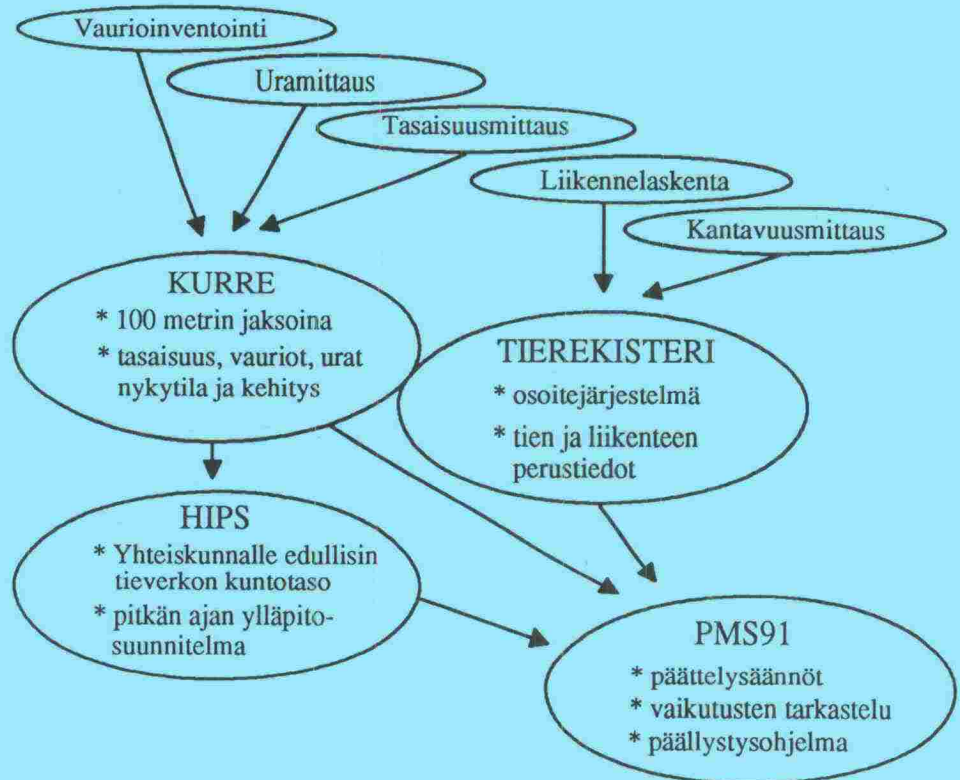


Tielaitos

Jukka Yliherva

Päällystetyn tieverkon kuntomittaukset ja hallintajärjestelmät



Tielaitoksen
sisäisiä
julkaisuja

10/1993

Helsinki 1993

Tutkimuskeskus

Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja
10/1993

Jukka Yliherva

**Päällystetyn tieverkon kuntomittaukset
ja hallintajärjestelmät**

Tielaitos
Tutkimuskeskus

Helsinki 1993

TIEL 4000028
Painatuskeskus Oy
Helsinki 1993

Julkaisua myy:
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus,
painotuotemyynti
Telefax (90) 1487 2698

Tielaitos

Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puh. vaihde (90) 148 721

Asiasanat: Päälystettyjen teiden hallintajärjestelmät, Tien pintakunto

TIIVISTELMÄ

Tielaitoksessa on kehitetty tiestön kunnon mittareita ja mittausmenetelmiä sekä kuntotietojen hyväksikäyttöjärjestelmiä eli ns. PMS-järjestelmiä (Pavement Management System), joita käytetään apuna teiden ylläpitotoimenpiteiden suunnittelussa ja ajoituksessa. Viime vuosina edellämainitut mittarit, menetelmät sekä järjestelmät ovat kehittyneet nopeasti.

Tässä raportissa käydään läpi päälystetyn tieverkon hallintaan liittyviä näkökulmia ja ongelmia sekä esitetään Tielaitoksen tavat ja menetelmät näiden asioiden hallitsemiseksi.

Päälystetyn tien pintakunto määritetään päälystevaurioiden, pituus-suuntaisen tasaisuuden ja uraisuuden avulla. Lisäksi mitataan kanta-vuutta ja erilaisia yleistietoja, kuten liikennemäärätietoja.

Raportissa on tarkasteltu pintakuntoa kuvaavia muuttujia sekä niiden merkitystä tien käyttäjän-, tienpitäjän- ja yhteiskunnan näkökulmista. Päälystettyjen teiden eri pintakuntotiloille on määritetty raja-arvot ja sanalliset kuvaukset sekä laadittu ajanmukaiset ohjekriteerit päälysteen uusimiselle tai tien muulle kunnostamiselle sekä tielaitoksen että ASTO:n tutkimuksissa. Näiden projektien tuloksia käytetään hyväksi PMS-järjestelmissä.

Päälysteen pintakuntoa kuvaavat tiedot kerätään järjestelmällisesti vähintään 3-vuotiskierrolla. Tarkka nykytilan tunteminen mahdollistaa toiminnot strategisesta suunnittelusta päälysteohjelman suunnitteluun. Järjestelmien avulla voidaan ennustaa ja tarkastella päälystyskohteiden vaikutusta tieverkon kuntoon.

Sisältö	
1 YLEISTÄ	7
2 INSINÖÖRITYÖN TAVOITE JA TARPEELLISUUS	7
3 YLEISTÄ PÄÄLLYSTEEN PINTAKUNNOSTA	8
3.1 Tienkäyttäjän näkökulma	8
3.2 Tienpitäjän näkökulma	9
3.3 Yhteiskunnallinen eli kansantaloudellinen näkökulma	10
4 PÄÄLLYSTEEN KUNTOTASOA KUVAAVAT MUUTTUJAT	10
4.1 Urat	10
4.1.1 Uraisuus eli poikittainen epätasaisuus	12
4.2 Tien pituussuuntainen epätasaisuus	13
4.3 Vauriot	15
4.3.1 Vauriotyypit	15
4.3.2 Vaurioinventoinnin merkitys	21
4.4 Tierakenteen kantavuus	22
4.4.1 Kantavuusmitoitus	22
4.4.2 Kantavuuden mittaus	22
4.4.3 Tien rakenteellinen kunto	23
4.4.4 Tuloksiin vaikuttavia näkökulmia	24
4.4.5 Kantavuuden käyttö pms-järjestelmissä	24
5 TOIMINNANSUUNNITTELUN PÄÄPIIRTEET	25

5.1 Tielaitoksen suunnittelujärjestelmä	25
6 PÄÄLLYSTETTYJEN TEIDEN YLLÄPIDON HALLINTAJÄRJESTELMÄT	26
6.1 Tierekisteri	27
6.2 Kuntotietorekisteri (KURRE)	27
6.3 HIPS	32
6.4 Tiepiiritason suunnittelujärjestelmä (PMS91)	34
6.4.1 Pms-ohjelman toimintalogiikka	36
6.4.2 Päällystysohjelmien vertailu	37
6.5 Tulostavoitteiden tietotuki	39
7 JÄRJESTELMISTÄ SAATAVA HYÖTY	40
8 SEURANTA	40
8.1 Yleistä	40
8.2 Kuntoennusteet ja toteutumat	41
9 LOPUKSI	42

1. YLEISTÄ

Suomen teitä käyttää noin 2.2 miljoonaa autoa. Niille kertyy vuositasona noin 26 mrd ajokilometriä päällystetyillä teillä, ja tätä vastaavat liikenteen kustannukset ovat n. 50 mrd markkaa. Teiden kunnossapidolla voidaan vaikuttaa merkittävästi tähän kustannuserään.

Tienkäyttäjän kannalta tien päällysrakenteen kunto on tien välittömin ja tärkein elementti vaaka- ja pystygeometrian ohella. Kansantaloudelliset ja liikenneturvallisuustekijätkin puoltavat päällysteen riittävän hyvää kuntoa. Päällystystarvetta määriteltäessä pyritään löytämään yhteiskunnallinen optimi eli pyritään saamaan kokonaiskustannukset mahdollisimman pieniksi. Tietenkin päällysteen kuntotason on oltava sellainen, että tienkäyttäjä tuntee ajamisensa turvalliseksi ja riittävän mielekkääksi.

Päällystettyä tiestöä on Suomessa noin 47 000 km ja näinkin suuren kilometrimäärän hallitsemiseen ja siihen liittyvään rahoituksen kohdistamiseen on kehitetty erilaisia ATK-ohjelmia, jotka auttavat järjestelmällisesti päällysteohjelmointiin liittyvissä ongelmissa.

2. INSINÖÖRITYÖN TAVOITE JA TARPEELLISUUS

Tässä insinööriyössä käydään läpi päällystetyn tieverkon ylläpidon hallintaan liittyviä asioita. Teos pohjautuu asiantuntijoiden haastatteluihin, tielaitoksen tutkimuksiin sekä kirjoittajan omiin näkemyksiin. Työn ovat koordinoineet tiehallituksen Kari Hiltunen, Pertti Virtala ja Tuomas Toivonen.

Tähän mennessä on tielaitoksen puitteissa laadittu päällysteohjelmointiin liittyvää kirjallisuutta sen omilta erikoisaloilta. Tehdyt tutkimukset ja teokset ovat suuntautuneet lähinnä asioiden parissa joka päivä työskenteleville. Näistä syistä on tarpeellista tehdä työ, joka antaa aiheeseen liittyvistä termeistä, aiheista ja ongelmista selvän kuvan laitoksen sisällä tapahtuvan kommunikoinnin helpottamiseksi ja ymmärtämiseksi. Kehityksen kannalta on myös olennaista, että kun laitoksen tekninen henkilökunta on perillä tämän hetken "systeemistä", poikii se todennäköisemmin uusia parannusideoita tutkittavaksi.

3. YLEISTÄ PÄÄLLYSTEEN PINTAKUNNOSTA

Tien pinta on jatkuvasti erilaisten kuormitusten ja rasiusten kohteena. Liikenteen tuottama kuormitus ja ilmastollisten tekijöiden rasitukset aiheuttavat sen, että päällysteen pinta vaurioituu tavalla tai toisella. Nämä vaurioitumisilmiöt vaikuttavat ajomukavuuteen ja liikenneturvallisuuteen sekä taloudellisuuteen. Tien kuntoa voidaan tarkastella kolmesta eri näkökulmasta:

1. Tienkäyttäjät
2. Tienpitäjä
3. Kansantalous

Pintakunto käsitteenä kuvaa päällysteen kuntotasoja eli sitä missä kunnossa kulutuskerros on. Kuntotason määrittämiseksi on alettu mitata tiessä ilmeneviä päällystevaurioita, urautumista ja epätasaisuuksia. Näihin edellä mainittuihin ilmiöitä kuvaaviin muuttujiin palaan kappalessa 4.

3.1. Tienkäyttäjän näkökulma

Pintakunto tienkäyttäjän kannalta on sitä, miten miellyttäväksi ajaminen koetaan tiellä liikuttaessa. Tähän vaikuttavat pääosin tien tasaisuus ja urat. Vauriot koetaan haitallisiksi vasta, kun ne ovat riittävän suuria.

Urien on todettu vaikuttavan ajomukavuuteen ajonopeutta ja varsinkin sadekelin liikenneturvallisuutta alentavasti. Toisaalta kuivalla kelillä syvien urien on todettu alentavan ajonopeuksia ja sitä kautta jopa parantavan liikenneturvallisuutta.

Tien pituussuuntainen epätasaisuus on toinen merkittävä tekijä, joka vaikuttaa ajomukavuuteen, ja tätä kautta liikenneturvallisuuteen tienkäyttäjän mm. stressin muodossa. Toisaalta taas tietyn taajuuden omaava epätasaisuus vaikuttaa ajonopeuteen alentavasti ja tätä kautta liikenneturvallisuus paranee. Kaiken kaikkiaan tien epätasaisuus aiheuttaa taloudellisia lisäkustannuksia johtuen ajoneuvon ja polttoaineen ylimääräisestä kulumisesta.

Erityyppiset päällysteen pinnassa esiintyvät vauriot tienkäyttäjä kokee haitalliseksi vasta, kun vaurioita on paljon ja niihin liittyy deformaatiota tai purkautumiskuoppia. Edellä mainitut syyt aiheuttavat välittömän epämukavuuden tunteen ja välillinen epämukavuus tulee taas väistelyn tarpeen kasvuna. Lisäksi päällysteen ulkonäkö huononee, mikä taas luo vaikutelman välinpitämättömyydestä varsinkin rakennetussa ympäristössä.

3.2. Tienpitäjän näkökulma

Syvät urat ilman riittäviä poikki- tai pituuskaltevuuksia keräävät vettä ja näin ollen lisäävät päällysteen kulumista. Tämä taas vaikuttaa taloudellisuuteen sillä uudelleen päällystämishetki tulee lähemmäksi.

Päällysteen urat koetaan myös erittäin hankalina talvikunnossapidossa. Polanteen poistoon käytettävä höylän terä ei mukaudu uriin ja näin ollen on vaikeampi tarjota tienkäyttäjälle turvallista tietä.

Epätasainen tien pinta lisää päällysteeseen ja koko tien rakenteeseen kohdistuvia rasituksia. Epätasaisuuksista johtuvat iskumaiset kuormituslisäykset rikkovat päällysteen pintaa ja näin ollen uudelleen päällystäminen- tai muunlainen korjaamisajankohta on lähempänä eli taas päädytään taloudellisuuskysymyksiin.

Tien pinnassa esiintyvät vauriot ovat tienpitäjän kannalta myös pulmallisia ja epätaloudellisia korjata. Päällysteessä ilmenevät vauriot päästävät vettä läpi tierakenteeseen, joka tätä kautta menettää kantavuutta ja saa muitakin haitallisia sivuvaikutuksia, lisäksi yhtenäinen kantava laatta katkeilee ja rakenne menettää kantavuutta. Näiden syiden takia tie on alttiimpi epätasaisuuksien ja painumaurien synnylle. Kun jokin vauriotyyppi saa alkunsa, on sen luonteelle ominaista, että vaurio kasvaa vauhdilla eli päällysteen pintaa tuhoutuu ja taas on uudelleen päällystäminen- tai korjaamisajankohta lähempänä.

Näitä vaurioiden ilmentymisiä ja vuorovaikutussuhteita on kuvattu tarkemmin mm. Tielaitoksen julkaisussa "Tieverkon ylläpidon ohjausjärjestelmät" (otostiet ja rappeutumismallit) numerossa 53/1991 ja "Päällystetyn tien kuntoennusteet" numerossa 35/1992.

3.3. Yhteiskunnallinen eli kansantaloudellinen näkökulma

Yhteiskunnan kannalta vaikutukset ovat moninaiset mutta taloudelliselta pohjalta ajateltuna tienkäyttäjän ja tienpitäjän yhteiskustannukset on saatava minimiin. Jos ajatellaan esim. kuljetusten aikakustannuksia, liikenneonnettomuuksia ja muitakin liikenteen aiheuttamia kustannustekijöitä, on selvää, että näillä asioilla on selkeä vaikutus yritysten kustannusrakenteeseen ja tätä kautta yhteiskunnan toimivuuteen sekä kilpailukykyyn kansainvälisillä markkinoilla.

4. PÄÄLLYSTEEN KUNTOTASOA KUVAAVAT MUUTTUJAT

Tien kunnossapitotarvetta kuvaavia tekijöitä ovat urasyvyys, tasaisuus, vauriot ja kantavuus.

4.1. Urat

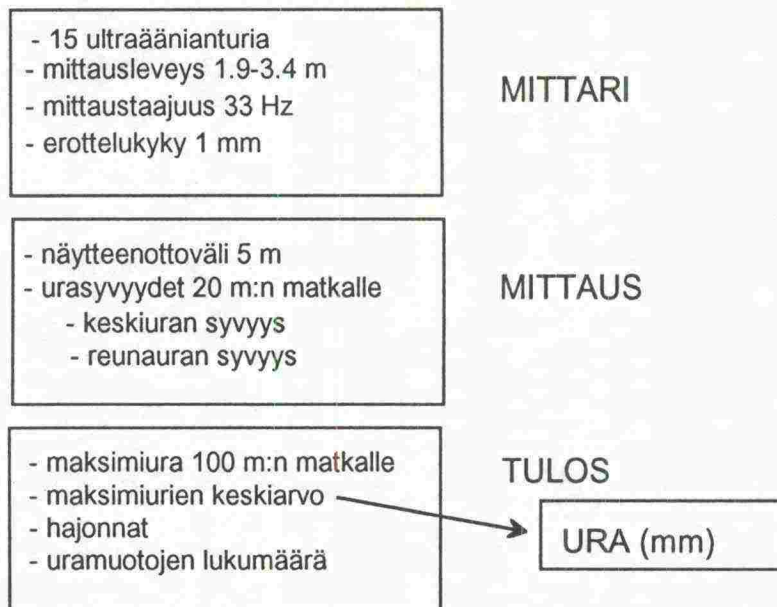
Tiestön tasaisuutta ja uraisuutta mitataan erityisellä autolla, johon on asennettu mittareita ja jota kutsutaan palvelutasomittariksi (PTM-auto). Uramittaus tapahtuu normaalilla ajonopeudella liikkuvasta PTM-autosta, jonka etupuskuriin on kiinnitetty 15 ultraäänianturia, jotka mittaavat tien pinnan etäisyyttä anturitasosta. Urasyvyys tuotetaan aina kullekin 100 m:n osuudelle. Urasyvyyteen tarvittavat näytteet otetaan tiestä 5 m:n välein ja saaduista tiedoista lasketaan ensin ura-arvot kullekin 20 m:n osuudelle molemmille ajourille ja niiden maksimiarvojen keskiarvona lopulliset arvot kullekin sadalle metrille.

Ajourien urasyvyudet kertovat sen, kuinka pahasti tie on joko kulumatai painumaurautunut. PTM-mittari tuottaa tien poikittaisesta profiilista myös muita muuttujia mm:

- maksimi ura / 100 m
- eri uramuotojen lkm/100 m
- uramuotojen urasyvyyksien keskiarvo ja hajonta
- keski- ja reunaurien keskiarvo ja hajonta.

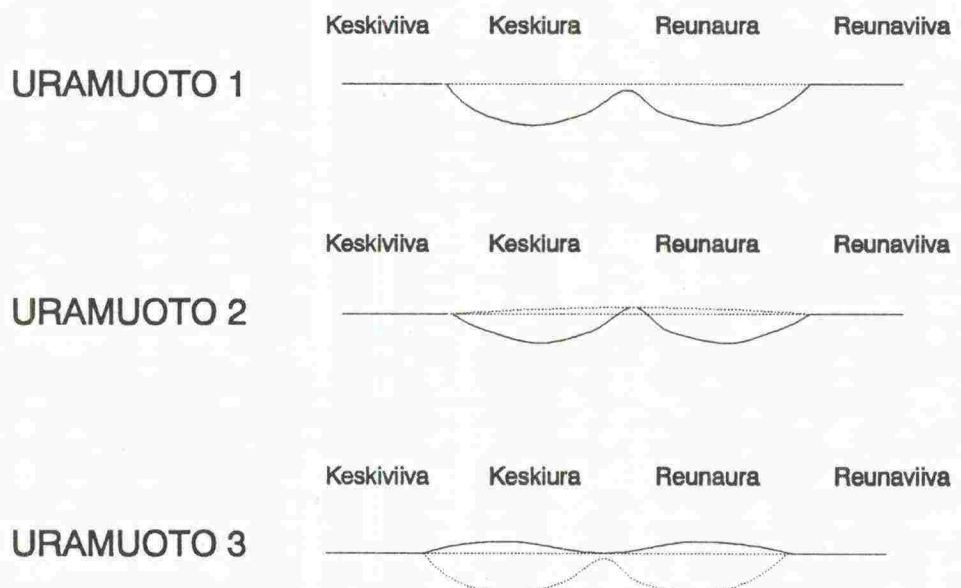
Kuvassa 1 on esitetty uran muodostuminen kaavion avulla.

Kuva 1: uran muodostus.



Uramuodot jaetaan pääsääntöisesti kolmeen eri ilmentymään. Jokainen poikkileikkaushavainto, joka edustaa 20 m:n pituista jaksoa, määräytyy uramuodoiksi 1, 2 tai 3. Havaintojen määräytyminen eri uramuotoihin tapahtuu ohjelmallisesti ja jokaiseen 100 m:n jaksoon voi sisältyä kaikkia eri uramuotoja. Eri uramuodot antavat omalta osaltaan kuvan tien päällysteestä ja sen rungosta sekä tietä käyttävästä liikenteestä. Alla olevassa kuvassa 2 on esitetty eri uramuodot.

Kuva 2: Uramuodot.



Tielaitoksessa vietiin läpi **kuntoluokitusprojekti**, jonka tuloksena muodostettiin tärkeimmille päällystettyjen teiden pintakuntoa kuvaaville muuttujille luokitus ja raja-arvot. Luokituksessa on määritelty, miten monta luokkaa tarvitaan kuvaamaan koko kunto-skaalaa ja miten muodostetut luokat voidaan kuvata.

Alla olevassa taulukossa 1 on kuntoluokitusprojektin tuloksia nopeusrajoituksittain. Taulukon numeroarvot ovat urasyvyysarvoja millimetreinä, aina 100 m:n jaksolle laskettuna.

NOPEUSRAJOITUS	HYVÄ	TYYDYTTÄVÄ	HUONO
YLI 100 KM / H	< 14	14 - 19	>19
70 - 80 KM/H	< 18	18 - 23	>24
ALLE 60 KM/H	< 21	21 - 26	>26

Alla esitetyssä taulukossa 2 esitetään sanallisia kuvauksia ja luokkajajvoja uramuuttujan perusteella, joihin kuntoluokitusprojekti päättyi.

LUOKKA	KUVAUS (Ajomukavuustuntuma, toimenpidetarve perusnopeusrajoituksen tiellä) (kv<9000 ajon/vrk, sivukaltevuus riittävä).	URARAJAT 80 km/h (mm)
Hyvä	Tienkäyttäjä ei kiinnitä huomiota uriin. Urat eivät vaikuta sanottavasti ajolinjoihin eikä ajonopeuksiin.	<= 18
Tyydyttävä	Tiessä havaittavat urat. Sateisella kelillä vaikuttavat jos-sain määrin ajolinjojen valintaan ja ajonopeuksiin. Toimenpiteisiin varauduttava 1-3 vuoden kuluessa.	19-24
Huono	Tie erittäin urainen. Urat vaikuttavat sekä ajolinjojen valintaan että ajonopeuksiin. Sateisilla keleillä ajettaessa vesiliirron vaara. Välitön toimenpidetarve.	>=25

4.1.1. Uraisuus eli poikittainen epätasaisuus

Kesto- ja kevytpäällysteet urautuvat eri tavoin johtuen päällysteiden erilaisista luonteista. Kevytpäällysteille saadaan nk. uraisuustieto, joka lasketaan reuna-anturoiden määrittelemästä tasosta etäisyyspoikkeamien itseisarvojen keskiarvona. Tunnusluku kuvaa mm. reunapainuman suuruutta.

4.2. Tien pituussuuntainen epätasaisuus

Tasaisuusmittaus tapahtuu PTM-autolla yhtäaikaan uramittauksen kanssa. Tasaisuuden indikaattorina toimii mittausauton etupuskurin oikeassa reunassa oleva laseranturi, joka mittaa auton rungon etäisyyttä tien pinnasta. Etäisyyden näytteenotto suoritetaan ajon aikana 4 cm:n välein. Saatu etäisyysingaali käsitellään ja siirretään autossa olevaan mikrotietokoneeseen.

Tasaisuuden mittauksessa muodostetaan ensin kuva tien pinnan profiilista. Sen jälkeen saatuun laskennalliseen profiiliin sijoitetaan kulkemaan tietyt massa-, jousi- ja rengastekijät omaava standardiajoneuvo (ei siis mittausauto) nopeudella 80 km/h (ei siis sillä nopeudella, jolla mittausauto liikkuu). Tasaisuutta kuvaavat tunnusluvut muodostetaan laskemalla, miten laskennalliseen profiiliin sijoitettu tietty laskennallinen ajoneuvo käyttäytyy.

Edellä mainitusta mittauksesta saadaan useita epätasaisuutta kuvaavia tunnuslukuja, joista tärkein on IRI-arvo (International roughness index), joka on yleisesti hyväksytty ajomukavuutta kuvaava tunnusluku. Se lasketaan standardiajoneuvon rungon heilahdusten summana 100 m:n jaksolle ja sen yksikkönä on mm/m. Saatuun tunnuslukuun ei siis vaikuta mittausauton jousitus- ym ominaisuudet eikä mittausnopeus. Tien tasaisuus on sitä parempi mitä pienempi IRI-luku on. IRI-lukemaan pääsevät vaikuttamaan aallonpituudeltaan 0,3-30 metriä pitkät epätasaisuudet.

Muita mittauksessa syntyviä hyväksikäytettäviä tunnuslukuja ovat mm:

- heittojen ja painumien lukumäärä kiihtyvyyden ja aallonpituuden mukaan kahdeksassa eri luokassa (kpl/100 m).
- standardiajoneuvon maksimikiihtyvyyden arvo (m/s²) ja sen paikka 100 m:n osuudella.

Lisäksi PTM-auton mittausominaisuuksia käytetään hyväksi arvosteltaessa uusien päällysteiden tasaisuutta. Tällöin saadaan nk. IRI-4 arvo ja PI eli poikkeamaindeksi. IRI-4 on muuten kuin IRI-arvo, mutta yli 4 metriä pitemmät epätasaisuudet on suodatettu pois, joten arvo kuvaa

lähinnä päällystystyön onnistuneisuutta. Poikkeamaindeksi täydentää IRI-4 arvoa ja kertoo poikkeamat 4,8 m:n laudalla mitattuna 32 cm välein liikuteltuna.

Alla olevassa taulukossa 3 esitetään sanallisia kuvauksia ja luokkarajoja kun tiet jaetaan tasaisuuden mukaan "hyviin ja huonoihin" teihin (kuntoluokitusprojekti).

Taulukko 3: Päällystettyjen teiden tasaisuusluokitus ja keskimääräiset raja-arvot.

LUOKKA	KUVAUS (Ajomukavuus- ja epätasaisuustuntuma).	TASAIUSRAJAT (IRI) mm/m
Erittäin hyvä	Tasainen tie. Miellyttävä ajaa, ajonopeus karkailee.	$\leq 1,3$
Hyvä	Pääasiassa tasainen tie, loivia epätasaisuuksia ja satunnaisia poikittaisia epätasaisuuksia, jotka eivät häiritse ajomukavuutta. Sallittua ajomukavuutta helppo ylläpitää.	1,4-2,6
Tyydyttävä	Tie jonkin verran epätasainen. Satunnaisia lieviä heittoja. Ajonopeus useinmiten lähellä sallittua maksiminopeutta, ajaessa tien pintaa seurattava.	2,7-4,1
Huono	Tie epätasainen, runsaasti lieviä heittoja ja satunnaisesti suuria heittoja. Ajonopeus vaihtelee, ajolinjoja muuteltava, ajamiseen täytyy keskittyä. Ei houkuttele ohitukseen.	4,2-5,5
Erittäin huono	Tie epätasainen, runsaasti sekä lieviä että suuria heittoja. Matkustaminen epämukavaa, ajonopeus yleensä sallitun maksimin alapuolella. Vaurioita ja yksittäisiä epätasaisuuksia väisteltävä. Keskityttävä ajamiseen. Autoilija pyrkii käyttämään kiertotietä, jos sellainen on lähietäisyydellä.	$\geq 5,6$

4.3. Vauriot

Tiestön vaurioita mitataan päällystevaurioinventointimenetelmällä.

Mittaus tapahtuu esim. henkilöautosta kävelyvauhtia ajaen. Vauriot otetaan ylös ATK-avusteisesti. Auton kuljettaja kertoo koodajalle vauriotyyppin ja sen alkamiskohdan, jolloin vaurion alkamiskohta ja tyyppi tulee siirrettyä vaurioinventointiohjelmaan. Jos vaurio on sellainen, että se esiintyy vain lyhyen matkan, sidotaan vaurio juuri siihen tierekisteriosoitteeseen missä se on.

Käytännössä mittauksilla kerätään tieto kaikista päällysteessä ilmenevistä vaurioista. Vaurioinventointi suoritetaan keväällä kevätroudan aikana huhti- ja toukokuussa riippuen kevätroudan sulamisesta, koska roudan aiheuttamat vauriot näkyvät parhaiten silloin. Inventointi voidaan suorittaa vain jos tien pinta on kokonaan sula ja lumeton.

Tienpinnan tarkastelualueena on yleisesti liikenteelle altis osuus eli valkoisten reunaviivojen välinen osuus.

Kun saadut vauriotiedot sijoitetaan nk. vauriosummakaavaan, saadaan vastaukseksi rikkoontunut pinta-ala aina 100 m:ä kohti.

4.3.1. Vauriotyypit

Mitattavat vauriot ovat vuoden 1992 PVI-mittauksissa seuraavat:

- POIKKIHALKEAMAT (KPL)

- Poikkihalkeamiksi luetaan sellaiset halkeamat, joiden pituus on yli 2 metriä, poikkeama leveyssuunnassa < 0,5 metriä. Halkeaman syntymisen syitä:
 - 1. rakenteen ja päällysteen kutistuminen
 - 2. massa- tai työvirhe
 - 3. alusrakenteen routiminen

-PAKKASKATKOT (KPL)

- siisti, tiivis halkeama
- ei murentunut
- ei avoin
- ei tunnu epätasaisuutena autossa

- MUUT POIKKIHALKEAMAT (KPL)

- avoin
- murentunut
- mahdollinen kynnys, tuntuu autossa
- routinut tai murentunut pakkaskatko
- voi olla myös ISO halkeama

- PITUUSHALKEAMAT (M)

- Pituushalkeamiksi luetaan tien suuntaiset halkeamat ja vinot halkeamat. Pituushalkeamat inventoidaan halkeaman suunnassa metreinä, rinnakkaiset summataan.
- Pituushalkeamien syynä on tavallisesti epätasainen routanousu tai tierakenteen painuminen. Pituushalkeamia voi syntyä myös liian jyrkkien luiskien vaikutuksesta.

- PÄÄLLYSTESAUMAHALKEAMAT (M)

- Päällystesaumahalkeama on ajoradan päällystelaattojen saumakohtiin tullut halkeama, yleensä keskellä ajorataa. Halkeama inventoidaan metreinä kuten normaali pituushalkeamakin. Halkeama merkitään vaurioksi myös silloin, kun se on juotettu bitumilla umpeen. Juotos on vain tilapäiskorjaus, joka ei poista ongelmaa.
- Keskisaumahalkeamat aiheutuvat tien routanoususta, joka on keskellä tietä suurimmillaan (routa tunkeutuu siinä syvemmälle kuin reunoilla, joita lumivallit suojaavat). Huono saumatyö edistää halkeamien syntyä. Päällystesaumahalkeama saattaa syntyä myös sauman kohdalle jäävästä tierakenteen epäjatkuvuuskohdasta, kun vanhaa tietä parannetaan puoli tietä kerrallaan.

- VERKKOHALKEAMAT (M2)

- Verkkohalkeamat ovat monikulmiomaisia halkeamia, joita esiintyy eniten yksikerroksisissa päällysteissä. Verkkohalkeamissa lohkot voivat olla selvästi irrallaan tai vain hiushalkeaman erottamia. Vaurio sijaitsee yleensä ajokaistan oikeanpuoleisen pyöräraun kohdalla. Verkkohalkeama inventoidaan neliömetreinä.
- Verkkohalkeama syntyy päällysteen väsymisen seurauksena tierakenteen heikon kantavuuden ja raskaan liikenteen yhteisvaikutuksesta. Satunnaiset verkkohalkeamakuviot aiheutuvat epätasaisesta routimisesta tai päällysteen kulumisesta (vanhentunut bitumi).

- REIÄT (M2)

- Reikä on pitkälle kehittynyt purkauma ja etenkin yksikerroksisissa päällysteissä reunoiltaan jyrkkä ja erittäin haitallinen. Vaurio luetaan reiäksi, jos päällysteen alla oleva sitomaton tai sidottu kerros on näkyvissä. Reiät inventoidaan neliömetreinä.
- Reikiä muodostuu usein päällysteiden lajittumakohtiin, joissa päällysteen alle valuva vesi pehmentää alustan. Liikennekuormitus sekä toistuva sulaminen ja jäätyminen edistävät reikien syntymistä.

- PURKAUMAT (M2)

- Purkauma on reiän esiaste.
- Purkaumasta on lähtenyt kiviainesta irti, mutta purkauma ei ole kehittynyt reiäksi asti.
- Purkaumat tulevat yleensä sellaisiin kohtiin, jossa päällystystyön aikana on tullut lajittumavirhe, joten päällystystyön onnistumisella voidaan ennaltaehkäistä purkaumien ja sitä kautta reikien syntymistä.

-PAIKAT (M2)

- Paikoiksi luokitellaan tässä sellaiset paikkaukset, jotka on tehty "ENSIAPUTOIMENPITEENÄ" ja sen todennäköinen syy on ollut päällystevaurio. Tarkoituksena on löytää ne kohdat, joissa paikkaus peittää vain ensiapuluonteisesti alleen jäävän todellisen ongelman.
- Paikoista rajataan ulkopuolelle koonsa puolesta suuremmat paikkaukset, joille on asetettu metrirajat.

- REUNAPAINUMAT (M)

- Painumiksi luetaan poikkileikkauksesta suuresti poikkeavat epätasaisuudet. Rajana voidaan pitää sitä, että painuman aiheuttaessa toimenpiteitä (mursketta tai tasausmassaa) ennen seuraavan päällystekerran levittämistä, se on otettava PVI-ohjelmaan ylös.
- Reunapainuma on seurausta tierakenteen sivuttaistuen ja raskaan liikenteen kuormituksen yhteisvaikutuksesta. Huono kuivatus, alusrakenteen puutteellinen tiivistys ja kosteuden vaihtelu lisäävät reunapainumien syntyä.

Eri vauriotyypeille on määritelty omat painoarvot vauriosummakaavassa.

Vauriosummakaavan laskennassa käytettävät häittakertoimet ovat likiarvoja eri vauriotyyppien tuottamille haitoille, painopisteen ollessa tienpidon puolella.

Kaava on alla olevan mukainen:

$$VS = 0.5 * POIKKIHALKEAMA + 0.5 * PITUUSHALKEAMA + 0.1 * SAUMAHALKEAMA + 1.0 * VERKKOHALKEAMA + 1.0 * PAIKKA + 1.0 * REIKÄ$$

Seuraavalla sivulla esitetyssä taulukossa 4 on esitetty kuntoluokitusprojektin tuloksia vaurioista. Taulukossa on esitetty vauriosummarajat kesto- ja kevytpäällysteisille teille erikseen. Projektin tulosten mukaan kevytpäällysteille sallitaan enemmän vaurioita ennenkuin toimenpidetarve on ajankohtainen.

Taulukko 4 : kuntoluokitusprojektin kuvaukset vaurioista.

LUOKKA	KUVAUS (Vauriotyypit, ajomukavuustuntuma sekä toimenpidetarve)	VAURIOSUM- MARAJA m ²	
		kestop	kevytp
Erittäin hyvä	Pääasiassa vaurioton tie. Ainoastaan vähän lyhyitä ja kapeita viivahalkeamia. Ei toimenpidetarvetta.	<=5	<=8
Hyvä	Vauriot pääasiassa erilaisia viivahalkeamia. Satunnaisesti myös pieniä verkkohalkeamia. Toimenpiteenä mahdollisesti leveimpien viivahalkeamien saumaus.	6-20	9-30
Tyydyttävä	Päätteillä vain viivahalkeamia, mutta muilla teillä myös verkkohalkeamia tai alkavia purkauksia tai lieviä reunapainumia. Mahdolliset paikat pysyneet ehjinä. Tien käyttäjä havaitsee vauriot, mutta ne ei vaikuta ajamiseen. Suurempia vaurioita tarpeen korjata.	21-40	31-60
Huono	Leveitä ja pitkiä viivahalkeamia, alemman luokan teillä myös verkkohalkeamia ja paikkoja tai suuria reunapainumia. Vauriot vaikuttavat ajolinjojen valintaan. Vauriot korjattava. Uusimistarve 0-2 v:ta.	41-80	61-120
Erittäin huono	Runsaasti verkkoa ja lisäksi purkauksia tai reikiä ja huonokuntoisia paikkoja sekä reunapainumia. Vauriot vaikuttavat ajolinjojen valintaan ja ajonopeuksiin. Yksittäisiä vaurioita ei vaikuta korjata, vaan koko päällyste on uusittava tai koko rakenne parannettava.	>=81	>=121

4.3.2. Vaurioinventoinnin merkitys

Vaurioinventointimenetelmä luo pohjan tiestön kunnan tarkastelulle. Mitatut vauriotiedot toimivat päättäjien ja suunnittelijoiden "silminä", kuten muutkin päällysteen kuntotasoa kuvaavat muuttujat. Menetelmällä saadaan kaikki tieosuudet yhteismitallisiksi päällysteen kuntoa vertailtaessa.

4.4. Tierakenteen kantavuus

4.4.1. Kantavuusmitoitus

Tierakenteen päällysrakennekerrosten vahvuus määräytyy

- alusrakenteen eli perusmaan laadun,
- rakennekerrosten ominaisuuksien ja
- tierakenteeseen kohdistuvan kuormituksen perusteella.

Kantavuusmitoitus lähtee tavoitekantavuuden määrittämisestä, joka saadaan kuormituskertaluvun avulla määräytyvästä päällysrakenneluokasta. Ajoneuvojen tiehen kohdistama rasitus lasketaan kuormituskertalukuna (KKL), jossa otetaan huomioon liikenteen määrä ja laatu, vaadittava tien kestoikä ja tien leveys. Kuormituskertaluku kuvaa tiehen kohdistuvan vakiosuuruisen akselikuorman (100 kn) lukumäärää mitoitusaikana. Alusrakenteen kantavuusluokka määräytyy materiaalin rakeisuuden, routivuuden ja kuivatustilan mukaisesti.

Päällysrakennemateriaalin kantavuusominaisuudet esitetään E-modulina. Mitoituksessa lähtötietoina ovat alusrakenteen E-moduli sekä päällysrakennekerrosten pinnalta vaadittu tavoitekantavuusarvo E. Käytävissä olevilla materiaaleilla on saatava aikaan kerrosrakenne, jonka vahvuuksia muuttamalla saavutetaan vaadittu tavoitekantavuus.

4.4.2. Kantavuuden mittaus

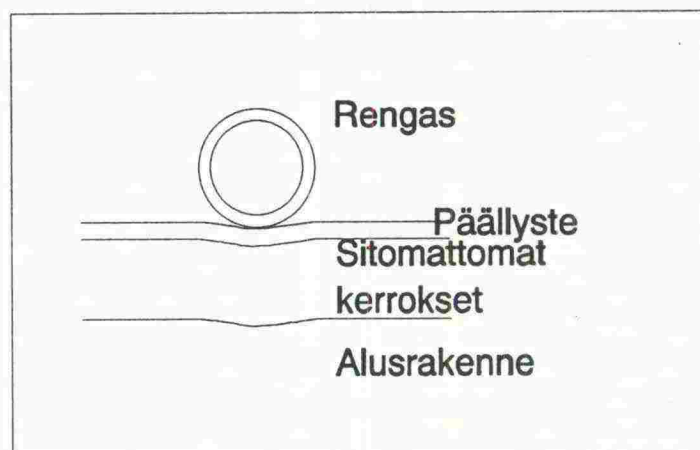
Laskennallisesti saatu päällysrakenteen kantavuusarvo tarkistetaan rakennetta kuormittamalla. Kuormitus- ja mittaustapahtuma voidaan tehdä joko staattisena (levykantavuus) tai dynaamisena (pudotuspaino). Rakennustyön valvonnassa käytetään yleisesti levykuormituslaitetta ja inventoinnissa aikaisemmin Benkelman-palkkia, mutta nykyään pääasiassa pudotuspainolaitetta.

Pudotuspainomittauksessa rakennetta kuormitetaan pudottamalla sen pintaan vakiosuuruinen kuorma. Kuorma siirtyy päällysrakenteen pintaan joustavan levyn välityksellä. Kuormituksen aiheuttama

muodonmuutos mitataan eri etäisyyksillä kuormituspisteestä, jolloin saadaan mitatuksi ns. taipumasuppilo (kuva 3).

Taipumasuppilosta voidaan päätellä eri syvyyksillä kuormituspisteessä olevien kerrosten muodonmuutos ja edelleen kantavuusominaisuudet. Yksinkertaistetusti voidaan lähteä siitä, että havaintopisteen etäisyys kuormituspisteestä kertoo vastaavalla syvyydellä kuormituspinnan alla olevan materiaalikerroksen muodonmuutoksen.

Kuva 3: liikennekuormituksen aiheuttama rasitus tierakenteessa. Huom kerrosten taipuminen!



4.4.3. Tien rakenteellinen kunto

Tien rakenteellisella kunnolla tarkoitetaan rakenteen kykyä ottaa vastaan siihen kohdistuvia kuormituksia kuten liikenteen- ja ilmaston aiheuttamia rasituksia. Rakenteen kunto kertoo omalta osaltaan sen, minkälaiset edellytykset päällysteellä on menestyä rungon "kattona".

Rakenteen kuntoon vaikuttavat monet tekijät kuten pohjamaan kantavuus, käytettävät runkomateriaalit sekä tienrakennustyön oikeaoppinen suoritus kaikkine töineen. Lisäksi ilmastolliset tekijät vaikuttavat rakenteen kunnossa pysymiseen.

4.4.4. Tuloksiin vaikuttavia näkökulmia

Kantavuusmittausten tuloksiin vaikuttavat mittaushetkellä vallitsevat kosteusolosuhteet, jotka on erityisellä huolellisuudella otettava huomioon mittaustuloksia analysoitaessa. Myös mittausvuodenajalla on vaikutuksensa tuloksiin. Kevät- ja syyskantavuudet ovat kesäajan kantavuuksia huonommat. Kantavuusmittauksia käytetään valmistuneen tierakenteen laadunvalvonnan lisäksi tien kunnan seurantaan.

4.4.5. Kantavuuden käyttö pms-järjestelmissä

Kantavuusmittauksilla voidaan määrittää parannettavan tierakenteen vaatima rakennekerrosten vahvistustarve. Mitoitusperiaate on samanlainen kuin uuden tien rakentamisessa. Kantavuusvaje ei yksistään riitä syyksi tien korjaukseen, mutta jos kantavuusvaje ilmenee yhtä aikaa ylisyyvien urien tai runsaiden päällystevaurioiden kanssa, voidaan tästä päätellä, että pelkkä pintausta ei riitä vaan tarvitaan rankkuudeltaan järeämpiä toimenpiteitä.

Kantavuustiedot eivät sinänsä kuvaa kantavuuden riittävyyttä, sillä siinä ei ole mukana kuormituskertalukua ja näin ollen tavoitekantavuus ei ole tiedossa. Nyt ollaankin siirtymässä ns. kantavuusastetietoon, joka tunnuslukuna kuvaa suoraan mahdollista kantavuusvajetta.

Kantavuusasteen laskentakaava on seuraavanlainen:

$$KA = \frac{\text{MITATTU KEVÄTKANTAVUUS}}{\text{TAVOITE KANTAVUUS}} * 100$$

Jos kantavuusaste on pienempi kuin 100, tieosuudella on kantavuusvajetta verrattuna sitä kuormittavaan liikenteeseen. Jos taas kantavuusaste on yli 100, kantavuus on riittävä.

5. TOIMINNANSUUNNITTELUN PÄÄPIIRTEET

Tielaitoksen rooli on yhteiskunnan infrastruktuurin rakentamisessa merkittävä. Tielaitoksen toiminnalle on olennaista, että toiminta on hyvin moniasteista ja eri osa-alueille suuntautuvaa.

Toiminnansuunnittelun päämääränä on ohjata toimintaa siten, että tielaitoksen velvollisuus merkittävänä tienpitäjänä tulee täytettyä. Tämä toiminta vaatii pitkän aikavälin tavoitteita eli strategioita, joita taas lyhyemmän aikavälin tavoitteiden tulee tukea.

Koska tämä selvitys liittyy päällysteiden hallintaan liittyviin asioihin, pitäydytään tässä käsittelemään tieverkon ylläpidon suunnittelua.

5.1. Tielaitoksen suunnittelujärjestelmä

Periaatteena on eräänlainen kolmivaiheisuus.

- Strateginen suunnittelu

- Strategisen suunnittelun tarkoituksena on suunnitella toimenpiteet yhteiskunta- ja liikennepoliittisten tavoitteiden toteuttamiseksi sekä ohjata tienpidon ohjelmointia. Suunnittelun aikaväli on painotukseltaan pitkä (PTS). Viimeisin suunnitelma ulottuu n. 20 vuoden päähän ja on nimeltään TIE 2010.

- Tienpidon ohjelmointi

- Tienpidon ohjelmoinnilla sovitetaan yhteen tienpidon- ja yhteiskunnan tavoitteet kussakin suhdannevaiheessa. Tienpidon ohjelmointi on ns. keskipitkän aikavälin ohjelmointia, jossa laaditaan 5 vuotisia toiminta- ja taloussuunnitelmia (TTS). TTS:n ensimmäinen eli budjettivuosi suunnitellaan tarkasti valtion vuotuisen tulo- ja menoarvion (TMA) puitteisiin. TTS:n laadinnan yhteydessä laitokselle ja piireille sovitaan tulostavoitteet.

- Hanketason suunnittelu

- Hanketason suunnittelussa suunnitellaan miten ja millä resursseilla tienpitotoimenpiteet toteutetaan Toiminnalle asetetaan hanke- ja projektitasoisia tavoitteita, joiden tulee edesauttaa pidemmän aikavälin tavoitteiden toteutumista.

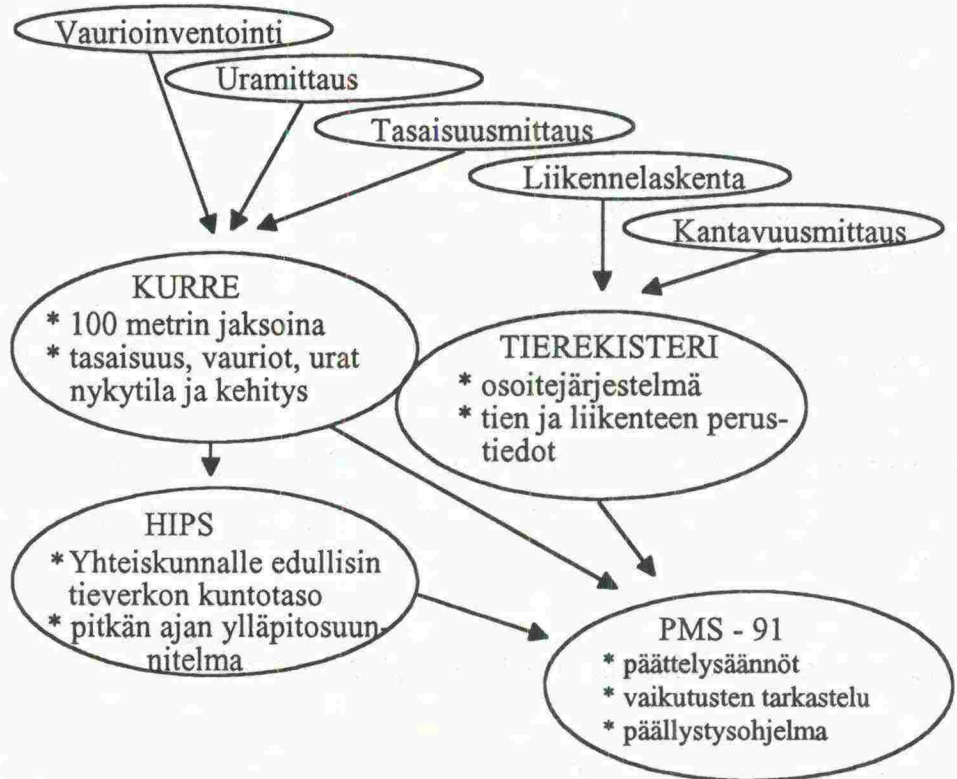
Päällystettyjen teiden osalta suunnittelujärjestelmä tuottaa seuraavia kuvauksia:

- Strategisen suunnittelun yhteydessä sovitaan Suomen teiden keskimääräinen kuntotaso ja arvioidaan ylläpitoon vuosittain tarvittavat varat.
- 5-vuotisessa TTS:ssä eritellään ylläpitokustannukset kunnossapito- ja rakenteen parantamiskustannuksiksi. Samassa yhteydessä sovitaan teiden kunnolle päämäärä sekä vuosittaiset tavoitteet sallituille urasyvyyksille, epätasaisuuksille ja vaurioille sekä kantavuudelle. TTS:n ja vuosibudjetin pohjana ovat piirien laatimat päällystysohjelmat, jotka sisältävät mm. päällystyskohteiden tieosoitteet, toimenpidetyypit ja kustannusarviot.
- Hanketason suunnittelun yhteydessä kukin päällystystyö suunnitellaan ja ajoitetaan tarkasti.

6. PÄÄLLYSTETTYJEN TEIDEN YLLÄPIDON HALLINTAJÄRJESTELMÄT

Päällystettyjen teiden hallintajärjestelmät tukevat kaikkia toiminnan suunnitteluvaiheita. Järjestelmät kattavat tienpidon toimenpideryhmästä perusparannus- ja kunnostustoimenpiteet. Järjestelmän ulkopuolelle jäävät hoitotoimenpiteet ja kapasiteetin ja liikenneturvallisuuden parantamistoimenpiteet, joille on olemassa tai tekeillä omat järjestelmänsä. Kuvassa 4 on esitetty hallintajärjestelmien välistä yhteyttä ja tietojen siirtämistä.

Kuva 4: tietojen siirtyminen järjestelmien välillä.



Hallintajärjestelmät on toteutettu kaksiosaisena siten, että tieverkkotasoinen, pitemmän aikavälin suunnittelujänteen kattava hallintajärjestelmän nimi on HIPS (Highway Investment Programmin System) ja projektitasoinen PMS91 (Pavement Management System).

Hallintajärjestelmien tarkoitus

Hallintajärjestelmät on tarkoitettu toiminnansuunnittelun apuvälineiksi tiestön ylläpitotoimenpiteiden määrän ja ajoituksen suunnitteluun. Tieverkon kuntotietojen keräämisen automatisointi on luonut mahdollisuuden järjestelmien kehittämiseksi niin, että toimenpideohjelmat ja toimenpiteet voidaan nyt suunnitella tiestön mitattuun kuntoon perustuen. Järjestelmien päätehtävä on vastata mm. seuraaviin kysymyksiin:

- Mikä tieverkon kunto on nyt ja miten se kehittyy tulevaisuudessa ?
- Mikä on tieverkon optimaalinen kunto tienpitäjän ja tienkäyttäjien kustannusten perusteella laskettuna ?

- Mikä on vaadittava investointitaso, jotta verkon kunto säilyy nykyisellään tai verkon kunto saatetaan tietylle tasolle ?
- Millä toimenpidestrategialla ja miten nopeasti haluttu kuntotaso saavutetaan parhaiten ?
- Mitkä ovat oikeat kohteet ja toimenpiteet ja mikä on paras ajoitus, joilla tietty kuntotaso saavutetaan tai säilytetään ?

Järjestelmien käyttö

Järjestelmillä suoritettavat päätehtävät ovat lähtötietojen (kuntotiedot ja yleistiedot) päivittämisen jälkeen laitostasolla ja piiritasolla seuraavallaiset.

Laitotaso eli HIPS-järjestelmällä tehdyt tarkastelut

- Tuotetaan laskennallinen optimi pitkän aikavälin kunto- ja rahoitustasoksi tieverkkotasolla ja tutkitaan rahoitustason vaihtelun vaikutusta pitkän ajan kuntotasoon.
- Tuotetaan sellainen keskipitkän aikavälin toimenpidestrategia, jolla parhaiten päästäisiin kohti aiemmin laskettua optimia. Verrataan rahoituksen optimitasoa käytettävissä oleviin resursseihin ja määritetään budjettirajoitukset keskipitkälle aikavälille vuosittain.
- Tehdään uusi keskipitkän aikavälin toimenpidestrategia, jossa huomioidaan käytettävissä oleva budjettirajoitus. Määritetään rahoitustasot ja toimenpidestrategiat tiepiireittäin.

Näitä tietoja käytetään lisäksi laitoksen kuntotavoitteiden ja päämäärien asettamisessa.

Piiritaso eli PMS91-järjestelmällä tehdyt tarkastelut

- Määritetään tiepiireissä ne kuntosijat, joiden ylitys aiheuttaa toimenpidesuosituksen.
- Muodostetaan hanketason toimenpidesuositukset seuraaville vuosille (1-5v). Suunnitellaan yksittäisille teille toimenpiteet ja ajoitus. Tuloksena saadaan piirin päällysteho-ohjelma.
- Kirjataan vuoden aikana toteutetut toimenpiteet ja päivitetään järjestelmään tiestön kuntomittaukset. Seuraavan vuoden suunnittelukierros voi alkaa.

Näitä tietoja käytetään lisäksi piirin kuntotavoitteiden ja päämäärien asettamisessa.

6.1. Tierekisteri

Tierekisteri pitää yllä tieverkon osoitteistoa sekä mm. tien rakentamiseen, varusteisiin ja liikenteeseen liittyviä tietoja. Tierekisteri on hajautettu piireihin, joiden vastuulla tierekisterin tietojen ylläpito on.

Päällystettyjen teiden ylläpitojärjestelmien kannalta on erittäin tärkeää, että tiedot ovat rekisterissä luotettavia ja tuoreita, sillä saahan järjestelmät tierekisteristä lähtötiedot. Tässä suhteessa ovat avainasemassa tiemestarit ja piirien tierekisteriryhmät.

6.2. Kuntotietorekisteri (KURRE)

Kurre on tielaitoksen tietojärjestelmä tiestön kuntomittausten talletukseen ja käsittelyyn. Alla on lueteltu KURREEN liittyviä tietovarastoja ja siitä saatavia raportteja sekä niiden hyödyntämismahdollisuuksia.

Tietovarasto

- Yleistiedot (esim. päällystämivuosi, nopeusrajoitus, piennarleveys jne.)
- Kuntotiedot palvelutasomittauksista ja vauriomittauksista.

- Vuoden aikana tiestölle tehdyt päällystys- ja muut toimenpiteet.
- Kaikki tiedot on eritelty 100 m:n osuuksiksi.

Raportteja

Kurresta saatavat raportit auttavat piirin päällystestrategian suunnittelussa (esim. eri kuntomuuttujien jakaumat) tässä tehtävässä voidaan Kurrea ja PMS91-järjestelmää käyttää toisiaan täydentäen.

Tavoite/toteutuma raportti

- Tavoitteita voidaan asettaa tämän raportin pohjalta eri osa-alueille, jos tulevan vuoden mittausohjelmassa on otettu huomioon mahdollisesti rajojen yli kehittyvät tiejaksot. Jaoteltavia osa-alueita, joilla raporttia voidaan ohjata ovat:

- Piiri tai tiemestaripiiri
- KVL-rajat
- Uran rajat
- Tasaisuusrajat
- Kantavuusrajat (%)
- Vauriosummarajat

Ohjelma tuottaa raportin, jossa on em. rajat ylittävän ja alittavan tien pituus kilometreinä erikseen pääteille (valta- ja kantatiet) ja muille teille (maantiet ja paikallistiet) jaoteltuna. Kun tavoitteet on tämän perusteella laadittu, voidaan toteutuma tarkistaa ajamalla raportti uudestaan seuraavan vuoden lopulla. Kuvassa 3 on esitetty tavoite/toteutuma raportin ulkoasu. Raportissa olevat luvut ovat vain esimerkkejä. Raportissa oleva rivi "ei tietoa" käsittää sen tiepituuden, jota ei ole mitattu ja "uusi pinta" tiepituuden joka on mittauksen jälkeen päällystetty uudelleen.

Kuva 3. Tavoite / toteutuma raportti

Tiepiiri	14			
KVL-rajat	3000,6000			
Urarajat	10.0, 20.0			
Tasaisuusrajat				
Kantavuusaste				
Vauriosummarajat				
		Päätiet	Päätiet	Päätiet
		KVL<3000	3000-6000	KVL>6000
				Muut tiet
				KVL<3000
Ura				
ei tietoa	-----	3km(2%)	72km(24%)	43km(85%)
uusi pinta	-----	0km(0%)	-----	-----
alle 10.0	9km (99%)	158km(85%)	211km(69%)	6km(13%)
10.0 - 0	0km (1%)	25km(14%)	21km(7%)	1km(2%)
yli 20.0	-----	-----	-----	-----
Tasaisuus				
ei tietoa	3km(33%)	25km(14%)	211km(69%)	6km(13%)
uusi pinta	3km(33%)	158km(85%)	72km(24%)	1km(2%)
mitatut	3km(34%)	3km(2%)	21km(7%)	43km(85%)
Kantavuus				
ei tietoa	-----	-----	-----	-----
mitatut	9km(100%)	186km(100%)	304km(100%)	50km(100%)
Vauriosumma				
ei tietoa	1km(11%)	-----	-----	-----
mitatut	8km(89%)	186km(100%)	304km(100%)	50km(100%)

Esimerkkiraportissa ei tasaisuudelle, kantavuudelle ja vaurioille ole asetettu raja-arvoja. Jos niille asetetaan omat raja-arvot, näkyy raportilla tiestön jakautuminen kuten urissakin.

- Raporttien avulla voidaan suunnitella ja seurata tulostavoitteiden toteutumista piiritasolla, työpäällikkötasolla tai tiemestaripiiritasolla.

Kunnossapidon tuotos raportti

- Kunnossapidon tuotos raportissa saadaan tiemestari-piireittäin ja alueittain eri kunnossapitoluokissa joko kevyt- tai kestopäällystetyille teille kilometrimäärän, joka ylittää/alittaa valitun kuntomuuttujan raja-arvon.

- Raporttia voidaan ohjata seuraavin muuttujin:

- Päällystelaji
- Tasaisuus
- Vauriosumma
- Ura
- Raja-arvo sille muuttujalle, joka on valittu

Alla olevassa kuvassa 6 on esitetty raportin ulkoasua.

Kuva 6: kunnossapidon tuotos raportti

KUNNOSSAPIDON TUOTOS		09.04.1992		Sivu 1	
Urakeskiarvon 15.0 m ylittävät tiepituudet					
Kestopäällyste					
	Kunnossapitoluokka				
	Isk	Is	I	II	
III					
01 tmp					
ei tietoa	22 km(39%)	-----	-----	-----	
uusi pinta	-----	-----	-----	-----	
rajan alle	34 km(61%)	-----	-----	-----	
rajan yli	-----	-----	-----	-----	

Raportti jatkuisi saman mallin mukaisesti, erotellen tiemestaripiireittäin tiestön pituuden jakautumisen eri kunnossapitoluokkiin ja tietoluokkiin.

Kuntohistoriaraportti

- Kuntohistoriaraportilla voidaan pidemmän aikavälin tarkasteluissa arvioida ovatko toimenpiteet olleet riittäviä.
- Raportti antaa kuntotietojen keskiarvoja halutuista tietosuhteista sekä tietoja kultakin 100 m:n pätkältä halutulta määrältä vuosia, kuluva vuosi mukaan lukien. Alla olevassa kuvassa 7 on esitetty raportin malli.

Kuva 7: tien kuntohistoria.

		TIEN KUNTOHISTORIA				09.04.1992			
Tieväli Tie	53	3/0	-	3/2400					
Ajorata1									
Kaista 1									
Keskiarvot	EP	87	88	89	90	91	92	87-92	
	IRI	1.1	1.1	1.5	1.9	2.0	2.7	3.4	
	URA	1	1	1	2	8	10	12	
	VS	2	2	10	15	16	20	36	
Kasvunopeudet	IRI	---	---	0.4	0.4	0.1	0.7	0.7	
	URA	---	---	---	1	6	2	2	
	VS	---	---	8	5	1	4	16	
KVL									
		3/0 - 3/100		3524					
		3/100 - 3/300		3000					
		3/300 - 3/2400		2000					
Nopeusrajoitus									
		3/0 - 3/200		80 km/h					
		3/200 - 3/400		100 km/h					
		3/400 - 3/2400		80 km/h					

Näiden edellä käytyjen raporttien lisäksi on kurresta saatavilla seuraavanlaiset raportit:

- *Tieosakohtainen yhteenvetoraportti*, joka tuottaa yhteenedon piirin tiestön kunnosta. Raportteja on kaksi erilaista, uraraportti ja vaurioraportti.
- *Pahat kuntopaikat raportti*, joka tulostaa ne satametriset, joissa kuntomuuttujien arvot ovat annettuja rajoja huonommat.
- *Kurren karttaohjelma*, joka mahdollistaa tietojen analysoinnin erilaisten karttakuvien avulla ja auttaa näin esim. mittausohjelman ja osaltaan myös päällystysohjelman teossa

6.3. HIPS

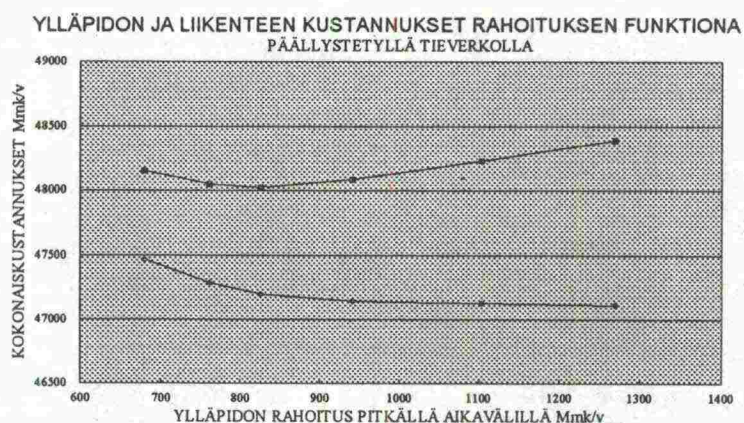
Tielaitoksessa on kehitetty päällystettyjen teiden ylläpitovaihtoehtojen tarkasteluun HIPS-järjestelmä (Highway Investment Programmin System). Järjestelmällä analysoidaan koko maan yleisten päällystettyjen teiden ylläpitovaihtoehtojen yhteiskuntataloudellista kannattavuutta. Sen pääasiallisia käyttäjiä ovat tiehallituksen tuotannon strategisesta ohjauksesta vastaavat vastuualueet, joskin sitä voidaan käyttää myös yksittäisissä piireissäkin.

Lähtötietoina käytetään tiestön mitattua kuntotilaa, tiestön rappeutumismalleja, toimenpiteiden vaikutuksia sekä tienpitäjän ja liikenteen kustannuksia.

HIPS-optimointi

Ohjelmisto laskee tiestön kunnolle kahdentasoista optimia. Pitkän aikavälin optimoinnissa käytetään kunkin osaverkon rappeutumismalleja ja ajokustannuksia sekä ns. linto-optimointiohjelman. Pitkän aikavälin optimoinnissa lasketaan, missä kuntotilajakaumassa tiestö olisi kustannuksiltaan halvin ylläpitää. Eli missä kuntotilajakaumassa tienpitäjän ja tienkäyttäjien yhteenlasketut kustannukset ovat minimissä. Laskennassa voidaan käyttää seuraavia rajoituksia: budjetti-, kunto- ja toimenpiderajoitus. Budjettirajoitusta käytettäessä saadaan paras kuntotilajakauma, joka sillä rahamäärällä olisi ylläpidettävissä. Kuntotilarajoituksella voidaan tarkastella, minkä suuruisia taloudellisia lisäkustannuksia erilaiset rajoitukset tai tavoitteet vaativat. Toimenpiderajoituksia käytettäessä voidaan tarkastella eri tasoisten toimenpiteiden käytön vaikutuksia kokonaiskustannuksiin. Käyttäjien kustannusten painoja muuttamalla voidaan tarkastella, miten käyttäjien kustannusten painottaminen vaikuttaa laskennalliseen optimikuntoon. Laskenta voidaan suorittaa myös ilman mitään rajoituksia. Esimerkkinä pitkän aikavälin rahoitustason optimin laskennasta on alla esitetty kuva. Kuvasta nähdään, että optimi-taso on kohdassa, jossa liikenteen kustannukset ovat 47.25 Mrdmk sekä ylläpidon ja liikenteen yhteenlasketut kustannukset 48.05 Mrdmk.

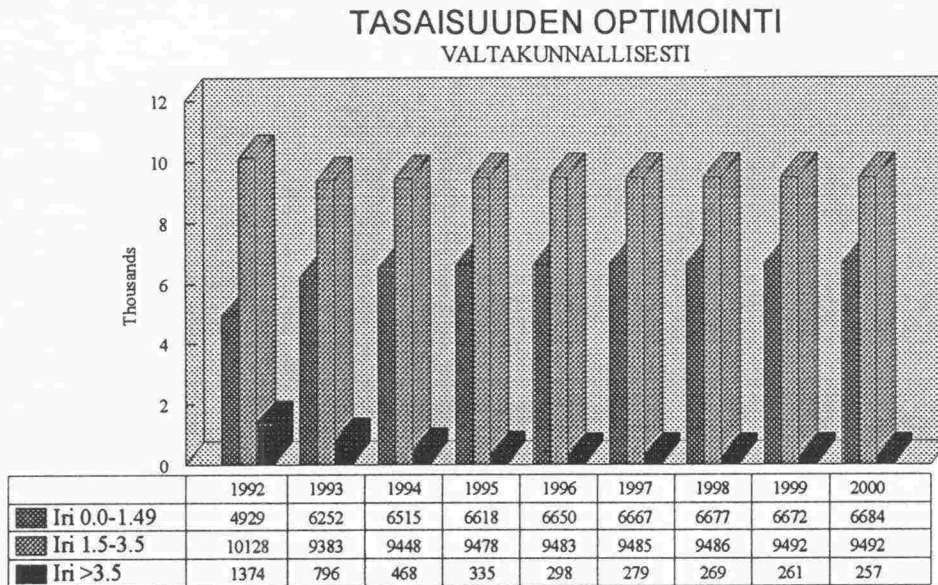
Kuva 8: pitkän aikavälin optimointitulos liikenteen ja ylläpidon kustannuksista (AB ja ÖS).



Lyhyen aikavälin optimoinnissa minimoidaan vallitsevan kuntotilan ja tavoitekuntotilan välistä eroa. Lähtötietoina ovat verkolla vallitseva kuntotilajakauma, tavoitetila, mallit sekä rajoitukset. Budjettirajoituksella määrätään, miten paljon toimenpiteitä voidaan tehdä vuodessa. Tuloksena saadaan mm. aika, jonka kuluessa tavoitetaso on saavutettavissa ja toimenpidemäärät, joilla tavoitteisiin nopeimmin päästäisiin. Kuntorajoituksella määrätään se tavoitteeksi asetettu kuntotilajakauma, johon nykyinen verkko tulisi saattaa. Kuntorajoitukset voidaan antaa jokaiselle kuntomuuttujalle erikseen. Toimenpiderajoituksella määrätään, mitä toimenpiteitä sallitaan kuhunkin kuntotilaan.

Kuva 9 on tehty HIPS-ohjelmasta saaduilla luvuilla. Kuvasta nähdään, että huonoimmassa tasaisuusryhmässä olevien teiden määrä vähenee vuoteen 2000 mennessä oleellisesti. Lisäksi kuvasta nähdään, että parhaimmassa tasaisuusryhmässä oleva tiepituus kasvaa. Luvut kuvan alla tarkoittavat kilometrimääriä eri vuosille.

Kuva 9: Tasaisuuden optimointi. Tasaisuuden parantuminen on saatu tietyllä määrällä toimenpiteitä.



6.4. Tiepiiritason suunnittelujärjestelmä (PMS91)

PMS91-ohjelmisto on tarkoitettu käytettäväksi päällystettyjen teiden ylläpitotoimenpiteiden toiminnansuunnittelun apuvälineenä. Sillä kohdistetaan päällystystoimenpiteet ja -kustannukset yksittäisille teille ja tiejaksoille. Järjestelmällä voidaan etsiä kullekin tieosalle tehokkain ja pitkän aikavälin tienpidon tavoitteita parhaiten toteuttava toimenpide ja sen ajoitus. Samalla saadaan aikaan ohjelmakokonaisuus, joka tukee päällystysurakoiden suunnittelua sekä koneasemapaikkojen käyttöä.

Järjestelmä saa lähtötietoina tierekisteristä teiden yleistiedot homogeenisina osuuksina ja kuntorekisteristä kuntotiedot 100 m:n pituisina osuuksina. Tieverkkotasoisesta HIPS-järjestelmästä tuodaan toimenpidesuosituksia teiden eri kuntotiloille. Ohjelmisto sisältää lukuisia luetteita toimenpiteistä, kustannuksista, vaikutuksista, kriteereistä yms, jotka ovat käyttäjän muutettavissa. Piirit voivatkin itse määrittää uudeleenpäällystämiskriteerit.

Kuvassa 10 on esitetty esimerkkejä toimenpiteiden valintaehdoista. Esimerkeissä on käsitelty öljysorateita, jotka koodataan järjestelmiin lukuna 22. Laatikoiden yläreunassa on sanottu mitä PMS-ohjelma suosittaa toimenpiteeksi, jos alla olevat ehdot täyttyvät. Käytännöksi

on muodostunut, että piirit käyttävät raja-arvoina joko tulostavoiterajoja, ASTON suosittamia rajoja tai kuntoluokitusprojektin suosittamia rajoja. Alla olevissa esimerkeissä on käytetty päämuuttujana vauriosummatietoa. Muuttujina voidaan käyttää myös tasaisuustietoja ja uraisuustietoja sekä monia muitakin yksittäisiä tien kuntoa kuvaavia tunnuslukuja. Valintaehto voidaan myös rakentaa esimerkiksi siten, että toimenpidesuositus saadaan vain jos tie on erittäin huonokuntoinen eli käytetään valintaehdossa useampia vaurioehtoja yhtäaikaan.

Valintaehtoien laadinnassa on tärkeää, että kaikki ne tiejaksot, jotka kaipaavat korjausta, tulevat huomioitua. Toisaalta toimenpidesuosituksia ei saa tulla liian heppoisin perustein. Kun toimenpidesuosituksen saaneiden teiden ryhmä on koossa, voidaan kohteiden kiireellisyyttä verrata keskenään muuttujien lukuarvojen, esim. vaurioita vaurioitumisnopeuksien, perusteella.

Kuva 10: esimerkkejä valintaehdoista.

VALINTAEHTO 1

Tehdään ös-pintausta
 Pääll_laji = 22
 Kant_kevät \geq 120
 Vaur_summa \geq 60
 KVL \leq 800

VALINTAEHTO 2

Tehdään rakenteen parannus ja ös-pintausta
 Pääll_laji = 22
 Kant_kevät $<$ 120
 Vaur_summa \geq 60
 KVL \leq 800

VALINTAEHTO 3

Tehdään KAB-pintausta
 Pääll_laji = 22
 Kant_kevät \geq 120
 Vaur_summa \geq 60
 KVL $>$ 800

VALINTAEHTO 4

Tehdään rakenteen parannus ja KAB-pintausta
 Pääll_laji = 22
 Kant_kevät $<$ 120
 Vaur_summa \geq 60
 KVL $>$ 800

Järjestelmällä voidaan paitsi tehdä päällysteohjelmaa, myös analysoida valittujen toimenpiteiden vaikutusta tiestön kuntoon. Järjestelmä sisältää kattavat tiedot piirin päällystetyistä teistä ja sillä voidaan selailta ja taulukoida erilaisia tietoja myös järjestelmän ulkopuolisiin tarkoituksiin. Erilaisten tietokantaan kohdistuvien kyselyjen avulla voidaan joustavasti kartoittaa nykytilannetta.

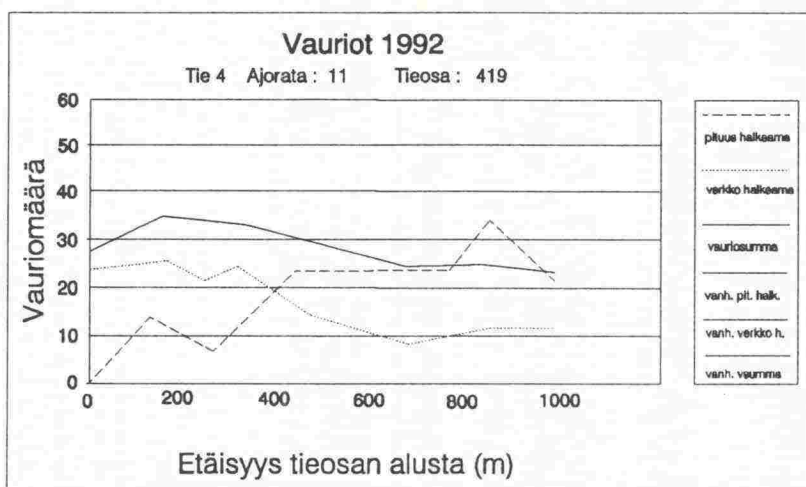
6.4.1. Pms-ohjelman toimintalogiikka

PMS-ohjelmalla tehdään ensisijaisesti päällysteohjelmaa. Aluksi PMS yhdistää 100 m:siä niiden kuntotilojen perusteella tarkastelujaksoiksi. Tarkastelujaksot tehdään, jotta suuri aineisto saadaan paremmin hallittavaan muotoon. Tarkastelujaksot yhdistyvät yleis- ja kuntotietojaksoista tiettyjen yhdistelysääntöjen mukaan, jolloin lopullisen jakson tiedot ovat tunnuslukuja välin arvoista, eli ne on laskettu esim. keskiarvoina tai valta-arvoina.

Tarkastelujaksojen muodostamisen jälkeen ajetaan toimenpidesuosituksia tarkastelujaksoille. Tarkastelujaksoilla on vain mitattuja arvoja, mutta toimenpidesuosituksia tehtäessä ohjelma ennustaa tarkastelujakson nykyisen ja tulevan kuntotilan. Ohjelma käy läpi kaikki tarkastelujaksot ja tarkistaa täyttääkö tarkastelujakso jonkun valintaehdoista. Jos tarkastelujakso on valintaehdon mukainen, antaa ohjelma jaksolle toimenpidesuosituksen ja ajoituksen.

Kohdesuunnitteluvaiheessa ohjelman käyttäjä tarkistaa annetut suositukset. Tarkastuksen apuna on mahdollista käyttää esim. PMS:n tuottamia diagrammeja ja taulukoita. Alla esitetyssä kuvassa 11 on esitetty erään tarkastelujakson diagrammi vauriosumman suhteen.

Kuva 11: tarkastelujakson diagrammi vauriosummasta.

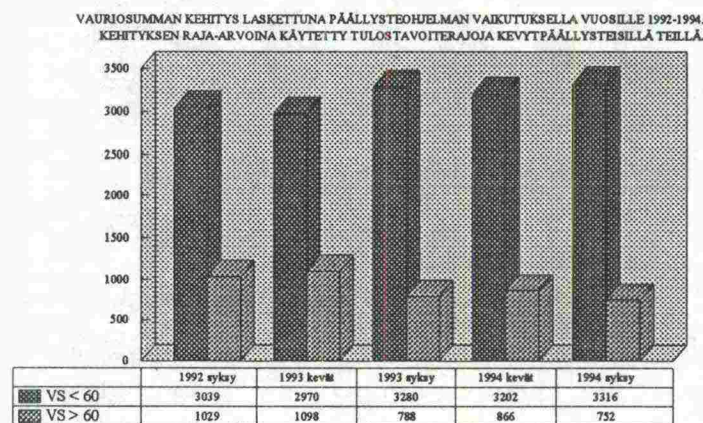


Kun kohteet on tarkastettu ja todettu toimenpidesuosituksen oikeellisuus, voidaan tarkastella päällystysohjelman vaikutusta tiestön kuntoon.

6.4.2. Päällystysohjelmien vertailu

Valintaehtoja muuntelemalla ja rajoja kiristämällä voidaan tehdä useita vaihtoehtoisia versioita piirin päällystysohjelmaksi. PMS-ohjelma tarjoaa mahdollisuuden vertailla eri päällystysohjelmaversioiden paremmuutta. Ensisijaisesti tarkastelu suoritetaan tarkastelujaksojen kunnan kehitystä ennustamalla. Kehitys voidaan ennustaa urille ja vaurioille. Kuvassa 12 on esimerkki tästä tarkastelutavasta. Esimerkkikuvassa on tarkasteltu öljysorateiden vauriosumman kehitystä vuosina 1993 ja 1994. Pms-ohjelma tulostaa käyttäjän määräämillä raja-arvoilla ennusteen kuntojakaumat eri ajankohtina. Näin voidaan tutkia mihin suuntaan piirin tiestön vaurioituneisuus suunnitellulla päällysteohjelmalla kehitty.

Kuva 12: esimerkki vauriosumman kehityksestä



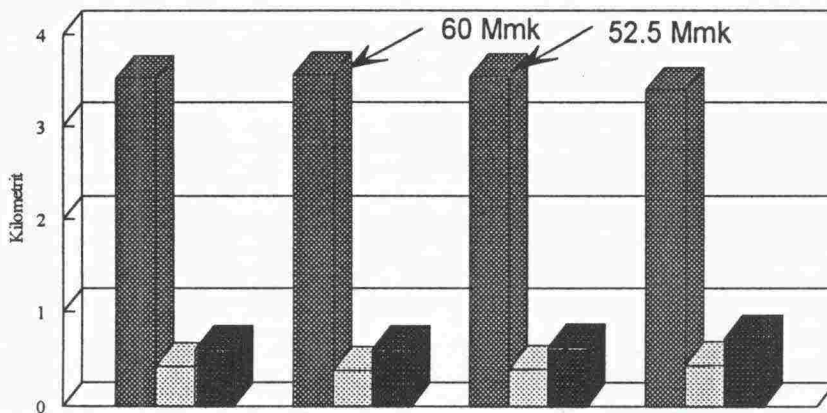
Toinen tarkastelutapa tutkia päällysteohjelman paremmuutta on käyttää pms-ohjelman 100 m:n kuntoennustepuolta hyväksi. Tämä ennustepuoli tutkii yksittäisten satametrinen kehittymistä, kun taas edellä esitetty tarkastelutapa tutki tarkastelujaksojen kehittymistä. Tällä tarkastelutavalla voidaan tutkia esim. päällystysohjelman peittoprosenttia. Peittoprosentti kuvaa, miten hyvin päällysteohjelma osuu sellaisten yksittäisten satametrinen päälle, jotka luokitellaan huonokuntoisiksi. Tämä tarkastelu voidaan myös tehdä useammalle eri päällysteohjelma-versiolle.

Kuvassa 13 on esimerkki tästä tarkastelutavasta. Tunnettaessa nykytilanne voidaan tämän ennusteen avulla analysoida kuinka paljon yksittäisiä satametrisiä siirtyy vuoden aikana yli päällystämiskriteerirajojen. Ennusteessa on vertailtu kahden erisuuruisen päällystebudjetin vaikutusta tiestön kuntoon. Toisesta 52.5 Mmk ohjelmaversiosta on pudotettu pois muutama yksittäinen kohde. Kuvassa on myös tarkasteltu tilannetta, jossa kesällä 1993 ei tehtäisi yhtään toimenpidettä.

Kuva 13: eri päällysteohjelmaversioiden vertailu perustuen PMS-ohjelman ennusteisiin (100 m:n osuuksille).

Vauriosumman kehittyminen kevytpäällysteillä.

LUVUT OVAT PMS-OHJELMAN TEKEMÄ ENNUSTEITA JA SUIOITTUVAT PÄÄLLYSTYSKAUDEN JÄLKEISEEN AIKAAN. ENNUSTEET ON TEHTY N. 60 MMK JA 52.



Vuodet	1992	1993	1993	Ei toimenp.
VS < 30	3526,6	3569,6	3544,4	3395,8
VS 30-60	417,6	378	386,2	433,9
VS > 60	603,4	600	617	717,9

Sama ennustetarkastelu voidaan tehdä myös muilla muuttujilla, kuten uraisuudella ja epätasaisuudella. Kun tulokseksi saadaan yhteispituus eri päällystelajeille, jotka ovat siirtyneet yli rajojen, antaa se pohjan vuosittaiselle päällystämistarpeen määrittämiselle. Vuosittaisen päällystytarpeen määrää laskettaessa on otettava mukaan myös urakoiden nivelöityminen huonokuntoisiin tieosuuksiin. Jos urakat on huonosti suunniteltuja ja massamäärä/asemapaikka on pieni, nostaa se välittömästi urakointikustannuksia.

Näistä vertailutavoista tarkastelujaksoihin kohdistuva tarkastelutapa on parempi päällystysohjelmaversioiden analysointiin, sillä jos tarkastelujakso on saanut suosituksen, tarkoittaa se yleensä sitä, että tällä homogeenisellä tiejaksolla on useita huonokuntoisia satametrisiä. Tarkaste-

lemalla suoraan huonokuntoisia 100 m:iä saattaa päällystysohjelma pirstoutua käytännön päällystesuunnittelun kannalta liian lyhyiksi kohteiksi.

6.5. Tulostavoitteiden tietotuki

Tulostavoite päällysteen laatutasoa määriteltäessä perustuu tarkkaan ja luotettavaan tietoon tiestön sen hetkisestä kuntotilasta. Tavoitteet, joita asetetaan, tulee olla mitattavissa yksiselitteisesti. Kappaleessa 4 on kuvattu muuttujia, joiden avulla liikenneministeriö on tiehallituksen kanssa käymissään neuvotteluissa määritellyt tielaitokselle tavoitteet päällysteen pintakunnon osalta.

Tulostavoitteiden tulee olla perusteltavissa. Eri kuntomuuttujien tulostavoiterajojen säätäminen oikealle tasolle vaatii aikaa ja tutkimuksia. Tulosrajat tulevatkin muuttumaan jatkuvasti numeerisilta arvoiltaan ja joitakin muuttujia tullaan käyttämään eri suhteessa riippuen aina sen hetkisestä tiestön kuntotilasta ja valtakunnan tiepolitiikasta. Jos esimerkiksi uraongelma maassamme jonakin vuonna kasvaa yllättäen suureksi seuraa siitä uratavoitteiden kiristämistä, mutta nykyisin käytössä olevilla järjestelmillä (PMS,KURRE,HIPS) ja järkevällä mittaushjelman suunnittelulla tällaiselta tilanteelta voidaan välttyä.

Liikenneministeriö on asettanut tielaitokselle vuodelle 1992 seuraavat tulostavoitteet pintakunnon osalta:

- Pinnaltaan huonokuntoisten päällystettyjen teiden määrä on korkeintaan 8900 km siten, että kestopäällysteisillä pääteillä ei ole yli 20 mm:n urasyvyysriisiä.

Pinnaltaan huonokuntoiset tiet on määritelty vuonna 1992 seuraavasti:

- Pääteillä vauriosumma rajana on 30m²/100m eli kun vauriosumma on yli tämän rajan on tie huonokuntoinen.
- Muilla teillä vastaava raja on 60 m²/100m.
- Kuten ministeriön asettamassa tavoitteessa erikseen todettiin on uraraja 20 mm/100m.

Laitoksen pääjohtaja ja piirien tiejohtajat sopivat keskinäisissä neuvotteluissa tulossopimukset tiehallituksen ja piirien välille. Kun sopimukset

pohjautuvat olemassa olevaan numerotietoon kunnan jakautumisesta, mahdollistaa tulosohjaus tieverkon hallinnan.

7. JÄRJESTELMISTÄ SAATAVA HYÖTY

Järjestelmien hyödyt ovat monisäikeiset. Seuraavassa on jaoteltuna eräitä merkittäviä selvästi havaittavia hyötyjä:

1. Objektiivisuus

- kaikilla osapuolilla sama työväline
- keskustellaan yhteisillä termeillä ja ymmärretään toisiamme
- tavoitteenasettelu ja rahoitustarpeet perustuvat tiestön todelliseen kuntoon.

2. Tieverkon nykytila on tiedossa ja sen kehitystä voidaan ennustaa.

3. Tiestön kunnostus ja ylläpito samassa järjestelmässä.

4. Tienpidon tehokkuus ja taloudellisuus paranevat.

5. Säästetään tienpitäjän ja tienkäyttäjän rahaa.

8. SEURANTA

8.1. Yleistä

Järjestelmät ovat viimeisen kahden vuoden aikana kehittyneet eteenpäin vauhdilla. PMS- ja KURRE-ohjelmistossa oleva kuntoennustepuoli on otettu käyttöön piireissä. Seuranta on kehittynyt tasolle, joka mahdollistaa toteutuneiden kustannusten ja määrien erilaiset tarkastelut.

Päällystetyn tieverkon hallinnan olennainen seikka on se, että tunnetaan tiestö eli tiedetään:

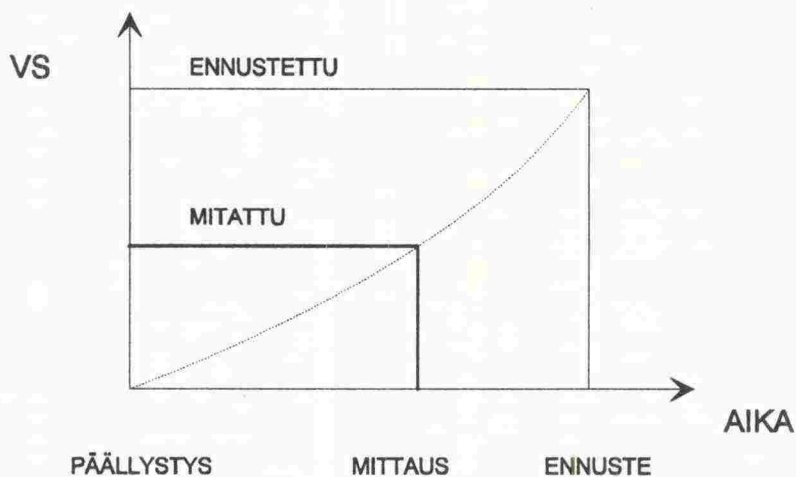
- tiestön ja sen yksittäisten tiejaksojen kunto tällä hetkellä
- mitä vauhtia tiestö ja yksittäiset tiejaksot vaurioituvat

- mikä on vuosittainen panos, jotta tiestö ja yksittäiset tiejaksot pysyvät riittävän hyvässä palvelutasossa
- mitkä ovat taloudelliselta kannalta ne toimenpiteet, joilla tiestö pysyy pitkällä aikajänteellä edullisimmin kunnossa

8.2. Kuntoennusteet ja toteutumat

Kuntoennusteiden avulla voidaan ennustaa tiestön kunnan kehitystä tulevaisuuteen, joskin pidemmälle kuin kolmeen vuoteen asti ei kannata ennusteita tehdä epätarkkuuden vuoksi. Kun strategisessa suunnittelussa on määritelty, missä kuntotilassa tiestö tulee olla esimerkiksi viiden vuoden kuluttua, voidaan ennusteiden avulla määrittää rahantarve. Toimenpidekustannukset tunnetaan riittävällä tarkkuudella, kun päälysteohjelmien toteutumien seuranta on tehty luotettavasti. Kuntoennusteet perustuvat alla olevan kuvan 14 mukaisiin käyriin. Kuvassa on käsitelty vauriosumman kehitystä. Ennuste voidaan tehdä myös urille ja epätasaisuudelle.

Kuva 14: kuntoennusteiden periaate vaurioille.



Ennustetta voi vertailla käytännössä toteutumaan mittauskauden ja päälystyskauden jälkeen. Näin nähdään, kuinka hyvin ennusteet pitävät paikkansa. Lisäksi toteutuman kustannuksia vertaillaan suunnitelluihin kustannuksiin. Tämä menettely auttaa hallitsemaan kustannuksia ja niiden suunnitteluvastaavuutta.

9. LOPUKSI

Hallintajärjestelmät tarjoavat apuvälineet jokaiseen suunnittelutasoon strategisesta suunnittelusta hankesuunnitteluun. Tämä apuvälineistö tukee nykyään päällystettyjen teiden ylläpitoa. Vastaava ylläpitotoimien suunnittelutarve liittyy myös muihin tienpidon tuotteisiin kuten sorateihin ja siltoihin. Tielaitos tulee hyödyntämään hallintajärjestelmistä saatuja käyttökokemuksia myös muiden suunnittelujärjestelmien kehitystyössä.

TIEHALLITUKSEN SISÄISIÄ JULKAISUJA

- 43/1992 Pehmeikölle rakennettavien tieleikkausten geotekniset laskelmat. Geopalvelukeskus
- 44/1992 Saven varaan perustetut alikulkukäytävät. Geopalvelukeskus
- 45/1992 Tielaitoksen pudotuspainolaiteiden vertailu; Saarijärvi 8-9.7.1992. TIEL 4000023
- 46/1992 Tielaitoksen liiketaloudelliset laskelmat; Tilinpäätösanalyysi ja ennakoiva tulossuunnitelma, yleisohje. Talous- ja tietotuki
- 47/1992 Liikenneympäristön tilaselvitys, melu. Kehittämiskeskus
- 48/1992 Tieliikenneonnettomuudet eri nopeusrajoituksilla vuonna 1991. TIEL 4001828-92
- 49/1992 Pyöräkuormaajien ja traktorien seurantatutkimus. TIEL 4000024
- 50/1992 Liuoslevittimien käyttökokeilu. TIEL 4000025
- 51/1992 Sorateiden kelirikkovaurioiden korjaaminen, väliraportti III: Materiaalitutkimuksia jalostetuista teollisuuden sivutuotteista. Kuopion tuotantotekninen kehitysyksikkö
- 52/1992 Sorateiden kelirikkovaurioiden korjaaminen, väliraportti IV: Koerakenteet. Kuopion tuotantotekninen kehitysyksikkö
- 53/1992 Tieterien pinnoitteet ja kovametalliset terät lumiauroissa. Kuopion tuotantotekninen kehitysyksikkö.

TIELAITOKSEN SISÄISIÄ JULKAISUJA

- 1/1993 Liuossuolan ja kostutetun suolan kenttäkokeita; ennakkosuolaus, suolan leviäminen ja pysyvyys. Tampereen tuotantotekninen kehitysyksikkö
- 2/1993 Työjärjestys. Keskushallinto
- 3/1993 Liuoksen kuljetussäiliöt, runko- ja jalkarakenteet; Vaihtoehdot 1.1.1993. Tampereen tuotantotekninen kehitysyksikkö.
- 4/1993 Tulosohtauksen kehittäminen kohti tuotantosopimusmenettelyä. TIEL 4000026
- 5/1993 Tielaitoksen henkilöstö 1992. Keskushallinto/yritysmahallinto
- 6/1993 Yleisjohdon neuvottelupäivät, Helsinki 19-20.1993, kokousmuistio
- 7/1993 Yleissuunnittelun pilottiraportti, Länsiväylä välillä Kivenlahti-Suomenoja. Keskushallinto/tiehallinto
- 8/1993 Matkakertomus Ruotsiin ja Norjaan suuntautuneelta talvikunnossapito-matkalta 13-19.12.1992. Tuotannon palvelukeskus, Tampere
- 9/1993 Ympäristövaikutusten arviointi, kokeilu tiehankkeissa I. TIEL 4000027