6 267          | 5 932          | 32 418        |
| Linja- ja kuorma-autot (KALA)       | 1 333          | 366            | 472            | 390            | 2 562         |
| Perävaunulliset kuorma-autot (KAPE) | 4 145          | 749            | 691            | 361            | 5 946         |
| <b>Yhteensä</b>                     | <b>21 462</b>  | <b>5350</b>    | <b>7 431</b>   | <b>6 682</b>   | <b>40 926</b> |

Taulukko 11. HAY-suoritteen jakaantuminen (%) ajoneuvoryhmittäin eri tieluokilla vuonna 2008.

| HAY-suoritejakauma (%)              | Valta-<br>tiet | Kanta-<br>tiet | Seutu-<br>tiet | Yhdys-<br>tiet | Yhteensä   |
|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| Henkilö- ja pakettiautot (HAPA)     | 74             | 79             | 84             | 89             | 79         |
| Linja- ja kuorma-autot (KALA)       | 6              | 7              | 6              | 6              | 6          |
| Perävaunulliset kuorma-autot (KAPE) | 19             | 14             | 9              | 5              | 15         |
| <b>Yhteensä</b>                     | <b>100</b>     | <b>100</b>     | <b>100</b>     | <b>100</b>     | <b>100</b> |

Kuormituskertalukusuoritteella (KKL) tarkoitetaan sitä suoritetta, jonka veran ajoneuvot kuormittavat tiestöä yhden vuoden aikana. Sen laskennassa käytetään kuormituskertalukukertymää, joka on teiden rakenteellisessa mitoituksessa liikenteen rasitusvaikutuksen laskennan käsite.

Kuormituskertalukusuorite lasketaan samaan tapaan kuin HAY-suorite, mutta HAY-vastaavuuskertoimet korvataan kuormitusvastaavuuskertoimilla ja sen lisäksi huomioidaan tien leveys. Mitä kapeampi tie on, sitä suurempi on siihen kohdistuva kuormitusvaikutus. Kaava on:

$$KKLsuorite = 365 \sum_j (e_i * KVL_i) * (m_j * TIEOSA_j), \text{ missä}$$

$e_i$  = ajoneuvoryhmän  $i$  kuormitusvastaavuuskerroin

$KVL_i$  = ajoneuvoryhmän  $i$  keskimääräinen vuorokausiliikenne (ajon/vrk)

$TIEOSA_j$  = tieosan  $j$  ajoratapituus (km)

$m_j$  = tieosan  $j$  tien leveys (keskimäärin)

Taulukko 12. Tien leveyden huomioon ottaminen KKL-laskennassa (tien leveyskerroin 1984).

| Ajoratojen lukumäärä | Tien leveys, m | Kerroin, m |
|----------------------|----------------|------------|
| 1                    | <7,5           | 1          |
| 1                    | 7,5 – 9,0      | 0,75       |
| 1                    | >9,0           | 0,5        |
| 2                    | <9,0           | 0,5        |
| 2                    | >9,0           | 0,4        |

Taulukko 13. KKL-suorite yleisillä teillä ajoneuvoryhmittäin eri tieluokilla vuonna 2008 (Tierekisteri).

| KKL-suorite (milj. akselikm/v)      | Valta-<br>tiet | Kanta-<br>tiet | Seutu-<br>tiet | Yhdys-<br>tiet | Yhteensä     |
|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| Henkilö- ja pakettiautot (HAPA)     | 4              | 1              | 2              | 2              | 8            |
| Linja- ja kuorma-autot (KALA)       | 397            | 115            | 171            | 154            | 837          |
| Perävaunulliset kuorma-autot (KAPE) | 3 337          | 585            | 574            | 312            | 4 807        |
| <b>Yhteensä</b>                     | <b>3 737</b>   | <b>701</b>     | <b>747</b>     | <b>467</b>     | <b>5 652</b> |

Taulukko 14. KKL-suoritteen jakaantuminen (%) ajoneuvoryhmittäin eri tieluokilla vuonna 2008.

| KKL-suoritejakauma (%)              | Valta-<br>tiet | Kanta-<br>tiet | Seutu-<br>tiet | Yhdys-<br>tiet | Yhteensä   |
|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|
| Henkilö- ja pakettiautot (HAPA)     | 0              | 0              | 0              | 0              | 0          |
| Linja- ja kuorma-autot (KALA)       | 11             | 16             | 23             | 33             | 15         |
| Perävaunulliset kuorma-autot (KAPE) | 89             | 83             | 77             | 67             | 85         |
| <b>Yhteensä</b>                     | <b>100</b>     | <b>100</b>     | <b>100</b>     | <b>100</b>     | <b>100</b> |

### 3.4 Tienpidon kulujen kohdentaminen verkolle ja ajoneuvoille

#### 3.4.1 Yleistä

Tienpidon kulut kohdennetaan tieverkolle ja ajosuoritteille Tiehallinnon taloussuunnittelun työkalujen, rahankäytön seurannan, tilinpäätöksen ja asiantuntijatietyksen avulla.

Tienpidon lyhytvaikutteisten kulujen määrä ja kohdentuminen tiepiireittäin saadaan selville talousarvion valmisteluaineistoista. Tilinpäätöksestä selviää lyhytvaikutteisten kulujen toteuma sekä tieomaisuuden arvon muutokset.

Tienpidon kulujen kohdentuminen ajoneuvoille ei ole selvitettävissä taloustilastoista, vaikka määrärahojen alueellisen jakamisen sääntöjä voidaan käyttää apuna lyhytvaikutteisten kulujen verkollisessa kohdentamisessa. Kohdentamisen problematiikkaa on lähestyttävä teknisistä näkökulmista, pohtien kuinka paljon tieomaisuutta tienpalvelujen tarjoamiseksi missäkin tilanteessa tarvitaan liikenteen määrän ja palvelutason ehdoilla.

Kohdentamisperiaatteiden määrittämiseksi on käytettävissä muutamia tutkimustuloksia, mutta pääosin on tehtävä asiantuntijapäätelyä seuraavien lähtötietojen perusteella (tarkempia tietoja esitetään liitteessä 3):

- tienpidon toimintalinjat ja laatuvaatimukset, eli millä perusteilla hoidon ja ylläpidon tarve mitoitetaan
- suunnitteluohjeet, eli millä perusteilla teiden ja siltojen kantavuus ja poikkileikkaus mitoitetaan
- tutkimustieto kulumisesta, eli mitkä tekijät aiheuttavat päällysteiden (ja muiden tierakenteiden) kulumista ja miten.

### 3.4.2 Lyhytvaikutteiset tienpidon kulut

#### Talvihoito

Talvihoidon kuluihin sisältyvät lumen ja sohjon poisto, tasaus, liukkauden torjunta, jäätiet (pl. lauttayhteyden korvaavat), tukitoiminnot kuten aurasviitoitus, talvihoidon laadunseuranta ja tarjouspalkkiot.

Vuosisuunnittelussa kulu määräytyy alueurakoiden hinnan perusteella ottaen huomioon kustannusten nousu (4 prosenttia/vuosi). Määrärahat kohdennetaan tiepiireille alueurakkasopimusten mukaisesti

Kulut määräytyvät paljolti laatuvaatimusten perusteella. Laatuvaatimukset noudattavat hoitoluokitusta, johon vaikuttavat liikennemäärä (KVL), tieluokka sekä olosuhteet (ilmastoalue; sademäärä ja lämpötilan vaihtelu).

Tien ja liikenteen ominaisuuksista talvihoidon hintaan vaikuttavat ainakin:

- hoidettavan tiealueen koko (tien poikkileikkaus, tiepituus, ajolenkit)
- toteutukseen vaikuttavat tien ominaisuudet (keskikaide sekä muut varusteet ja laitteet)
- liikennemäärä (suolauskerrat vähenevät liikenteen kasvaessa)
- erityistarpeet (joukkoliikenne, kuljetukset, matkailuliikenne).

Talvihoidon kulut on perusteltua kohdentaa tieliikenteelle pääosin ajoneuvokilometrien perusteella, koska ajoneuvojen vaatima tila tai kuormitusvastaavuus ei suoraan vaikuta kuluerään. Ajoneuvokilometreille kohdentamista tukee myös se, että liikenteen kasvulla on jonkin verran talvihoidon kustannuksia vähentävä vaikutus (Tiehallinto 2006).

Lisäksi on huomattava, että laatuvaatimuksiin vaikuttavat erityisesti ammatimaisen liikenteen tarpeet (esimerkiksi pientiestön talvihoidon ajoitus ja päätteiden hoitotaso yöllä). Asiaa tarkemmin kuvaavan seurantatiedon puuttessa oletetaan, että kuorma- ja linja-autoille (KALA) sekä ajoneuvoyhdistelmille (KAPE) kohdennetaan kummallekin ryhmälle kymmenys talvihoidon kuluista.

Talvihoidon kuluista 80 % kohdennetaan henkilö ja pakettiautojen liikennesuoritteille (VKM), 10 % kuorma- ja linja-autojen ajoneuvokilometreille (KALA) ja 10 % ajoneuvoyhdistelmien (KAPE) ajoneuvokilometreille.

#### Liikenneympäristön hoito

Liikenneympäristön hoidon kuluihin sisältyvät tie-, levähdys- ja liitännäisalueiden sekä niiden varusteiden ja laitteiden hoito, puhtaanapito ja eräät pienet vauriokorjaukset sekä tievalaistuksen energiamenot.

Vuosisuunnittelussa kulu määräytyy alueurakoiden hinnan ja sähkönkulutusarvion perusteella ottaen huomioon kustannusten nousu (4 %/vuosi). Määrärahat kohdennetaan tiepiireille alueurakkasopimusten ja sähkönkulutuksen mukaisesti. Valaistuksen hoitoon varataan 20 % energiakuluista.

Kulut riippuvat laatuvaatimuksista, joihin vaikuttavat tieluokka (päätiät, muut tiät), taajaman läheisyys sekä tien matkailullinen merkitys. Sää ja ilmasto vaikuttavat hoidon kuluihin, kuten myös tien ja liikenteen ominaisuudet:

- hoidettavan tiealueen koko (tien poikkileikkaus, tiepituus, lepoalueiden määrä, laajuus ja laatu)

- liikennemäärä (likaantuminen ja vaurioiden riski kasvaa liikenteen kasvaessa)
- erityistarpeet (matkailuliikenne, kansainvälinen liikenne).

Liikenneympäristön hoidon kulut on perusteltua kohdentaa tieliikenteelle kokonaan ajoneuvokilometrien perusteella. Syy-yhteyksiä ajoneuvon vaatimaan tilaan, kuormitusvastaavuuteen tai tiettyyn ajoneuvotyyppiin ei löydy.

Liikenneympäristön hoidon kulut kohdennetaan liikenteelle kokonaan liikennesuoritteiden (VKM) suhteessa.

### Sorateiden hoito

Sorateiden hoidon kuluihin sisältyvät sorateiden pinnan tasaus ja paikkaaminen, kulutuskerroksen lisäys (sorastus), pölynsidonta, kelirikonaikaiset hoitotyöt ja sorateiden laadunseuranta.

Vuosisuunnittelussa kulu määräytyy alueurakoiden hintojen perusteella ottaen huomioon kustannusten nousu (4 prosenttia/vuosi). Määrärahat kohdennetaan tiepiireille alueurakkasopimusten mukaisesti.

Kulut riippuvat laatuvaatimuksista, joihin vaikuttaa soratieluokka (vilkkaat, perussoratiet, vähäliikenteiset). Soratieluokkaan vaikuttavat liikennemäärä (KVL yli 200, 50–200, alle 50), verkollinen asema ja maankäyttö. Hoidon tarpeeseen ja hoitotoimien kustannuksiin vaikuttavat osaltaan olosuhteet, kuten maaperä, vesien läheisyys ja roudan syvyys. Liikenteen määrällä ja ominaisuuksilla on niin ikään vaikutusta. Erityisesti raskas liikenne kasvattaa kelirikonaikaisten hoitotöiden tarvetta.

Sorateiden hoidon kulujen kohdentamisessa on perusteltua ottaa huomioon ajoneuvotyyppien suoriteosuudet soratiestöllä (HAPA 95 %, KALA 3 % ja KAPE 2 %). Tämän lisäksi oletetaan, että raskaiden ajoneuvojen hoidon tarvetta lisäävä vaikutus on suoriteosuutta suurempi. Tätä kuvaavan seuranta-tiedon puuttuessa oletetaan, että kuorma- ja linja-autoille (KALA) sekä ajoneuvoyhdistelmille (KAPE) kummallekin kohdennetaan kaksi kertaa suoriteosuutta vastaava osuus sorateiden hoidon kuluista.

Sorateiden hoidon kuluista kohdennetaan sorateiden liikennesuoritteiden (VKM) suhteessa 90 % henkilö- ja pakettiautoille (HAPA), 6 % kuorma- ja linja-autoille (KALA) sekä 4 % ajoneuvoyhdistelmille (KAPE).

### Lauttaliikenne

Lauttaliikenteen kuluihin sisältyvät lossien ja lautta-alusten liikennöinti sekä lossi- tai lauttayhteyden korvaavan jäätien perustaminen ja hoito.

Vuosisuunnittelussa kulun mitoitus pohjana on sopimushinta, jossa otetaan huomioon indeksikorotus ja polttoaineen hintavaraus. Määrärahat ohjataan alueille keskitetysti Turun tiepiirin kautta sopimusten mukaisesti.

Lauttaliikenteen palvelutasoon ja siten kuluihin vaikuttavat lauttavälin liikenteellinen ja verkollinen merkitys, lauttapaikkojen ja lauttojen määrä, lauttavälien pituus, vuoromäärä, lauttojen kuormitus ja lauttojen energiankulutus.

Lauttaliikenteen kulujen kohdentamisessa on perusteltua ottaa huomioon ajoneuvotyyppien suoriteosuudet maanteiden lauttaväleillä (HAPA 94 %, KALA 4 % ja KAPE 2 %). Tämän lisäksi oletetaan, että ajoneuvojen viemällä tilalla on kulujen syntyyn olennainen vaikutus. Näin ollen kulut on perusteltua kohdentaa lauttavälien henkilöautoekvivalenttisuoritteiden suhteessa.

Lauttaliikenteen kuluista kohdennetaan henkilöautoekvivalenttisuoritteiden (HAY) suhteessa 87 % henkilö- ja pakettiautoille (HAPA), 8 % kuorma- ja linja-autoille (KALA) sekä 5 % ajoneuvoyhdistelmille (KAPE).

### Liikenteen operatiivinen ohjaus

Liikenteen operatiivisen ohjauksen kuluihin sisältyvät tie- ja liikenneolojen seuranta, liikenteen tiedotus, liikenteen ohjaus, liikennekeskustoiminta ja liikenteen operatiivisen ohjauksen investoinnit.

Vuosisuunnittelussa kulu määräytyy Liikennekeskuksen ja piirien talousarvioesitysten mukaisesti. Liikennekeskuksen määrärahat kohdennetaan keskushallintoon ja keskitetyt ohjauspalvelut Hämeen tiepiiriin. Muut kulut jaetaan tiepiireille liikennesuoritteiden suhteessa.

Liikenteen operatiivisen ohjauksen palvelut kohdistuvat pääsääntöisesti pääteille ja erityisesti suurten kaupunkien alueille. Muutoin liikenteen ominaisuuksien ja operatiivisen ohjauksen kulujen välille ei löydy yhteyttä. Kulut on perusteltua kohdentaa ajoneuvotyypeille pääteiden liikenteen suoriteosuuksien suhteessa.

Liikenteen operatiivisen ohjauksen kuluista kohdennetaan pääteiden liikennesuoritteiden (VKM) suhteessa 89 % henkilö- ja pakettiautoille (HAPA), 4 % kuorma- ja linja-autoille (KALA) sekä 7 % ajoneuvoyhdistelmille (KAPE).

### Hallinto ja suunnittelu

*Hallintokuluihin* sisältyvät Tiehallinnon oma toiminta ja sen investoinnit. Bruttokuluista vähennetään Tiehallinnon maksullisen toiminnan tuotot. Vuosisuunnittelussa määräraha mitoitetaan talousarvion perusteella. Kulut jakautuvat alueellisten palveluiden mukaan sekä työvuosien suhteessa.

*Esi- ja yleissuunnittelun* kuluja ovat mm. tarve-, toimenpide- ja ympäristöselvitykset, liikennelaskenta sekä tie- ja muiden rekisterien mittaukset ja ylläpito. Vuosisuunnittelussa kulut määräytyvät suunnitelmissa olevien hankkeiden määrän ja laajuuden perusteella. Määrärahat jakautuvat alueellisesti hankkeiden sekä perustienpidon määrärahojen suhteessa.

*Tie- ja rakennussuunnitelmien* vuosisuunnittelussa kulut määräytyvät suunnittelutarpeen perusteella. Määrärahat jakautuvat alueellisesti perustienpidon ja kehittämishankkeiden suunnittelutarpeen mukaisesti.

Hallinnon ja suunnittelun kulut on perusteltua kohdentaa liikenteelle liikennesuoritteiden perusteella. Syy-yhteyksiä ajoneuvojen vaatimaan tilaan, kuormitusvastaavuuteen tai tiettyyn ajoneuvotyyppiin ei löydy.

Hallinnon ja suunnittelun kulut kohdennetaan liikenteelle kokonaan liikennesuoritteiden (VKM) suhteessa.

### 3.4.3 Tieomaisuuden taloudellinen kuluminen (poistot)

#### Tiepohjat

Tiepohjiin kuuluvat tie- ja liitännäisalueet. Tiehallinto ei omista niitä, mutta sillä on alueisiin pitkäaikainen käyttöoikeus (tieoikeus). Tiehallinto hankkii alueita käyttöönsä tieoikeuden perusteella ja maksaa niistä käypää arvoa vastaavan korvauksen. Tiepohjaomaisuuden määrään vaikuttavat vuosittain hankitut tiepohjat sekä tiepohjien kirjanpitoistot.

Tarvittavan tiepohjan alaan vaikuttaa pääasiassa poikkileikkaus, jonka mitoitukseen puolestaan vaikuttavat mm. tieluokka, tien asema, liikenteen määrä, raskaiden ajoneuvojen osuus, nopeus ja tieympäristö. Tien sijainnilla on merkitys maapohjan käypään arvoon.

Tiepohjien pääomakulut kohdennetaan liikenteelle kokonaan henkilöautoekvivalenttisuoritteiden (HAY) suhteessa.

#### Alusrakenteet

Alusrakenteella tarkoitetaan pohjamaan ja päällysrakenteen väliin jäävää pengertäytettä, raivattua ja muotoiltua kovaa pohjaa tai vahvistettua pohjamaata. Alusrakenteiden määrään vaikuttavat uusien tai uudistettavien teiden liikenne- ja rakennetekninen mitoitus sekä poistot. Tien poikkileikkaus määräytyy liikennemäärän (henkilöautoyksiköt) ja mitoitusnopeuden perusteella. Geometrian suunnittelussa määrävin tekijä on ohjenopeus. Rakentamiskustannuksiin vaikuttavat tämän jälkeen maaston ominaisuudet.

Eri tekijöiden vaikutus alusrakenteiden mitoitukseen vaihtelee tieverkon eri osissa. Yleinen piirre on, että liikenteen osuus mitoituksesta on suurin vilkasliikenteisessä Etelä-Suomessa, kun taas roudan vaikutus korostuu pohjoisessa. Aiempien kohdennusselvitysten (Joutsensaari ym. 1997, Koskinen 1994 ja Koskinen 1997) perusteella voidaan arvioida, että keskimäärin noin 20 % omaisuuden arvosta on seurausta liikenneteknisestä mitoituksesta ja noin 25 % rakenneteknisestä mitoituksesta. Kaikkiaan 55 % vastaavasti on seurausta sellaisista tekijöistä (kuten routa, maasto-olosuhteet), joita ei voida selittää tien käyttäjien ominaisuuksista ja määrästä johtuviksi.

Alusrakenteen pääomakuluista kohdennetaan 55 % liikennesuoritteiden (VKM) suhteessa, 20 % henkilöautoekvivalenttisuoritteiden (HAY) suhteessa ja 25 % kuormituskertasuoritteiden (KKL) suhteessa.

#### Päällysteet

Päällysteisiin luetaan päällysrakenteen yläosa eli varsinainen päällyste. Päällysteomaisuuden määrään vaikuttavat päällystettyjen teiden määrä, päällysteiden ylläpito ja poistot. Päällysteiden uusimisen tarve aiheutuu pääasiassa urautumisesta, epätasaisuudesta ja pintavaurioista (vaurioiden taso ja vaurioitumisnopeus).

Tarveanalyysien perusteella on pääteltävissä, että päällysteiden ylläpidon kustannuksista keskimäärin 40 % aiheutuu urautumisesta, 10 % epätasaisuudesta ja 50 % pintavaurioista. Urautumisen osuus on suurempi ja muiden



vastaavasti pienempi vilkasliikenteisillä verkoilla kuin vähäliikenteisillä verkoilla. Urautumisesta puolestaan noin 75 % johtuu nastarengaskulutuksesta (henkilö- ja pakettiautot) ja 25 % raskaan liikenteen aiheuttamasta deformaatiosta. Henkilö- ja pakettiautojen osuudeksi ylläpidon kustannuksista tulee siten 30 % ( $0,75 \cdot 0,40$ ) ja kuormituksen osuudeksi jää 10 % ( $0,25 \cdot 0,40$ ). Epätasaisuuden ja pintavaurioiden syyt eivät ole vastaavalla tavalla palautettavissa tiettyyn ajoneuvotyyppiin, ja näin ollen 60 % päällysteiden ylläpidon kustannuksista tulee kohdentaa ajoneuvokilometriä suhteessa.

Päällysteiden pääomakuluista 60 % kohdennetaan ajoneuvokilometriä (VKM) suhteessa ja 10 % kuormituskertojen (KKL) suhteessa ja 30 % henkilö- ja pakettiautojen ajoneuvokilometreille (HAPA).

### Sillat

Sillat käsittävät sekä siltojen alus- että päällysrakenteet. Siltaomaisuuden määrään vaikuttavat siltojen lukumäärä (rakentaminen), siltojen korjaaminen ja poistot. Siltatyyppiin valintaan vaikuttavat muun muassa ylitettävän esteen laatu ja koko, luonnonolosuhteet ja erinäiset esteettiset seikat. Liikenteen määrä (henkilöautoyksiköt) vaikuttaa poikkileikkaukseen (neliömäärä) ja liikenteen kuormitus (kuormituskerrat) vastaavasti kantavuuden mitoittamiseen. Aiemmissa kohdennuksissa on arvioitu, että 25 % siltaomaisuudesta olisi johdettavissa liikennetekniseen mitoittamiseen (henkilöautoyksiköt) ja 25 % kantavuuden mitoittamiseen (kuormituskerrat).

Siltojen pääomakuluista 50 % kohdennetaan liikennesuoritteiden (VKM) suhteessa, 25 % henkilöautoekvivalenttisuoritteiden (HAY) suhteessa ja 25 % kuormituskertasuoritteiden (KKL) suhteessa.

### Muut tierakenteet

Muihin tierakenteisiin luetaan muun muassa kaiteet, opasteet, meluaidat, valaistus, kuivatusjärjestelmät, tiesää- ja LAM-asetat sekä telematiikka- ja liikenteen ohjauslaitteet. Muiden tierakenteiden määrän ja laadun mitoittamiselle ei löydy syy-yhteyksiä henkilöautoyksiköihin tai kuormituskertoihin.

Muiden tierakenteiden pääomakulut kohdennetaan liikenteelle kokonaan liikennesuoritteiden (VKM) suhteessa.

### 3.4.4 Pääoman korot

Tieomaisuuteen sitoutuneen pääoman korot kohdennetaan suoritteille samoin suhtein kuin tieomaisuuden taloudellinen kuluminen (luku 3.4.2).

### 3.4.5 Kohdentamisen yhteenveto

Tienpidon kulujen kohdentaminen ajoneuvoille vedetään yhteen taulukossa 15. Esitys perustuu suomalaiseen asiantuntija-arvioon tienpidon kulujen kustannusvastoista ajoneuvoryhmittäin. Vertailukohtana on käytetty muiden maiden vastaavia pohdintoja, mutta tšekäläisten olosuhdetekijöiden vuoksi Suomessa on perusteltua käyttää omia kohdentamiskertoimia.

Pääosa lyhytvaikutteisista tienpidon kuluista kohdennetaan ajoneuvosuoritteille (VKM) ottamatta huomioon ajoneuvojen koko- tai painoeroja. Lyhytvaikutteiset kulut määräytyvät laatuvaatimusten ja kilpailutuksen seurauksena. Liikenteen ominaisuudet vaikuttavat laatuvaatimusten määrittämiseen tavalla, jota liikennesuoriteosuudet kuvaavat sopivalla tarkkuudella. Talvihoidossa voidaan kuitenkin lisäksi erottaa tiettyjen täsmähoidon kulujen aiheutuvan suoraan raskaan liikenteen tarpeista.

Pitkävaikutteisten kulujen (poistot ja korot) kohdentamisessa annetaan enemmän painoa tila- ja kuormitusvastaavuuksille (HAY ja KKL), koska näillä tekijöillä on ilmeisiä yhteyksiä rakenteiden mitoittamiseen ja päällysteiden kulumiseen.

Taulukko 15. Yhteenveto kohdentamismallin kertoimista.

|   | Liikennesuoritteiden<br>mukaan kohdennet-<br>tava osuus |     |     | Suoraan ajoneuvo-<br>ryhmille kohdennet-<br>tava osuus |      |      |
|---|---|-----|-----|--|------|------|
|   | VKM   | HAY | KKL | HAPA   | KALA | KAPE |
| <b>Lyhytvaikutteiset kulut</b>                    |   |     |     |  |      |      |
| Talvihoito  | 80  |     |     |  | 10   | 10   |
| Liikenneympäristön hoito                          | 100   |     |     |  |      |      |
| Sorateiden hoito*                                 |   |     |     | 90   | 6    | 4    |
| Lauttaliikenne*                                   |   |     |     | 87   | 8    | 5    |
| Liikenteen operatiivinen ohjaus*                  |   |     |     | 89   | 4    | 7    |
| Hallinto  | 100   |     |     |  |      |      |
| Esi- ja yleissuunnittelu                          | 100   |     |     |  |      |      |
| Tie- ja rakennussuunnittelu                       | 100   |     |     |  |      |      |
| Maksujärjestelmän kustannukset                    | 100   |     |     |  |      |      |
| <b>Pitkävaikutteiset kulut (poistot ja korot)</b> |   |     |     |  |      |      |
| Tiepohjat   |   | 100 |     |  |      |      |
| Alusrakenteet                                     | 55  | 20  | 25  |  |      |      |
| Päällysteet                                       | 60  |     | 30  |  |      |      |
| Sillat  | 50  | 25  | 25  |  |      |      |
| Muut tierakenteet                                 | 100   |     |     |  |      |      |

\* Nämä kertoimet on määritelty määrättyjen osaverkkojen suoriteosuuksien mukaisesti. Kertoimet muuttuvat, jos suoriteosuudet muuttuvat.

### 3.5 Pakokaasupäästöt ajosuoritetta kohti ja koko tieliikenne

Tieliikenteen päästömäärät lasketaan käyttäen maantieajon keskimääräisiä yksikköpäästöarvoja (taulukko 16) sekä ajoneuvoluokittaisia vuosisuoritteita. Tarkasteltavat päästöt ovat hiilimonoksidi (CO), hiilivedyt (HC), typen oksidit (NO<sub>x</sub>), hiukkaspäästöt (PM), metaani (CH<sub>4</sub>), typpioksiduuli (N<sub>2</sub>O), rikki-dioksidi (SO<sub>2</sub>) ja hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>). Lisäksi lasketaan hiilidioksidiekvivalentti, joka koostuu hiilidioksidin, metaanin sekä typpioksiduulin yhdistetystä ilmastovaikutuksesta verrattuna hiilidioksidin lämmittävään vaikutukseen. Yksikköpäästöt vaihtelevat ajoneuvotyypistä ja kuormitusasteesta riippuen. Laskelmassa on käytetty 70 prosentin kuormitusastetta.

LIPASTO:n yksikköpäästösivuilla henkilöliikenteessä käytetään kuljetusyksikkönä ajoneuvoa ja yhtä matkustajaa ja tavaraliikenteessä esimerkiksi kuljetusvälinettä, yhtä konttia tai traileria ja yleisimmin yhtä (netto) rahtitonnia.<sup>15</sup> Yksikköpäästöt lasketaan jakamalla tietyn vuoden päästöt vuoden kuljetus- tai liikennesuoritteella.

Yksikköpäästöjen määrittämisessä huomioidaan Suomen ajoneuvokannan ikä ja eri-ikäisten ajoneuvojen päästötasot. Kertoimien laadinnassa otetaan huomioon ajonopeuksiin, lämpötilaan (esim. kylmäkäynnistykset) ja polttoaineeseen (bensini/diesel/muu) liittyviä yksityiskohtia. Vuotuiset keskimääräiset yksikköpäästöarvot muuttuvat vastaavasti.

Taulukko 16. Tieliikenteen yksikköpäästöt vuodelle 2007, maantieajo keskimäärin ajoneuvoryhmittäin. Kuormitusaste 70%. Yhteenveto (VTT/LIPASTO).

| Maantieajo                   | Päästöt [g/km] |      |       |       |                 |                  |                 |                 |                 |                    |
|------------------------------|----------------|------|-------|-------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|
|                              | CO             | HC   | NOx   | PM    | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O | NH <sub>3</sub> | SO <sub>2</sub> | CO <sub>2</sub> | CO <sub>2ekv</sub> |
| Henkilöautot                 | 1,82           | 0,13 | 0,50  | 0,012 | 0,0058          | 0,0033           | 0,029           | 0,0009          | 170             | 170                |
| Pakettiautot                 | 0,54           | 0,08 | 1,46  | 0,278 | 0,0014          | 0,0080           | 0,001           | 0,0015          | 235             | 237                |
| Linja-autot                  | 0,76           | 0,76 | 5,66  | 0,136 | 0,0139          | 0,0300           | 0,005           | 0,0039          | 613             | 613                |
| Kuorma-autot                 | 0,23           | 0,23 | 8,84  | 0,089 | 0,0101          | 0,0349           | 0,005           | 0,0064          | 1014            | 1025               |
| Perävaunulliset kuorma-autot | 0,26           | 0,26 | 10,47 | 0,107 | 0,0123          | 0,0324           | 0,005           | 0,0076          | 1199            | 1209               |

Liikennesuoritteiden ja päästöjen yksikköarvojen perusteella saadaan laskettua vuotuiset kokonaispäästömäärät. Taulukossa 17 on laskettu vuoden 2007 päästöt ajoneuvoryhmittäin ja tieluokittain vastaavien liikennesuoritteiden avulla. Kevyiden ajoneuvojen (HAPA) päästömäärät on laskettu painottamalla henkilöautojen yksikköpäästöjä sen suoriteosuudella ja vastaavasti pakettiautojen yksikköpäästöjä sen suoriteosuudella (7,8 %). Linja- ja perävaunuttomien kuorma-autojen (KALA) yksikköpäästömääriä on painotettu niiden suoriteosuuksilla (LA=30,6 %, KAIP=69,4 %).

Taulukko 17. Tieliikenteen kokonaispäästöt (t/v) yleisillä teillä vuonna 2007.

| Maantieajo /<br>koko tiestö | Päästöt [t/v] |       |        |       |                 |                  |                 |                 |                    |  |
|-----------------------------|---------------|-------|--------|-------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--|
|                             | CO            | HC    | NOx    | PM    | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O | NH <sub>3</sub> | SO <sub>2</sub> | CO <sub>2ekv</sub> |  |
| HAPA                        | 56 153        | 4 235 | 18 731 | 1 081 | 179             | 118              | 869             | 31              | 5 730 891          |  |
| KALA                        | 502           | 502   | 10 171 | 134   | 15              | 43               | 6               | 7               | 1 165 490          |  |
| KAPE                        | 492           | 492   | 19 569 | 199   | 23              | 61               | 9               | 14              | 2 260 769          |  |
| Yhteensä                    | 57 147        | 5 229 | 48 471 | 1 414 | 217             | 222              | 884             | 53              | 9 157 150          |  |

Tiehallinto (2005a) esittää viimeisimmät tieliikenteen päästöjen yksikkökustannukset yhdistettäin (€/tonni). Päästökustannukset ajosuoritetta kohti esitetään luvussa 4.1.4.

<sup>15</sup> Nettorahti tarkoittaa kontin tai perävaunun (trailerin) sisällä olevan lastin painoa pakkausmateriaali mukaan lukien. Liikennesuoritteella tarkoitetaan kuljetustyön määrää, joka saadaan esimerkiksi tietyn vuoden kuljetusyksikköjen ja kuljetusmatkan pituuden (km) tulona.

## 4 KOHDENTAMISMALLIN TULOKSET JA ARVIOINTI

### 4.1 Tulokset

#### 4.1.1 Koko tieverkon taso

Tienpidon kulujen kohdentaminen tieliikenteelle on tehty vuoden 2007 tilastotiedoilla noudattaen luvussa 3.4 esitettyjä kohdentamissääntöjä. Tulosten pohjalta voidaan arvioida, kuinka suureksi tienpidon kulurasite muodostuu osatekijöineen ajoneuvoryhmittäin, ja kuinka kulurasite painottuu eri ajoneuvoryhmien kesken.

Nyt sovellettujen kohdentamissääntöjen mukaan kaikista tienpidon kuluista (1,6 mrd €) noin 75 prosenttia kohdentuu henkilö- ja pakettiautoille, noin 20 prosenttia perävaunullisille kuorma-autoille ja alle 10 prosenttia linja-autoille ja pienemmille kuorma-autoille (taulukko 16).

Tienpidon lyhytvaikutteisten kulujen (ks. luku 3.2) osuus kulurakenteessa on 20 prosenttia pääomakulujen (poistot ja korot) ollessa yhteensä 80 prosenttia kokonaisuudesta (tulos vastaa muiden maiden tarkasteluja). Kulujen kokonaisuutensa vaikuttaa merkittävästi tieverkkoon sitoutuneen pääoman korko, jota ei ole laisinkaan aiemmin käsitelty suomalaisissa tienpidon taloudellisissa tarkasteluissa. Korkokulut ovat summatasolla samaa suuruusluokkaa kuin tiepääoman taloudellista kulumista kuvaavat poistot, mutta omaisuuserittäin tarkasteltuna korkojen ja poistojen määrät poikkeavat toisistaan suuresti.

Taulukko 18. Tienpidon kulut ja kohdentamismallin mukainen kulujen kohdentaminen ajoneuvoryhmille, miljoonaa euroa vuonna 2007.

|  | Ajoneuvoryhmille kohdenne-<br>tut kulut (M€/a) |            |            |              | Osuus kuluista (%) |          |           |            |
|--|--|------------|------------|--------------|--------------------|----------|-----------|------------|
|  | HAPA   | KALA       | KAPE       | YHT          | HAPA               | KALA     | KAPE      | YHT        |
| Lyhytvaikutteiset kulut                | 279  | 22         | 25         | 327          | 17                 | 1        | 2         | 20         |
| Taloudellinen kulumi-<br>nen (poistot) | 490  | 35         | 117        | 643          | 30                 | 2        | 7         | 40         |
| Pääoman korko                          | 433  | 45         | 159        | 637          | 27                 | 3        | 10        | 40         |
| <b>YHTEENSÄ</b>                        | <b>1 202</b>                                   | <b>103</b> | <b>302</b> | <b>1 607</b> | <b>75</b>          | <b>6</b> | <b>19</b> | <b>100</b> |

Taulukossa 17 esitetään, kuinka suuret tienpidon kulut olivat vuonna 2007 koko tieverkolla ajoneuvoryhmittäin ajettua kilometriä kohti (erittelemättä eri tieluokkia ja teiden sijainteja sekä käyttöasteita). Tienpidon kulut olivat ajoneuvon kokoluokasta riippuen ilman korkokuluja 2,4–7,6 senttiä/ajettu kilometri. Korkojen kera kulut olivat 3,7–16,2 senttiä/ajettu kilometri.

Eri ajoneuvoryhmien kulurasitteiden tasot ja eri kuluerille muodostuvat suhteelliset voimakkuudet eivät ole lineaarisia, vaan määräytyvät eri ajoneuvoryhmille valittujen kohdentamissääntöjen ohella tienpidon kulurakenteen yksityiskohtien ehdoilla.

Esimerkiksi tieomaisuuden taloudellisen kulumisen (poistojen) ja korkokulujen voimakkuus poikkeavat erikokoisilla ajoneuvoilla toisistaan siksi, että eri omaisuuserien poistot ja vastaavien omaisuuserien pääoma-arvon mukaiset korkokulut ovat olla määriltään hyvin erilaiset. Etenkin alusrakenteiden suuri

jäljellä oleva omaisuusmassa (ks. luku 3.2.2) lisää raskaimpien ajoneuvojen korkokulurasitetta poistoja voimakkaammin.

Taulukossa 17 nähdään myös, että kulujen kohdentaminen pelkästään ajo-suoritteiden (VKM) perusteella ottamatta huomioon ajoneuvojen koko- ja mas-saeroja nostaisi pienten ajoneuvojen kulurasitetta hieman, mutta alentaisi kookkaiden ajoneuvojen rasitetta merkittävästi.

Taulukko 19. Tienpidon kulut, senttiä/ajettu kilometri.

| Senttiä/ajettu km                 | HAPA        | KALA        | KAPE         | Vertailu: kulujen kohdennus pelkästään VKM:n mukaan |
|-----------------------------------|-------------|-------------|--------------|---|
| Lyhytvaikutteiset kulut           | 0,86        | 1,75        | 1,35         | 0,92  |
| Taloudellinen kuluminen (poistot) | 1,51        | 2,75        | 6,29         | 1,80  |
| <b>Yhteensä ilman korkoa</b>      | <b>2,37</b> | <b>4,50</b> | <b>7,64</b>  | <b>2,72</b>   |
| Korko                             | 1,33        | 3,50        | 8,83         | 1,79  |
| <b>KAIKKI YHTEENSÄ</b>            | <b>3,70</b> | <b>8,00</b> | <b>16,17</b> | <b>4,51</b>   |

Tulosten perusteella voidaan todeta esimerkkinä, että mikäli tienkäyttäjiltä kerättäisiin tienpidon kuluihin perustuvaa maksua, olisi vuotuinen maksu-kertymä tilastollisesti keskimääräisten vuosisuoritteiden mukaan ilman korko-kuluja ajoneuvon kokoluokasta riippuen 294–6 189 €. Korkokulujen kera vuotuinen maksu olisi 459–13 096 €. <sup>16</sup> Näille tuloksille ja niiden taustalla ole-ville kohdentamisille vaihtoehtoisia tarkasteluja esitetään luvussa 4.1.3.

Taulukko 20. Tienpidon kulut ajoneuvoa kohden vuodessa, euroa/keskimääräinen vuosisuorite/ajoneuvoryhmä.

| Euroa/a<br>(keskimääräinen ajosuorite, km/a) | HAPA<br>(18 550) | KALA<br>(44 900) | KAPE<br>(100 000) |
|--|------------------|------------------|-------------------|
| Lyhytvaikutteiset kulut                      | 107              | 635              | 1 094             |
| Taloudellinen kuluminen (poistot)            | 187              | 1 000            | 5 095             |
| <b>Yhteensä ilman korkoa</b>                 | <b>294</b>       | <b>1 635</b>     | <b>6 189</b>      |
| Korko  | 165              | 1 272            | 6 907             |
| <b>KAIKKI YHTEENSÄ</b>                       | <b>459</b>       | <b>2 907</b>     | <b>13 096</b>     |

#### 4.1.2 Tieverkon osien erillistarkastelu

Tienpidon kulut ja ennen kaikkea tieverkon käytön intensiteetti vaihtelevat eri tieluokissa ja tieverkon eri puolilla. Tästä syystä on mielenkiintoista tietää, kuinka suurina tienpidon kulut kohdentuvat ajosuoritteille, kun edellä esitetty laskelma tehdään tieluokittain ja tiepiireittäin. Sen tekemiseksi tienpidon ku-lut tulee kohdentaa tieverkon osille mahdollisimman tarkkaan. Tarkan esi-merkiksi tieosuuksien tasolla tehtävän kuluseurannan puuttuessa tämä tulee

<sup>16</sup> Huomionarvioista on, että tässä tarkastelutavassa tienpidon kulut jaetaan tienkäyttäjien kesken. Tällöin yksittäiselle tienkäyttäjälle koituvat kulut kasvavat kun tieverkon käyttö alenee kokonaisuudessaan ja vähenee, kun tieverkon käyttö lisääntyy. Tosin liikenteen määrä vaikuttaa myös tienpidon tarpeeseen ja siten kuluihin. Merkittävä osa tienpidon kuluista on kuitenkin liikenteen määrästä riippumatonta.

tehdä käytettävissä olevista lähteistä tietoa keräten ja täydentäen sitä päätelyllä.

Tienpidon juoksevia kuluja suunnitellaan, budjetoidaan ja raportoidaan tuoteittain koko tieverkon tasolla (Tiehallinto 2008b). Juoksevat kulut voidaan erotella tuotejaon lisäksi tiepiireittäin (ks. esim. Tiehallinto 2004). Jakoperusteena ovat pääasiassa alueurakoiden sopimushinnat ja eräät sovitut tuotekohtaiset kriteerit (jotka ottavat huomioon esimerkiksi liikennesuoritteen ja tiepituuden alueellisen jakauman).

Näistä tiedoista saadaan selville juoksevien kulujen jakauma tiepiireittäin. Kulujen jakautumisesta tieluokittain ei sen sijaan ole juuri tietoa. Taulukon 19 esimerkkilaskelmassa tiepiirien juoksevat kulut on jaettu tieluokille 60 prosenttia tiepituuden suhteessa ja 40 prosenttia liikennesuoritteen suhteessa.

Tiepääoman muutoksia ei raportoida alueellisesti eikä tieluokittain, mutta asiasta on tehty omaisuuserien tarkkuudella oleva arvio vuonna 2005 (Tiehallinto 2005b). Tämän arvion perusteella voidaan määrittää suuntaa-antava kohdennussääntö pääomakuluerien jyvittämiselle verkon eri osille. Taulukon 19 esimerkkilaskelmassa poistot ja korot on jaettu tieverkon osille mainitun tieomaisuuden jakauma-arvion perusteella.

Tarkastelusta nähdään, että ajosuoritteille jyvitetty tienpidon kulut (ml. korkokulu) vaihtelevat moninkertaisesti niin tieluokittain kuin tieverkon eri osilla (taulukko 19). Ylivoimaisesti merkittävin kulujen tasoon vaikuttava tekijä on yleisten teiden suoriteintensiteetin vaihtelu.

Taulukko 21. Tienpidon kulut keskimäärin vuoden ajosuoritetta kohden eri tieluokissa ja tiepiireissä, snt/ajoneuvokilometri.

| Tiepiiri, snt/ajoneuvokilometri |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| HAPA                            | U           | T           | KaS         | H           | SK          | KS          | V           | O           | L           | Keskim.     |
| Valtatiet                       | 1,8         | 2,3         | 2,3         | 1,4         | 1,9         | 1,9         | 2,6         | 2,4         | 4,6         | 2,1         |
| Kantatiet                       | 1,1         | 2,4         | 3,1         | 2,2         | 3,5         | 4,2         | 2,6         | 3,8         | 5,2         | 2,5         |
| Seututiet                       | 2,1         | 4,9         | 4,6         | 2,4         | 5,2         | 3,7         | 3,2         | 5,6         | 10,9        | 4,0         |
| Yhdystiet                       | 5,8         | 7,2         | 11,2        | 6,8         | 12,0        | 8,3         | 7,7         | 8,8         | 17,7        | 8,4         |
| <b>Keskim.</b>                  | <b>2,4</b>  | <b>4,1</b>  | <b>4,2</b>  | <b>2,5</b>  | <b>4,6</b>  | <b>3,5</b>  | <b>3,9</b>  | <b>4,5</b>  | <b>7,9</b>  | <b>3,7</b>  |
| <b>KALA</b>                     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Valtatiet                       | 3,2         | 3,9         | 4,4         | 3,0         | 4,4         | 4,0         | 4,9         | 4,7         | 7,9         | 4,1         |
| Kantatiet                       | 1,7         | 4,1         | 7,9         | 5,1         | 8,6         | 11,8        | 5,0         | 7,3         | 11,2        | 4,8         |
| Seututiet                       | 3,8         | 9,7         | 12,1        | 5,7         | 15,4        | 9,9         | 7,2         | 12,2        | 30,9        | 9,0         |
| Yhdystiet                       | 15,0        | 16,3        | 32,8        | 21,8        | 36,0        | 26,6        | 17,7        | 21,9        | 49,6        | 22,6        |
| <b>Keskim.</b>                  | <b>4,3</b>  | <b>7,9</b>  | <b>9,6</b>  | <b>5,9</b>  | <b>12,3</b> | <b>8,6</b>  | <b>8,1</b>  | <b>9,6</b>  | <b>16,8</b> | <b>7,9</b>  |
| <b>KAPE</b>                     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Valtatiet                       | 6,0         | 5,7         | 4,0         | 4,2         | 7,1         | 5,3         | 7,5         | 8,7         | 16,6        | 6,1         |
| Kantatiet                       | 5,6         | 7,8         | 12,9        | 8,1         | 15,1        | 16,5        | 9,0         | 16,2        | 42,7        | 11,2        |
| Seututiet                       | 17,7        | 14,7        | 29,8        | 20,4        | 44,1        | 30,3        | 20,8        | 38,2        | 78,1        | 27,2        |
| Yhdystiet                       | 100,8       | 95,3        | 154,3       | 122,6       | 167,1       | 111,9       | 95,2        | 106,7       | 219,0       | 120,6       |
| <b>Keskim.</b>                  | <b>11,8</b> | <b>14,8</b> | <b>11,8</b> | <b>10,8</b> | <b>26,5</b> | <b>14,5</b> | <b>17,2</b> | <b>22,5</b> | <b>43,5</b> | <b>16,2</b> |

Verkollinen tarkastelu on suuntaa antava ja siihen on suhtauduttava varauksin. Tieluokittaisen ja alueellisen kohdentamisen tarkkuutta rajoittavat ennen kaikkea seuraavat tekijät:

- lyhytvaikutteisten kulujen jakautumista tieluokittain ei tunneta (se tunnetaan vain rahankäytön perusteella tiepiireittäin)
- pääomakuluja ei raportoida tiepiireittäin eikä tieluokittain
- kohdentamisperusteet eivät päde samanlaisina kaikilla verkon osilla.

#### 4.1.3 Vertailu vaihtoehtoihin kohdentamispainotuksiin

Kohdentamissäännöillä on olennainen vaikutus tienpidon kuluerien painottamisessa eri ajoneuvoryhmille. Ajoneuvokilometrien perusteella kohdentaminen on perussääntö, jota noudatetaan, jollei ajoneuvojen koolla tai kuormitusrasituksella ole merkitystä. Tällöin kuluista suurin osa kohdistuu henkilö- ja pakettiautoille. Koska näiden ajoneuvojen vuotuinen kokonaissuoritemäärä on suuri, ei keskimääräisen ajosuoritteen mukainen kulurasite muodostu ajoneuvoa kohden kovin suureksi (taulukko 20).

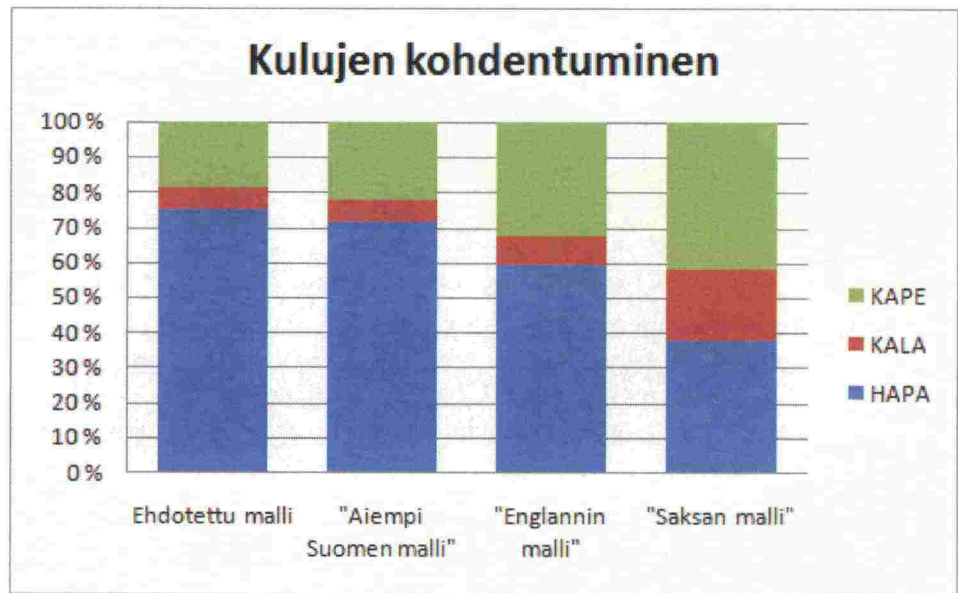
Tilavastaavuuden mukaan kohdentaminen nostaa raskaiden ajoneuvojen kulurasitetta selvästi. Kuormitusvastaavuuden mukaan kohdennettaessa kulut kohdentuvat erityisesti raskaille ajoneuvoille, ja kuorma- ja linja-autojen kulurasite kasvaa 4,6-kertaiseksi ja ajoneuvoyhdistelmien kulurasite 16-kertaiseksi VKM-kohdennukseen verrattuna.

Taulukko 22. Suoritevalinnan (VKM-, HAY- ja KKL -kohdennus) vaikutus kulurasitteeseen keskimääräisillä vuotuisilla ajosuoritteilla.

| Kulujen kohdentamisperiaate               | Kulut vuodessa, € |       |        |
|---|-------------------|-------|--------|
|   | HAPA              | KALA  | KAPE   |
| Kaikki ajoneuvokilometrien mukaan (VKM)   | 560               | 1 638 | 3 440  |
| Kaikki tilavastaavuuden mukaan (HAY)      | 486               | 2 846 | 9 562  |
| Kaikki kuormitusvastaavuuden mukaan (KKL) | 1                 | 7 459 | 54 815 |

Kuvassa 5 esitetään kulujen kohdentamisen vertailu eri kohdentamismallien (IWW & Prograns 2007; Department for Transport 2000; Eklund 2007) ja tässä työssä muodostetun kohdentamismallin välillä. Vertailusta havaitaan, kuinka erityisesti Saksan malli painottaa raskaiden ajoneuvojen osuutta tienpidon kulujen kattamisessa.

Englannin mallissa kuluja kohdennetaan huomattavasti enemmän ajoneuvokilometrien perusteella, jolloin henkilö- ja pakettiautojen painoarvo kasvaa. Suomen aiemmassa mallissa (Eklund 2007) on päädytty siihen, että kevyiden ajoneuvojen osuus kulurasituksen kattamisesta tulee olla suuri. Tässä työssä mallia on edelleen kehitetty suuntaan, jossa kulurasitus jaetaan pääosin henkilö- ja pakettiautoille.



Kuva 5. Eri painotusten vaikutus kulujen kohdentumiseen ajoneuvoryhmille.

#### 4.1.4 Päästökustannukset

Vuoden 2007 ajoneuvokannan keskimääräiset maantieajon päästöt (luku 3.5) arvioidaan haittakustannuksiksi hyödyntäen Tiehallinnon hankearvioinnissa sovellettavia päästöyhdisteiden haittakustannuksia maantieajossa (€/tonni; Tiehallinto 2005a).

Tulosten mukaan maantieajon päästökustannukset vaihtelevat ajoneuvotyyppistä (ajoneuvon koosta, energiankulutuksesta ja päästönormitasosta) riippuen välillä 0,6–4,6 snt/ajettu kilometri (taulukko 21).

Päästökustannuksia voidaan arvioida mahdollisina tienkäyttömaksuun liitettävänä kustannuslisinä. Suoritteille kohdennettuihin tienpidon kuluihin verraten (luku 4.1.1) nähdään, että päästökustannuslisä nostaisi tienkäyttömaksun tasoa kaikissa ajoneuvoryhmissä useita kymmeniä prosentteja.

Taulukko 23. Tieliikenteen päästökustannukset tyyppiajoneuvoittain vuonna 2007 (arvio vuoden 2005 hinnoissa), snt/ajoneuvokilometri.

| Maantieajo                   | Päästökustannukset [snt/km] |
|------------------------------|-----------------------------|
| Henkilöautot                 | 0,61                        |
| Pakettiautot                 | 1,05                        |
| Linja-autot                  | 2,43                        |
| Kuorma-autot                 | 3,90                        |
| Perävaunulliset kuorma-autot | 4,61                        |

Päästökustannuksista 75–95 prosenttia muodostuu kuitenkin ilmastonmuutoksen haittakustannuksista, joille on määritettävissä muitakin ohjauskeinoja (esimerkiksi päästönormit, energiaverotus, päästökauppa sekä uudet polttoaineet ja käyttövoimat). Muiden päästöjen osuus haittakustannuksista koostuu pienhiukkasten terveysvaikutuksista. Oletettavasti tekninen kehitys ja uudet polttoaineet leikkaavat näitä päästöjä myös tulevaisuudessa.



Nyt tehty yksinomainen maantieajotarkastelu toisaalta aliarvioi haitallisten yhdisteiden merkitystä, koska maantieliikennettä on myös taajamissa ja taajamien läheisyydessä, ja ajo voi olla enemmän katusuoritteiden tyyppistä ja joka tapauksessa päästöille altistuvia ihmisiä on enemmän kuin maanteiden varsilla keskimäärin.

## 4.2 Arviointi

Esitetty tapa käsitellä tienpidon kuluja ja kohdentaa niitä ajosuoritteille osoittaa, että Euroopassa yleistynyt tieliikenteen kuluperusteinen hinnoittelu voitaisiin ottaa käyttöön Suomessa laskentamahdollisuuksien ja aineistojen puolesta. Tulokset kertovat vähintäänkin suuntaan antavasti kuinka suuria eri ajoneuvoryhmille kohdennetut tienpidon kulut ovat osatekijöineen (lyhytvaikutteiset tienpidon kulut, tieverkon taloudellinen kuluminen ja korkokulut) koko tieverkon tasolla. Varauksin kulujen vaihtelua voidaan tarkastella myös eri puolella tieverkkoa.

Koko tieverkon tason tarkastelun valmiudet ovat siis hyvät. Tarvittavat tilastotiedot ovat käytettävissä ja alustavat kohdentamisperiaatteet on kyetty luomaan. Periaatteista voidaan käydä esimerkiksi eri ajoneuvoryhmien painotuksia koskevaa keskustelua. Virallista hyväksyntää ei tehdylle työlle ole kuitenkaan pyritty hankkimaan. Euroopan komissio arvioi tienkäyttömaksun määrittämistavat niiden maiden osalta, jotka ovat ottamassa käyttöön maksuja. Toistaiseksi arvioinnit ovat koskeneet maksullisia moottoritieverkkoja ja raskailta ajoneuvoilta kannettavia maksuja. Yhtään koko tieverkon kattavaa järjestelmää ei ole vielä arvioitu.<sup>17</sup>

Tarkastelun tulokset on muodostettu yhden vuoden aineistolla, eikä työssä ole laskettu kuinka kulujen kohdennukset vaihtelevat eri vuosina niin tienpidon kulujen kuin liikennesuoritteiden vaihdellessa. Tieluokittain ja alueellisesti tehtävissä tarkasteluissa ongelmaksi nousee ennen kaikkea tienpidon rahankäyttöä koskevan tilastotiedon vähäisyys.

Tausta-aineistoja voidaan arvioida seuraavasti:

- Tiekisteri tarjoaa riittävät tiedot tieverkon ominaisuuksien ja ajoneuvosuoritteiden määrittämiseksi koko tieverkolla sekä tieluokittain ja tiepiireittäin. Tila- ja kuormitusvastaavuuksien (HAY, KKL) merkityksen arvioidaan vaihtelevan verkon eri osilla mm. tien geometrian ja kunnan mukaan, jonka vuoksi myös kulujen kohdentamisperiaatteita pitäisi voida kehittää vastaavasti.
- Tiehallinnon liikekirjanpidosta saadaan tienkäyttömaksun määrittämiseksi sopivaa tietoa tienpidon lyhyt- ja pitkävaikutteisista kuluista koko tieverkon tasolla.<sup>18</sup> Toisaalta tiepääoman arvonmääritykseen on kohdistunut kritiikkiä. Tiehallinnon käyttöomaisuuden arvostus ja taloudellinen kuluminen noudattavat valtion liikekirjanpidon periaatteita. Vaihtoehtoisen näkemyksen mukaan tieomaisuus on selvästi nykyistä arvokkaampi, palvelee tienkäyttäjää pitkään kulumatta ja kuoleen-

<sup>17</sup> Odotusten mukaan ensimmäinen tulee olemaan Alankomaat.

<sup>18</sup> Tienkäyttömaksun käyttöönotto ja mahdollinen kytkentä tienpidon rahoitukseen lisäisi liikekirjanpidon merkitystä. Liikekirjanpidon ja käyttöomaisuuden arvon seurannan tuottaman tiedon vähäistä hyödyntämistä on pohdittu useissa selvityksissä (ks. esimerkiksi Tiehallinto 2005b).

tuu nopeasti elinkaarensa lopussa. Tämän näkemyksen omaksumisella olisi erittäin merkittävä vaikutus tienpidon kulurakenteelle ja tienkäyttömaksun tasolle.

- Tienpidon panostusten kohdentaminen alueellisesti (tiepiireihin ja tieluokille) on suurelta osin päättelyvaraista.
- Tienpidon markkinoiden avaamisen seurauksena 1990-luvulla loppunut tienpilotuotannon tilastointi heikensi merkittävästi tienpidon kulujen alueellisen kohdentamisen mahdollisuuksia.

Kohdentamissääntöjä voidaan arvioida seuraavasti:

- Kohdentamissäännöt toimivat koko tieverkon tasolla hyvin. Toisaalta kohdentamissäännöt perustuvat asiantuntijaharkintaan ja yksityiskohtia voidaan ja tuleekin kyseenalaistaa.
- Kohdentamismallin luotettavuus heikkenee olennaisesti siirryttäessä koko verkon tasolta alueelliseen ja tieluokittaiseen erotteluun. Tienpidon kulujen kohdentaminen verkolle edellyttää päättelyä.
- Keskimääräiset kohdentamisperiaatteet eivät päde samanlaisina koko verkolla. Tieverkon ominaisuuksia, olosuhde-eroja ja liikenteen koostumuseroja ei ole otettu huomioon alueellisissa kohdennuksissa.

Kohdentamismallin tuloksia voidaan arvioida seuraavasti:

- Mallin tulokset ovat mielekkäitä verrattaessa eri ajoneuvoryhmien suoritteille kohdennettuja tienpidon kuluja.
- Malli sallii tienpidon kulurakenteen jäsennellyn tarkastelun. Tienpidon kulut on jaettu keskeisimpiin osatekijöihin (ja erillistarkasteluina vielä tarkemmat jaottelut ovat mahdollisia).
- Kohdentamismalli painottaa tienpidon kulujen kohdentamista henkilö- ja pakettiautoliikenteelle. Painotuksesta voi syntyä keskustelua. Esimerkein on osoitettu, että raskaiden ajoneuvojen (tila- ja kuormitusvastaavuuksien) voimakkaampi painottaminen nostaisi niiden kulusaitetta voimakkaasti.
- Tieluokittain ja tiepiireittäin tehtyä tarkastelua on syytä arvioida varauksin ja tiedostaen, että esitetyt korkeat kulut (senttiä/ajettu kilometri) seuraavat ennen kaikkea vähäliikenteisten teiden alhaisesta liikennemäärästä. Tienpidon tuotantokulut (€/km) eivät vaihtele yhtä voimakkaasti eri puolilla tieverkkoa, vaikkakin vaihtelua on.

### 4.3 Jatkoimenpide-ehdotukset

Kohdentamismallilla voitaisiin tehdä seuraavia koelaskelmia:

- Syötetään malliin useampien vuosien kulu- ja suoritustietoja, ja näin saadaan vertailutietoa suoritteille kohdennettujen kulujen vaihteluista.
- Tehdään lisää riskianalyysia mallin laskennallisten ja asiantuntijapäättelyllä määritettyjen lähtöarvojen suhteen.

Tieomaisuuden arvoa voidaan tarkastella tarkemmin seuraavasti:

- Menneisyydessä tehtyjen tieinvestointien ja nykyisen tiepääoman arvottaminen voitaisiin arvioida uudelleen. Toisaalta Tiehallinnon käyt-

töomaisuuskirjanpidossa tieomaisuus uudistuu vuosi vuodelta, ja samalla menneiden investointien merkitys vähenee.

- Tieomaisuuden kulumista voitaisiin arvioida vertaillen lineaarista tasapoistoa muihin poistoprofiileihin. Toisaalta käyttöomaisuuskirjanpidon rinnalle ei pidä ehdoin tahdoin luoda toista järjestelmää. Tasapoistojen mukainen tieomaisuuden tasainen taloudellinen kuluminen voi olla hinnoittelun ja siihen perustuvan taloussuunnittelun näkökulmasta kannalta järkevää. Poistoprofiileja olennaisempaa tästä näkökulmasta katsottuna on varmistaa tieomaisuuden osatekijöiden teknisten ja taloudellisten elinkaarten yhtenevyys.

Infrastruktuurikulujen erittelyä voitaisiin kehittää seuraavasti:

- Pitkälle kehitetyissä malleissa (kuten Saksassa) tieinfrastruktuuri on eritelty esimerkiksi näin: tielinjat, sillat, tunnelit, levähdysalueet ja liittymä-alueet. Suomen olosuhteissa näiden lisäksi on eriteltävissä ainakin yleiset lauttayhteydet.
- Mikäli halutaan tavoitella tarkkaa kulujen seuranta ja kohdennusta, tienpidon juoksevia ja pääomakuluja tulee käsitellä eritellysti erityyppisille infrastruktuurin osille.

Korkokulun käsittelyä voidaan arvioida tarkemmin seuraavin tavoin:

- Korkokulun huomioon ottaminen tienkäyttömaksussa tulisi perustella eritellen tilanteet milloin ja miten rahoituskulut on otettava huomioon sekä milloin ja miten panostuksille tulisi määritellä vaihtoehtoiskustannus sekä mahdollinen erillinen tuottoaste.
- Periaatelinjausten jälkeen tulee pohtia koron tasoa.

Kulujen kohdentamista tieverkon osille ja suoritteille voidaan tarkentaa seuraavilta osin:

- Tienpidon kuluja tulisi voida kohdentaa tieverkon osille nykyistä paremmin tilastotiedoin. Etenkin pääomien sijaintitieto on puutteellista. Tiehallinnon käyttöomaisuuskirjanpito kuvaa tieverkkoa summana mutta ei sitä, kuinka paljon pääomia on eri tiepiireissä ja tieluokissa.
- Tieomaisuuden mitoituksen kustannusvaikutusta voisi tarkentaa analysoimalla (tilastollisesti) toteutettujen tiehankkeiden toteutuneita kustannuksia rakenneosittain.
- Tieomaisuuden ja sen kunnossapidon mitoituksen riippuvuutta liikenteen ominaisuuksista voisi tarkentaa selvittämällä esimerkiksi suunnittelijoita haastatellen. Millä liikenteellisillä perusteilla mitoitus käytännössä tehdään?
- Tienpidon panostusten HAY- ja KKL-perusteita voisi tarkentaa ja sitoa rahankäytön selitystä tarkemmin tien geometriaan ja kuntoon.
- Palvelutason merkitystä tulisi selvittää. Mistä syystä esimerkiksi talvisuolausta tehdään ja kuinka se tulisi kohdentaa eri ajoneuvoryhmille?
- Kevyen liikenteen hyväksi tehtyjä panostuksia tulisi pohtia kustannusvastuun näkökulmasta.

## 5 YHTEENVETO

Työssä on koottu yhteen tienpidon kuluihin perustuvan tienkäyttömaksun tason määrittelylle relevantit tienpidon kuluerät, tieverkon kuvaus, suoritetiedot sekä kulujen liikennesuoritteille kohdentamisessa tarvittavia periaatteita ja laskutapoja.

Menetelmä on osittain aiemmista tienpidon ja tieliikenteen taloutta koskevista tarkasteluista tuttu, mutta pääomakulujen käsittely on tehty aiemmasta selvästi poikkeavalla tavalla. Menetelmävalinnoissa on nojattu eurooppalaisiin vertailujärjestelmiin sekä tienkäyttömaksun määrittämistä ohjaavaan kansainväliseen lainsäädäntöön.

Tausta-aineistot ovat riittävät siihen, että tienpidon kulut voidaan kohdentaa tieliikenteen suoritteille niin, että tuloksia voidaan käyttää tienkäyttömaksun tason asettamisessa koko tieverkon tasolla.

Tuloksena on saatu esimerkki siitä, kuinka suuria tieliikenteen suoritteille ajoneuvoryhmittäin kohdennetut tienpidon kulut ovat osatekijöineen vuoden 2007 tilastotietojen mukaan. Tulokset on kuvattu ensisijaisesti koko tieverkon tasolla, mutta varauksin myös tieluokittain ja tiepiireittäin. Lisäksi työssä on esitetty kuinka suuret päästökustannukset eri ajoneuvoryhmien ajosuoritteista aiheutuu yleisellä tieverkolla. Muiden ulkoisten kustannusten osalta on perusteltu, miksei niitä ole mielekäästä sisällyttää yleiseen tienkäyttömaksuun.

Tienpidon kulut on kohdennettu tieliikenteen suoritteille tavalla, joka kutakuinkin vastaa kilometriperusteisen tienkäyttömaksun määrittelytapaa esimerkiksi Saksan ja Itävallan moottoritieverkoilla. Työssä tehty laskenta on viety niin pitkälle kuin käytettävissä olevat aineistot sallivat, eikä laskentaa ole mahdollista tarkentaa ilman lisätutkimuksia. Sen sijaan esimerkiksi laskelmia on mahdollista tehdä lisää muiden tilastovuosien aineistoilla tai (tietyin lisäpanostuksin) simuloiden tienpidon ja liikenteen tulevaisuutta.

Tienpidon kuluiksi ovat luettu lyhytvaikutteiset kulut (mm. hoito, liikenteenohjaus, eri suunnitteluvaiheet ja -tasot sekä hallintokulut) sekä pitkävaikutteiset kulut (tieomaisuuden taloudellinen kuluminen ja tieomaisuuteen sitoutuneen pääoman rahoituskorko). Rahoituskoron mukaan lukeminen on merkittävä periaatteellinen seikka ja tienpidon kuluja nostava tekijä (noin 40 % kokonaiskuluista). Aikaisemmissa suomalaisissa tienpidon taloudellisissa tarkasteluissa korkokuluja ei ole otettu laisinkaan huomioon, vaan ne on oletettu julkisista verovaroista yleisesti katettaviksi.

Tulosten mukaan (vuoden 2007 tilastotiedoilla laskettuna) tienpidon kulut olivat ajettua kilometriä kohti koko tieverkolla keskimäärin ilman korkokuluja

- henkilö- ja pakettiautoilla 2,4 senttiä,
- kuorma- ja linja-autoilla 4,5 senttiä ja
- perävaunullisilla kuorma-autoilla 7,6 senttiä.

Korkokulujen kera tienpidon kulut olivat ajettua kilometriä kohti koko tieverkolla keskimäärin

- henkilö- ja pakettiautoilla 3,7 senttiä,
- kuorma- ja linja-autoilla 8,0 senttiä ja
- perävaunullisilla kuorma-autoilla 16,2 senttiä.

Kohdennettaessa tienpidon kulut suoritteille eri tieluokissa tiepiireittäin tulee tuloksiin huomattavaa hajontaa. Keskeisimmin tieverkon eri osien suoriteintensiteetin vaihteluista johtuen suoritteille kohdennetut tienpidon kulut (korot mukaan luettuna) vaihtelevat moninkertaisesti esimerkiksi valtateiltä yhdysteille ja esimerkiksi Uudenmaan ja Lapin tiepiirien välillä.

Maantieajon päästökustannukset vaihtelevat ajoneuvotyypistä riippuen välillä 0,6–4,6 snt/ajettu kilometri. Vähintään kolme neljäsosaa kustannuksista koostuu arvioiduista ilmastomuutoksen haitoista. Päästökustannusarvio on mahdollisesti alakantissa, koska yleisiä teitä sijaitsee taajamissa ja niiden läheisyydessä, jolloin haitallisten yhdisteiden merkitys on esitettyä suurempi.

## 6 LÄHTEET

- ASFINAG (2002). Costing of Distance-Based Tolls in Austria. Report: Tariffs. Vienna, May 21, 2002.
- Department for Transport (2000). NERA Report on Lorry Track and Environment Costs.
- ECORYS & CE Delft (2005). Infrastructure expenditures and costs. Practical guidelines to calculate total infrastructure costs for five modes of transport. Final report. Prepared for the European Commission – DG TREN by ECORYS Transport (NL) and CE Delft (NL). Rotterdam, 30 November 2005
- Eklund, P. (2007). Maanteiden käytön vaihtoehtoiset hinnoittelumallit. Teknillisen korkeakoulun rakennus- ja ympäristötekniikan osastolla tehty diplomityö. Espoo. 7.12.2007.
- Elseifi, M., Al-Qadi, I. Yoo, P., and Janajreh. I. (2005). Quantification of Pavement Damage Due to Dual and Wide-Base Tires. Paper No. 05-2189. Transportation Research Board 84th Annual Meeting January 9-13, 2005 Washington, D.C.
- Haraldson, M. (2007). Marginal costs for maintenance and operation – a cost function approach. Mimeographed, September 3, 2007.
- IWW & Progtrans (2007). Aktualisierung der Wegekostenrechnung für die Bundesfernstrassen in Deutschland. Dezember 2007.
- Joutsensaari, J., Koskinen, O. & Rauhala, J. (1997). Kuorma-autoliikenteen kustannusvastaavuus. Tutkimuksia 23. Tampereen teknillinen korkeakoulu.
- Koskinen, O. (1994). Tieliikenteen kustannusvastaavuus ajoneuvoryhmittäin. Yleiset tiet. Liikenneministeriö 25.10.1994.
- Koskinen, O. (1997). Tiekustannusten kohdistaminen eri ajoneuvoryhmille teknisten kriteerien perusteella. 20.5.1997.
- Leviäkangas (2000). Tieliikenteen tarkennettu kustannusvastaavuus yleisillä teillä. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 27/2000.
- Lindberg, G. (2002). UNITE. Deliverable 10: Infrastructure Cost Case Studies, Annex A2: Marginal cost of road maintenance for heavy goods vehicles on Swedish roads. Funded by 5th Framework RTD Programme. ITS, University of Leeds.
- Link, H. (2006). An econometric analysis of motorway renewal costs in Germany. Transportation Research Part A, 40(1):19–34.
- Metsäranta, H. (1998). Liikenteen yhteiskuntataloudellinen kustannusvastaavuus Suomessa – katsaus laskelmien ja menetelmien nykytilasta. Liikenneministeriön julkaisuja 50/98. Helsinki.
- Ministry of Transport and Water Management (2007). Making a start on a price per kilometre. Overview of preparatory research for the government decision on a price per kilometre. December 2007.
- NERA (2005). Costs Imposed by Foreign Registered Trucks on Britain's Roads. Final report. 25<sup>th</sup> October 2005. NERA Economic Consulting.
- Ruotoistenmäki, A. & Jämsä, H. (1995). Kuormituskestävyyden tavoitekriteerit. Helsinki 1995. Tielaitoksen selvityksiä 3/1995.

Sikow, C. & Metsäranta, H. (1996a). Tieliikenteen ajoneuvoryhmittäinen kustannusvastaavuus. Elokuu 1996. LT-Konsultit.

Sikow, C. & Metsäranta, H. (1996b). Tieverkon laajuus kustannusvastaavuuden näkökulmasta. Tielaitoksen selvityksiä 26/1996. Helsinki.

Tiehallinto (2004). Perustienpidon määrärahan alueellinen jako 2005. Tiehallinnon tulosohjaus 2004. Sisäisiä julkaisuja 20/2004.

Tiehallinto (2005a). Tieliikenteen ajokustannusten yksikköarvot 2005.

Tiehallinto (2005b). Väyläomaisuuden arvon laskennan kehittäminen ja hyväksikäyttö. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 31/2005.

Tiehallinto (2006). Talvihoidon suoritteet ja kustannukset eri tietyypeillä. Tiehallinnon selvityksiä 35/2006. Helsinki.

Tiehallinto (2007a). Maanteiden meluselvitys 2007. Tiehallinnon selvityksiä 34/2007. Helsinki.

Tiehallinto (2007b). Pääteiden kehittämisen tavoitteet ja toimintalinjat. Raportti 2007. Tiehallinto.

Tiehallinto (2007c). Tienpidon tuotemäärittely 2008. Tiehallinnon tulosohjaus 2007. Sisäisiä julkaisuja 38/2007.

Tiehallinto (2007d). Tietilasto 2006. Tilastoja 1/2007.

Tiehallinto (2008a). Maanteiden meluntorjunnan toimintasuunnitelma 2008–2012. Tiehallinto 2008.

Tiehallinto (2008b). Tiehallinnon tilinpäätös 2007. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 6/2008. Helsinki.

Trafficon (2008). Calculation of tolls to be charged in an electronic toll collection (ETC) system, intended to be implemented in Hungary, reflecting cost responsibilities. Paper prepared for UKIG. March 2008.

Uimonen, S. (2007). Suomen infrastruktuuripääoma: Tiet. VATT -keskustelu-aloitteita 436. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus.

VTT (2004). Nastarenkaan kuluttavuus yliajokokeessa ja imurimenetelmällä. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 12/2004.

Yleisten teiden tuotantotilasto 1996. Tielaitoksen tilastoja 2/1997. Helsinki 1997.

## 7 LIITTEET

|                                  |         |
|----------------------------------|---------|
| Kohdentamismalleja muissa maissa | LIITE 1 |
| Kustannusvastaavuustarkasteluja  | LIITE 2 |
| Kohdennusten perusteluja         | LIITE 3 |



## KOHDENTAMISMALLEJA MUISSA MAISSA

Tienpidon kuluja on kohdennettu ajoneuvoille useissa maissa tarkoituksena arvioida kuinka suuria ovat eri tienkäyttäjryhmien aiheuttamat tienpidon kulut, ja katetaanko ne tieliikenteen veroilla ja maksuilla. Esimerkiksi Saksassa tarkasteluilla nimenomaan määritetään raskaiden ajoneuvojen tienkäyttömaksun (veron) taso moottoritieverkolla, kun taas toisissa maissa (esimerkiksi Iso-Britannia) tarkastelu palvelee yleisemmin tienpidon kuluvas- tuiden arviointia sekä vertailua tieliikenteen veroihin.

### Saksan kohdentamismalli

Saksassa liittovaltion tieverkon (moottoritiet ja muut liittovaltion tiet) kulut kohdennetaan ajoneuvoliikenteelle niin, että kohdennusten pohjalta voidaan päättää moottoritieverkolla kannettavasta raskaan liikenteen kilometriperus- teisesta tienkäyttöverosta (Doll & Schaffer 2007; IWW & Prograns 2007).

Mallilla on kyettävä käsittelemään tienpidon kuluja niin, että tulovirralla voi- daan rahoittaa moottoriverkon toiminta pitkällä aikavälillä liikenteen kasvu huomioon ottaen. Tulovirralla on katettava olemassa olevan infrastruktuurin pääomakulut, käyttökulut sekä tulevien investointien rahoitus. Tosin toistai- seksi maksuja kannetaan ja tulovirtaa syntyy vain raskaiden ajoneuvojen (kokonaisuudessa yli 12 tonnia) osalta, eivätkä maksujen perintä ja rahoitus toimi koko laajuudessaan. Kulujen laskennassa kuitenkin tarkastellaan koko liittovaltion tieverkkoa kaikkine kuluineen ja kaikkea liikennettä.

Kohdentamismallissa käsitellään vuosittaisia juoksevia kuluja ja pääoma- kuluja. Juoksevia kuluja ovat mm. ylläpito ja korjaukset, laitteet ja varusteet, hallinto, liikenteen valvonta, poliisin suorittama liikenteen valvonta sekä maksujärjestelmän kulut. Josko juoksevien kulujen käsittely on suhteellisen helppoa, niin pääomakulujen määrittely on sen sijaan haastavaa.

Aluksi liittovaltion tieverkon bruttoarvo määriteltiin jälleenhankinta-arvona markkinahinnoin vuoden 2000 tilanteessa. Sen jälkeen määriteltiin nettoarvo tieosien kulumisasteen mukaan. Esimerkiksi moottoriteiden bruttoarvo oli vuonna 2007 noin 170 Mrd € ja nettoarvo noin 114 Mrd €.

Kokonaisarvo rakentuu tieosien ja rakenneosien (pohja, välikerrokset, pääl- lysteet, varusteet ja laitteet jne.) arvosta. Moottoritieverkko on jaettu 13 000 tieosaan ja muut liittovaltion tiet 100 000 tieosaan. Sillat, tunnelit, levähdys- alueet ja suuret liittymät on erotettu erilleen tieosista. Pääoman korko oli 4 prosenttia vuonna 2003, ja se nousee 5,5 prosenttiin vuoteen 2010 menses- sä.

Yhteensä 21 kuluerää jaetaan ajoneuvoryhmille ja suoritteille viidellä eri pe- russäännöllä (taulukko L1.1):

- suoritesuhteella (ajoneuvokilometri/ajoneuvoryhmä) jaetut kulut
- kevyille ajoneuvoille (alle 12 tonnia) kohdennettavat kulut
- raskaille ajoneuvoille (yli 12 tonnia) kohdennettavat kulut
- kapasiteettiriippuvaiset kulut (tilan tarve)
- painoriippuvaiset kulut.

Kohdentamisessa otetaan huomioon muun muassa ajoneuvojen koon (tila- vuus ja painokuormitus) merkitys teiden mitoitukselle ja kulumiselle. Esimer- kiksi kapasiteettitarkastelussa ajoneuvoille on määritetty tilan tarve niin, että ajoneuvoyhdistelmä vastaa 4,5 henkilöautoa.

Taulukko L1.1. Tienpidon kuluerät ja niiden kohdentamissäännöt Saksan moottoritieverkolla (sekä muilla liittovaltion teillä; IWW & Prograns 2007).

| Kuluerä                  | Kohdennusperiaate (% per kuluerä)    |  |   |   |                                |                                 |  |     |     |
|--------------------------|--------------------------------------|--|---|---|--------------------------------|---------------------------------|--|-----|-----|
|                          | Ajosuorite-<br>riippuvaiset<br>kulut | Henkilö- ja<br>paketti-<br>autojen<br>erilliskulut | Pienten<br>kuorma-<br>autojen<br>erilliskulut | 12 tonnia<br>painavien<br>ajoneuvojen<br>erilliskulut | Tila-<br>riippuvaiset<br>kulut | Paino-<br>riippuvaiset<br>kulut |  |     |     |
| Maan hankinta            |                                      |  |   |   | 100                            |                                 |  |     |     |
| Maarakentaminen          | Inv.                                 |  |   |   | 100                            |                                 |  |     |     |
|                          | Ylläpito                             |  |   |   | 100                            |                                 |  |     |     |
| Pohjakerros              | Inv.                                 | X  | Y   | Z   |                                |                                 |  |     |     |
|                          | Ylläpito                             |  |   |   |                                |                                 |  |     |     |
| Rakenne-<br>kerrokset    | Inv.                                 |  |   |   |                                |                                 |  |     |     |
|                          | Ylläpito                             |  |   |   |                                |                                 |  |     |     |
| Päälyskerros             | Inv.                                 |  |   |   |                                |                                 |  | 100 |     |
|                          | Ylläpito                             |  |   |   |                                |                                 |  |     | 100 |
| Tunnelit                 | Inv.                                 | 45   |   | 5   | 50                             |                                 |  |     |     |
|                          | Ylläpito                             | 80   |   | 20  |                                |                                 |  |     |     |
| Sillat                   | Inv.                                 |  |   | 15  | 85                             |                                 |  |     |     |
|                          | Ylläpito                             |  |   | 15  | 85                             |                                 |  |     |     |
| Varusteet ja<br>laitteet | Inv.                                 | 33   |   |   | 67                             |                                 |  |     |     |
|                          | Ylläpito                             | 33   |   |   | 67                             |                                 |  |     |     |
| Liittymät                | Inv.                                 | 20   | 20  | 10  | 40                             |                                 |  |     |     |
|                          | Ylläpito                             | 15   |   |   | 40                             | 35                              |  |     |     |
| Tiemestarointi*          | Inv.                                 | 33   |   |   | 67                             |                                 |  |     |     |
|                          | Ylläpito                             | 33   |   |   | 67                             |                                 |  |     |     |
| Levähdysalueet           | Inv.                                 | 20   | 15  | 5   | 60                             |                                 |  |     |     |
|                          | Ylläpito                             | 20   | 15  | 5   | 60                             |                                 |  |     |     |
| Hallinto, poliisi        |                                      | 33   |   |   | 67                             |                                 |  |     |     |
| Muu hoito                |                                      | 35   |   |   | 50                             |                                 |  |     |     |

Saksan moottoritieverkon kulut olivat vuonna 2007 noin 11 miljardia euroa (taulukko L1.2), josta korkojen osuus oli peräti noin puolet. Taulukossa L1.3 esitetään vuonna 2007 kulujen kohdennus ajoneuvoryhmille.

Taulukko L1.2. Saksan moottoritieverkon kulut vuonna 2007 (IWW & Prograns 2007).

| Kuluerä         | Mrd. €       |
|-----------------|--------------|
| Pääomakulut     |              |
| - poistot       | 2,90         |
| - korot         | 5,06         |
| Juoksevat kulut | 2,60         |
| <b>Yhteensä</b> | <b>10,57</b> |

Taulukko L1.3. Ajoneuvoryhmille ja suoritteille kohdenneet Saksan moottoritieverkon kulut vuonna 2007, €/ajoneuvokilometri (IWW & Prograns 2007).

| Ajoneuvoryhmä              | €/ajoneuvokilometri |
|----------------------------|---------------------|
| Moottoripyörät             | 0,02                |
| Henkilö- ja pakettiautot   | 0,03                |
| Bussit                     | 0,08                |
| Kuorma-autot 3,5–12 tonnia | 0,06                |
| Kuorma-autot yli 12 tonnia | 0,17                |

### Iso-Britannian kohdentamismalli

Iso-Britannian mallissa tienpidon kulut sekä päästö- ja melukustannukset kohdennetaan henkilö-, paketti- ja linja-autoille sekä tavarankuljetusajoneuvoille koko tieverkolla (Department for Transport 2000). Ensisijaisesti tarkastellaan tavarankuljetusajoneuvoja ja infrastruktuurikustannuksia.

Tieluokkia on neljä ja kululajeja on 17. Mallissa käytetään tieverkon suorite-tilastoja sekä ajoneuvokannan ikä-, enimmäismassa- ja akselimäärätietoja. Kuluosuudet ja keskeisimmät kohdentamissäännöt esitetään taulukossa L1.4 ja raskaille ajoneuvoille kohdennetut kulut taulukossa L1.5.

Kohdentamistarkasteluja ei ole käytetty suoraan tieliikenteen verojen tason määrittelyyn, vaan malli palvelee yleisemmin tienpidon kulujen ja verotuksen kokonaistason vertailua. Mallilla on arvioitu ulkomaisten raskaiden ajoneuvojen aiheuttamia tienpidon kuluja (NERA 2005).

Taulukko L1.4. Tienpidon kulut ja kohdentamissäännöt Iso-Britannian mallissa.

| Kululaji (osuus menoista)              | Kohdentamissääntö   |
|--|---|
| Pääomat (70 %)                         | 15 % enimmäismassojen mukaisin ajoneuvokilometreihin, 85 % tilanormeerautuin henkilöautokilometreihin         |
| Pitkäikäiset päällysteet (0,4 %)       | standardiakselikilometrien mukaan   |
| Päällysteen uusiminen (5 %)            | standardiakselikilometrien mukaan   |
| Päällystäminen (3 %)                   | standardiakselikilometrien mukaan   |
| Pinnan hoito (1 %)                     | 20 % ajoneuvokilometrien mukaan, 80 % keskim. enimmäismassakilometrien mukaan                                 |
| Paikkaukset ja pienet korjaukset (2 %) | 20 % keskimääräisten enimmäismassakilometrien mukaan, 80 % standardiakselikilometrien mukaan                  |
| Viemäröinti (1 %)                      | 100 % ajoneuvokilometrien mukaan  |
| Sillat ja tuentatyöt (2 %)             | 100 % keskim. enimmäismassakilometrien mukaan   |
| Kevyen liikenteen väylät (3 %)         | 50 % keskim. enimmäismassakilometrien mukaan, 50 % jalankulkijoille ja pyöräilijöille (paitsi moottoriteillä) |
| Aidat ja kaiteet (0,2 %)               | 33 % ajoneuvokilometrien mukaan, 67 % keskim. enimmäismassakilometrien mukaan                                 |
| Vihertyöt (1 %)                        | 100 % ajoneuvokilometrien mukaan  |
| Liikennemerkkit ja suojatiet (1 %)     | 100 % ajoneuvokilometrien mukaan  |
| Puhtaanapito (2 %)                     | 50 % ajoneuvokilometrien mukaan, 50 % jalankulkijoille ja pyöräilijöille (paitsi moottoriteillä)              |
| Tiemerkinnät                           | 10 % ajoneuvokilometrien mukaan, 90 % keskim. enimmäismassakilometrien mukaan                                 |
| Talvikunnossapito + muut (2 %)         | 100 % ajoneuvokilometrien mukaan  |
| Valaistus (3 %)                        | 100 % ajoneuvokilometrien mukaan, 50 % jalankulkijoille ja pyöräilijöille (paitsi moottoriteillä)             |
| Poliisi ja liikenteenvalvonta (4 %)    | 100 % ajoneuvokilometrien mukaan  |

Mallissa on ominaisuuksiltaan 33 erilaista raskasta ajoneuvoa. Huomioon otetut ominaisuudet ovat ajoneuvon veto-ominaisuus (perävaunulla ja ilman), akseliyhdistelmät ja -lukumäärät, enimmäismassat (3,5–44 tonnia) ja ominaispäästöt (16 teknistä vuosikertaa).

Pääomien osuus kokonaiskuluista on 70 prosenttia. Pääomat arvotetaan määrittäen yhteen tiekilometriin keskimäärin sitoutuneen pääoman arvo (kulumisen aste huomioon otettuna). Kokonaisarvo saadaan tiekilometrien tulona. Noin 11 prosenttia kuluista koostuu päällysrakenteen ylläpidosta, ja niitä käsitellään 4. potenssin säännöllä. Muut kulut käsitellään teknisiin kuluissuhteisiin sekä tieverkon käytön suhteisiin perustuvien säännöin.

Taulukko L1.5. Raskaille ajoneuvoille kohdenneet tienpidon kulut, penceä/ajoneuvokilometri, vuonna 1998 (Department for Transport, 2000).

| Ajoneuvon tyyppi           | Akselit             | Penceä / ajokilometri |
|----------------------------|---------------------|-----------------------|
| Kuorma-auto 3,5–7,5 tonnia | yleensä 2           | 3,5                   |
| Kuorma-auto 7,5–12 tonnia  | yleensä 2           | 5,0                   |
| Kuorma-auto 12–13 tonnia   | yleensä 2           | 5,6                   |
| Kuorma-auto 13–14 tonnia   | yleensä 2           | 6,1                   |
| Kuorma-auto 14–15 tonnia   | yleensä 2           | 6,7                   |
| Kuorma-auto 15–17 tonnia   | yleensä 2           | 9,8                   |
| Kuorma-auto 17–18 tonnia   | 2                   | 10,8                  |
| Kuorma-auto 17–21 tonnia   | yleensä 3           | 8,5                   |
| Kuorma-auto 21–23 tonnia   | yleensä 3           | 10,0                  |
| Kuorma-auto 23–25 tonnia   | yleensä 3           | 14,2                  |
| Kuorma-auto 25–26 tonnia   | yleensä 3           | 16,8                  |
| Kuorma-auto 26–31 tonnia   | 4                   | 17,7                  |
| Kuorma-auto 31–32 tonnia   | 4                   | 21,2                  |
| Yhdistelmä alle 23 tonnia  | mikä tahansa peräv. | 6,1                   |
| Yhdistelmä alle 23 tonnia  | peräv. 2            | 6,1                   |
| Yhdistelmä alle 23 tonnia  | peräv. 3            | 6,7                   |
| Yhdistelmä 23–28 tonnia    | mikä tahansa peräv. | 8,4                   |
| Yhdistelmä 23–28 tonnia    | peräv. 2            | 8,4                   |
| Yhdistelmä 23–28 tonnia    | peräv. 3            | 8,5                   |
| Yhdistelmä 28–31 tonnia    | mikä tahansa peräv. | 9,6                   |
| Yhdistelmä 28–31 tonnia    | peräv. 2            | 9,6                   |
| Yhdistelmä 28–31 tonnia    | peräv. 3            | 9,6                   |
| Yhdistelmä 31–33 tonnia    | mikä tahansa peräv. | 12,0                  |
| Yhdistelmä 31–33 tonnia    | peräv. 2            | 12,0                  |
| Yhdistelmä 31–33 tonnia    | peräv. 3            | 10,9                  |
| Yhdistelmä 33–38 tonnia    | 2 + 2               | 16,3                  |
| Yhdistelmä 33–38 tonnia    | 2 + 3               | 16,2                  |
| Yhdistelmä 33–38 tonnia    | 3 + mikä tahansa    | 16,0                  |
| Yhdistelmä 33–38 tonnia    | 3 + 2               | 16,0                  |
| Yhdistelmä 33–38 tonnia    | 3 + 3               | 12,4                  |
| Yhdistelmä 38–40 tonnia    | 5                   | 18,5                  |
| Yhdistelmä 40–41 tonnia    | 6                   | 14,4                  |
| Yhdistelmä 41–44 tonnia    | 6                   | 16,1                  |

## KUSTANNUSVASTAAVUUSTARKASTELUJA

Suomessa on tehty useita laskelmia, joissa tienpidon menoja on kohdennettu ajoneuvoille ja tieverkon osille. Tarkoituksena on ollut tienpidon menojen ja tieliikenteeltä eri tavoin kerättyjen verojen ja maksujen vertailu ajoneuvotyypeittäin ja alueittain. Laskelmissa sovelletut periaatteet on sovitettu kansainvälisten esimerkkien pohjalta Suomen olosuhteisiin sopiviksi.

### Kustannusmalleihin ajoneuvoryhmittäin perustuva tienpidon menojen kohdentaminen

Koskisen (1994 ja 1997) sekä Joutsensaaren ym. (1997) kohdentamismallien tarkoituksena oli kustannusvastaavuuden laskeminen, eli tieliikenteen aiheuttamien tienpidon kustannusten ja tieliikenteeltä kannettujen verojen vertaaminen.

Kohdentamisperiaatteet vaihtelevat tienpidon menoerän mukaan:

1. Rakentamis- ja parantamiskustannukset kohdennetaan tien mitoituksessa käytettävien periaatteiden mukaisesti.
2. Kunnossapitokustannukset kohdennetaan 1970-luvulla tehtyjen kunnossapitotutkimusten perusteella muodostettujen kustannusmallien avulla.
3. Uudelleenpäällystämisen kustannukset kohdennetaan mallilla, joka kuvaa päällysteen iän (uusimisvälin) riippuvuutta liikennettä kuvaavista tekijöistä. Mallia määritettäessä hyödynnettiin vuoden 1975 päällysteohjelmaa.

Kohdentamisessa käytetään seuraavaa ajoneuvoluokitusta (perusteluna liikennemäärätietojen saatavuus):

- Henkilöautot (HA)
- Pakettiautot (PA)
- Linja-autot (LA)
- Kuorma-autot ilman perävaunua (KAIP)
- Kuorma-autot puoliperävaunulla (KAPP)
- Kuorma-autot varsinaisella perävaunulla (KAVP)

Maantiet (silloin yleiset tiet) jaetaan kolmeen luokkaan päällysteen mukaan (perusteluna kunnossapidon erilainen luonne):

- Kestopäällysteiset tiet
- Kevytpäällysteiset tiet
- Sorapäällysteiset tiet

*Rakentamis- ja parantamiskustannukset* jaetaan ensin kolmeen osaan (taulukko L2.1):

1. Yhteiskustannukset eli 6 metriä leveän ja minimipäällysrakenteella varustetun tien rakentamista aiheutuvat kustannukset.
2. Päällysrakenteen lisäkustannukset eli kantavan kerroksen päällisen rakenteen kustannukset, jotka ylittävät minimipäällysrakenteen kustannukset.
3. Poikkileikkauksen lisäkustannukset eli edellisistä yli jäävät kustannukset:

Taulukko L2.1. Rakentamisen ja parantamisen menojen luokittelu Koskisen mallissa.

| Menoerä                        | Yhteiskustannus  | Päällysrakenteen lisäkustannus   | Poikkileikkauksen lisäkustannus |
|--------------------------------|--|--|---------------------------------|
| <b>Perustienpidon menot</b>    | Liikenneympäristön parantaminen kokonaan<br>Liikenneympäristön parantamisen ja peruskorjausten suhdetta vastaava osuus suunnittelun menoista | Peruskorjaukset kokonaan<br>Peruskorjausten ja liikenneympäristön parantamisen suhdetta vastaava osuus suunnittelun menoista | -                               |
| <b>Tieverkon kehittäminen*</b> | 55 %   | 25 %   | 20 %                            |

\*Jakauma on peräisin 1970-luvulla tehdyistä kunnossapitokustannustutkimuksista.

Rakentamisen ja parantamisen yhteiskustannukset kohdennetaan ajoneuvoille suoriteosuuden mukaan seuraavasti:

$$y_{rp} = \frac{Y_{rp}}{\sum_i L_i}$$

$y_{rp}$  = yksittäisen ajoneuvon (i) aiheuttamat yhteismenot (€/ajonkm)

$Y_{rp}$  = tieliikenteelle kohdennettavat rakentamisen ja parantamisen yhteismenot

$L_i$  = ajoneuvoryhmän i liikennesuorite (milj. ajon. km).

Rakentamisen ja parantamisen päällysrakenteen lisäkustannusten kohdentamisessa otetaan huomioon ajoneuvon aiheuttama kuormitus investoinnin vaikutusaikana, koska investoinnin mitoitus perustuu samaan asiaan. Päällysrakenteen lisäkustannus kohdennetaan ajoneuvoille seuraavasti:

$$PRM_i = \frac{B_i E_i (1 + X_{20,j}) PRM}{\sum_i (B_i E_i (1 + X_{20,j}))}$$

$PRM_i$  = ajoneuvoryhmän i osuus päällysrakennemenoista (€/a)

$PRM$  = päällysrakennemenot (€/a)

$B_i$  = ajoneuvoryhmän i liikennesuoritteen osuus kokonaisliikennesuoritteesta.

$E_i$  = ryhmän i ajoneuvon kuormitusekvivalentti

$X_{20,j}$  = ajoneuvoryhmän j liikenteen kasvukerroin 20-vuotisjaksolla

Rakentamisen ja parantamisen poikkileikkauksen lisäkustannusten kohdentamisessa otetaan huomioon ajoneuvon aiheuttama tilavastaavuus investoinnin vaikutusaikana. Lisäkustannus kohdennetaan seuraavasti:

$$Y_{20} = \sum_i V_{0,i} D_i X_{20,i} C_i$$

$Y_{20}$  = kesävuorokausiliikenne 20 vuoden kuluttua ilmaistuna henkilöautoyksiköinä

$V_{0,i}$  = ajoneuvoryhmän i liikennemäärä alkuajankohtana (ajon/d)

$D_i$  = ajoneuvoryhmän i kausivaihtelukerroin

$X_{20,i}$  = ajoneuvoryhmän i liikenteen kasvukerroin 20-vuotisjaksolla

$C_i$  = ajoneuvoryhmän i ajoneuvon henkilöautokertaluku.

Kuormitusekvivalentit lasketaan AASHO Road Test -tutkimuksissa kehitetyn ns. 4. potenssin säännön perusteella. Akselin kuormitusvaikutus tiehen on verrannollinen akselimassan 4. potenssiin.<sup>19</sup> Kuormitusvastaavuus (E) lasketaan akselille/akselistolle kohdistuvan akselimassan (P) perusteella näin:

- Yksittäisakseli parirengastuksella:  $E = (P/10)^4$
- Yksittäisakseli yksittäisrengastuksella:  $E = (P/8)^4$
- 2-akselinen teli parirengastuksella, lehtijouset:  $E = (P/17,5)^4$
- 2-akselinen teli parirengastuksella, ilmajouset:  $E = (P/18,5)^4$
- 3-akselinen teli parirengastuksella:  $E = (P/25)^4$

Ekvivalentin laskennassa on tehtävä arvio tyyppiajoneuvon keskimääräisestä massasta, rengastuksesta ja painon jakautumisesta akseleille.

Kapasiteettiekvivalentti tarkoittaa sitä, kuinka montaa henkilöautoa tarkasteltava ajoneuvo liikennevirrassa vastaa. Vastaavuus lasketaan suoraan massa/teho-suhteen avulla. Taulukossa L2.2 esitetään Koskisen 1994 ja 1997) sekä Joutsensaaren ym. (1997) laskelmissa käytetyt vastaavuuksien arvot ajoneuvotyypeittäin.

Taulukko L2.2. Koskisen (1994 ja 1997) sekä Joutsensaaren ym.(1997) laskelmissa käytetyt vastaavuuskertoimet.

| Tyyppiajoneuvo | Massa/teho<br>(kg/kW) |        | Kapasiteetti-<br>ekvivalentti (C) |      | Kuormitus-ekvivalentti (E) |           |
|----------------|-----------------------|--------|-----------------------------------|------|----------------------------|-----------|
|                | 1994                  | 1997   | 1994                              | 1997 | 1994                       | 1997      |
| Henkilöauto    | 25,45                 | 23,33  | 1,00                              | 1,00 | 0,0001316                  | 0,0008227 |
| Pakettiauto    | 30,77                 | 28,57  | 1,21                              | 1,22 | 0,0006063                  | 0,002256  |
| Linja-auto     | 56,25                 | 56,54  | 2,21                              | 2,42 | 0,6746                     | 0,92938   |
| Kuorma-auto    | 70,92                 | 70,51  | 2,79                              | 3,02 | 0,7247                     | 0,78197   |
| Kuorma-auto pp | 110,14                | 107,26 | 4,33                              | 4,60 | 1,0606                     | 1,0317    |
| Kuorma-auto vp | 117,28                | 108,10 | 4,61                              | 4,63 | 1,3250                     | 1,2332    |

Kunnossapitokustannusten kohdentamisen perustana on jo edellä mainitun 1970-luvun kunnossapitotutkimuksen perusteella muodostettu yleinen malli:

$$K_p = K_{op} \sum_i S_{pi} V_i$$

$K_p$  = kunnossapitokustannus p-päällystetyyppisellä tiellä (€/km/a)

$K_{op}$  = kunnossapidon yhteiskustannus p-päällystetyyppisellä tiellä (€/km/a)

$S_{pi}$  = ajoneuvoryhmän i tyyppiajoneuvon ekvivalenttikerroin p-päällystetyypin tiellä

$V_i$  = ajoneuvoryhmän i keskimääräinen liikennemäärä (ajon/d).

Ekvivalenttikerroimen arvo määräytyy päällystetyypin (p) ja ajoneuvon massan (G) funktiona:

$$S_{pi} = f(p, G_i)$$

<sup>19</sup> Ruotoistenmäki & Jämsä (1995) totesivat OECD:n koerata-aineiston analyysiin perustuen, että yleensä käytetty potenssi (4) vaihtelee käytännössä ainakin välillä 2–9 tien vaurioasteesta riippuen: mitä vauriointuneempi tie on, sitä suurempi potenssi ja sitä suurempi rasitusvaikutus.

Ajoneuvoryhmän yksittäisen ajoneuvon  $i$  aiheuttama erilliskustannus ( $kep_i$ ) suoriteyksikköä kohden (eurosenttiä/km) lasketaan seuraavasti:

$$kep_i = \frac{S_{pi}}{3,65}$$

Yhteiskustannus ( $kop$ ) ajoneuvon suoriteyksikköä kohden lasketaan vastaavasti:

$$kop = \frac{K_{op}}{3,65 \sum_i V_i}$$

Vuoden 1970 hintatasossa kunnossapidon yhteiskustannukset ovat mallin mukaan seuraavat:

- kestopäällysteinen tie: 269 €/km/a
- kevytpäällysteinen tie: 135 €/km/a
- soratie: 404 €/km/a

Samana vuonna hintatasossa esitetyt kunnossapitoekvivalenttikertoimet ovat:

- kestopäällysteinen tie:  $S_{1i} = 0,1385 G_i$
- kevytpäällysteinen tie:  $S_{2i} = 0,3483 G_i$
- soratie:  $S_{3i} = 0,8064 G_i$

*Uudelleenpäällystämisen* kohdentamisessa käytetään lähtökohtana mallia, joka kuvaa päällysteen uusimisvälin riippuvaisuutta liikenteen määrästä ja koostumuksesta:

$$\frac{1}{T} = 0,0935 + 0,000004096M_k + 0,000001622M_r$$

$T$  = päällysteen uusimisväli (a)

$M_k$  = kevyen ajoneuvon (HA, PA) massamäärä (t/d)

$M_r$  = raskaan ajoneuvon (LA, KAIP, KAPP, KAVP) massamäärä (t/d)

Jos tien päällystyskustannus on  $K$  (€/km), määritellään ajoneuvon aiheuttama erilliskustannus  $upek$  (snt/ajonkm) seuraavasti ja yhteiskustannus  $upok$  (snt/ajonkm):

$$upek = K \frac{A_i}{3,65} \quad upok = A_0 \frac{K}{3,65 \sum_i V_i}$$

$A_0 = 0,0935$

$A_i = 0,000004096G_i$  (HA, PA) tai  $0,000001622G_i$  (LA, KAIP, KAPP, KAVP)

$V_i$  = ajoneuvoryhmän  $i$  keskimääräinen liikennemäärä (ajon/d).

#### Esimerkki. Koskisen laskelma vuodelta 2007

Kotka-Hamina -välillä (Vt 7) on kohdennettu rakentamiskustannuksia eri ajoneuvoryhmille kustannustasolla 3,5 MEUR/km. Rakentamis- ja parantamiskustannukset muodostuvat perustien kustannuksista sekä uudelleen päällystämisen kustannuksista. Tien leveyteen vaikuttaa kapasiteettiekvivalentti sekä päällysrakenteen pak-suuteen kuormituskertaluku (ESAL). Moottoritien rakentamiskustannukset pituusyksikköä kohti ovat suuremmat kuin tienrakennuksen yleensä, mutta toisaalta kustannusten jakajana oleva liikennemääräkin on korkeampi kuin KVL kaikilta teiltä laskettuna. Ajosuoritteet (KVL) on määritetty jokaiselle ajoneuvoluokalle 30 vuoden periodille liikenteen kasvu huomioon ottaen.



Kustannuserät ovat:

- Päälysrakenne; kohdennus kuormituskertaluku-jakautuman suhteessa
- Poikkileikkaus; kohdennus ohjeajankohdan kesäliikenteen kapasiteettieki-valenttilukujen suhteessa
- Yhteiskustannukset; ajoneuvotyypistä riippumattomat tasan kaikille

*Ajoneuvoille kohdennetut investointikustannukset (ml. uudelleen päällystäminen) valtatiellä 7, snt/km*

| Ajon.                                     | Päällystäminen | Poikkileikkaus | Yhteiset | Yhteensä |
|---|----------------|----------------|----------|----------|
| Henkilöauto                               | 0,00127        | 0,25190        | 0,73836  | 0,99154  |
| Pakettiauto                               | 0,00350        | 0,27463        | 0,73836  | 1,01648  |
| Linja-auto                                | 1,44033        | 0,37349        | 0,73836  | 2,55218  |
| Kuorma-auto,<br>ei perävaunua             | 1,21287        | 0,51875        | 0,73836  | 2,46899  |
| Kuorma-auto +<br>puoliperävaunu           | 1,59890        | 0,83289        | 0,73836  | 3,17015  |
| Kuorma-auto +<br>varsinainen<br>perävaunu | 1,9118         | 0,84696        | 0,73836  | 3,49650  |

#### Aiheutumisosuuksiin ajoneuvoryhmittäin perustuva tienpidon menojen kohdentaminen

Sikow & Metsärannan (1996a) laskelman tarkoituksena oli määrittää tieliikenteen ja erityisesti raskaimpien ajoneuvoryhmien kustannusvastaavuus ratamaksun tason määrittämisen avuksi. Metsärannan (1998) samalla kohdentamisperiaatteella tehdyssä laskelmassa esitettiin katsaus kustannusvastaavuuslaskelmien nykytilasta tie-, rautatie- ja vesiliikenteessä.

Mainituissa laskelmissa tienpidon kustannusten kohdentamisen ytimenä on kansainvälisen kirjallisuustutkimuksen ja Tiehallinnon asiantuntijoiden arvioiden perusteella muodostettu kohdentamismalli (taulukko L11). Mallissa määritetään kunkin tien- tai kadunpidon tuotteen jakautuminen kiinteään ja muuttuvaan osuuteen sekä edelleen liikennesuoritteesta, kuormitusvastaavuudesta ja tilavastaavuudesta riippuvaan osuuteen. Kohdentamistavassa ei oteta huomioon tien laatutason tai sijainnin vaikutusta.<sup>20</sup>

Kohdentamisessa käytettiin seuraavaa ajoneuvotyypittelyä:

- Henkilöautot ja pakettiautot
- Linja-autot
- Kuorma-autot, kokonaismassa 3 500–18 000 t
- Kuorma-autot, kokonaismassa 18 001–26 000 t
- Kuorma-autot, kokonaismassa 26 001–44 000 t
- Kuorma-autot, kokonaismassa 44 001–56 000 t
- Kuorma-autot, kokonaismassa 53 001–60 000 t
- Kuorma-autot, kokonaismassa yli 60 000 t.

Sikow & Metsärannan (1996a) laskelmassa määritettiin kapasiteettivastaavuus 4. potenssin säännön ja kokonaispainon perusteella ottamatta huomi-

<sup>20</sup> Leviäkangas (2000) esittää vastaavantyyppisten tarkastelun tiepiirien tasolla, mutta menojen kohdentamistapaa ei raportoida tarkkaan.

oon rengastuksia (kuten Koskisen mallissa edellä). Metsärannan (1998) laskelmassa kuormitusvastaavuus määritettiin tarkemmin Koskisen mallia soveltaen. Kapasiteettivastaavuudet on molemmissa laskelmissa määritetty massa/teho -suhteen perusteella (taulukot L2.3 ja L2.4).

Taulukko L2.3. Sikow & Metsärannan (1996a) sekä Metsärannan (1998) laskelmien kohdentamisperuste.

| TUOTERYHMÄ                       | Liikenteen suhteen kiinteä osuus ja sen kohdentamisperusteet |      |      | Liikenteen määrästä riippuva osuus ja sen kohdentamisperusteet |      |     |
|----------------------------------|--|------|------|--|------|-----|
|                                  | Km   | KKL  | HAY  | Km   | KKL  | HAY |
| Talvihoito                       | 0,95   |      |      | 0,05   |      |     |
| Liikenneympäristön hoito         | 1  |      |      |  |      |     |
| Rakenteiden ja laitteiden hoito  | 0,5  |      |      | 0,25   | 0,25 |     |
| Sorateiden hoito                 | 0,4  |      |      | 0,25   | 0,35 |     |
| Päällystettyjen teiden ylläpito  | 0,25   |      |      | 0,5  | 0,25 |     |
| Rakenteiden ja lait. ylläp.      | 0,5  |      |      | 0,25   | 0,25 |     |
| Lossi- ja lauttaliikenteen hoito | 0,75   |      |      | 0,2  | 0,05 |     |
| Perustienpidon suunnittelu       | 0,8  |      |      | 0,2  |      |     |
| Korvaus- ja laaj.investoinnit    | 0,25   |      |      | 0,5  | 0,25 |     |
| Uusinvestoinnit                  |  | 0,45 | 0,55 |  |      |     |
| Kehittämisinvestoinnit           |  | 0,45 | 0,55 |  |      |     |
| Suunnittelu                      | 0,8  |      |      | 0,2  |      |     |
| Tiehallinto                      |  | 0,45 | 0,55 |  |      |     |

Km = ajoneuvokilometri (painottamatta erittelemättä ajoneuvon ominaisuuksia), HAY = ajoneuvon viemä tila henkilöautoekvivalenteina, KKL = standardiakselipainon mukainen kuormituskertaluku

Taulukko L2.4. Sikow ja Metsärannan (1996a) sekä Metsärannan (1998) laskelmissa käytetyt tila- ja kuormitusvastaavuudet.

| Tyyppiajoneuvo (kokonaismassa, tonnia) | Kapasiteetti-ekvivalentti (C) |      | Kuormitus-ekvivalentti (E) |        |
|--|-------------------------------|------|----------------------------|--------|
|  | 1996                          | 1998 | 1996                       | 1998   |
| Henkilö- ja pakettiauto                | 1,00                          | 1,00 | 0,0003                     | 0,0003 |
| Linja-auto                             | 2,20                          | 2,42 | 0,40                       | 0,40   |
| Kuorma-auto 3,5–18                     | 2,00                          | 3,02 | 0,18                       | 2,30   |
| Kuorma-auto 18–26                      | 2,80                          | 4,60 | 0,87                       | 2,30   |
| Kuorma-auto 26–44                      | 2,80                          | 4,60 | 1,20                       | 2,30   |
| Kuorma-auto 44–53                      | 4,30                          | 4,63 | 2,56                       | 2,30   |
| Kuorma-auto 53–60                      | 4,50                          | 4,63 | 2,97                       | 2,30   |
| Kuorma-auto yli 60                     | 4,60                          | 4,63 | 4,04                       | 2,30   |

Taulukossa L2.5 esitetään edellä kuvattujen laskelmien tuloksia. Taulukkoa tarkasteltaessa on aiheellista huomata, että kohdennetut menot kattavat sekä yleiset tiet että kadut.

Taulukko L2.5. Sikow ja Metsärannan (1996a) sekä Metsärannan (1998) laskelmien tuloksia (yleiset tiet ja kadut yhteensä).

| Tyyppiajoneuvo (kokonaisuudessa, tonnia) | Kiinteät menot (M€/a; %) |       |       |       | Muuttuvat menot (snt/km) |      |
|--|--------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|------|
|  | 1996                     |       | 1998  |       | 1996                     | 1998 |
| Henkilö- ja pakettiauto                  | 1 019                    | 78 %  | 712   | 67 %  | 0,39                     | 0,46 |
| Linja-auto                               | 32                       | 2 %   | 25    | 2 %   | 1,27                     | 1,17 |
| Kuorma-auto 3,5–18                       | 14                       | 1 %   | 22    | 2 %   | 0,79                     | 1,16 |
| Kuorma-auto 18–26                        | 35                       | 3 %   | 63    | 6 %   | 2,29                     | 4,46 |
| Kuorma-auto 26–44                        | 30                       | 2 %   | 54    | 5 %   | 3,01                     | 4,45 |
| Kuorma-auto 44–53                        | 49                       | 4 %   | 32    | 3 %   | 5,98                     | 4,43 |
| Kuorma-auto 53–60                        | 118                      | 9 %   | 152   | 14 %  | 6,88                     | 4,46 |
| Kuorma-auto yli 60                       | 10                       | 1 %   | 6     | 1 %   | 9,21                     | 4,49 |
| Yhteensä/keskimäärin                     | 1 307                    | 100 % | 1 065 | 100 % | 0,61                     | 0,70 |

Eklund (2007) hahmotteli vaihtoehtoisia tapoja hinnoitella tienpidon menoja Suomessa kotimaisin ja vinjettidirektiivin esittämin kustannusten käsittelytavoin. Työssä on kuvattu vastaavia menojen kohdentamistapoja kuin edellä. Tienpidon menojen kohdentamisen lähtökohdaksi on valittu aiheutumissuuksiin (taulukko L2.3) perustuva lähestymistapa, jota on muokattu vastamaan nykyistä tuotejakoa päätyen taulukossa L2.6 esitettäviin osuuksiin.

Taulukko L2.6. Eklundin käyttämät tila- ja kuormitusvastaavuudet (Eklund 2007).

| Tienpidon tuote                      | Kiinteät |      |      | Muuttuvat |      |     |
|--------------------------------------|----------|------|------|-----------|------|-----|
|                                      | KM       | KKL  | HAY  | KM        | KKL  | HAY |
| Talvihoito                           | 0,95     |      |      | 0,05      |      |     |
| Liikenneympäristön hoito ja käyttöp. | 0,9      |      |      | 0,05      | 0,05 |     |
| Sorateiden hoito                     | 0,4      |      |      | 0,25      | 0,35 |     |
| Päällystettyjen teiden ylläpito      | 0,25     |      |      | 0,5       | 0,25 |     |
| Lauttaliikenne                       | 0,75     |      |      | 0,2       | 0,05 |     |
| Tierakenteet                         | 0,2      |      |      | 0,5       | 0,3  |     |
| Sillat                               | 0,5      |      |      | 0,25      | 0,25 |     |
| Varusteet ja laitteet                | 0,9      |      |      | 0,1       |      |     |
| Liikenneympäristön parantaminen      | 0,8      |      |      | 0,2       |      |     |
| Esi- ja yleissuunnittelu             | 0,8      |      |      | 0,2       |      |     |
| Tie- ja rakennesuunnittelu           | 0,8      |      |      | 0,2       |      |     |
| Laajennusinvestoinnit                | 0,25     |      |      | 0,5       | 0,25 |     |
| Uusinvestoinnit                      |          | 0,45 | 0,55 |           |      |     |
| Maa-alueiden hankinta- ja hoito      |          | 0,45 | 0,55 |           |      |     |
| Liikenteen hallinta                  | 0,7      |      |      | 0,3       |      |     |
| Tiehallinto                          | 0,8      |      |      | 0,2       |      |     |

Km = ajoneuvokilometri (painottamatta ajoneuvojen ominaisuuksia), HAY = ajoneuvon viemä tila henkilöautoekvivalenteina, KKL = standardiakselipainon mukainen kuormituskertaluku

Laskelmassa on käytetty tiepiiritason määrärahojen käytön toteumia kolmen vuoden keskiarvona sekä tiepiiritason tietoja suoritteista ajoneuvotyypeittäin. Näin on kohdennettu tienpidon menot tiepiireittäin ja ajoneuvoryhmittäin. Eklund esittää tuloksina tienpidon menoista johdettuja tienkäyttömaksun tasoja eri ajoneuvoryhmissä tieverkon eri osilla, ottaen huomioon alueelliset erot kolmessa maantieteellisessä luokassa (taulukko L2.7).

Taulukko L2.7. Muuttuva kilometrimaksu (€/km) kattaen kaikki tienpidon kustannukset, Suomen kohdentamismenetelmä (Eklund 2007).

| Alue      | Ajoneuvoryhmä | Valtatiet | Kantatiet | Seututiet | Yhdystiet |
|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|           |               | €/km      | €/km      | €/km      | €/km      |
| Eteläinen | HA+PA         | 0,02      | 0,02      | 0,02      | 0,02      |
|           | KAIP          | 0,05      | 0,04      | 0,05      | 0,08      |
|           | KAP           | 0,04      | 0,05      | 0,08      | 0,21      |
| Keskinen  | HA+PA         | 0,02      | 0,02      | 0,02      | 0,03      |
|           | KAIP          | 0,05      | 0,07      | 0,06      | 0,09      |
|           | KAP           | 0,04      | 0,06      | 0,11      | 0,26      |
| Pohjoinen | HA+PA         | 0,02      | 0,02      | 0,02      | 0,03      |
|           | KAIP          | 0,06      | 0,07      | 0,07      | 0,11      |
|           | KAP           | 0,05      | 0,08      | 0,10      | 0,22      |

#### Tienpidon menojen jakaminen tieverkolle kustannustilastojen mukaan

Sikowin ja Metsärannan (1996b) tarkoituksena oli vertailla tienpidon kustannusten ja tieliikenteeltä kerättyjen verojen ja maksujen kertymää tieverkon eri osilla ja pohtia tämän pohjalta, onko kustannusvastaavuus relevantti tavoite tai periaate tieverkon laajuutta määritettäessä. Verkko jaettiin tiepiireittäin (samat kuin nykyisin), tieluokittain (valta-, kanta-, seutu- ja yhdystiet sekä yksityistiet) ja KVL-luokittain.

Kustannusten kohdentamisessa käytettiin perusteena yleisten teiden tuotantotilastoa vuodelta 1995 (tilastoi vuoden 1994 lukuja), joka oli viimeinen laatuaan, sekä tiepiirien ja keskushallinnon välisiä tulossopimuksia. Kustannukset kohdennettiin seuraavien periaatteiden mukaan:

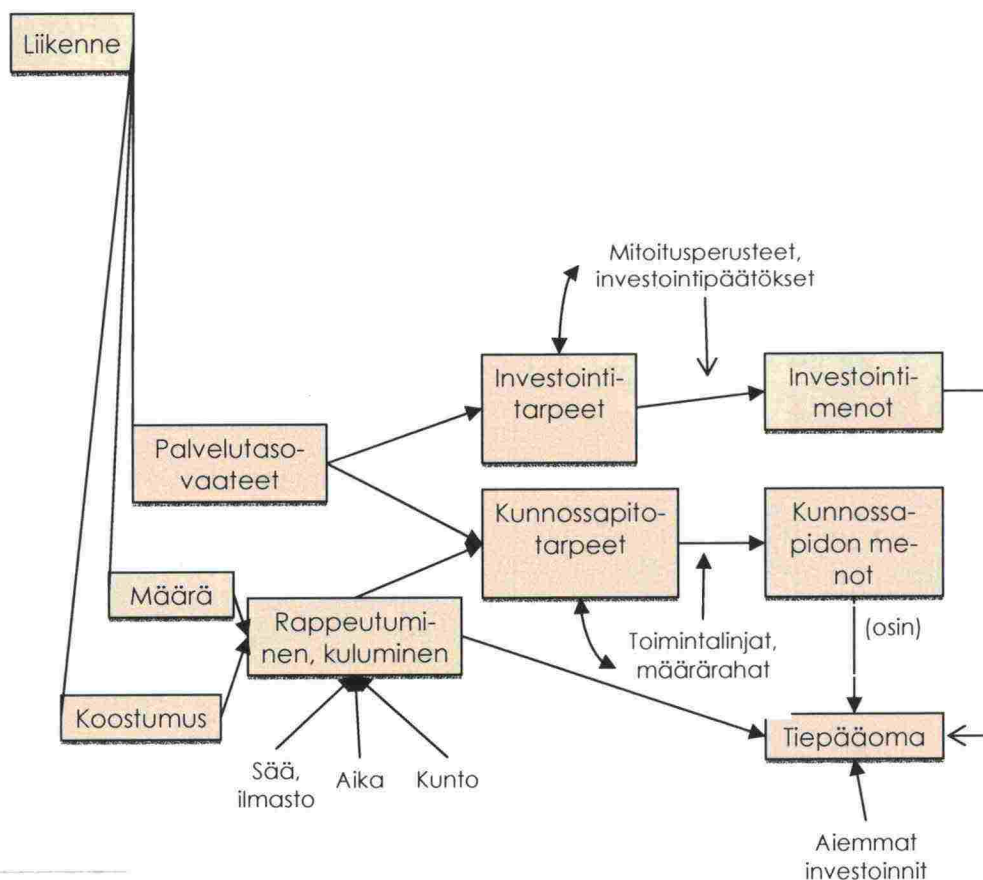
- talvihoidon kustannuksen sen perusteella, miten tiet jakautuvat talvihoitoluokkiin
- kesähoidon kustannukset sen mukaan, miten ne jakautuvat pääteille ja alempiasteisille teille, taajamateille ja valaistuille teille
- päällystettyjen teiden kunnossapidon kustannukset tiepituuden sekä päällystettyjen teiden ylläpidon ohjausjärjestelmän (HIPS) tulosten perusteella
- sorateiden kunnossapidon kustannukset sorateiden pituuden mukaan
- siltojen kunnostamisen kustannukset tiepituuden ja siltapinta-alan mukaan
- liikenneympäristön parantamisen kustannuksista 60 prosenttia pääteille ja 40 prosenttia alempiasteisille teille
- tieverkon kehittämishankkeiden kustannukset pääteille KVL-jakauman mukaan.

## KOHDENNUSTEN PERUSTELUJA

Tässä liitteessä esitetään olennaisimpia kohdentamisperiaatteiden asiantuntijatyönä tehtyyn määrittelyyn vaikuttaneita seikkoja.

### Yleiskuva

Tienpidon kulujen tasoon liittyvät liikenteen määrän ja ominaisuuksien sekä olosuhdetekijöiden lisäksi voimakkaasti mitoitus-, palvelutaso- ja rahoituspäätökset (kuva L3.1). Näiden seikkojen vuoksi tienpidon kulut voivat vaihdella voimakkaasti eri tieluokissa, eri puolilla tieverkkoa ja eri ajanjaksoina.



Kuva L3.1. Tienpidon rahoitustasoon ja kuluihin vaikuttavia tekijöitä.

### Teiden liikennetekninen suunnittelu

Teiden suunnittelu jakaantuu kahteen pääryhmään, joita ovat liikennetekninen suunnittelu ja rakennetekninen suunnittelu.<sup>21</sup> Liikenneteknisen suunnittelun avulla väylän geometria sovitetaan liikennetarpeiden mukaisesti maastoon. Liikennetekninen mitoitus määrää väylän geometrian ja standardin eli

<sup>21</sup> Ks. mm. Teiden suunnittelu. TVL:n ohjeet. Kansio A. Alkuperäinen 1968 ja siihen tehtyjä päivityksiä 1985 saakka; Päälysteiden suunnittelu. Tielaitos. Tie- ja liikennetekniikka. Helsinki 1997; Tien rakenteellinen suunnittelu. Suunnitteluvaiheen ohjaus. TIEH 200029-4. 2004.

leveyden, linjauksen ja varusteiden määrän. Näistä voidaan käyttää yleisnimitystä palvelutaso. Korkealuokkaisten teiden liikennetekniset ominaisuudet ovat parempia ja alemman luokan teiden vaatimattomampia. Keskeisiä suunnitteluparametreja ovat tilantarve maastossa eli teialueen leveys ja geometriset elementit.

Yleisten teiden liikennetekninen suunnittelu pohjautuu *Teiden suunnitteluohjeisiin*. Suunnitteluohjeisiin tehdään aika ajoin muutoksia ja tarkennuksia. Perusohje on kuitenkin melko vanha, vuodelta 1968. Liikennetekninen suunnittelu voidaan jakaa kahteen pääosaan, joita ovat poikkileikkauksen suunnittelu ja tien suuntauksen suunnittelu.

Tien poikkileikkauksen liikenneteknisessä suunnittelussa pyritään poikkileikkaukselle määrittämään sellaiset ohjeliikenteen määrää, koostumusta, laattaa ja nopeutta vastaavat mitat, että riittävä ajoturvallisuus, ajomukavuus ja liikenteenvälityskyky saavutetaan (taulukko L3.2). Suunnittelulementit ovat:

- Ohjeliikenne
- Ohjenopeus
- Liikenneyksiköiden mitat
- Liikennetilä
- Liikenteenvälityskyky

Poikkileikkausten valinta tehdään yleensä normaali poikkileikkausten joukosta siten, että edellä mainitut suunnittelulementit on otettu huomioon.

Taulukko L3.2. Esimerkkejä tien poikkileikkausten valintaohjeista suunnitteluohjeissa 1968–1975.

| Ohjeliikenne (hay/vrk) | Ohjenopeus (km/h) | Poikkileikkaus (tien leveys/ajoradan leveys) |
|------------------------|-------------------|--|
| 9 000–30 000           | 100–120           | MN-2x11.75/7.5                               |
| 9 000–30 000           | 60–80             | I N-2x10.25/7                                |
| 6 000–9 000            | 100               | I N-13/7.5                                   |
| 3 000–6 000            | 100               | I N-10.5/7.5                                 |
| 3 000–9 000            | 60–80             | I N-12.5/7, I N-10/7                         |
| 600–3 000              | 50–80             | II N-8/7, II N-7/6                           |
| 100–600                | 40–80             | III N -7, III N-6, III N-5.5                 |

Poikkileikkauksen valinta on siis perinteisesti tehty ohjeliikenteen ja ohjenopeuden avulla. Ohjeliikenne käsitellään henkilöautoyksiköinä. Raskas liikenne on muunnettu ha-yksiköiksi muunnoskerroimilla, jotka ovat riippuneet tien mäkisyydestä. Vastavuuskertoimet ovat: HA/PA 1.0, KAIP/LA n\*2, Traktori ja useampiakselinen KA n\*3, missä n=tasaisessa maastossa 1.0, mäkisessä maastossa 1.5 ja erittäin mäkisessä maastossa 2.0.

Tien suuntauksen (geometrinen) suunnittelu on tien sovittamista maastoon ja sen geometrinen mittojen määrittämistä (taulukko L3.3). Tärkeimmät elementit siinä ovat:

- Pysähtymismatka
- Näkemät (pysähtymis-, kohtaamis-, ohitusnäkemä)
- Tielinjan elementit (suora, ympyränkaari, siirtymäkaari)
- Tasausviivan suunnittelu (suora, pyöristyskaari)
- Tien pinnan sivu- ja viettokaltevuus

Geometriset elementit vaikuttavat merkittävästi väylän rakentamisessa materiaalien laatuun ja siirtokustannuksiin. Siirtokustannuksia syntyy erityisesti maamassojen leikkaamisesta ja pengertämisestä.

*Taulukko L3.3. Esimerkkejä geometrisen suunnittelun ohjearvoista. Huom. liittymien kohdilla ohjearvot muuttuvat. Geometrian suunnittelussa otetaan huomioon useita eri tekijöitä, joita ei kaikkia luetella tässä.*

| Ohjenopeus | Näkemät (m)      |                 |              | Kaarresäteen ohjearvot (m) | Pyörästyskaari (m) |        |
|------------|------------------|-----------------|--------------|----------------------------|--------------------|--------|
|            | Pysähtymisnäkemä | Kohtaamisnäkemä | Ohitusnäkemä |                            | Kovera             | Kupera |
| 40         | 45               | 90              |              | 90–200                     | 600                | 450    |
| 50         | 60               | 120             | 400          | 150–300                    | 1 000              | 800    |
| 60         | 75               | 150             | 450          | 250–500                    | 1 500              | 1 500  |
| 70         | 95               | 190             | 500          | 350–700                    | 2 100              | 2 400  |
| 80         | 120              | 240             | 550          | 500–1 000                  | 2 800              | 3 900  |
| 90         | 150              | 300             | 600          | 750–1 500                  | 3 500              | 6 000  |
| 100        | 180              | 360             | 650          | 1 000–2 000                | 4 300              | 9 000  |
| 110        | 215              | 430             | 700          | 1 250–2 500                | 5 200              | 12 500 |
| 120        | 250              | 500             | 750          | 1 700–3 500                | 6 300              | 17 000 |
| 130        | 295              | 590             |              | 2 200–4 000                | 7 600              | 23 000 |
| 140        | 355              | 710             |              | 2 600–5 000                | 9 200              | 35 000 |

Tien geometrian suunnittelussa määrävin mitoituselementti on ohjenopeus. Valta-teillä sovelletaan ohjenopeutta 100–120 km/h ja alemmalla tieverkolla ohjenopeudet voivat olla myös alhaisempia. Ohjenopeuksien määräämät geometriset ohjearvot vaikuttavat väylän rakentamisen kustannuksiin merkittävästi. Lisäksi niihin vaikuttavat merkittävästi maaston mäkyisyys.

### Teiden rakennetekninen suunnittelu

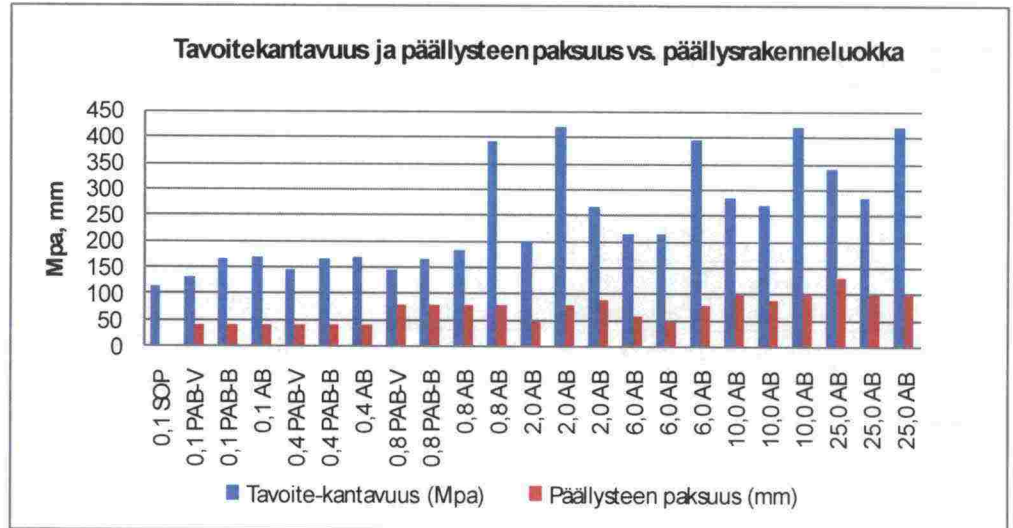
Teiden rakenneteknisen mitoituksen perustuu Tiehallinnon antamiin ohjeisiin, joista viimeisin on *Tierakenteen suunnittelu. Suunnitteluvaiheen ohjeistus. (TIEH 2100029-4)*. Suunnitteluohjeita muutetaan aika ajoin vastaamaan muuttuneita tarpeita ja ne eivät siten ole täysin vakiona pysyviä. Merkittäviä uudistuksia tehdään ohjeisiin 5-10 vuoden välein.

Tierakenteiden mitoituksessa on kolme erillistä näkökulmaa (kuva L3.4 ja taulukko L3.5), jotka ovat

- Geotekninen mitoitus
- Routamitoitus ja
- Kuormituskestävyysmitoitus.

Geotekninen mitoitus lähtee pohjaolosuhteista, jotka vaihtelevat kohdekohteelta, mutta ovat heikoimpia rannikkoseuduilla ja turvesuoalueilla. Routamitoituksen päätekijä on routasyvyys, joka kasvaa Etelästä Pohjoiseen mentäessä ja se vaikuttaa rakennekerrosten paksuutta kasvattavasti. Liikennekuormituksen määrää sekä raskaan liikenteen osuus ja koostumus että mitoituskakson pituus, jotka ovat korkealuokkaisilla teillä suurempia kuin alemman luokan teillä.

Kaikkiin edellä lueteltuihin mitoitusvaiheisiin liittyy käytettävissä olevien rakennemateriaalien laatu ja ominaisuudet sekä tien standardi. Lopullinen palvelutaso asettaa tietyt vaatimukset kaikille mitoituksen vaiheille.



Kuva L3.4. Tierakenteiden mitoitusohjeiden mukainen tavoitekantavuus ja päällysteen paksuusvaatimus eri päällysrakenneluokille.

Taulukko L3.5. Päällystetyn tieverkon keskimääräiset kevätkantavuudet 2008 (MPa).

| KVL-lk          | Valta      | Kanta      | Seutu      | Yhdys      | Yhteensä   |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| >6000           | 535        | 562        | 499        | 424        | 531        |
| >1500           | 389        | 359        | 371        | 318        | 369        |
| >350            | 296        | 299        | 260        | 228        | 244        |
| <350            |            |            |            | 200        | 200        |
| <b>Yhteensä</b> | <b>443</b> | <b>355</b> | <b>293</b> | <b>235</b> | <b>303</b> |

Geotekninen mitoitus ja routamitoitus on tehtävä joka tapauksessa riippumatta siitä miten paljon raskasta liikennettä tiellä on sen mitoitusajana. Näiden näkökulmien huomiointi voidaan kohdentaa liikennesuoritteiden pohjalta. Kuormituskestävyyden mitoituksen pohjana on kuormituskertaluku. Kuormituskestävyyden kustannusten jakomallin pohjana voidaan käyttää KKL-kertymää ja sen jakaantumista eri ajoneuvoryhmille.

### Päällysteiden ylläpidon kustannusten kohdentuminen

Ohessa on esitetty tarkemmin päällysteiden ylläpidon kustannusten aiheutuminen ja kohdistuminen riskianalysipohjaisten analyysien pohjalta (taulukko L3.6). Päällysteiden ylläpito jaetaan perinteisesti pintakunnon ylläpitoon ja rakenteiden parantamiseen.

Päällysteiden uusimisen kustannuksia aiheuttaa pääasiassa urautumisesta, epätasaisuudesta ja pintavaurioista. Pintakarkeuden takia ei käytännössä tehdä toimenpiteitä ja sen merkitys on häviävän pieni.

Päällysteiden uusimisen laskennallisista kustannuksista, 70 M€/v, keskimäärin 73 % aiheutuu urautumisesta, 19 % epätasaisuudesta ja 8 % pintavaurioiden suuresta määrästä. Urautumisen osuus on suurempi ja muiden vastaavasti pienempi vilkasliikenteisillä verkoilla kuin vähäliikenteisillä verkoilla. (Huom. vaurionopeudesta ja muusta rakenteellisesta kunnosta aiheutuvat ylläpidon kustannukset eivät sisälly tähän tarkasteluun).



Päällysteiden uusimisen kokonaiskustannuksista, 70 M€/v, noin 51 M€/v aiheutuu siis urautumisesta, 13 M€/v epätasaisuudesta ja loput 5 M€/v vaurioista.

Taulukko L3.6. Päällysteiden uusimisen laskennalliset kustannukset vuonna 2006.

| KVL    | Ylläpito 70 M€/v |              |              | Yhteensä |
|--------|------------------|--------------|--------------|----------|
|        | Urautuminen      | Epätasaisuus | Pintavauriot |          |
| >12000 | 86 %             | 12 %         | 2 %          | 14       |
| >6000  | 84 %             | 12 %         | 4 %          | 10       |
| >3000  | 93 %             | 3 %          | 4 %          | 10       |
| >1500  | 84 %             | 16 %         | 1 %          | 10       |
| >800   | 66 %             | 15 %         | 19 %         | 5        |
| >350   | 42 %             | 32 %         | 26 %         | 10       |
| >200   | 75 %             | 19 %         | 5 %          | 4        |
| >100   | 58 %             | 36 %         | 6 %          | 4        |
| <100   | 52 %             | 41 %         | 7 %          | 4        |
| Yht.   | 73 %             | 19 %         | 8 %          | 100 %    |
| M€/v   | 51               | 13           | 5            | 70       |

Kun lasketaan yhteen sekä päällysteiden uusimisen että rakenteiden parantamisen kustannukset saadaan eri syistä johtuvien kustannusten osuudet eri liikennemääräluokissa taulukon L3.7 mukaisiksi. Kokonaisuudessaan ylläpidon kustannukset olivat 132 M€/v, mistä urautumisesta johtui 51 M€, epätasaisuudesta 13 M€ ja pintavaurioista (sekä vaurioiden taso että vaurionopeus) 68 M€.

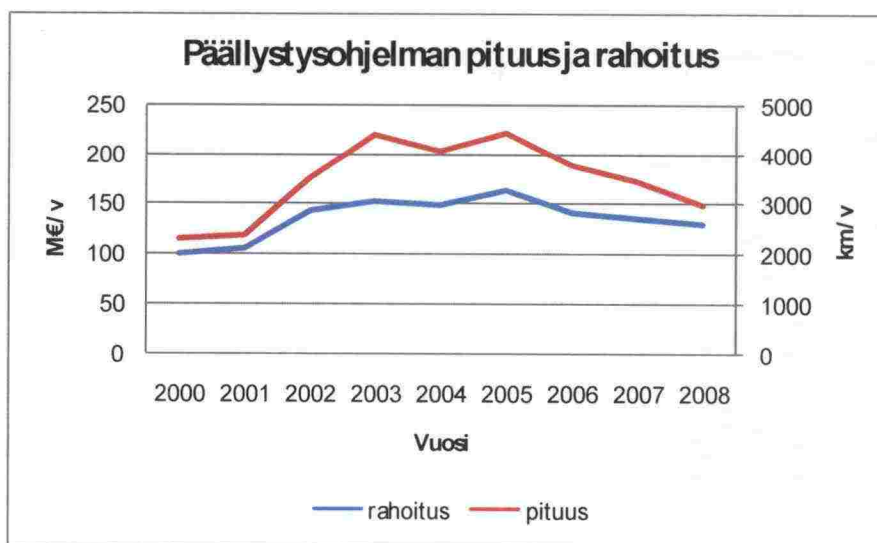
Kun nyt käytetään sitä tietoa, että urautumisesta noin 75 % johtuu nastarengaskulutuksesta ja 25 % raskaan liikenteen aiheuttamasta deformaatiosta saadaan urautumisesta johtuvaksi kustannusosuudeksi HAPA-ajoneuvoryhmälle keskimäärin 29 % ja muille ajoneuvoille keskimäärin 10 % (kustannuksesta 51 M€/v).

Muista syistä, epätasaisuus (13 M€), pintavauriot (5 M€) ja vaurionopeus (62 M€), johtuvien kustannusten jakomalli on vastaavasti perustettava kaikille ajoneuvoryhmille mutta muilla perusteilla.

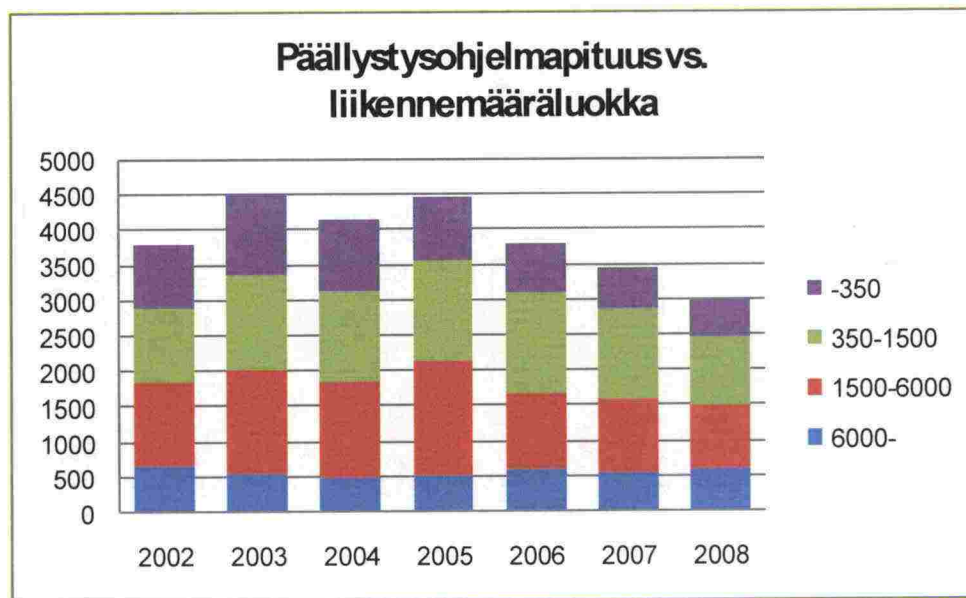
Taulukko L3.7. Päälysteiden ylläpidon (uusiminen ja rakenteen parantaminen) laskennalliset kustannukset vuonna 2006.

| KVL    | Ylläpito 70 M€/v + 62 M€/v |                   |                   | Yhteensä | Urautumisesta |                      |
|--------|----------------------------|-------------------|-------------------|----------|---------------|----------------------|
|        | Urautu-<br>minen           | Epä-<br>tasaisuus | Pinta-<br>vauriot |          | HAPA<br>75%   | KALA+<br>KAPE<br>25% |
| >12000 | 81 %                       | 11 %              | 8 %               | 15       | 61 %          | 20 %                 |
| >6000  | 79 %                       | 11 %              | 9 %               | 10       | 60 %          | 20 %                 |
| >3000  | 67 %                       | 2 %               | 31 %              | 13       | 50 %          | 17 %                 |
| >1500  | 50 %                       | 9 %               | 41 %              | 16       | 37 %          | 12 %                 |
| >800   | 22 %                       | 5 %               | 73 %              | 14       | 16 %          | 5 %                  |
| >350   | 16 %                       | 12 %              | 72 %              | 27       | 12 %          | 4 %                  |
| >200   | 22 %                       | 6 %               | 72 %              | 15       | 17 %          | 6 %                  |
| >100   | 18 %                       | 12 %              | 70 %              | 14       | 14 %          | 5 %                  |
| <100   | 23 %                       | 18 %              | 59 %              | 8        | 17 %          | 6 %                  |
| Yht.   | 39 %                       | 10 %              | 51 %              | 100 %    | 29 %          | 10 %                 |
| M€/v   | 51                         | 13                | 68                | 132      | 38            | 13                   |

Päällystysohjelmien pituus on vaihdellut kuluvalle vuosikymmenellä välillä 2300–4500 km/v ja sitä vastaavat kustannukset välillä 100–160 M€/v (kuva L3.8). Vuosikymmenen alussa päälysteiden kunto alkoi ylläpidon alhaisen volyymin takia heiketä ja vuonna 2003 siihen alettiin panostaa aiempaa enemmän. Aikavälillä 2003–2007 päälysteiden kunto on lievästi parantunut. Päälysteiden kunnan ennallaan pysymisen taso on siten päällystysvolyymin lä arvioituna noin 3500 km/v ja kustannuksina arvioiden noin 130 M€/v (kuva L3.9).



Kuva L3.8. Päällystysohjelman toteutunut pituus ja kustannukset 2000-2008 (Lähde: PMSpro 2009).



Kuva L3.9. Päällystysohjelman toteutunut pituus liikennemääräluokittain 2002–2008 (Lähde: PMSpro 2009).

### Muutokset nastarengaskulutuksessa

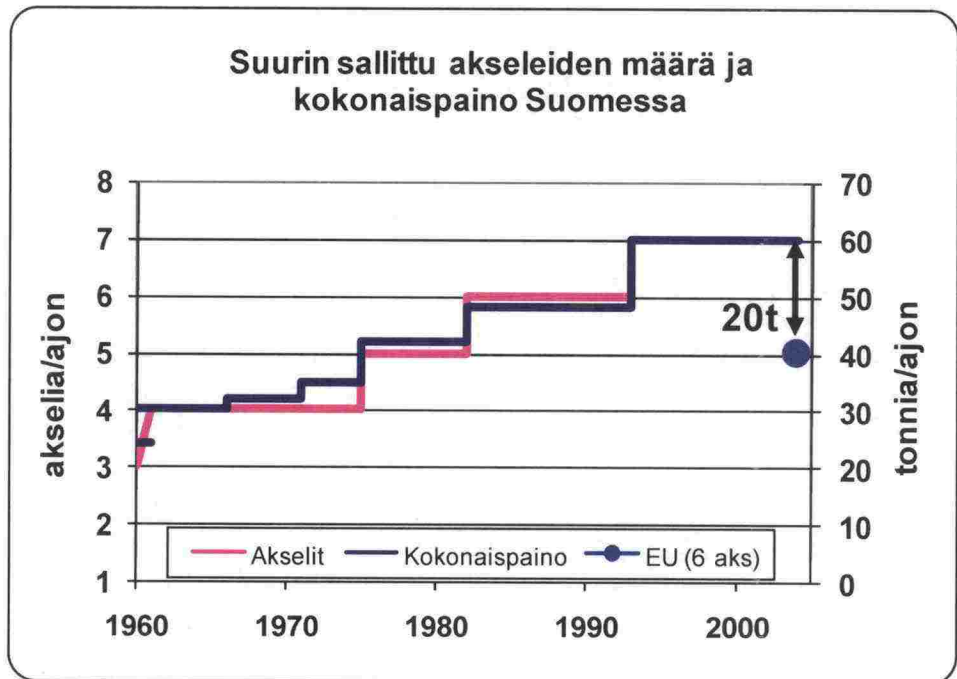
Ajosuoritteiden ja tienpidon kulujen väliset suhteet muuttuvat, esimerkkinä henkilöautojen päällysteiden kuluttavuuteen vaikuttavien tekijöiden kehitys (taulukko L3.10). Suurimpia nastakulutusta lisääviä tekijöitä ovat olleet viimeisten 15 vuoden aikana ajoneuvojen omamassan, rengaspainesuosittelusten sekä liikennesuoritteiden kasvu. Vastaavasti nastakulutusta pienentäviä tekijöitä ovat olleet mm. talvinopeusrajoituskäytäntö, paremmat asfalttipäällysteet sekä nastarengasmääräysten (nastojen lukumäärä, koko ja pistovoima) muuttuminen.

Taulukko L3.10. Henkilöautojen kuluttavuuden muutos 1990–2003, arvio (VTT 2004).

| Tien pinnan kuluttavuuteen vaikuttava tekijä | Muutos 1990–2003, % |
|--|---------------------|
| Ajoneuvojen omamassa kasvu                   | +25                 |
| Rengaspainesuosittelusten nosto              | +10                 |
| Ajonopeuksien kasvu                          | + 3                 |
| Liikennesuoritteiden kasvu                   | + 18                |
| Rengasprofiilisuhteen pieneneminen           | - 13                |
| Talvinopeusrajoitusten käyttöönotto          | - x                 |
| SMA -päällysteet                             | - x                 |
| Nastojen painon pieneneminen                 | - 45                |

### Raskaan liikenteen tiestörasitus

Raskaiden ajoneuvojen kuluttavuutta ovat muuttaneet muun muassa kokonaisuusajoneuvojen nousu, ilmajousituksen lisääntyminen, rengastuksen ja rengaskokojen muutokset sekä yhdistelmien akselilukumäärän lisäys (esim. El-seifi ym. 2005). Eri tekijöiden vaikutukset voivat olla rasitusta lisääviä tai vähentäviä. Esim. kokonaispainojen nousu (kuva L3.11) vaikuttaa tietyissä tienkohdissa negatiivisesti aiheuttaen deformaatiota ja painumia, mutta toisaalta myös rasitusta vähentäen, koska suuremmilla kuljetusyksiköillä tarvitaan vähemmän ylityskertoja. Akseleiden lukumäärän kasvu toisaalta kasvattaa kuljetuskapasiteettia, mutta toisaalta sallii ns. super-single-rengastuksia, joiden tiestörasitus on paripyörärengastusta merkittävästi suurempi.



Kuva L3.11. Täysperävaunullisen kuorma-auton suurin sallittu kokonaispaino ja akselien lukumäärä 1960–2005 Suomessa.



ISSN 1457-9871  
ISBN 978-952-221-187-3  
TIEH 3201125