

OPINNÄYTETYÖ

Jani Kiemunki 2012

**KUIVATUKSEN TOIMIVUUDEN VAIKUTUS
PÄÄLLYSTETYN TIEN ELINKAAREEN**



Rovaniemen
ammattikorkeakoulu
University of Applied Sciences
LUC

RAKENNUSTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA



Rovaniemen
ammattikorkeakoulu
University of Applied Sciences

LUC

ROVANIEMEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikka ja liikenne

Rakennustekniikan koulutusohjelman

Opinnäytetyö

KUIVATUKSEN TOIMIVUUDEN VAIKUTUS PÄÄLLYSTETYN TIEN KUNTOON

Jani Kiemunki

2012

Toimeksiantaja Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Ohjaaja Lehtori Kauko Nikkanen

Hyväksytty _____ 2012 _____

Työ on kirjastossa lainattavissa.



Rovaniemen
ammattikorkeakoulu
University of Applied Sciences
LUC

Tekniikka ja liikenne
Rakennustekniikan
koulutusohjelma

Opinnäytetyön
tiivistelmä

Tekijä	Jani Kiemunki	Vuosi	2012
Toimeksiantaja Työn nimi	Lapin Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus Kuivatuksen toimivuuden vaikutus päällystetyn tien kuntoon		
Sivu- ja liitemäärä	61+5		

Opinnäytetyössä perehdytään päällystettyjen teiden elinkaaren jatkamiseksi suoritettaviin toimenpiteisiin. Erityisesti kuivatusjärjestelmien rakenne sekä toimivuus ovat keskeisessä asemassa sen edullisuuden sekä merkittävien hyötyjen ansiosta. Kuivatuksen toimivuuden vaikutuksista ei ole vielä kovin paljoa tutkimustietoa, mutta tulokset ovat erittäin lupaavia. Tienpitoon suunnattujen määrärahojen vähentyminen pakottaa sijoittamaan vähäisen rahoituksen jatkuvasti heikentyvien teiden kunnostukseen entistäkin tehokkaammin.

Työssä kerrotaan kuivatuksen toimivuuden inventoinnista sekä käytettävistä menetelmistä sen kuntoon saattamiseksi. Lisäksi käsitellään puutteellisesti toimivan kuivatuksen aiheuttamia ongelmia tierakenteessa. Ongelmat tierakenteessa heijastuvat usein päällysteeseen erilaisten vaurioiden muodossa, joten työssä esitellään myös yleisimpiä päällysteen korjausmenetelmiä.

Tilaaajan pyynnöstä tehtiin kyselytutkimus liittyen Kittilän hoidon ja ylläpidon alueurakan tarjouspyynnön kuivatusta koskevan osion valmisteluun. Sen tavoitteena oli selvittää Pohjois-Suomen alueurakoitsijoiden mielipiteitä kuivatusta koskevissa asioissa.

Opinnäytetyöni pohjalta saa kattavan käsityksen päällystetyn tien kuivatusjärjestelmistä sekä niiden toimivuuden tarkkailun menetelmistä. Myös tierakenteen ongelmista seuraavien päällystevaurioiden korjaamiseen käytettävät menetelmät tulevat tutuiksi.

Avainsanat kuivatusjärjestelmä, päällystetty tie, erikoiskuivatuskohde, kuivatusluokat, pysyvä muodonmuutos, päällystevaurio, tierekisteri

Author	Jani Kiemunki	Year	2012
Commissioned by	Centre for Economic Development, Transport and the Environment		
Subject of thesis	The Effect of the Functionality of Drainage on the Condition of Paved Roads		
Number of pages	61+5		

This thesis studied how to prolong the life of paved roads. Especially structure and functionality of draining system are important for their inexpensiveness and other benefits. There are not really any research results on the functionality of draining but the outcome is very promising. The decrease of the budget for maintenance of paved road forces to invest even more effectively to maintain to constantly deteriorating paved roads.

This thesis discussed also inventorying the functionality of draining and the methods being used. In addition the problems of road construction due to poorly functioning draining were discussed. The problems in road construction often result in different kinds of defects in the pavement, so some of the most common methods of repairing pavement defects were also presented.

As the commissioner requested, a survey was done about the areal contract work of care and maintenance in Kittilä to prepare the segment of draining for the calling for offers. The aim of the survey was to find out what the opinions of the contractors in northern Finland concerning draining were.

This thesis thoroughly described the draining systems of paved roads and the ways to observe their functionality. In addition the methods of repairing the defects in the pavement due to the problems in the road structure were presented.

Keywords draining system, paved road, special draining object, draining categories, permanent transformation, pavement defect, road register

Sisältö

1 JOHDANTO	3
2 TEIDEN HALLINNOINTI	5
2.1 TIELUOKITUS.....	5
2.2 YKSITYISTIELIITTYMÄT	6
3 ROADEx-PROJEKTI	8
4 TIEN KUIVATUKSEN RAKENNE	9
4.1 KUIVATUKSEN SUUNNITTELU	9
4.2 TIEN PINNAN KALTEVUUS	10
4.3 SIVUOJA	10
4.4 LASKUOJAT	14
4.5 NISKAOJAT	16
4.6 RUMMUT JA LIITTYMÄALITUKSET	17
4.7 SALAOJAT	17
4.8 POHJAVESIEN SUOJAUS.....	18
5 KUIVATUKSEN INVENTOINTI	20
6 TIERAKENTEEN MUODONMUUTOKSET.....	22
6.1 ILMASTOLLISET RASITUKSET	22
6.2 ROUTIMINEN.....	23
6.3 MITTAUSMENETELMÄT	24
6.4 PYSYVÄT MUODONMUUTOKSET RAKENTEESSA.....	27
6.5 LUISKIEN MUODONMUUTOKSET	29
7 TIERAKENTEEN VAURIOT.....	31
7.1 PYSYVIEN MUODONMUUTOSTEN HEIJASTUMINEN PÄÄLLYSTEESSEEN	31
7.2 URAUTUMISEN LUOKITTELU.....	34
7.3 PÄÄLLYSTEEN VAURIOT	38
8 PÄÄLLYSTEVAURIOIDEN HAITTOJA.....	43
9 KUIVATUKSEN PARANTAMINEN.....	45
9.1 ERIKOISKUIVATUSKOHTEET.....	45
9.2 KUIVATUKSEN PARANNUSMENETELMÄT	46
10 YLEISIMMÄT PÄÄLLYSTEEN KORJAUSMENETELMÄT	50
11 KYSELYTUTKIMUS	53
11.1 URAKOITSIJOILLE, URAKAN VALVOJILLE SEKÄ KONSULTEILLE SUUNNATTU KYSELY.....	53
11.2 KYSELYN YHTEENVETO	59
12 JOHTOPÄÄTÖKSET	61
LÄHTEET.....	62
LIITTEET.....	64

KUVIOLUETTELO

Kuvio 1. Sivuoja tarvitaan ympäröivän maaston viettäessä tietä kohden, tien ollessa sivukaltevassa maastossa tai tien ollessa ympäröivän maaston tasolla.	11
Kuvio 2. Sivuojan sijainti tiehen nähden pehmeillä alueilla, kuten soilla.	12
Kuvio 3. Veden kulkeutuminen sivuojista laskuojiin	15
Kuvio 4. Niskaojan sijainti tiehen nähden	16
Kuvio 5. Salaoja sijoitetaan routarajan alapuolelle.....	18
Kuvio 6. Tiivisrakenne luiskassa.	19
Kuvio 7. Ilmaston aiheuttamat rasitukset tierakenteessa.	22
Kuvio 8. Routiminen.	23
Kuvio 9. Maatutkausvälineistöä, mittausauto ja maavasteantenni.	25
Kuvio 10. Lämpökamerakuva.	26
Kuvio 11. Sidottujen kerrosten jännitysten suunta suhteessa	28
Kuvio 12 Sysäysmäisen pyöräkuorman voimakkuuden muutos töyssyn jälkeen.	29
Kuvio 13. Pahoin urautunut päällystetty tie.	34
Kuvio 14. Urautumistyyppi 0	35
Kuvio 15. Urautumistyyppi 1	35
Kuvio 16. Urautumistyyppi 2	36
Kuvio 17. Urautumistyyppi 3	37
Kuvio 18. Verkkohalkeamaa päällystetyllä tiellä.	39
Kuvio 19. Päällystevaurio, halkeama.	41
Kuvio 20. Päällystevaurio, reikä.....	42
Kuvio 21. Perattu sivuoja.	47

1 JOHDANTO

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset (ELY-keskukset) vastaavat Suomen maanteiden hoidosta ja kunnossapidosta. Kunnossapidettäviä teitä on noin 78 000 km. Lisäksi ELY-keskukset vastaavat tieympäristön ja tuhansien siltojen ja erilaisten laitteiden, kuten tievalaistuksen sekä erilaisten opasteiden kunnossapidosta. Tiestö on jaettu 81 hoidon ja ylläpidon alueurakkaan. Lapin läänissä alue on jaettu 8 alueurakkaan, joissa tiestöä on yhteensä noin 9 000 km, joista päällystettyä tietä on noin 6 000 km. ELY-keskus ei itse toteuta teiden hoitoa ja ylläpitoa, vaan hankkii ne kilpailuttamalla avoimilla markkinoilla toimivilta tuottajilta. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2011.)

Opinnäytetyössäni perehdytään kuivatuksen toimivuuden merkitykseen ja sen vaikutukseen päällystetyn tien elinkaaren pituuteen. Taajama-alueet sekä nelikaistaiset tai keskikaistan omaavat tiet ovat rajattu työn ulkopuolelle. Tavoitteena on selvittää nykyisen kuivatuksen inventoinnin toimivuutta ja eri osapuolten tyytyväisyyttä siihen. Osapuolilla tarkoitetaan tilaajan edustajia, urakoitsijoiden edustajia sekä konsulttipalveluita tuottavien yritysten edustajia. Työssä esitellään myös puutteellisesta kuivatuksesta johtuvia vaurioita sekä tutustutaan joihinkin kuivatuksen ja päällysteen parannusmenetelmiin.

Osapuolten tyytyväisyys kuivatuksen parannustöiden toteutukseen kuuluu myös tutkittaviin aiheisiin. Jatkuva tienpitoon kohdennettujen määrärahojen pientyminen pakottaa tien kunnostuksen toimenpiteiden supistamiseen. Tällöin vain tärkeimmät ja parhaan hyödyn omaavat toimenpiteet voidaan toteuttaa. Kuivatuksen merkitys on ollut tiedossa jo kauan, mutta vasta viimeisen 10 vuoden aikana aiheesta on julkaistu tutkimustietoa. Opinnäytetyöksi aihe sopii sen ajankohtaisuuden vuoksi.

Opinnäytetyön toteutukseen kuului myös kyselytutkimuksen teko. Tutkimustyö toteutetaan lähettämällä kirjallinen kyselylomake sähköpostitse tilaajan, urakoitsijan sekä konsultointi-yrityksen edustajille. Kyselyn tuloksia käytetään Kittilän hoidon ja ylläpidon alueurakan tarjouspyynnön valmistelussa kuivatusta koskevassa osiossa apuna sekä taustamateriaalina.

2 TEIDEN HALLINNOINTI

2.1 Tieluokitus

Ajoneuvoliikenteelle tarkoitetut tiet jaetaan hallinnollisiin sekä toiminnallisiin luokkiin. Luokitus kuvaa teiden palvelutason ja kunnossapidon laatutavoitteita. Hallinnollinen luokka sisältää tiehen liittyvän kunnossapitovastuun. Maanteillä tienpidosta vastaa valtio, katujen kunnossapidosta vastaa puolestaan kunnat. Yksityisteistä vastaavat yksityiset tahot. (Tiehallinto 2006, 108–109.)

Tien toiminnallinen luokitus perustuu tien asemaan koko tieverkkoon nähden. Valta- ja kantatiet muodostavat ns. runkotiet. Valtatiet palvelevat valtakunnallista pitkämatkaista liikennettä, muodostavat tieverkon rungon ja yhdistävät kunta- sekä kaupunkikeskuksia toisiinsa. Kantatiet täydentävät valtatieverkkoa kaupunkikeskusten välillä tärkeimpiin liikennesuuntiin. Seututiet yhdistävät kuntakeskuksia sekä runkoteitä toisiinsa. Yhdystie-nimeä käytetään paikallis- sekä kyläkeskuksia yhdistävistä teistä. Toiminnallinen luokka on ylempi, mikäli tien keskimääräinen vuorokausiliikenne (KVL) on suurempi kuin vastaavalla tiellä keskimäärin. Luokituksen nostaminen esimerkiksi yhdystiestä seututieksi voi johtua vilkastuneesta liikenteestä esimerkiksi kaivosteollisuuden vuoksi. (Tiehallinto 2006, 108–109.)

Tien hoitoluokka määräytyy toiminnallisen luokituksen mukaan. Valta- ja kantateilla hoitoluokka on paras, sillä niillä myös liikennemäärät ovat suurimmat. Yhdysteillä vaatimukset eivät sen sijaan ole yhtä tiukat. Hoitoluokitus määrittää hoitotoimenpiteiden määrän ja vaaditun laadun tiealueella. Kuivatuksen toimivuuteen panostetaan kesäisin, sillä talvisin Lapissa maaperä on jäässä ja sadanta on suurimmaksi osaksi lunta. Kuivatusvaatimukset seurailevat yleensä toiminnallista luokitusta eli valta- ja kantateilla ojien tulee olla periaatteessa paremmassa kunnossa kuin alempiluokkaisilla teillä. (Tiehallinto 2006, 108–109.)

2.2 Yksityistieliittymät

Yksityistien liittyminen maantiehen eli valtion ylläpitämään tiehen vaatii luvan. ELY-keskus myöntää kyseisiä liittymälupia. Luvan myöntämisen edellytyksenä on tarkasteltava liikenneturvallisuutta, kunnossapitoasioita sekä liittyvän tien vaikutusta liikenteen sujuvuuteen. Liittymän lupa tulee anoa riittävän aikaisin ja ennen sen rakentamista tienpitäjän edustaja arvioi paikanpäällä liittymän vaikutukset liikenteelle sekä kunnossapidolle. Samalla rakentaja saa tarkemmat ohjeet liittymän rakentamiseksi. Tienpitäjän edustaja on useimmiten aluehoitourakan valvoja, mutta tulevaisuudessa urakoitsijan työnjohto tukee tätä viranomaistehtävää. (Tiehallinto 2007, 19–22.)

Jotta liittymärakenteista tulisi annettujen ohjeiden mukaisia, liittymän rakentamista voidaan suositella paikallisen hoidon alueurakoitsijan tai muun asiantuntevan urakoitsijan tehtäväksi. Samalla on syytä korostaa tiealueella tehtävän työn liikenneturvallisuusvaatimuksia. Liittymän valmistuttua ELY-keskuksen edustaja pitää loppukatselmuksen. (Tiehallinto 2007, 19–22.)

Kuivatuksen kannalta liittymäjärjestelyiden keskeisimpiä ohjeita ovat rummun halkaisija ja sijainti. Rummun tulisi liittyä suhteellisen jouhevasti sivuoihin eikä se saa padota vettä. Usein rumpu kuitenkin sijoitetaan hieman ojalinjaa ulommaksi törmäysriskin pienentämiseksi, jolloin vesi ei pääse virtaamaan suoraviivaisesti. Etäämmälle sijoitettu rumpu voi olla hieman lyhyempi kuin risteyksen leveimpään kohtaan sijoitettu rumpu. Suurehkoon liittymään, joka vaatii yli 8 metriä pitkän rummun, on sen halkaisijan oltava vähintään 400 mm. Alle 8 metrin mittaisten rumpujen halkaisijan vähimmäishalkaisija on 300 mm. Rummun koko on tarvittaessa tarkistettava ja mitoitettava laskennallisesti, mikäli valuma-alue on poikkeuksellisen suuri. Lisäksi yksityisen tien taseus on tehtävä aina niin, että se on vähintään 3 metrin matkalla maantiestä poispäin laskeva. (Tiehallinto 2007, 34–35.)

Yksityistieliittymän kunnossapidon vastuut on eritelty selkeästi. Lupa-asiakirjoista käy ilmi, kuka vastaa mistäkin liittymää koskevasta toimenpiteestä. Tärkein kohta kuivatuksen kannalta on liittymän hoito ja kunnossapito. Pohjoismaissa yleensä yksityisteiden huoltamisesta vastaa valtio, mutta Suomessa siitä vastaa tien omistaja. Huolestuttavan usein maanteiden puutteellinen kuivatus johtuu juuri yksityisteiden liittymien toimimattomuudesta. Rummut voivat olla tukossa tai korkeusasemaltaan väärällä tasolla, jolloin ne estävät veden virtauksen ja edistävät sen imeytymistä ja kertymistä tierakenteeseen. Kosteuden kertyminen ja routiminen on edellä mainituista syistä, on todettu myös Roadex-projektissa. (Tiehallinto 2007, 38.)

ELY-keskuksen edustaja suorittaa muun valvontatyön ohessa yksityisteiden liittymien valvontaa. Puutteellisesti toimivan liittymärummun kunnostustyöstä pyritään aina neuvottelemaan liittymän omistajan kanssa, jotta asia saadaan mahdollisimman nopeasti kuntoon. Usein tilanne voi olla sellainen, että liittymän haltija on kykenemätön kunnostustyöhön tai hän ei ole tavoitettavissa. Luonnollisesti on myös henkilöitä, jotka eivät kannan vastuutaan ylläpidosta sopimuksen mukaisesti. (Tiehallinto 2007, 37–39.) Viranomaisella ei ole keinoja ongelmatilanteessa painostaa liittymän haltijaa kunnostustöihin. Mikäli rummun toimivuus aiheuttaa akuutteja ongelmia, on alueurakoitsijan korjattava tilanne.

3 ROADEX-PROJEKTI

Roadex-projekti (1998–2012) on neliosainen kansainvälinen yhteistyöprojekti, jossa on pyritty kehittämään pohjoisen syrjäseutujen tieverkoston hoito- ja ylläpitotekniikoita. Siinä on ollut mukana useita viranomaistahoja muun muassa Suomesta, Norjasta, Ruotsista, Islannista ja Skotlannista. Roadscanners Oy on projektin pääkonsultti ja vastaa tutkimuksista sekä materiaalista. Tutkimustyötä on tehty muun muassa kuivatuksen toimivuuden, rengaspaineen vaikutusten sekä turpeen päälle rakennettujen teiden osalta. Projektin tutkimusaineiston pohjalta tehtyyn eLearning-pakettiin on kerätty kattavasti teoriatietoa tierakentamisesta sekä tien vaurioitumiseen liittyvistä tekijöistä. (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011a; Saarenketo 2012.)

Roadex-projektin pohjalta on kehitetty kuivatuksen tehostamiseen liittyvä termi erikoiskuivatuskohde. Erikoiskuivatuskohteen kuivatuksen tulee olla aina parhaassa mahdollisessa kunnossa, tierakenteen toimivuuden takaamiseksi. Projektin ohjeistuksen mukaan kuivatus tulisi inventoida kokonaisuudessaan kunnossapitosopimusten päättyessä, vähintään 6–8 vuoden välein. Erikoiskuivatuskohteet tulee tarkastaa alueurakassa vuosittain niiden kunnan varmistamiseksi. Inventoinnista kertyvä materiaali tulisi tallentaa mahdollista myöhempää tarkastelua varten. (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011a.)

Kuivatuksen arviointiin on kehitetty kuvallinen ohjevihko arvioinnin helpottamiseksi ja yhdenmukaistamiseksi. Kuivatusta arvioidaan kolmiportaisella asteikolla: 1 toimiva kuivatus, 2 kohtalaisesti toimiva kuivatus ja 3 huonokuntoinen kuivatus. Lisäksi urakoitsijat ja urakan valvojat järjestävät yhdessä kuivatuksen kalibrointitilaisuuden, jossa arvioinnista voidaan käydä avointa keskustelua. Kuivatuksen inventointi ohje on liitteenä (Liite 1). (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011b.)

4 TIEN KUIVATUKSEN RAKENNE

4.1 Kuivatuksen suunnittelu

Kuivatuksen toimivuuden merkitys tien elinkaaren jatkamisen kannalta on korostunut edullisuutensa ja tehokkuutensa vuoksi. Uudet ympäristön suojeleohjeet kuitenkin rajoittavat jonkin verran vesien ohjausta pois tiealueelta. Rakennekerroksista rakennetun tien kuivatuksen suunnittelu on nykyajan mallinnusohjelmilla melko helppoa. Koko tierakenne tulee suunnitella toimivaksi, kestäväksi sekä lähes huoltovapaaksi. Kuivatuksen mitoituksessa suunnitellaan pintakuivatus eli avo-ojat sekä syväkuivatus, jolla tarkoitetaan lähinnä salaojitusta. (InfraRyl 2011, 2.)

Kuivatusmenetelmää valittaessa tutustutaan ympäröivään maastoon sekä maaperään. Samalla pohditaan ympäristöstä tierakennetta kohti virtaavia vesiä sekä niiden pysäyttämistä ja ohjaamista muualle. Ympäristön vesimääriä voidaan arvioida melko tarkasti, mikä puolestaan helpottaa kuivatusrakenteiden mitoitusta. Usein kuivatusrakenteet toteutetaan samalla tavalla. Kuivatuksen kannalta vaativammissa kohteissa yleisiä mitoituskokoja ei voida välttämättä käyttää esimerkiksi poikkeuksellisen suurten vesimäärien vuoksi. Juuri erikoisemmat kohteet vaativat suunnittelijan panosta.

Yleensä sivuojien tai laskuojien luiskien materiaalina käytetään pohjamaata, mutta poikkeuksellisen suuret vesimäärät tai jyrkät luiskat voivat vaatia eroosiota kestäviä rakennemateriaaleja tai vahvisteita, kuten nurmetusta. Kuivatusjärjestelmään tulee valita riittävän kestävät rakennemateriaalit.

Tien pintakuivatus koostuu sivuojista ja laskuojista. Lisäksi kuivatusta täydentävät tien alittavat rummut ja liittyvien teiden rummut. Tienpinnan ja ojien riittävä kallistus on tärkeää sade- ja sulamisvesien rakenteeseen päätyksen ehkäisemiseksi. Syväkuivatus koostuu erilaisista salaojajärjestelmistä, jotka sijaitsevat maanpinnan alla.

4.2 Tienpinnan kaltevuus

Tienpinnan kaltevuuden ohjearvona on suoralla tiellä 3 %:n kaksipuoleinen kallistus. Kaarteissa kallistus on yksipuoleinen, jolloin sen sivukaltevuus riippuu kaarteiden jyrkkyydestä. Päätiehen liittyvät tiet pyritään rakentamaan päätietä alemmaksi, jolloin vedet virtaavat päätiestä poispäin. Tällöin tien normaalit tavoitekaltevuudet riittävät vesien poistamiseksi. Suurien risteysalueiden kohdalla tulee laatia erillinen suunnitelma kaltevuuksien osalta. (Tielaitos 1993, 17–18.)

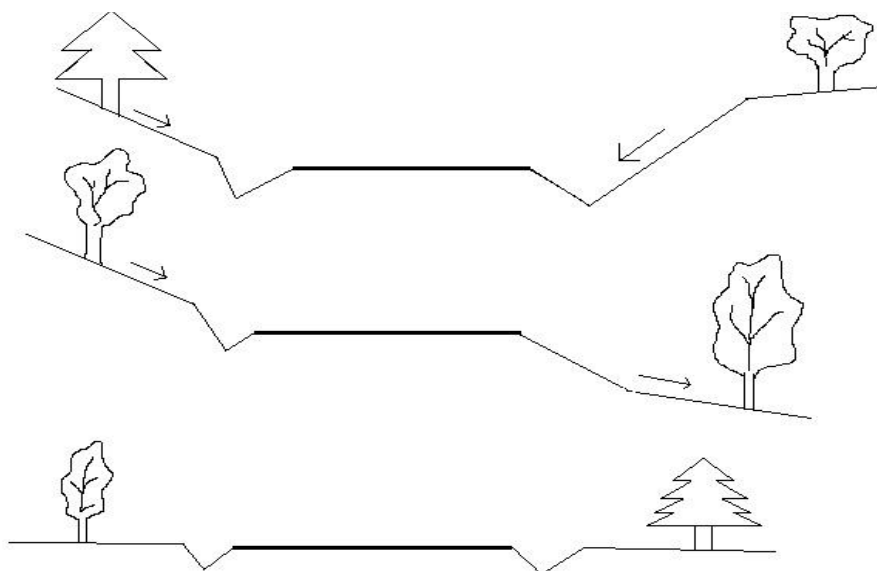
Riittävä poikittaiskaltevuus ehkäisee veden kertymisen ajoradalle ohjaten sen sivuojiin, ehkäisten pintavesien imeytymisen päällysteen halkeamien tai pientareen läpi tierakenteeseen. Hoidetut luiskat edistävät pintavesien poistumista ajoradan reunalta. Tiellä makaava vesi voimistaa liikenteen aiheuttamaa kulumista, kuten urautumista. Veden nopea poistuminen lisää myös liikenneturvallisuutta vähentäen vesiliirron riskiä.

4.3 Sivuoja

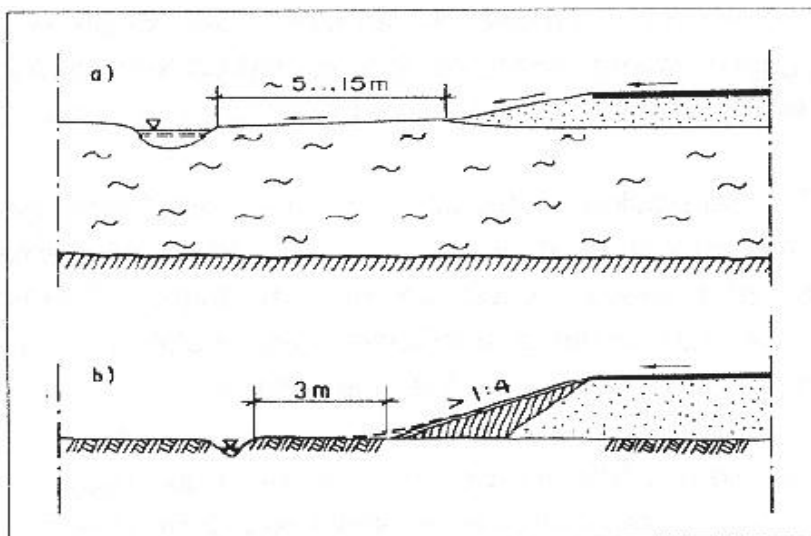
Sivuojan tehtävänä on tierakenteen kuivatus sekä tiealueen pintavesien kokoaminen laskuojaan. Sivuojen huolellinen suunnittelu on tärkeää pintavesien poistumisen vuoksi. Suunnittelu vaikuttaa myös tiealueen ulkonäköön, liikenneturvallisuuteen, tarvittavan tiealueen kokoon, kaivumassojen kustannuksiin ja kunnossapitoon. Suunnittelussa huomioidaan sivuojan tarve, sijainti, syvyys, pituuskaltevuus sekä luiskat. (Tielaitos 1993, 20.)

Tarve ja sijainti

Sivuojen vesimäärät ovat varsin pieniä, joten konkreettista mitoitusta tarvitaan harvoin. Ojien koko arvioidaan kevään sulamisvesien mukaan, sillä keväisin vettä on eniten. Kuvion 1 mukaisesti sivuoja vaaditaan tien ollessa 0-tasauksella ja leikkausosuudella, mutta myös penkereellä ympäröivän maan viettäessä tielle päin. Mikäli ympäröivä maa viettää pois päin penkereellä olevasta tiestä, sivuojaa ei välttämättä tarvita. Ympäröivän maaston ojitusjärjestelyt voivat vaikuttaa tiealueen kuivatuksen toteuttamiseen vaikka maasto viettäisi pois päin, esimerkiksi sivuttaessa peltojen kuivatusjärjestelmiä. Ojan pohjan sijainti määritellään maaston mukaan, jolloin sen etäisyys tien reunasta voi jonkin verran vaihdella. Ohjeena käytetään kuitenkin 2-15m etäisyyttä tien reunasta, jolloin oja on riittävän lähellä tietä sekä tiealueella. Kuvio 2 havainnollistaa sivuojan sijaintia pehmeillä alueilla, kuten soilla tai vastapengeralueilla. (Tielaitos 1993, 19–20.)



Kuvio 1. Sivuoja tarvitaan ympäröivän maaston viettäessä tietä kohden, tien ollessa sivukaltevassa maastossa tai tien ollessa ympäröivän maaston tasolla.



Kuvio 2. Sivuojan sijainti tien nähden pehmeillä alueilla, kuten soilla (Tielaitos 1993, 20)

Syvyys

Tiealueen pintavedet mahtuvat normaalisti 0,2 metriä syvään sivuojaan. Alueilla joihin kasataan talvisin lunta, tarvitaan 0,5 metriä syvä sivuoja. Keväällä ojan pohjalla oleva lumi muuttuu noin 0,3 metriä vahvaksi jääkerrokseksi. Kuitenkin sivuojan pohjan tulee olla kuivatettavan tierakenteen alapuolella, jotta ylimääräinen kosteus virtaa rakenteesta. Ympäröivä pohjamaa vaikuttaa sivuojan lopulliseen syvyyteen jonkin verran. Usein ojan pohjan ohjesyvyytenä pidetään noin 0,25 m kuivatettavan tason alapuolella. (Tielaitos 1993, 21.)

Sivuojaa ei kuitenkaan tule tehdä liian syväksi riittävän kaltevuuden varmistamisen vuoksi. Liian syvät ojat voivat pahimmillaan kerätä ympäröivän maaston vedet tien viereen. Suoalueilla tämä on melko yleistä, sillä maasto ei vietä minnekään. Joillakin suo- tai ongelma-alueilla kuivatusta voidaan parantaa salaojilla. Ojien syvyyden suunnittelussa tulee myös

huomioida tien alittavien sekä liittyvien teiden rumpujen korkeusasema siten, ettei virtaus esty esimerkiksi liian korkealla olevan liittymärummun vuoksi.

Liian syvät ojat ovat liikenneturvallisuusriski, sillä jyrkemmät luiskat eivät vaimenna ajoneuvon törmäystä loivan luiskan tapaan. Syviin ojiin voi muodostua ”ankkalampia”, joista vesi ei pääse pois. Vesialtaat aiheuttavat heijastumia, jotka voivat häikäistä autoilijaa.

Kaltevuus

Sivuojen riittävällä kaltevuudella pyritään poistamaan tiealueelta sekä ympäröivältä valuma-alueelta tulevat pintavedet mahdollisimman nopeasti laskuojiin. Sivuojen pituuskaltevuuden ohjearvona pidetään 0,4 % ja erikoistapauksissakin kaltevuuden tulisi olla vähintään 0,1 %. Liettymisen ja umpeen kasvamisen vaara kasvaa, jos pituuskaltevuus jää tasaisessa maastossa alle 0,4 %. Puutteellinen pituuskaltevuus voidaan huomioida ojan kaivussyvyydessä, jolloin oja voi umpeutua jonkin verran. Ojien kaltevuus noudattaa pääasiassa maaston muotoja, jolloin varsinaista maksimikaltevuutta rinnekohteisiin ei voida määrittää. Kumpuilevan maaston vuoksi ojien linjakaltevuudet eivät voi olla kovin pitkiä, joten laskuojia tulee suunnitella riittävästi vesien poistumisen varmistamiseksi. (Tielaitos 1993, 22.)

Luiskat

Tien sisäluiskan kaltevuus pyritään pitämään samana, vaikka ympäröivä maasto muuttuisi jonkin verran. Poikkeuksen tuovat kohteet, joissa joudutaan tekemään jyrkkäluiskaiset penkereet tai sivuoja joudutaan jättämään erityisen matalaksi. Esimerkiksi kiinteää kalliota ei ole aina järkevää taloudellisista

syistä johtuen ryhtyä louhimaan. Erityisen ahtaissakin tien kohdissa luiskan pituus tulisi olla vähintään 2 metriä. Pääteillä sisäluiskan ohjekaltevuus on yleensä 1:4 ja ulkoluiskan kaltevuus 1:2. Loivemmat luiskat vähentävät törmäysvaurioita sekä helpottavat kunnossapitoa. (Tielaitos 1993, 22.)

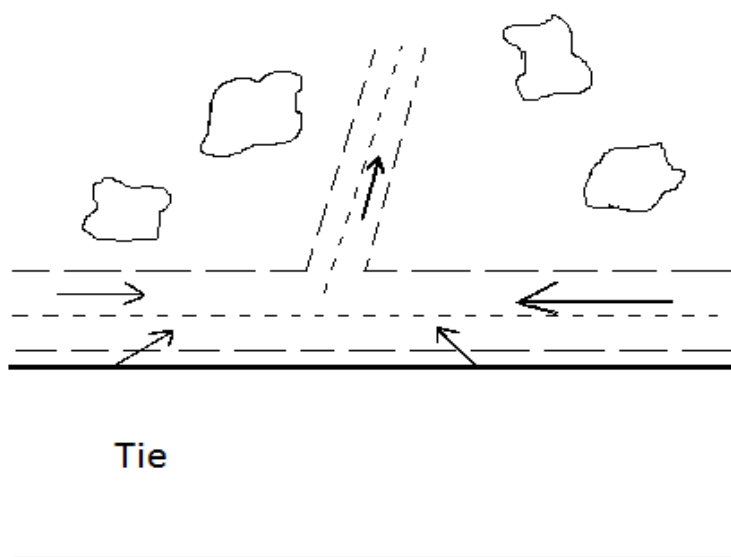
Liian pitkät tai liian jyrkät luiskat nostavat kunnossapitokustannuksia niittämisen sekä ojien perkauksen osalta. Kunnostuksen tai rakentamisen jälkeen jyrkät luiskat ovat alttiita eroosiolle. Rankkasateet ja sulamisvedet voivat irrottaa luiskamateriaalit ja kasata ne tukkimaan virtausta esimerkiksi laskuojissa. Eroosio pyritään estämään nurmetuksella tai käyttämällä hyvin sitoutuvaa materiaalia. (Tielaitos 1993, 22.)

4.4 Laskuojat

Laskuojien on tarkoitus johtaa sivuojien tuomat vedet ympäristöön, siten että ne vaikuttavat tierakenteeseen mahdollisimman vähän. Kuvio 3 esittää laskuojan toimintaperiaatetta. Laskuojan leveyden tulee olla vähintään 0,5 m ja luiskien kaltevuuden 1:1 - 1:3 maaperästä riippuen. Pehmeämmillä mailla kaltevuuden tulee olla loivempi. Pituuskaltevuus jää usein tavoitearvosta 0,4 %, jolloin liettymisen vaara kasvaa. Yleensä alkuosa pyritään muokkaamaan 0,5 - 1 % kaltevuuteen riittävän virtaaman takaamiseksi. Laskuojan pituuden määrittämiseen ei ole selkeää ohjetta. Ojan tulee kuitenkin olla niin pitkä, että vedet kulkeutuvat riittävän kauas tiestä. (Tielaitos 1993, 23.)

Laskuojien sijoittamisessa tulisi käyttää hyväksi valmiita uomia, kuten luonnonoja. Tiealueen vesiä ei kuitenkaan saa johtaa suoraan luonnonvesistöön rehevöitymisen ehkäisemiseksi, mistä onkin tullut pienehkö ongelma. Mineraalien kulkeutuminen pyritään estämään päättämällä laskuoja 10 metriä ennen luonnonvesistöä saostuskuoppaan. Vesi kulkeutuu

eteenpäin ylivirtauksena, jolloin edes osa hiukkasista on laskeutunut saostusaltaan pohjalle. (Keskikallio 2012.)



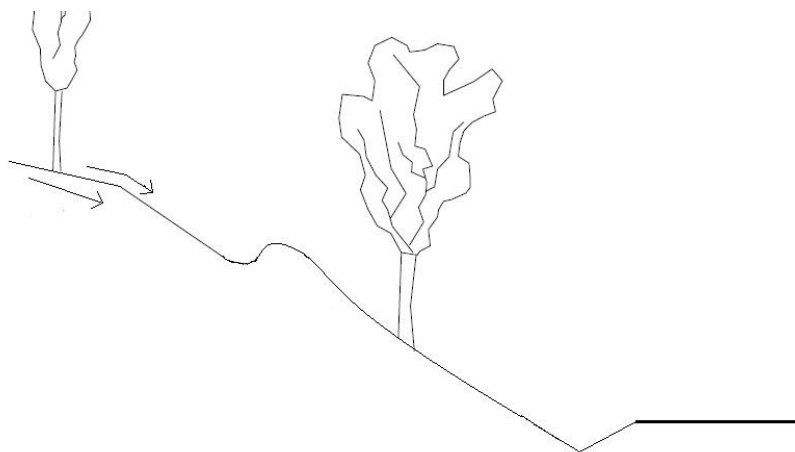
Kuvio 3. Veden kulkeutuminen sivuojista laskuojiin

Laskuojan kaivamiselle tarvitaan maanomistajan hyväksyntä etenkin, jos oja tulee asutuksen tai kiinteistöjen lähelle. Ohjeena pidetään, ettei vesiä johdeta tonteille, uimarannoille, salaojitetuille pelloille tai muille alueille, joilla siitä olisi haittaa. Laskuojaa ei myöskään tulisi sijoittaa pehmeikön heikoimpaan kohtaan. Ympäristön käytön tulisi säilyä samankaltaisena ojan kaivun jälkeenkin. Laskuojan kaivumassoista ei saa aiheutua esteettistä haittaa tien tai ympäristön käyttäjille. (Tielaitos 1993, 23–24.)

Pintavesien kuivatuksesta ei saisi, tieltä alkavien tai tien alittavien laskuojien tai seisovan veden osalta, aiheutua vaaraa tieltä suistuvalla ajoneuvolle. Tieltä suistuvan ajoneuvon törmäämistä laskuojan luiskiin voidaan vähentää pidentämällä rumpuja, jolloin voidaan loiventaa ojan luiskia. Myös istutettu pienpuusto ojan vieressä vähentää törmäysvoimaa. Usein vaarallisiin kohtiin sijoitetaan kaiteet suistumisen ehkäisemiseksi. (Tielaitos 1993, 23.)

4.5 Niskaojat

Niskaojaa käytetään leikkausluiskan yläpuolisessa rinteessä kokoamaan sitä ylempänä olevan valuma-alueen vedet, jotta pintavesi ei syövyttäisi ulkoluiskaa. Niskaojan tarve riippuu yläpuolelta valuvan veden määrästä. Sen rakentaminen on usein aiheellista, kun maa-aines on hienoa ja valuma-alueella on noin 10–20 m luiskan yläpuolella. Niskaoja sijoitetaan luiskan yläpuolelle siten, että vedet ohjautuvat laskuosiin tai muuhun purkauspaikkaan, kuten kuviossa 4. Ojat tulee myös maisemoida ja verhota esimerkiksi nurmettamalla. Joskus erityisen jyrkissä paikoissa käytetään koururakenteita. Niskaojat eivät ole tierakenteen kuivatuksen kannalta merkittävimpiä, mutta vähentävät kuitenkin ympäristöstä tulevaa veden määrää sivuojissa. (Tielaitos 1993, 24–25.)



Kuvio 4. Niskaojan sijainti tiehen nähden

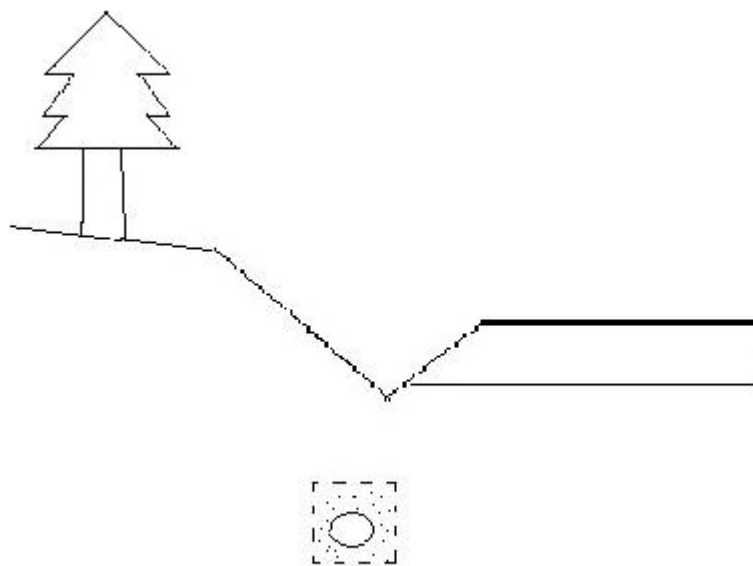
4.6 Rummut ja liittymäalitukset

Liittymäalitukset tehdään lähes aina rummulla. Mitoitus on vakiintunut siten, että alle 8 metrin rummun halkaisija on 300 mm ja yli 8 metrin halkaisija on 400 mm. Mikäli alitukseen tuleva vesimäärä on poikkeuksellisen suuri esimerkiksi suuren valuma-alueen tai läheisyydessä olevan heteen vuoksi, rumpu voidaan mitoittaa erikseen riittävän suureksi. Rumpu tulee asentaa sopivalle syvyydelle verrattuna muuhun kuivatusjärjestelmään eli yleensä sivuojiin. Useimmiten rummun korkeusasema aiheuttaa ongelmia koko kuivatusjärjestelmään. (Tielaitos 1993, 53.)

4.7 Salaojat

Tien syväkuivatus toteutetaan usein salaojin. Salaojat ovat maanpinnan alle sijoitettuja putkia, joita pitkin ylimääräinen kosteus tai korkealla oleva pohjavesi kuljetetaan pois tierakenteesta. Uutta tietä rakennettaessa kaltevaan rinteeseen, salaojitus voidaan asentaa jo rakennusvaiheessa yläpuoliseen rinteeseen. Salaojitus on tehokas kuivatuksen parannuskeino.

Salaoja tulee sijoittaa riittävän syväälle, jottei se pääse jäätymään talvella. Pohjois-Suomessa riittävänä syvyytenä pidetään 2 metriä. Rei'itetyn PVC-muovisen putken koko on vakioitunut 100 mm, mikä riittää maaperän vesimäärän siirtämiseen. Putki voidaan suojata niin kutsutulla tuplaputkella jolloin ulompi putki suojaa sisempää litistymiseltä, esimerkiksi raskasliikenteisellä tiellä. Veden imeytymistä putkeen tehostetaan ympäröivällä karkealla murskeella, jossa vesi liikkuu kohtuullisen vaivatta. Kuvioista 5 käy ilmi salaojan teoreettinen sijainti tiehen nähden. Pelkkä murskeesta tehtyä uoma kutsutaan suoto-ojaksi. (Tiehallinto 2004c.)



Kuvio 5. Salaoja sijoitetaan routarajan alapuolelle

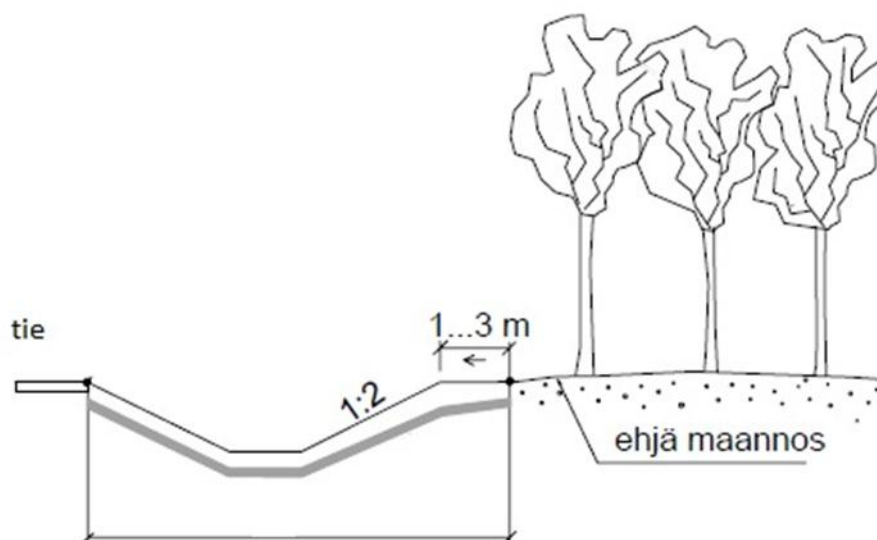
Salaojaputken kaltevuus tulisi olla vähintään 2 %, jottei putkeen pääsisi kertymään hienoainesta. Salaojitukseen liittyy myös tarkastuskaivot, järjestelmän toimivuuden varmistamiseksi. Kaivoja tulisi olla noin 40 metrin välein, jolloin ne on helppo puhdistaa. Kootut vedet johdetaan sopivaan purkauspaikkaan etäälle tiestä. (Tiehallinto 2004c.)

4.8 Pohjavesien suojaus

Lapin alueella on useita tärkeitä pohjavesialueita ja usein tiet ylittävät tai sivuavat niitä. Talvikunnossapidon liukkaudentorjunnan suolan, kloridin sekä muiden liikenteen haitta-aineiden kulkeutumista pohjavesiin pyritään estämään. Myös liikenneonnettomuuksissa tiealueelle voi joutua myrkyllisiä aineita, kuten polttoaineita. Pohjavesialueella tierakenteessa käytetään erilaisia vettä läpäisemättömiä rakenteita, jottei haitta-aineita sisältävä vesi pääse imeytymään pohjaveteen. Tiivisrakenne voi olla koko tierakenteen tai

vain kuivatusrakenteiden alla. Yleisin tiivisrakenne on luiskien suojaverhouksen alla oleva bentoniittimaa sekä muovi kuten kuviossa 6. Bentoniittimaa on saven kaltaista, mutta se imee erittäin hyvin vettä itseensä samalla turvoten ja tiivistyen. Myös asfalttia voidaan käyttää luiskien suojamateriaalina. (Tiehallinto 2004b, 18–20.)

Pohjavesiä suojaavien tiivisrakenteiden tulee olla riittävän suuria, jotta esimerkiksi suolaiset auraslumet eivät lennä suojausrakenteiden yli ja pääse siten imeytymään. Sivuoijien sekä laskuoijien tiivisrakenteiden tulee jatkua riittävän kauas pohjavesialueista. Liian lyhyet suojausrakenteet voivat päästää haitta-aineet imeytymään maaperään sekä pohjavesiin. Tärkeää on se, että suojausrakenteet jatkuvat niin kauas pohjavesialueesta, että imeytymisvaaraa ei ole. (Tiehallinto 2004b, 18–20.)



Kuvio 6. Tiivisrakenne luiskassa. (Tiehallinto 2004b, 19)

5 KUIVATUKSEN INVENTOINTI

Suomessa toimii muutamia tienpidon laadunvalvontaan soveltuvia konsulttipalveluita tuottavia yrityksiä. Inventointityö kilpailutetaan avoimilla markkinoilla, jolloin saadaan kustannussäästöjä. Luonnollisesti alueurakoiden valvojat sekä urakoitsijat havainnoivat kuivatuksen kuntoa muun valvonta- ja kunnossapitotyön ohella. Kentältä saatava kokemusperäinen tieto kuivatuksen kunnosta on arvokasta ja vahvistaa usein konsulttien suorittamia inventointeja.

Kuivatuksen inventoinnissa arvioidaan pääasiassa sivuojien ja laskuojien yleistä kuntoa kuntoluokituksen mukaan (liite 1). Tarkemmin havainnoidaan ojien luiskien kuntoa, kaltevuutta, vesimäärää ojassa sekä vettä patoavia tekijöitä. Työ suoritetaan ajoneuvosta käsin, jolloin ajonopeus ei voi olla kovin suuri. Aineiston keräyksessä käytetään apuna videointilaitteita sekä inventoijan omaa tallennettua selostusta havainnoistaan. Visuaalisessa inventoinnissa saadut havainnot kirjataan tierekisteriin osoitteittain, jotta ne ovat myöhemmin helposti paikannettavissa. Paikannus toteutetaan erilaisilla GPS-sovelluksilla, jotka muuntavat koordinaattiosoitteen tierekisteriosoitteeksi. (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011b,c.)

Inventoinnin ajankohta ja sää vaikuttavat tuloksiin merkittävästi. Myös ympäröivä maasto on otettava huomioon. Paras ajankohta on keväällä ennen kasvukauden alkua, jolloin kasvillisuus ei peitä luiskia tai ojan pohjaa ja estä siten havainnointia. Inventointi tulee kuitenkin ajoittaa siten, että kevään sulamisvedet ovat ehtineet imeytyä tai kulkeutua pois sivuojasta. Syksyllä kasvillisuus peittää usein luiskat lumien tuloon saakka, jolloin ojien kunnan arvioiminen hankaloituu entisestään. Talvella inventointia ei voida toteuttaa. (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011b,c.)

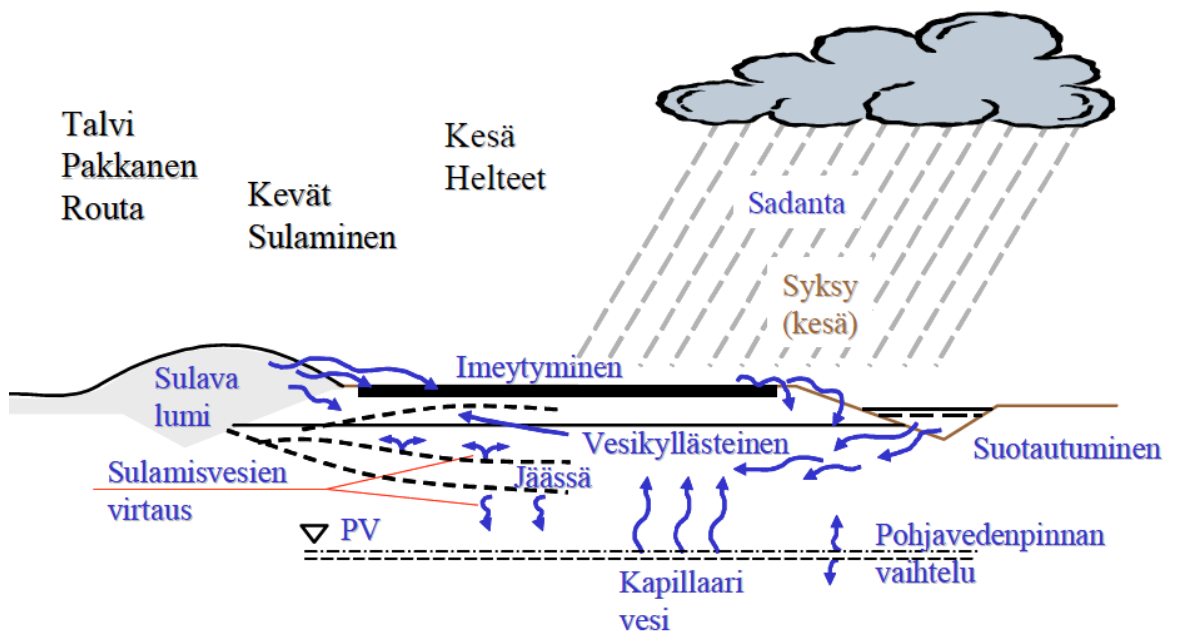
Poikkeuksellisen sateisena ajankohtana tehdyt inventoinnit antavat tarpeettoman huonon kuvan ojien toimivuudesta. Toisaalta tavallista kuivempina kautena tarkastellut kohteet vaikuttavat toimivammilta kuin todellisuudessa ovatkaan. Poikkeuksisella säällä voi siis olla varsin voimakas vääristävä vaikutus inventoinnin lopputulokseen. Normaalit olosuhteet voidaan arvioida pitkän aikavälin keskimääräisistä säätilastoista. Näin voidaan välttyä inventoijan muistiin pohjautuvilta mielikuvilta esimerkiksi normaalista kevätsäästä.

Kuivatuksen inventoinnin ongelmana on sen subjektiivisuus, sillä jokainen arvioi ojien toimivuutta omasta näkökulmasta. Ongelmaa on pyritty helpottamaan kehittämällä kuivatuksen luokitus. Se on kuvallinen ohjevihko, jossa kuivatuksen toimivuus arvioidaan kolmiportaisella asteikolla (Liite 1). Erikoiskuivatuskohteiden toimivuuden tarkkailua pyritään yhtenäistämään erilaisilla tilaajan, urakoitsijan sekä konsulttien yhteisillä kalibrointitilaisuuksilla. Työn aikainen videointi mahdollistaa myöhemmän tarkastelun ilman uutta maastokäyntiä. Visuaalisen inventoinnin epäonnistuminen voi kohdentaa tarkemmat jatkotutkimukset virheelliseen paikkaan. (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011b.)

6 TIERAKENTEEN MUODONMUUTOKSET

6.1 Ilmastolliset rasitukset

Lapin olosuhteissa ilmaston aiheuttamat rasitukset vaihtelevat vuodenaikojen mukaan. Päätekijöitä ovat lämpötilan nopeakin vaihtelu, vedenmäärän vaihtelu sekä edellä mainittujen yhteisvaikutuksesta syntyvä routa. Lämpötilan muutokset vaikuttavat lähinnä sidottuihin rakennekerroksiin. Vesi vaikuttaa eniten sitomattomissa kerroksissa, joissa se aiheuttaa kantavuuden alentumista. Yhdessä lämpötilan kanssa se aiheuttaa routimista. Kuvio 7 havainnollistaa tierakenteeseen kohdistuvia ilmaston aiheuttamia rasituksia. (Tiehallinto 2002, 20.)

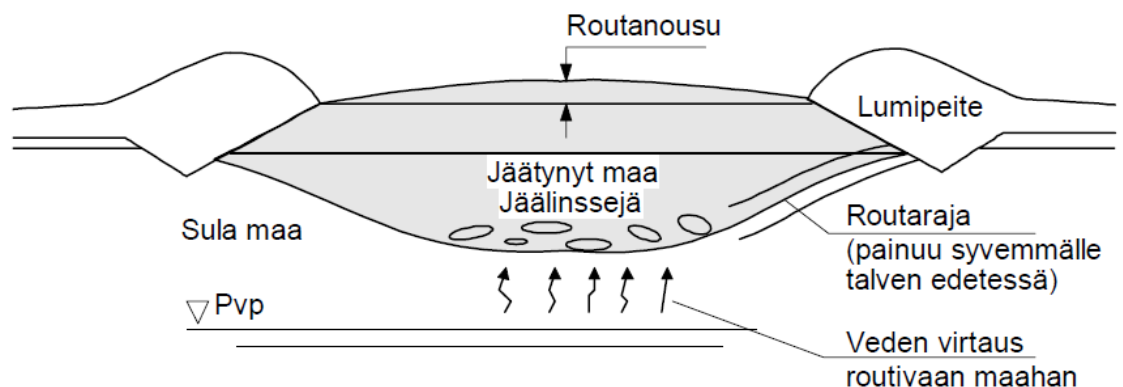


Kuvio 7. Ilmaston aiheuttamat rasitukset tierakenteessa (Tiehallinto 2002)

6.2 Routiminen

Routiminen on eräänlainen tierakenteen muodonmuutos. Liiallinen kosteus liittyy tähänkin ilmiöön varsin merkittävästi. Routiminen on fysikaalinen ilmiö, jota mm. tien puutteellisesta kuivatuksesta johtuva kosteus aiheuttaa. Myös korkealla oleva pohjavesi voi kosteuttaa alusrakenteita.

Routa tarkoittaa maassa olevan veden jäätyminen johdosta kovettunutta maakerrosta. Tätä kutsutaan routaantumiseksi. Routiminen tarkoittaa maa-aineksen ja veden kokonaistilavuuden kasvua routaantumisen johdosta. Rakenteiden osalta ongelmallisinta on kerrosrouta, jossa massiivinen routa ja jääkerrokset sekä jäälinsit vuorottelevat. Routimisen edellytyksenä ovat pakkanen, maa-aineksen kyllästyminen vedellä sekä routiva alusrakenne. Kuviossa 8 näkyy maaperän veden virtaus routivaan tierakenteeseen. Kapillaarisuuden vuoksi maaperästä nousee lisää kosteutta täyttämään jäätyneiden huokosten laajentumisen vuoksi siirtyneiden huokosten välit. (Rantamäki–Jääskeläinen–Tammirinne 2001, 115–121.)



Kuvio 8. Routiminen (Tiehallinto 2002)

Routiminen aiheuttaa ongelmia tierakenteessa epätasaisuutensa vuoksi. Kuivatuspuutteiden paikallisuuden vuoksi tien kosteuspitoisuus voi vaihdella lyhyelläkin matkalla. Myös rakenteiden maalajien ominaisuudet vaikuttavat routimisen voimakkuuteen. Epätasaiset muodonmuutokset aiheuttavat erilaisia halkeamia, painumia sekä heittoja päällysteeseen. Routiminen voi myös sekoittaa tienrakennekerroksia. Roudan sulaminen aiheuttaa kantavuuden alenemista, sillä maan sulaminen alkaa tien pinnasta. Sulanut vesi ei pääse imeytymään syvemmällä olevien, yhä jäässä olevien rakenteiden ja jäälinssien läpi. Tällöin pintakerrokset pehmenevät kosteuden vuoksi ja voivat murtua suurien rasitusten vuoksi. Pehmeneminen on suurin ongelma sorateilla, mutta vaikuttaa myös päällystettyjen teiden kantavuuteen jossain määrin. (Rantamäki - Jääskeläinen - Tammirinne. 2001, 115–121)

6.3 Mittausmenetelmät

Visuaalisen inventoinnin tulosten käsittelyn ja tarkastelun jälkeen osa puutteellisesti toimivista kohteista tutkitaan tarkemmin tarpeen vaatiessa esimerkiksi ajoneuvoon kiinnitettävällä laserscannerilla, maatutkalla tai lämpökameralla. Päällysteen vauriot inventoidaan nykyään mm. laserscannerilla, mutta tulkinta vaatii tietokoneohjelmiston lisäksi myös visuaalisen havainnoinnin. Itse skannauksen hinta on noin 10 euroa/km (Saarenketo 2012). Laserscannerilla mitataan pysyviin muodonmuutoksiin liittyvää tienpinnan poikittaista sekä pitkittäistä epätasaisuutta. Laserskannaus on tekniikkaa, jossa kohteen etäisyys saadaan selville sen perusteella, kauanko lasersäteen matka laserscannerista kohteeseen ja takaisin kestää. (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011c.)

Maatutkalla mitataan syvemmällä olevien rakennekerrosten muotoa ja sijaintia. Maatutkauslaitteisto voidaan kiinnittää esimerkiksi henkilöautoon, kuten kuvio 9 käy ilmi. Tutka-antenni lähettää elektromagneettisen aallon, joka kohtaa erilaisen dielektrisyden omaavien rakennekerrosten rajapinnan, osa aallosta heijastuu takaisin pintaan ja vastaanotin tallentaa sen. Lyhyillä aallonpituuksilla tutkitaan tien pintarakenteita, pidemmillä aallonpituuksilla saadaan dataa syvemmältä. Tutkuksesta saatu data on viitteellistä ja sen tulkinta vaatii vankkaa ammattitaitoa sekä lisätutkimuksia, kuten kairausta tai näytteenottoa. (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011c.)

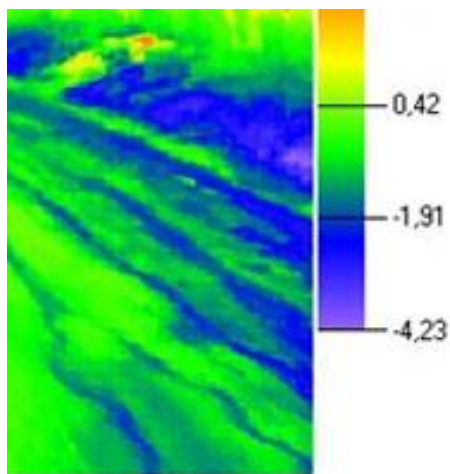


Kuvio 9. Maatutkausvälineistöä, mittausauto ja maavasteantenni (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011c)

Pudotuspainolaitteella mitataan tien kantavuutta. Sillä tutkitaan myös pysyvien muodonmuutosten tyyppiä sekä käytetään apuna kantavuusmitoituksessa. Mittalaitteessa on tietynkokoinen paino, jota pudotetaan tietyltä korkeudelta vakioidulle kuormituslevylle, jossa on kumivaimentimet. Pudotettava paino on suunniteltu simuloimaan tiellä ajavan raskaan ajoneuvon aiheuttamaa rengaskuormitusta. Yleensä käytetään 50

kN kuormitusta 300 mm levyllä. Kuormituksen aiheuttama taipuma mitataan useista geofoneista, jotka on sijoitettu tien pintaan eri etäisyyksille kuormituslevystä. (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011c.)

Lämpökameraa käytetään edellä mainittujen menetelmien tukena. Kameran on tarkoitus ilmaista rakenteen kosteutta lämpötilaeroilla. Maa lämpiää nopeammin kuin vesi, joten kosteiden kohtien tulisi erottua ympäristöön viileämpinä. Kuviossa 10 lämpötilaerot ovat helposti havaittavissa. Paras lopputulos saadaan yhdistämällä eri tutkimusmenetelmiä ja niiden tuloksia toisiinsa. Myös tarkempien tutkimusten yhteydessä on syytä käyttää videointilaitteita myöhempää tarkastelua varten. (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011c.)



Kuvio 10. Lämpökamerakuva (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011b)

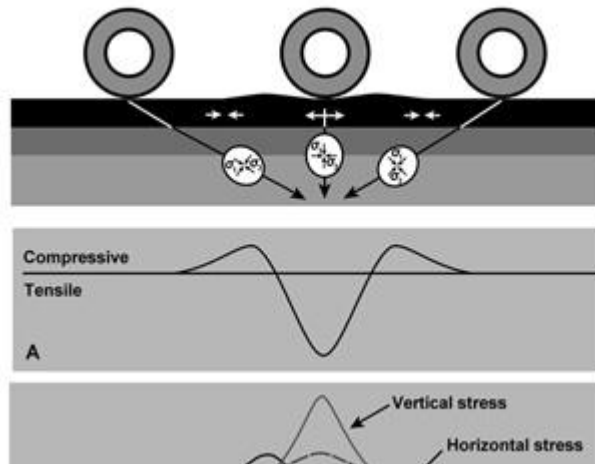
6.4 Pysyvät muodonmuutokset rakenteessa

Pysyvät muodonmuutokset tierakenteessa heijastuvat päällysteeseen. Urautuminen sekä erilaiset painumat ovat pysyvien muodonmuutosten merkkejä. Ongelmat syntyvät useampien eri tekijöiden summana. Kuivatuksen puutteellisuus, rakenteen materiaali ja sen liikenteestä johtuva hienontuminen sekä väsyminen ovat eräitä merkittävimpiä tekijöitä.

Tienrakennusmateriaalit eivät ole täysin elastisia ja jokaisen kuormituksen tuloksena niissä syntyy aina jonkin verran pysyviä muodonmuutoksia. Täysin elastinen materiaali palautuu alkuperäiseen muotoonsa kuormituksen jälkeen. Plastisessa muodonmuutoksessa materiaali ei enää palaudu täysin alkuperäiseen muotoonsa. Se on kuitenkin aluksi käynyt läpi elastisen muodonmuutoksen, jonka vuoksi osa kokonaismuodonmuutoksesta pyrkii palautumaan. (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011.)

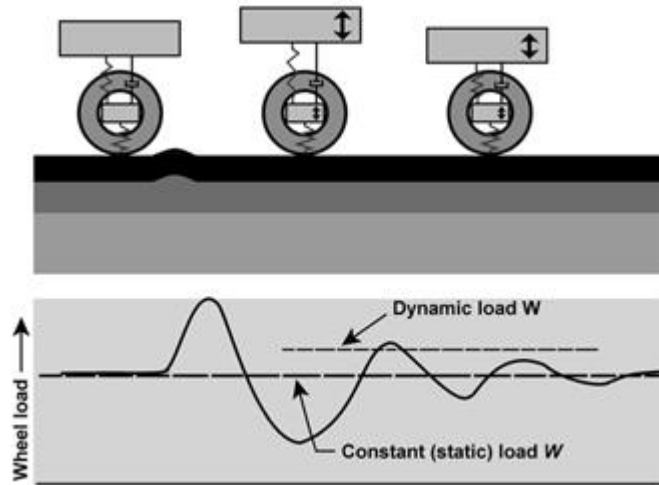
Tierakenteessa muodonmuutokseen vaikuttaa useampi tekijä. Tällaisia tekijöitä ovat liikkuvat rengaskuormituksen aiheuttamat jännitykset, kuormituskertojen välinen aika sekä jousituksesta johtuvat sysäysmäiset kuormitukset. Edellä mainitut tekijät vaikeuttavat muodonmuutosten arvioimista huomattavasti. (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011d.)

Kuormituksesta johtuvien jännitysten suunnat muuttuvat riippuen kuormituksen sijainnista tarkastelupisteeseen nähden. Ennen ja jälkeen kuormituksen päällysteen jännitykset ovat puristusjännityksiä. Kuormituksen aikana jännitykset ovat vetojännityksiä. Kuvio 11 havainnollistaa jännitysten suunnan muutoksen sekä voimakkuuden. (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011d.)



Kuvio 11. Sidottujen kerrosten jännitysten suunta suhteessa pyöräkuormitukseen (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011d)

Tien tasaisuus vaikuttaa jännitysten ja venymien suuruuteen, sillä töyssyt voivat aiheuttaa päällysteeseen sysäysmäistä lisäkuormitusta raskaiden ajoneuvojen jousituksen vuoksi. Jousien aiheuttaman kuormituksen vuoksi jännitykset voivat olla merkittävästi suurempia kuin tasaisella tiellä, mikä kiihdyttää päällysteen vaurioitumista. Kuvio 12 mallintaa sysäysmäistä kuormitusta. Moniakselisen kuorma-auton tiheä kuormitusväli voimistaa heikon rakennemateriaalin altistusta pysyväälle muodonmuutokselle, sillä materiaali ei ehdi palautua kuormitusten välillä alkuperäiseen muotoonsa. Nykyään kuljetuksia pyritään suorittamaan yhä suuremmilla ja raskaammilla ajoneuvoilla. Entistä suuremmat rasitukset vauhdittavat vaurioitumista omalta osaltaan. (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011d.)



Kuvio 12. Sysäysmäisen pyöräkuorman voimakkuuden muutos töyssyn jälkeen (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011d)

Tierakenteen ylimääräinen kosteus kiihdyttää edellä mainittujen tekijöiden vaikutusta muodonmuutosnopeuteen. Kosteaa maa-ainesta menettää kantavuuttaan, jolloin raskaat kuormitukset vaurioittavat enemmän heikentynyttä rakennetta. Toistuva kuormitus hienontaa karkeaa materiaalia, jolloin sen kyky sitoa vettä paranee ja kantavuus alenee. Samalla toistuvuus kasvattaa syntyvää muodonmuutosta, jolloin se heijastuu päällysteessä havaittavana vauriona.

6.5 Luiskien muodonmuutokset

Tierakenteen pysyvät muodonmuutokset aiheuttavat massojen siirtymistä tierakenteesta sekä pohjamaassa. Rakennemassat siirtyvät heikoimmin vastustavaan suuntaan, mikä usein on rakenteeseen nähden sivulle. Siirrokset näkyvät tien sisäluiskien sortumina tai pullistumina. Luiskat voivat sortua myös routimisen sekä erittäin sateisen sään vaikutuksesta. (Tiehallinto 2002, 47)

Luiskien sortuminen ja valuminen sivuojaan heikentää kuivatuksen toimivuutta merkittävästi. Ylimääräinen maa-ainesta estää veden virtauksen

sivuojassa, jolloin vesi alkaa imeytyä tierakenteeseen. Lisääntynyt kosteus heikentää rakenteita ja ympäristöä, jolloin myös ulkoluiskat voivat sortua ojan pohjalle. Pahimmassa tapauksessa tien piennar voi pettää kokonaan raskaan ajoneuvon alla. Tierakenteen kosteuden lisääntyä rakenteen kulumisen ja routimisen voimistuu.

7 TIERAKENTEEN VAURIOT

7.1 Pysyvien muodonmuutosten heijastuminen päällysteeseen

Tienrakenteen kestoikä voi olla useita kymmeniä vuosia, päällysteen tehokas käyttöikä sen sijaan on vain muutamia vuosia. Päällysteen kuntoa voidaan parantaa erilaisilla korjausmenetelmillä, jolloin käyttöikä pitenee. Pysyvät muodonmuutokset pitkittäis- ja poikittaissuunnassa, routa sekä liikenteen kuormitukset kuluttavat päällystettä eniten aiheuttaen vaurioita. Päällystettä kuormittaa useampi tekijä samanaikaisesti, mikä lisää entisestään vaurioitumisnopeutta.

Tienpinnan kuntoa mitataan palvelutasomittauksella (PTM). Mittaukset suoritetaan liikenteen käyttämällä nopeudella ajoneuvoon kiinnitetyllä mittarilla. *"Laser RST -laitteisto rekisteröi tienpinnan ominaisuuksia, kuten urasyvyyden, pituussuuntaisen epätasaisuuden, kaltevuuden, tien geometrian ja tien poikkiprofiilin. (Ramboll 2008)."*

Pysyvät muodonmuutokset näkyvät päällysteessä pitkittäisenä sekä poikittaisena epätasaisuutena. Pysyvät muodonmuutokset syntyvät tierakenteiden kuormituksen kasvaessa sekä toistuessa, niin ettei se ehdi palautua normaalitilaan, kuten aikaisemmin on todettu. Poikki- ja pituussuuntaista epätasaisuutta kuvataan URA ja IRI arvoilla. URA -arvo kuvaa tien pinnan urasyvyyttä, keskiharjanteen korkeutta sekä sivukaltevuutta. IRI -arvo puolestaan kuvaa heittojen ja painumien voimakkuutta sekä määrää.

Päällysteeseen muodostuvat vauriot voimistavat rakenteiden kulumista sekä väsymistä. Rakenne ei toimi tehokkaasti kokonaisuutena, mikäli kantavan kerroksen ohella tärkein kuormituksia jakava kerros eli päällyste, toimii puutteellisesti. Halkeamat jakavat laattana toimivaksi suunnitellun

päällysteen, jolloin kuormat jakautuvat epätasaisesti. Vaurioiden läpi imeytyy kosteutta, joka heikentää rakenteen rasituksen sietokykyä. Puutteellisesti toimiva kuivatus estää päällysteen läpäisseen kosteuden pois kulkeutumisen rakenteesta. (Tiehallinto 2002, 50–52.)

Pitkittäinen epätasaisuus

Tierakenteeseen nähden pitkittäiseen epätasaisuuteen ja rakenteen pysyvään muodonmuutokseen katsotaan kuuluvan heitot sekä painumat. Osa näistä syntyy routimisen vuoksi. Routiminen kasvattaa talvella maan tilavuutta epätasaisesti, jolloin tienpintaan muodostuu epätasaisuutta. Usein routanousut sekä pysyvät muodonmuutokset, jotka heijastuvat päällysteeseen pitkittäisenä epätasaisuutena, liittyvät vahvasti toisiinsa ja voimistavat toisiansa. Tästä johtuen pituussuuntainen epätasaisuus sijaitsee myös kesällä samalla tien kohdalla. (Tiehallinto 2002, 51.)

Pitkittäinen epätasaisuus voi johtua myös tierakenteen laadun, esimerkiksi työaikaisen tiivistämisen vaihtelusta. Pitkittäisestä epätasaisuudesta kärsivät tiet on rakennettu pehmeälle pohjamaalle, kuten savelle tai turpeelle. Kyseisillä maa-aineksilla on heikko kantavuus, joten tierakenne voi painua oman massansa vuoksi jonkin verran. Myös tierakenteen muutokset kuten rumpujen kohdat ovat alttiita muodostamaan heiton tai painuman riippuen rakennusmaista. (Tiehallinto, 49–50.)

Raskaan liikenteen aiheuttama kuormitus voimistuu epätasaisuuden vuoksi, sillä jousitus aiheuttaa tierakenteeseen sysäysmäistä lisäkuormitusta. Lisäkuormitus sekä tierakenteen liiallisesta kosteudesta johtuva kantavuuden aleneminen, voimistavat pysyvien muodonmuutosten syntymistä. Heiton aiheuttama sysäysmäinen voima lisää kitkaa tien ja renkaan välillä, jolloin irtoaines hienontaa kiinteää päällystettä. Myös henkilöautojen

nastarengaskulutus voimistuu sysäysmäisen voiman vuoksi. Usein pitkittäiseen epätasaisuuteen liittyy myös reikiintyminen ja halkeamat.

Pitkittäinen epätasaisuus on ongelmallista nopeamman päällysteen kulumisen vuoksi, mutta myös liikenneturvallisuuden sekä kunnossapidon kannalta. Epätasaisuutta on hankalaa havaita, jolloin se yllättää autoilijan. Etenkin liukkaalla kelillä ajoneuvon hallinnan menettämisen riski kasvaa. Pitkittäinen epätasaisuus haittaa jonkin verran talvikunnossapitoa.

Poikittainen epätasaisuus

Poikittaisella epätasaisuudella tarkoitetaan pääasiassa tien urautumista, keskiharjannetta sekä reunapalletta. Kuviossa 13 on pahoin urautunut esimerkkikohde. Urautumista ja sen nopeutta tutkitaan paljon ja sen ehkäisemiseen pyritään panostamaan. Pahimmillaan urautumisnopeus on yli 3mm/vuosi, jolloin päällystystoimenpiteitä tulisi tehdä 10–15 vuoden välein. Kuivatuksen toimivuutta pidetään oleellisena myös tämän ongelman kohdalla. Esimerkiksi Roadex II -projektin mukaan urautuminen on merkittävästi nopeampaa tieosilla, joilla kuivatus on puutteellinen. Mikäli urautumisen nopeus saadaan 0,8mm/vuosi, päällysteen uusiminen olisi teoriassa ajankohtaista 30–40 vuoden välein. Urautuminen on luokiteltu neljään luokkaan sen aiheutumisen mukaan. (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011e; Saarenketo 2012.)

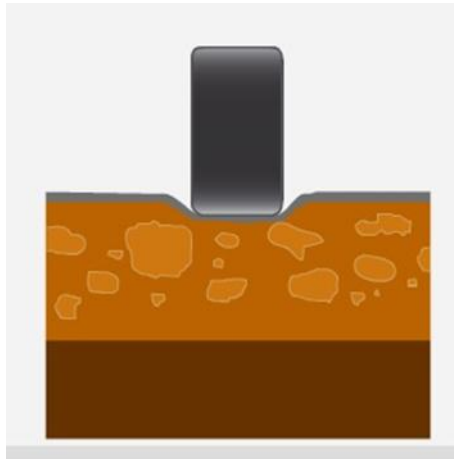


Kuvio 13. Pahoin urautunut päällystetty tie (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011b)

7.2 Urautumisen luokittelu

1) Urautumistyyppi 0

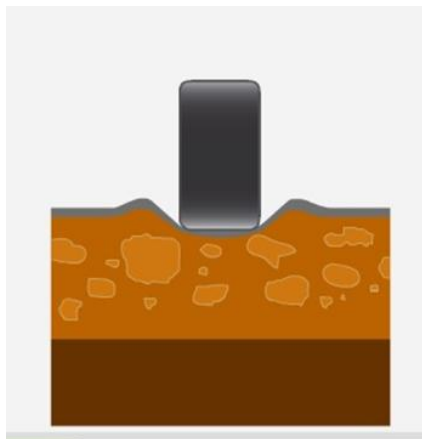
Rakentamisen ja liikenteelle avaamisen jälkeen tapahtuu aina jonkin asteista 0-tyyppin tiivistymistä, jossa tien pintarakenteet tiivistyvät liikenteen voimasta. Riittävän tarkkaan ja huolella tehdyt rakenteet sekä tiivistystyö estävät tehokkaasti liikenteen aikaista tiivistymistä. Päällystetyillä teillä tiivistyminen tapahtuu yleensä kantavankerroksen yläosalla, sillä etenkin päällyste tiivistetään työn aikana erittäin hyvin. 0-tyyppin urautumisessa päällyste painuu kantavan kerroksen tiivistyessä sen mukana kuvion 14 tapaan. (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011e.)



Kuvio 14. Urautumistyyppi 0 (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011e)

2) Urautumistyyppi 1

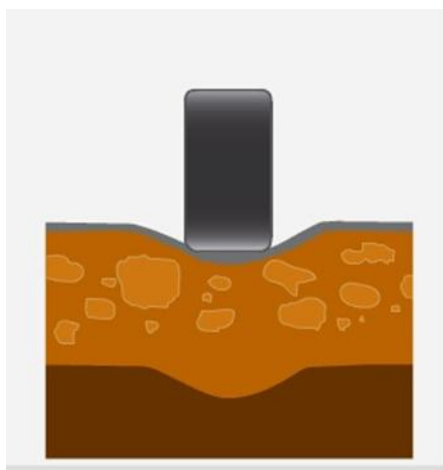
Tyypin 1 urautumista tapahtuu, kun renkaan kuormitus aiheuttaa alapuolellaan plastista leikkautumista huonolaatuisissa sitomattomissa materiaaleissa. Kuviossa 15 näkyy, kuinka leikkautuminen aiheuttaa tien pinnan kohoamista ajouran ympärillä ja samalla liikkuva materiaali menettää tiiveyttään sekä rakennelujuuttaan. Tyypin 1 urautuminen johtuu yleensä kantavankerroksen yläosan sitomattoman kiviaineksen heikosta leikkauslujuudesta tai riittämättömästä tiiveydestä. Liallinen kosteus heikentää materiaalien leikkauslujuutta. (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011e.)



Kuvio 15. Urautumistyyppi 1 (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011e)

3) Urautumistyyppi 2

Tyypin 2 urautuminen heijastuu pohjamaan muodonmuutoksista päällysteeseen. Tällöin koko tierakenne mukautuu pohjamaan muodonmuutosten mukaan ilman, että rakennepaksuudet muuttuvat, kuten kuviossa 16 käy ilmi. Heikko pohjamaa voi pilata laadukkaastakin materiaalista tehdyn tierakenteen. (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011e.)

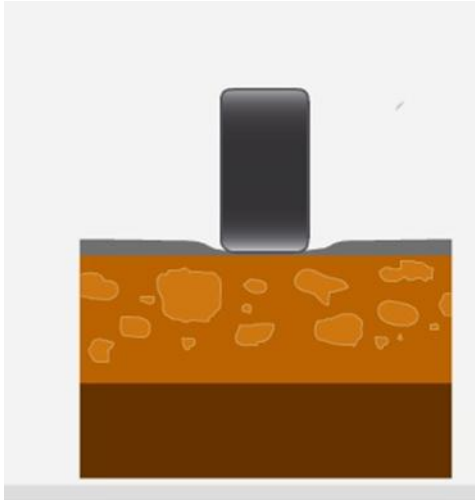


Kuvio 16. Urautumistyyppi 2 (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011e)

4) Urautumistyyppi 3

Tyypin 3 urautuminen tunnetaan päällysteen kulumisena. Kuviossa 17 päällyste on kulunut, mutta muu rakenne on säilynyt ehjänä. Pohjoisista olosuhteista johtuen suurin kyseistä urautumista aiheuttava tekijä on nastarenkaat. Urautuminen näkyy päällysteessä selkeinä ja teräväreunaisina urina, jotka ovat noin henkilöauton akselivälin päässä toisistaan. Nastarenkaiden kulutuksesta johtuva tyypin 3 urautuminen on lähinnä vain

vilkasliikenteisten teiden ongelma, joilla tienpinta voi olla paljas keskellä talvekin. (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011e)



Kuvio 17. Urautumistyyppi 3 (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011e)

Käytännössä urautuminen johtuu useiden tekijöiden yhteisvaikutuksesta, jolloin urautumista tutkittaessa voidaan havaita useiden edellä mainittujen urautumistyyppien piirteitä. Skotlannissa tehtyjen poikkileikkaustutkimusten mukaan sitomattomissa rakennekerroksissa tapahtuu rakennekerrosten ohenemista sekä pohjamaan painumista urien kohdilla. Ajourien vieressä oli helposti havaittava palle. Tutkimuksen mukaan pohjamaa urautui suhteessa vähemmän kuin päällysteen pinta. (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011e.)

Urautuminen voi liikennesäätöjen lisäksi johtua rakennusvirheestä, kuten puutteellisesta tiivistyksestä. Huonolaatuinen maa-aines voi aiheuttaa ongelmia tierakenteeseen etenkin, jos kiviaineksen rakeisuus on liian hienoa. Rakenteesta johtuvia vikoja on jokseenkin hankalaa ja kallista ryhtyä korjaamaan, joten usein pyritään pitämään tie liikennöitävässä kunnossa parantamalla päällystettä esimerkiksi urapaikkauksin.

Poikittaiseen epätasaisuuteen kuuluvat reunapalteet sekä keskiharjanteet liittyvät usein edellä mainittuun urautumiseen. Keskiharjanne kohoaa, kun rakennekerrokset tai pohjamaa siirtyy painuvien urien tieltä sivuun ja ylös. Reunapalle johtuu usein samasta syystä. Tässäkin tapauksessa ylimääräinen kosteus on haitaksi heikentäen rakenteita sekä voimistaen roudan vaikutuksia. (Tiehallinto 2002, 47.) Kunnossapidolle aiheutuvat ongelmat korostuvat erityisesti talvella, jolloin epätasaisuus hankaloittaa merkittävästi auras- ja tasaustyötä. Polanteenpoisto urista on erittäin vaikeaa. Myös kalusto kuluu nopeammin uraisuuden vuoksi.

7.3 Päällysteen vauriot

Edellä käsiteltiin tierakenteen pysyvien muodonmuutosten, kuten urautumisen vaikutuksia päällysteen kuntoon. Tieosalle on vaikeaa esittää tiettyä vaurioitumisketjua, vaikka tekijät ovatkin samat, sillä vauriotyyppejä esiintyy yhtä aikaa useita. Seuraavaksi perehdytään tienkäyttäjälle näkyviin päällystevaurioihin, kuten halkeamiin ja hajoamisvaurioihin.

Päällystetyn tien vaurioituneisuutta voidaan kuvata niin kutsutulla vauriosummalla. Siinä mitataan rikkiäisen päällysteen pinta-alaa 100 metrin tiejaksolla. Vauriosummaan lasketaan mukaan kaikenlaiset vauriot, kuten halkeamat, reiät sekä painumat, joilla kaikilla on omat painokertoimensa. Painokertoimien avulla vauriot voidaan laskea yhteen. (Tiehallinto 2002, 40.)

Verkkohalkeamat

Ajoneuvon pyöräkuormituksen alle päällysteen alapintaan syntyy sekä tien poikki- että pituussuuntaisia vetovoimia. Samalla päällysteen yläpintaan muodostuu puristusrasituksia. Rasitusten toistuessa päällyste väsy, jolloin

bitumin murtolujuus ja -venymä pienenevät. Alkuvaiheessa vauriot ovat hiushalkeamia ja sijaitsevat päällysteen alapinnassa. Vaurion edetessä hiushalkeamat lisääntyvät ja kasvavat edeten samalla päällysteen pintaa kohti. Hiushalkeamien kasvettua riittävän suuriksi ne alkavat näkyä pinnalla. Vaurioitumisen edetessä halkeamien määrä lisääntyy ja päällysteeseen muodostuu monikulmaisia repeämiä, joita kutsutaan verkkohalkeiluksi. Kuviossa 18 päällysteessä on paljon verkkohalkeamaa. Vaurioituminen nopeutuu, kun suuremmiksi kehittyneet halkeamat muodostavat pintarakenteeseen epäjatkuvuuskohdan. Päällyste ei enää toimi suunnitellusti laattana eikä jaa kuormituksia kantavaan kerrokseen. (Tiehallinto 2002, 43.)



Kuvio 18. Verkkohalkeamaa päällystetyllä tiellä (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011c)

Pituushalkeama

Pituussuuntaisten halkeamien syynä on usein tien poikkileikkauksen epätasaisten routanousujen aiheuttama vetorasitus päällysrakenteen yläosassa, joka voi johtua esimerkiksi rakennekerrosten kiviaineksen ominaisuuksista eri kohdilla tietä. Pituushalkeaman muodostumisen raja-

arvona pidetään noin 26-35mm eroa routanousussa 7 metriä leveällä tiellä. Kuviossa 19 on lievä pituushalkeama. (Tiehallinto 2002, 53–54.)

Tien leveys vaikuttaa pituushalkeaman sijaintiin tien poikkileikkauksessa. Kun tie on leveydeltään luokkaa 7–9 m, pituushalkeama sijaitsee todennäköisimmin tien keskellä. Reunahalkeamat ovat tien keskiosiin muodostuvia halkeamia yleisempiä kapeilla (5–6 m) ja myös hyvin leveillä (11–12 m) teillä. Halkeama voi sijaita myös keskellä ajokaistaa ja se voi olla vinossa tiehen nähden. Sijainti ja halkeaman muoto riippuvat täysin routanousujen sijainnista ja suhteista. (Tiehallinto 2002, 53–54.)

Poikittaishalkeamat

Poikittaishalkeamat eli pakkaskatkot syntyvät, kun päällysteen lämpötilan muutoksesta johtuvat vetojännitykset kasvavat suuremmiksi kuin päällysteen oma vetolujuus. Lämpötilasta johtuvia termisiä vetojännityksiä alkaa syntyä alle +20 asteen lämpötilassa. Lämpöjännitysten suuruus ja halkeiluherkkyys riippuvat päällysteen ominaisuuksista, tierakenteesta, ympäristötekijöistä ja päällysteen iästä. Tärkein tekijä päällysteessä on sideaine sekä sen kovuusominaisuudet ja lämpötilaherkkyys, koska päällysteen jäykkyys riippuu ennen kaikkea bitumin ominaisuuksista. Mitä suurempi on päällysteen jäykkyys, sitä alttiimpi se on pakkashalkeilulle. (Tiehallinto 2002, 57–58.)



Kuvio 19. Päälystevaurio, halkeama (Ramboll 2011)

Purkaumat ja reiät

Purkautuminen johtuu yleensä sideaineen ja kiviainesrakeiden välisen sidoksen hajoaminen, jolloin päällysteestä murtuu kiviainesrakeita. Purkautuminen on yleistä vanhoilla teillä, joilla bitumi on alkanut kovettua. Päälysteen murtuminen yhdistyy usein toiseen vaurioon, kuten halkeamaan. Luonnollisesti liikennesäätö ja kosteus tien pinnalla voimistavat päällysteen eroosioreaktiota. Reikä on pitkälle kehittynyt purkautumiskohta. Reikiintyminen onkin voimakkainta sadesäällä, jolloin autoilijan on vaikeaa havaita jo olemassa olevaa reikää. Tiessä oleva reikä kasvaa nopeasti veden aiheuttaman rasituksen sekä toistuvien ylitysten vuoksi. Kuviossa 20 näkyy kuinka päällysteessä oleva reikä on usein teräväreunainen (Oulun yliopisto 2009, 59.)



Kuvio 20. Päällystevaurio, reikä

8 PÄÄLLYSTEVAURIOIDEN HAITTOJA

Epätasainen tienpinta haittaa tien kunnossapitoa ja nostaa kustannuksia. Erityisesti aeraus ja polanteen tasaus vaikeutuu, koska terät raapivat päällystettä. Tasausterä vastaa sysäysmäisesti päällysteeseen, jolloin sen aiheuttama rasitus on suurimmillaan. Mikäli samaan kohtaan on syntynyt halkeama, tasausterä voi murtaa palasen päällysteestä. Uraisuus aiheuttaa suurimman ongelman polanteen tasauksessa, sillä terät myötäilevät tienpinnan korkeinta kohtaa. Tällöin urien pohjaan jää polannetta.

Vaurioiden kautta tierakenteeseen pääsee kosteutta ja jossain määrin myös hienoainesta, mikä heikentää rakenteen rasitusten sietokykyä. Päällysteen läpäissyttä kosteutta kutsutaan vajovedeksi. Vaurioissa, kuten esimerkiksi rei'issä oleva vesi nopeuttaa vaurion laajentumista jonkin verran. (Tielaitos 1993, 8.)

Tienpinnan kunto on merkittävä liikenneturvallisuuden kannalta. Päällysteen puutteellinen kunto voi vaikuttaa ajolinjan valintaan merkittävästi, jolloin riski kohtaamisonnettomuuteen kasvaa. Liukkaalla kelillä vaurioiden vuoksi tehdyt äkkinäiset väistöliikkeet, voivat johtaa ajoneuvon hallinnan menettämiseen ja tieltä suistumiseen. Päällysteen kunto vaikuttaa myös ajomukavuuteen, sillä epätasaisuudet tuntuvat tienkäyttäjistä epämiellyttäviltä.

Poikittaisen epätasaisuuden eli uraisuuden vuoksi, tiellä oleva vesi ei pääse vapaasti virtaamaan pois ajoradalta vaan jää uriin. Vesiliirron riski kasvaa huomattavasti, kun urissa on riittävästi vettä. Vesiliirroissa ajoneuvon rengas ei kykene syrjäyttämään vettä tienpinnan ja renkaan välistä, jolloin rengas nousee vesipatjan päälle ja ajoneuvon ohjattavuus katoaa.

Pituussuuntaiset halkeamat ovat vaaratekijöitä varsinkin moottoripyöräilijöille. Moottoripyörän rengas voi pudota leveään halkeamaan, josta seuraa hallinnan menettäminen tai kaatuminen. Halkeamat ovat vaarana etenkin keväällä, jolloin niiden paikkaustyö on kesken. Reikien ja purkautumien haitat ovat pääasiassa taloudellisia, sillä teräväreunaiset reiät hajottavat renkaita, vanteita sekä iskunvaimentimia.

Päällysteen vauriot haittaavat tienkäyttäjän kokemusta tien käytön mukavuudesta sekä heikentävät liikenneturvallisuutta. Tämän lisäksi päällystekerroksen vauriot nopeuttavat tien alempien rakenteiden vaurioitumista sekä kulumista. Päällysteen vauriot muodostavat kokonaisuutena toimivassa tierakenteessa epäjatkuvuuskohdan, mikä vaikuttaa rakenteen kykyyn vastaanottaa kuormituksia. Esimerkiksi halkeaman kohdalla liikennekuormituksen aiheuttama rasitus on suurempi ja vaikuttaa syvemmälle rakenteeseen kuin muualla. (Tiehallinto 2002, 42.)

9 KUIVATUKSEN PARANTAMINEN

9.1 Erikoiskuivatuskohteet

Lapin ELY-keskus aloitti erikoiskuivatuskohteen pilottihankkeen Rovaniemen hoidon ja ylläpidon alueurakassa 2007. Erikoiskuivatuskohteiksi valittiin kantatieltä 78 sekä seututeiltä 926 ja 934 yhteensä 9650 metriä. Hankkeen tarkoitus oli pidentää päällystetyn tien kestoikää kuivatusta parantamalla. Urakan alussa urakoitsija kunnosti kohteiden kuivatuksen vaatimusten mukaiselle tasolle ja ne tuli pitää kunnossa koko urakan ajan kokonaishintaiseen sisältyvänä työnä. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2010, 1-2.)

Erikoiskuivatuskohteet valitaan selvittämällä maastotarkastuksin kuivatuksen kunto valituilla teillä, molempien puolten ojat erikseen. Inventointi tulee suorittaa ennen kuin kasvillisuus häiritsee näkyvyyttä ojan pohjalle. Tarkastelu suoritetaan ajoneuvosta, johon on kiinnitetty videokamera kuvaamaan ojaa siten, että toinen kamera kuvaa tien reunaa sekä sisäluiskaa. Toinen videokamera kuvaa ojan pohjaa sekä takaluiskaa, jolloin myös laskuojien kunto voidaan havainnoida. Videomateriaalin lisäksi inventoinnista tallennetaan suullinen selostus tietä ympäröivästä maastosta, sillä kaikkea ei voida havaita videomateriaalista. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2010, 2.)

Inventoinnissa ilmenneet puutteelliset kohteet tallennetaan tiesittain tierekisteriosoitteisiin. Inventoinnin tuloksia verrataan tien urautumisnopeuteen (mm/vuosi), joka lasketaan viimeisimmästä päällystysvuodesta saakka kerätystä PTM10 datasta. Kohteiksi valitaan tiejaksot, joiden kuivatuksen kuntoluokka on 2 tai 3 liitteen 2 mukaisella arviointilomakkeella. Lisäksi kohteen valintaan vaikuttavat päällysteen urautumisnopeus sekä urasyvyys ja IRI-arvo, mikäli ne ovat suurempia kuin kuivatusluokka 1 kohdalla keskimäärin. Myös päällysteen reunan muodonmuutokset, kuten painumat ja reunan halkeamat vaikuttavat kohteen valintaan. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2010, 2-3.)

Erikoiskuivatuskohteiden valinnan jälkeen urakoitsijat kunnostavat kohteet työkohdeluettelon mukaan. Työkohdeluettelosta käy ilmi tierekisteriosoite kohteittain sekä sijainti oikealla tai vasemmalla puolella tietä. Kohteiden pääte piste sijoitetaan siten, että kuivatus todella toimii. Kohteiden kuivatuksen toimivuuden seurantatiedot sekä muu mahdollinen materiaali tulee toimittaa tilaajalle sähköisessä muodossa. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2010, 2-3)

9.2 Kuivatuksen parannusmenetelmät

Roadex-projektissa on todettu, että puutteellinen kuivatuksen toiminta nopeuttaa tierakenteen pysyvien muodonmuutosten kehittymistä sekä nopeuttaa päällysteen vaurioitumista. Seuraavaksi tutustutaan yleisimpiin kuivatuksen parannusmenetelmiin. Menetelmiä käytetään tapauskohtaisesti mahdollisimman kustannustehokkaasti.

Ojien perkaus on pintakuivatuksen tehostamismenetelmistä edullisin ja usein helpoin toteuttaa. Ojien perkaus kuuluu kunnossapitotyöhön, mutta niiden kunnostamista ei ole ohjelmoitu, esimerkiksi vesakonraivauksen tapaan, noudattamaan tiettyä aikasykliä. Käytännössä ojia perataan tarpeen vaatiessa. Ojiin kertyy ajan myötä lietettä ja tien rakennemateriaalia. Myös erilaiset kasvit, kuten sammalet ja heinät täyttävät ojan pohjat estäen virtauksen. Ojien perkauksessa ojien pohjat sekä luiskat puhdistetaan ja tasoitetaan virtauksen varmistamiseksi, kuten kuviossa 21. Samalla sivuojan pohja saavuttaa sopivan syvyyden tierakenteen kuivumisen turvaamiseksi. Työkoneena käytetään usein kaivinkonetta. Ylimääräinen maa-aines kuljetetaan yleensä pois tai osittain sitä voidaan tasoittaa koveriin luiskiin. Usein ojamassa sisältää tien rakennemateriaalia niin paljon, että sitä voidaan hyödyntää esimerkiksi kulutuskerroksessa. Uusiokäyttöön suunniteltu maa-aineksen rakeisuus tulee kuitenkin analysoida ennen käyttöä esimerkiksi soratien kulutuskerrokseen.



Kuvio 21. Perattu sivuoja (Roadex Implementing Accessibility 2001–2011b)

Sivuojen korkeusaseman muuttaminen voi vaikuttaa merkittävästi tien kuivatuksen toimivuuteen ja sitä tulee harkita tapauskohtaisesti. Ojien pohjia voidaan nostaa tai kaivaa syvemmälle veden virtauksen edistämiseksi. Useimmiten tierakenteen kuivatusta parannetaan ojia syventämällä. Kyseisessä korjaustoimessa tulee huomioida ympäröivän maaston muoto erityisen tarkasti, jotta vältetään liian syviltä ojilta sekä mahdollisilta ”ankkalammilta”. Liian syvän sivuojan toimivuuden ongelmaksi muodostuu laskuojien toimimattomuus, jolloin vesi jää herkästi asumaan sivuojaan. Tällöin myös laskuojia on syvennettävä ja kaivettava etäämmälle tiealueesta. Mikäli ojien korkeusasemaa on varaa syventää, on se tehokas ja kohtuullisen taloudellinen keino nopeuttaa veden poistumista tierakenteesta sekä sivuojista.

Ojien korkeusaseman muuttamisen tavoitteena on saada aikaan riittävä kaltevuus, jotta vesi kulkeutuu laskuojiin. Kun ojien syventäminen ei enää onnistu niiden ollessa jo liian syvät, voidaan harkita ojan pohjan nostoa laskualueen yläpäästä. Tällöin yläpuolisen alueen tierakenne ei välttämättä kuivu parhaalla mahdollisella tavalla, mutta keskivaiheen sekä laskuojan alueen kuivatus toimii paremmin. Liian syväksi kaivettu ojaverkko voidaan nostaa kokonaisuudessaan, jolloin on mahdollista suunnitella ojien kaltevuudet uudelleen.

Turpeen päälle rakennetut tieosat painuvat aina jonkin verran, jolloin ojan pohja voikin olla tierakenteen alapinnan yläpuolella. Sivuojat voivat silti näyttää päälisin puolin olevan kunnossa. Tällöin ojien syventämisen lisäksi voi olla tarpeellista lisätä tien rakennekerrosten paksuuksia. Ojien korkeusaseman nosto tai tasauksen nosto eivät ole toimenpiteenä kovin yleinen vaikean toteutettavuuden sekä korkeiden kustannustensa vuoksi.

Sivuojien luiskat ovat epästabiileja ja alttiina eroosiolle perkaamisen ja muokkaamisen jälkeen. Ojitus työ voi mennä pilalle, mikäli rankkasade huuhtoo luiskamateriaalit ojan pohjalle. Myös poikkeuksellinen kuivuus voi murtaa luiskat. Ojan luiskia voidaan sitoa nurmettamalla ne heti perkauksen jälkeen. Hyvä tiivistys edesauttaa luiskien säilymistä paikoillaan. Toisaalta tiiviit luiskat voivat estää veden poistumista tierakenteesta. Etenkin savi on heikosti vettä läpäisevä materiaali. Luiskien sitomisessa voidaan käyttää myös karkeaa materiaalia tai erillisiä koururakenteita. Kourut ovat yleisiä siltojen yhteydessä.

Syväkuivatuksen tehostaminen eli salaojitus parantaa tierakenteen kuivatusta tehokkaasti. Salaojitus on yleisesti käytetty menetelmä sivukaltevassa maastossa, jossa vesi pyrkii valumaan tierakenteen läpi. Usein kyseisissä paikoissa esiintyy talvisin paannejäättä, mikä on haasteellista torjua. Salaojat kaivetaan riittävän syväälle niiden jäätyminen välttämiseksi ja ne vaativat toimiakseen purkautumispaikan.

Salaojajärjestelmän rakentaminen on kuitenkin normaaliin avo-ojitukseen verrattuna kallis menetelmä, sillä se vaatii paljon työtä ja suunnittelua. Myös sen kunnostus on kallista. Salaojaputkisto kerää maaperän vettä tehokkaasti, joten se voi vaikuttaa alueen pohjavesiin laajastikin. Mikäli kuivatuskohteen läheisyydessä on vedenottamoita tai se on muuten tärkeä pohjavesi alue, tulee syväkuivatusta harkita tarkkaan. Huonosti suunniteltu putkisto voi

pahimmassa tapauksessa johtaa maaperän vedet tierakenteeseen. Salaoituksen tekninen toteuttaminen on käsitelty aikaisemmin.

Sivuojat sekä rummut voivat jäätymään talvisin ja aiheuttaa ongelmia muun muassa paannejäänä tai keväällä sulamisvesien aikaan. **Jäätymistä voidaan ehkäistä asentamalla rumpuun tai ojan pohjaan sähkövastus.** Vastus voidaan kytkeä suoraan sähköverkkoon tai aurinkopaneeliin. Saarenkedon mukaan Kilpisjärventielle rakennetun vastusjärjestelmän aurinkopaneeli on toiminut noin kaksikymmentä vuotta ilman korjaustoimenpiteitä. Nykyään paneelit ovat varsin edullisia hankkia ja niistä saatava teho on kasvanut. Vastusjärjestelmiä voisikin rakentaa tulevaisuudessa enemmän usein jäätymiin ongelmakohteisiin. (Saarenketo 2012.)

10 YLEISIMMÄT PÄÄLLYSTEEN KORJAUSMENETELMÄT

Päällysteen paikkaus kuuluu yksikköhintaisena maantien Hoidon ja ylläpidon urakkaan. Urakkaan kuuluvilla toimilla käsitetään asfalttiin syntyvien reikien paikkaukset, halkeamien juottaminen umpeen sekä alle 10m² kuumamassapaikkaukset ja alle 20 m² paikkaukset kylmämassalla (Liikennevirasto 2011, 23). Pienehköt yli 200 mm² halkaisijaltaan ja yli 50 mm syvät reiät, tulee paikata viipymättä. Pinta-alaltaan samanlaiset, mutta yli 30mm syvillä rei'illä on viikon toimenpideaika. Liikennettä vaarantavat vauriot tulee korjata välittömästi. Paikkausmassan tulee soveltua paikattavaan päällysteeseen raekokonsa puolesta ja sen tulee sisältää riittävästi sideainetta. Paikkausjäljen tulee olla siisti ja sen tulee vastata ympäröivää vanhaa päällystettä. (Tiehallinto 2009a, 26.)

Halkeamien juottamiseen käytetään juoksevaa bitumimassaa. Sauman leveyden ollessa 5 cm tai yli pinta on karhennettava. Halkeamien korjaamiseen voidaan käyttää myös avarrussaumausta, jossa kohde leikataan leveämmäksi. Avartamisen jälkeen sauma kuumennetaan ja irtoaines poistetaan, minkä jälkeen saumausaine levitetään. Leveämpi kohde on helpompi paikata ja usein suurempi paikka on kestävämpi kuin pienempi. Paikkaukseen käytettävien saumausmassojen tulee olla laboratoriossa testattu pakkasenkestäviksi. (Tiehallinto 2009a, 37–39.)

Riittävän korjausnopeuden takaamiseksi urakoitsijan edellytetään tarkastavan kesäisin alueensa tiet vähintään kahden viikon välein. Korjaustoimet estävät vaurioitumisen laajenemista tehokkaasti, mikä puolestaan siirtää massiivisten korjaustoimien ajankohtaa. Korjaustoimet koskevat lähinnä reikiä sekä muita pienehköjä päällystevaurioita. Päällysteen elinkaarta saadaan näin jatkettua kohtuullisen taloudellisesti. Nopeasti tehdyt paikkaustoimet lisäävät myös tien käyttömukavuutta ja liikenneturvallisuutta merkittävästi.

Lapin tiestön yksi merkittävimmistä päällystetyn tien ongelmista on urautuminen. Urasyvyyden kasvettua liian suureksi päällyste joko uusitaan kokonaan tai vain urien kohdalta. Toimenpiteen voimakkuus riippuu myös tien yleisestä kunnosta. Urapaikkaus on kohtuullisen edullinen vaihtoehto, jolla päällysteen tehokasta käyttöikää saadaan jatkettua jopa joillakin vuosilla. Urapaikkaus tehdään erityisellä uraremix- tai uraremo- menetelmällä, jolloin vain urat käsitellään. Menetelmä ja lisättävä massa riippuu korjattavasta päällysteestä. Lisämassan tarve vaihtelee 20 – 40 kg/m². Itse käsittelyyn kuuluu vanhan päällysteen kuumentaminen, jyrästä, uuden lisämassan sekoittaminen ja levittäminen sekä lopuksi jyrääminen. (Tiehallinto 2009a, 34–36; Tiehallinto 1997, 21.)

Koko päällystetyn tien pinnan uusiminen suoritetaan usein remix- menetelmällä. Siinä vanha päällyste kuumennetaan, jonka jälkeen se jyrätään ja sekoitetaan uuteen lisämassaan. Lisämassan tarve kyseisessä menetelmässä on noin 10 – 20 kg/m². Sekoittamisen ja uudelleen levittämisen jälkeen se jyrätään tavallisen päällystystyön tapaan. Koko pinnan uusiminen on aiheellista, kun päällyste on vanha ja se reikiintyy ja purkautuu helposti. Remix- käsittely sopii lähes kaikille teille ja sitä voidaan käyttää kunnostusmenetelmänä ainakin kahdesti peräkkäin. (Tiehallinto 1997, 16–17.)

Päällysteen uusimisessa tulee huomioida vanhan päällysteen veden läpäisevyys, mikäli vanhaa päällystettä jää uuden alle. Vanha päällyste voi padota vettä, jos sen veden läpäisykyky on heikompi kuin uuden päällysteen vedenläpäisykyky. Päällystekerrosten väliin jäävä vesi voi jäätyessään irrottaa ja rikkoa uuden päällysteen. Jos vanhan päällysteen päälle on lisätty mursketta ja uusi päällyste päästää vettä läpi enemmän kuin vanha, murskekerros vettyy ja voi menettää kantavuuttaan. (Tiehallinto 2004a, 21.)

Päällysteitä parannetaan myös sirotepaikkausmenetelmällä, jossa vain vaurioituneet kohdat korjataan. Korjauskohtien koko voi pienimmillään olla 30 x 30 cm ja suurimmillaan leveys voi olla 270 cm. Automaattinen laitteisto lisää tarvittavan määrän paikkausmateriaalia vauriokohtiin. Korjauskohdat tasoitetaan niin, etteivät ne tunnu tienkäyttäjille. (Tiehallinto 1997, 18, 21–22.)

Päällystettyjen teiden vaurioitumisesta aiheutuvat kustannukset kasvavat vuosi vuodelta teiden elinkaarten lähestyessä loppuaan. Lopulta päällyste joudutaan uusimaan, kun korjaustoimet eivät enää riitä pitämään tien palvelutasoa riittävänä. Vuosittain uudelleen päällystämiseen käytetään 160–180 miljoonaa euroa. Päällysteen uusimistiheyttä voidaan Roadscanners Oy:n tutkimusten mukaan pidentää reilusta 10 vuodesta jopa 40 vuoteen panostamalla kuivatuksen kunnossapitoon. Mikäli urautumisnopeus saadaan hidastettua noin 1 mm/vuodessa, päällysteen uusimistiheys voi olla jopa 20–30 vuotta. Teoriassa säästöt voivat olla jopa 40 miljoonaa euroa. Tierakenteen liiallinen kosteus altistaa sen myös muille vaurioille sekä ylimääräisille rasituksille. (Tiehallinto 2009a; Saarenketo 2012.)

11 KYSELYTUTKIMUS

11.1 Urakoitsijoille, urakan valvojille sekä konsulteille suunnattu kysely

Opinnäytetyöhön liittyi kyselytutkimuksen tekeminen Pohjois-Suomen päällystettyjen teiden kuivatuksen kunnosta ja kuivatuksen ylläpitoon liittyvistä seikoista. Lisäksi kyselyllä pyrittiin selvittämään, olisiko kuivatuksen suhteen kehitteillä uusia testattavia menetelmiä tai parannusehdotuksia. Kysely lähetettiin yhdeksälle urakoitsijoiden edustajalle, kolmelle tilaajan edustajalle sekä kolmelle konsultointiyritysten edustajalle eli yhteensä 15 henkilölle. Kysely suoritettiin elo- syyskuun aikana. Kyselylomake on liitteessä 2.

Kyselyyn vastasi kuusi urakoitsijan edustajaa, kaksi tilaajan edustajaa sekä kaksi konsultointiyritysten edustajaa eli yhteensä kymmenen henkilöä. Näin ollen vastausprosentiksi muodostui 67 %. Läheskään kaikki kyselyn vastaanottaneet eivät vastanneet määräaikaan mennessä, joten tein muistutussoittokierroksen puhelimitse syyskuun lopussa. Myös määräajan ylittäneet vastaukset ovat mukana analysoinnissa. Vastausten määrästä ja laadusta voi päätellä, ettei kyselyyn olisi ylimääräistä aikaa.

Vastausten analysoinnin kannalta on tärkeää, että vastauksia saatiin jokaiselta taholta samassa suhteessa. Osaan vastauksista oli merkitty useampia kuivatusasioiden kanssa tekemisissä olleita henkilöitä osallistuneeksi vastaamiseen. Kyselyn tuloksia tullaan käyttämään hyväksi Kittilän hoidon ja ylläpidon alueurakan tarjouspyynnön valmistelussa kuivatusta koskevien osien osalta.

Ensimmäisessä kysymyksessä kysyttiin kuivatuksen merkitystä päällystetyn tien kuntoon. Lähes kaikki vastanneet pitivät kuivatuksen

toimivuutta erittäin tärkeänä päällystetyn tien kunnon kannalta. Kuivatuksen toimivuuden vaikutuksesta päällystetyn tien kuntoon on vielä vähän tutkimustietoa. Vastauksien perusteella voi kuitenkin päätellä toimivan kuivatuksen vaikuttavan positiivisesti päällystetyn tien kuntoon ja siten sen elinkaaren pituuteen.

Toisessa kysymyksessä kysyttiin mielipidettä päällystettyjen teiden kuivatuksen yleisestä kunnosta. Näissäkin vastauksissa oli selkeä linja vastaajan asemasta huolimatta. Kuivatuksen kuntoa pidettiin kohtuullisen hyvänä valta- ja kantateilla eli ylempiluokkaisilla teillä, tosin myös ongelmallisia kohteita löytyy. Alempiluokkaisilla teillä eli seutu- ja yhdysteillä ongelmia vaikuttaisi olevan enemmän. Molempien luokkien suurimpina ongelmina pidettiin laskuojien umpeutumista, rumpujen toimimattomuutta sekä puutteellisesti tehtyjä korjaustoimia. Näihin asioihin tulisikin jatkossa panostaa mahdollisuuksien mukaan.

Kolmannessa kysymyksessä käsiteltiin kuivatuksen kunnostustoimenpiteiden riittävyttä koko kuivatusjärjestelmän kannalta. Vastaukset olivat aika suppeita. Konsulttien edustajien mielestä toimenpiteet olisivat riittäviä, mikäli ne tehtäisiin kunnolla. Myös ongelmakohteiden jatkuva kunnossapito on tärkeää. Tilaajan edustajat olivat samaa mieltä konsulttien kanssa siitä, että toimenpiteet riittävät kunhan ne tehdään kunnolla ja tarpeen mukaan. Toimenpiteiden ajankohtaa ja tarvetta tulisi jatkossa selkeyttää, sillä tilaajan ja urakoitsijan välillä on usein näkemyseroja kuivatuksen toimivuudesta ja siitä milloin toimenpiteet tulisi suorittaa.

Yksityistieliittymien rummut aiheuttavat kuivatuksen toimivuuteen paljon ongelmia. Parannustoimenpiteiden, kuten ojien perkauksen yhteydessä myös ongelmalliset rummut tulisi korjata, jotteivät ne jäisi liian korkealle ojiin nähden. Olisi ehkä hyvä ottaa mallia muista Pohjoismaista yksityistieliittymien rumpujen kunnossapitovastuun osalta.

Urakoitsijan edustajien mielipiteet kunnostustoimenpiteiden riittävydestä vaihtelivat. Osa piti toimenpiteitä riittävinä, mutta osan mielestä kuivatuksen kunnostukseen voitaisiin panostaa enemmänkin sen edullisuuden vuoksi. Eniten huolissaan oltiin laskuojien kunnostuksen puutteellisuudesta. On tärkeää, ettei toimivien sivuojien tuoma hyöty häviä toimimattomien laskuojien vuoksi. Myös urakoitsijat olivat huolissaan yksityistieliittymien aiheuttamista ongelmista sekä niiden korjaamisen hankaluudesta. Kuivatuksen kunnossa vaikuttaisi olevan alueellisia eroja. Mikäli kuivatustoimia ei pidetä riittävinä tietyllä alueella, voidaan päätellä kyseisen alueen kuivatuksen olevan huonommassa kunnossa.

Neljäs kysymys käsitteli kuivatuksen kunnostukseen käytettävissä olevaa rahoitusta. Periaatteessa kunnossapitourakan näkökulmasta rahaa on riittävästi käytössä, sillä urakoitsija on tarjouksen antaessaan sitoutunut tekemään kunnostustyöt. Pääasiassa urakoitsijoiden mielestä ojan kunnostukseen onkin riittävästi rahaa, mutta kaikkien tienpitoon suunnatun rahan vähentymisestä ollaan huolissaan. Akuutimmat kunnostustyöt voivat viedä vähäisetkin kuivatuksen kunnostukseen suunnatut rahat.

Tilaajan edustajien mielestä kuivatuksen kunnostukseen suunnittelussa voitaisiin säästää, jos aluetuntemusta sekä kokemusta huomioitaisiin paremmin. Tällöin konsulttien käytön tarve vähenisi. Säästöjä saataisiin aikaan myös tekemällä kuivatuksen kunnostustyöt perusteellisesti, jotta kunnostustiheys harventuisi ja kuivatus todella toimisi. Vastauksista käy ilmi, että joskus määritelty kohde jää hieman vajaaksi ojan toimivuuden kannalta. Ratkaisuna ongelmaan olisi aluevastaavan mahdollisuus antaa tarvittava rahoitus, jotta tarvittavat ojametrit saataisiin kuntoon.

Viidennessä kysymyksessä kysyttiin päällystettyjen teiden erikoiskuivatuskohteiden valinnan sekä niille suunniteltujen toimenpiteiden

onnistuneisuutta. Urakoitsijoiden mielestä kohteiden valinnassa on epäkohtia, sillä osa kohteista sijaitsee kuivilla kankailla tai vesistöjen lähellä, missä kuivatusta ei yksinkertaisesti tarvitse tai voi parantaa. Toki osa erikoiskuivatuskohteista on oikeilla paikoilla, mutta haastetta tuo niiden sijainti eri puolilla urakka-aluetta. Hajallaan olevat kohteet nostavat koneiden siirtokustannuksia.

Tilaaajan edustajien mielipiteet yhtenevät jokseenkin urakoitsijoiden mielipiteiden kanssa. Myös heidän mielestään osa kohteista on paikoilla, joille ei voi tai ei tarvitse tehdä mitään. Käytännössähän urakoitsija käy tilaaajan valvojan eli aluevastaavan kanssa tarkistamassa erikoiskuivatuskohteiden sijainnin, jolloin jo edellä mainittu kokemus auttaa kohteiden valinnan hienosäädössä.

Konsulttien edustajien mielestä valituista erikoiskuivatuskohteista noin puolet on pysynyt kunnossa toimenpiteiden jälkeen. Tulos on heidän mielestään hyvä. He arvioivat erikoiskuivatuskohteiden olevan suurimmaksi osaksi paikoillaan, mutta toki virhearvioitakin tulee esimerkiksi sääolosuhteiden vuoksi. Myös tämän kysymyksen kohdalla laskuojien kunto nousi esiin, sillä niiden inventointi sekä kunnostus jää usein puutteelliseksi esimerkiksi tiukan aikataulun vuoksi.

Kuudennessa kysymyksessä kysyttiin, miten päällystettyjen teiden erikoiskuivatuskohteiden valintaa voitaisiin kehittää. Lähes kaikki vastaajat olivat sitä mieltä, että kohteiden valinnassa tulee olla mukana vankan paikallistuntemuksen omaava henkilö, esimerkiksi aluevastaava tai urakoitsija. Vastauksista kävi myös ilmi pelko paikallistuntemuksen häviämisestä, sillä urakoitsija voi vaihtua periaatteessa jokaiselle sopimuskaudelle. Kokenutkaan aluevastaava ei kykene muistamaan useamman valvomansa urakka-alueen kaikkia ongelmakohteita.

Inventoijan tulisi kohteita valitessaan tutustua paremmin maastoon. Pelkkään videomateriaaliin luottaminen ei riitä missään tapauksessa, vaikka se onkin hyvä apu. Lisäksi valintoja tehtäessä voitaisiin käyttää maatutkaus ym. mittausmenetelmiä. Vastauksista voi päätellä, että useamman menetelmän yhdistäminen sekä paikallistuntemuksen käyttäminen ovat tärkeimpiä kehityskohtia erikoiskuivatuskohteiden valitsemisessa.

Seitsemännessä kysymyksessä kysyttiin näkemystä päällysteen vaurioitumisnopeuden hidastumisesta erikoiskuivatuskohteissa. Urakoitsijat arvioivat vaikutuksia vaihtelevasti, osa uskoi vaurioitumisen hidastuvan, osa taas ei uskonut vaikutuksiin. Arviot vaihtelivat luultavasti siksi, että tutkimustietoa on vielä varsin vähän. Myös tilaajan sekä konsulttien edustajat arvioivat erikoiskuivatuksen vaikutuksia varovaisesti, juuri vähäisen tutkimustiedon vuoksi. Lisäksi päällystetyn tien vaurioitumiseen vaikuttavat kuivatuksen lisäksi monet muut syyt, kuten rakenteen kuluminen sekä päällysteen vanhentuminen. Eräässä vastauksessa uskottiin päällystetyn tien elinkaaren lähes kaksinkertaistuvan, jos urautumisnopeus laskee 0,5-1mm vuodessa.

Kahdeksas kysymys koostui useammasta kohdasta. A-kohdassa pyrittiin selvittämään eri osapuolten kantaa päällystettyjen teiden kuivatuksen kunnossapidon rahoituskäytäntöön. Normaalina ojien perkausta toteutetaan yksikköhintaan perustuen tietty juoksukilometrimäärä joka vuosi toimenpiteitä tarvitseville tieosuuksille. Tarjouspyynnössä on ilmoitettu tarvittava juoksukilometrimäärä, josta urakoitsijan on helppo laskea yksikköhinta. Erikoiskuivatuskohteita sen sijaan pidetään toimivuusvaatimusten mukaisessa kunnossa kokonaishinnalla, jolloin työmäärä voi vaihdella vuosittain. Työstä maksettava korvaus pysyy samana urakoitsijan antaman vuosi- ja kokonaishinnan mukaisena, vaikka työmäärä kasvaisikin.

Urakoitsijoilla tulisikin olla mahdollisuus laskea todelliset kustannukset ja tarvittava työmäärä ennen urakkatarjouksen antamista. Urakkatarjouksia lasketaan usein talvisin, jolloin alueen ojen kuntoon on vaikeaa tutustua. Urakoitsijat olivat yksimielisesti määrämittävän työn puolella, jolloin työn todellinen hinta on helpompi arvioida ja tarjous vastaa paremmin todellisuutta. Lisäksi yksityistieliittymien sekä laskuojien kunnostamisesta voitaisiin kehittää erillinen korvauskäytäntö. Myös tilaajan sekä konsulttien edustajat olivat määrämittävän työn kannalla, vaikkei kysymys koske heitä suoraan.

B-kohdassa kysyttiin mielipidettä päällystetyn tien kuivatuksen kunnostustöiden soveltuvuudesta hoidon alueurakkaan, päällystysurakkaan tai erillisurakkaan. Vastajat olivat lähes yksimielisesti nykyisen alueurakkaan sisällytetyn käytännön kannalla, mutteivät poissulkeneet kuivatuksen kunnostamisen sisällyttämistä päällystysurakkaan.

C-kohdassa pyydettiin kertomaan mahdollisista uusista rakenneratkaisuista ja innovaatioista päällystettyjen teiden kuivatuksen parantamiseksi. Mistään vastauksesta ei suoraan kerrottu täysin uutta menetelmää, vaan vastaukset korostivat tapauskohtaista menetelmän valintaa. Esimerkkiratkaisuja olivat muun muassa luiskien nopeat nurmetukset sekä salaojat kuivatuksen toimivuuden parantamiseksi. Useista vastauksista kävi ilmi, ettei nykyinen käytäntö innosta kokeilemaan uusia menetelmiä. Myös uusien ideoiden puute ilmaisee saman asian. Kehityksen pysähtymisen ehkäisemiseksi olisi ehkä syytä kehittää jonkinlainen innovaatio-palkkio.

11.2 Kyselyn yhteenveto

Yleisesti Pohjois-Suomen kuivatuksen kuntoon oltiin tyytyväisiä, mutta ongelmakohteita löytyy jonkin verran sekä ylempi- että alempiluokkaisilta teiltä. Osa kohteista sijaitsee yksinkertaisesti alavalla alueella, jolloin kuivatuksen toimivuutta on lähes mahdotonta nykyisin keinoin parantaa. Normaalissa maastossa ongelmia aiheuttavat yksityistieliittymien rummut sekä umpeen kasvaneet sivu- ja laskuojat. Näiden kunnostamiseen tulisikin panostaa ympäri Lappia.

Päällystettyjen teiden erikoiskuivatuskohteiden valinnassa tulisi korostaa paikallistuntemusta sekä kokemusta. Näin kustannuksia saataisiin pienennettyä ainakin ulkopuolisen konsultointipalveluiden osalta. Nykyisen käytännön mukaan juuri paikallistuntemuksen omaavat henkilöt tarkastavat jo inventoidut kohteet uudelleen ennen lopullista valintaa. Toki erilaisista mittauksista saadaan inventointia tukevaa tietoa, mutta paikallistuntemuksen avulla toimenpiteet kyetään kohdentamaan tarkasti juuri ongelmallisiin paikkoihin.

Kuivatuksen parannustoimenpiteet on hyvä sisällyttää edelleen hoidon alueurakkaan, mutta toimenpiteiden suunnittelua ja tarjouskäytäntöä pitäisi yksinkertaistaa. Urakoitsijat toivovatkin yksimielisesti erikoiskuivatuskohteisiin liittyvien kunnostustoimenpiteiden hinnoittelun muutettavaksi määrämitattavaksi ja yksikköhintoihin perustuvaksi helpomman laskettavuuden vuoksi. Hinnoittelun muutoksen myötä eri osapuolten suorittamaa toimivuusvalvontaa sekä raportointia voitaisiin vähentää, jolloin saadaan aikaan taloudellisia säästöjä.

Suurin osa vastanneista uskoi, että paras hyöty saavutettaisiin suunnittelemalla toimenpiteet erikseen pahimpiin ongelma-kohteisiin. Näin välttyttäisiin liian massiivisilta tai turhilta toimenpiteiltä ja ylimääräisiltä kustannuksilta tehtäessä tavanomaiset kunnostustoimenpiteitä, kuten ojien perkaamista. Perkaustoimenpiteillä ei pitäisi muuttaa koko sivuojan profiilia vaan pyrkiä poistamaan ongelmia aiheuttavat tekijät. Liian syväälle ulottuvat perkaustoimet voivat muuttaa koko kuivatusjärjestelmää ja aiheuttaa siten lisäkustannuksia esimerkiksi rumpujen korkeusaseman muutostöinä.

12 JOHTOPÄÄTÖKSET

Päällystettyjen teiden kunto heikkenee niiden vanhentuuessa. Elinkaaren loppupuolella vaurioituminen nopeutuu, jolloin kevyet toimenpiteet kuten urapaikkaus, eivät enää riitä tien riittävän palvelutason takaamiseksi. Jatkuvasti vähenevät tienpidon määrärahat eivät paranna tilannetta lainkaan. Kunnossapito niin sanotusti velkaantuu, kun kevyitäkin kunnostustoimenpiteitä joudutaan jättämään tekemättä. Tästä seuraa tilanne, jossa mittavia ja kalliita toimenpiteitä täytyy tehdä kerralla paljon. Valtioin ylläpitämää tiestöä ei pitäisi päästää rappeutumaan täysin, sillä heikentynyt tieverkko vaikuttaa merkittävästi myös muuhun talouselämään, kuten kuljetuksiin ja matkailuun.

Päällystettyjen teiden suunniteltu elinkaari pyritään toteuttamaan parhaalla mahdollisella tavalla. Tierakenteen tehokkaan kuivatuksen uskotaan yleisesti parantavan tien käyttöikä, mutta siitä on vielä vähän tutkimustietoa. Huonosti toimivan kuivatuksen katsotaan olevan yhteydessä moniin muihin tierakenteessa ilmeneviin ongelmiin, kuten routimiseen tai pysyviin muodonmuutoksiin. Rakenteen ongelmista johtuvat päällystevauriot pyritään korjaamaan mahdollisimman vähäisin kustannuksin, jotta tien kunto säilyisi riittävänä.

Kuivatusrakenteiden rakentamiseen ja kunnossapitoon tulee panostaa, sillä kustannukset ovat pieniä hyötyyn nähden. Suurin osa toimenpiteistä on yksinkertaisia, mutta erikoisemmat rakenneratkaisut vaativat enemmän rahaa ja työpanosta. Toimiva kuivatus vaikuttaisi hidastavan tierakenteen vaurioitumista, jolloin sen käyttöikä pidentyy ainakin joillakin vuosilla. Vaurioitumisnopeuden hidastumisen seurauksena myös korjaustoimenpiteiden tarve vähenee. Meneillään olevat tutkimukset osoittavat konkreettisesti vaikutukset sekä elinkaaren jatkumisesta aiheutuvat kustannussäästöt.

LÄHTEET

- Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 2011. Osoitteessa <http://www.ely-keskus.fi/fi/Liikenne/Kunnossapito/Sivut/default.aspx>. 17.9.2012.
- Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 2010. Tehtävämäärittely, Pellon ja Rovaniemen alueurakoiden päällystettyjen teiden kuivatusanalyysi. 1.11.2012.
- InfraRyl 2011. Kuivatusrakenne. Osoitteessa <https://ez.ramk.fi:2357/infraryl/extra/toimivuusvaatimukset.html.stx?URL=c3Vic2Vzc2lrbj0xJm5hdml1cmk9aHR0cCUzQSUyRiUyRmxvY2FsaG9zdCUzQTgwODAlMkZpbmRveCUyRmluZG94c2VydmlldCUzRnhtbCUzREluZnJhUllMjTJGMjAxMF8xJTJGcmEIMkZSYWtlbm5lLnhtbCUyNmRvY3VtZW50cm9sZSUzRGluZnJhcnlsLXJhLXRvYyUyNnQ5X3BhcmFtJTNEc3RyaW5nJTNBcG9pc3RldHRhdmF0X2theXR0b2tvaHRlZXQIM0Fub25lJm9wZW5ub2RIPTA6MTozOjIwMTo=>. 15.10.2012.
- Kaitala, E. 2012. Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen aluevastaavan haastattelu 12.10.2012.
- Keskikallio, P. 2012. Lapin Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen aluevastaavan haastattelu 10.7.2012.
- Liikennevirasto 2011. Hoidon ja ylläpidon tuotekortit 31.1.2011, 23.
- Oulun yliopisto 2009. Tierakenteen toiminta, vauriomekanismit ja rakenteen parantamisen perusteet. Osoitteessa <http://www.oamk.fi/~turunen/Vauriomekanismit.pdf>. 18.9.2012.
- Ramboll 2008. PTM-mittaukset. Osoitteessa http://www.ramboll.fi/palvelut/infra_ja_liikenne/kaytto_ja_yllapito/~media/332FCC3E3A124D639DF568037A18DCB4.ashx. 18.9.2012.
- Ramboll 2011. Ramboll kartoittaa Suomen tieverkon vauriot. Osoitteessa <http://www.ramboll.fi/news/viewnews?newsid=752EC223-99A8-4F35-AA23-01B949EAE043> 29.10.2012.
- Rantamäki M.–Jääskeläinen R.–Tammirinne M. 2001. Geotekniikka 464. Helsinki: Hakapaino. s.115–121.
- Roadex Implementing Accessibility 2001-2011a. Background. Osoitteessa <http://www.roadex.org/index.php/background/npp>. 17.9.2012.
- 2001–2011b. Pysyvien muodonmuutosten hallinta 6. Osoitteessa <http://www.roadex.org/index.php/drainage6fi>. 17.9.2012.

- 2001–2011c. Tutkimus- ja mittaustekniikat 4. Osoitteessa <http://www.roadex.org/index.php/e-learning/pysyva-muodonmuutos4>. 18.9.2012.
- 2001–2011d. Tierakenteen jännitykset ja muodonmuutokset 2. Osoitteessa <http://www.roadex.org/index.php/e-learning/pysyva-muodonmuutos2> . 18.9.2012.
- 2001–2011e. Pysyvät muodonmuutokset, urautumisen luokittelu 3. Osoitteessa <http://www.roadex.org/index.php/e-learning/pysyva-muodonmuutos3>. 18.9.2012.
- Saarenketo, T. 2012. Roadscanners Oy:n toimitusjohtajan haastattelu. 23.10.2012.
- Tiehallinto 2002. Tierakenteen vaurioituminen ja tiestön kunto. Osoitteessa http://oci oulu.fi/OuluConstructionInnovations/Tiedostot/Projektit/selv15_02.pdf18.9.2012.
- Tiehallinto 2004a. Tierakenteen suunnittelu. Osoitteessa <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100029-v-04tierakenteensuunn.pdf>. 1.10.2012.
- 2004b. Pohjaveden suojaus tien kohdalla. Osoitteessa <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100028-v-04pohjavsuojtienkohd.pdf>. 1.10.2012.
- 2004c. Yksityisteiden parantaminen ja kunnossapito. Routimishaittojen vähentäminen. Osoitteessa http://portal.liikennevirasto.nfi/portal/page/portal/f/urakoitsijat_suunnittelijat/vaylanpidon_ohjeet/yksityiset_vaylat/tiet/ohjekortit/salaojat.pdf. 17.9.2012.
- Tiehallinto 2006. Maantiet kaavoituksessa. Osoitteessa <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2000018-v-06-maantiet-kaavoituksessa.pdf>. 17.9.2012.
- Tiehallinto 2007. Yksityisten teiden liittymät maanteihin. Osoitteessa http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100050-v-07-yksityisten_teiden_liittymat-ohje.pdf. 18.9.2012.
- Tiehallinto 2009a. Päällysteiden paikkaus. Osoitteessa http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2200009-v-09-paallysteiden_paikkaus.pdf. 20.9.2012.
- 2009b. Kuivatusanalyysi. Osoitteessa <http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf2/4000715-v-kuivatusanalyysit.pdf>. 17.8.2012.
- Tielaitos 1993. Teiden suunnittelu IV Tien rakenne 4, Kuivatus, 17–54. Osoitteessa <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf2/kuivatus2140005.pdf>. 17.9.2012.

LIITTEET

Tien kuivatusluokat

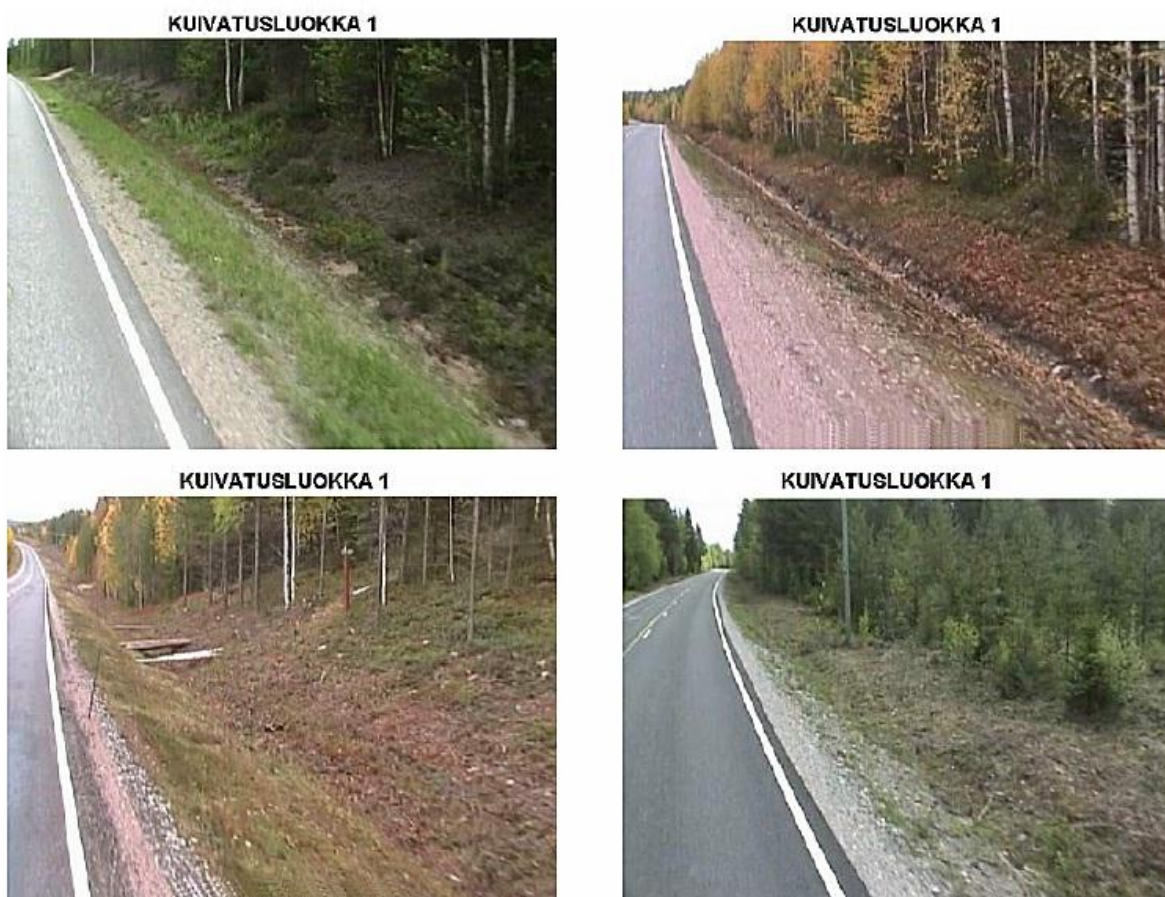
Liite 1

Kyselylomake

Liite 2

Päällystetyt tiet**Luokka 1: Hyväkuntoinen kuivatus**

Tien kuivatus toimii moitteettomasti. Tien poikkileikkaus on säilyttänyt muotonsa hyvin ja veden virtaus ajoradalta ojaan on esteetön. Veden virtaus sivuojaan ja edelleen sivuojassa on esteetön.



Kuva 12. Esimerkkikuvia kuivatusluokasta 1.

Luokka 2: Välttävästi toimiva kuivatus

Tien poikkileikkauksessa voi olla pieniä muodonmuutoksia. Reunassa esiintyy vähäistä maapallemuodostumaa tai tiheää kasvillisuutta, joka estää veden valumisen ojaan. Kasvillisuus sivuojassa hidastaa veden virtausta ja

aiheuttaa patoutumia. Luiskista voi valua hieman maata ojan pohjalle, joka nostaa ojan pohjaa ja hidastaa veden virtausta.



Kuva 13. Esimerkkikuvia kuivatusluokasta 2.

Luokka 3. Huonosti toimiva kuivatus

Tien poikkileikkauksessa voi olla paikallisia muodonmuutoksia ja vaurioita. Tien pientareen ja sisäluiskan taitteessa on maapalle ja/tai tiheää kasvillisuutta, joka voi aiheuttaa veden lammikoitumista ajoradalle tai pientareelle. Kasvillisuus estää veden virtauksen ojassa. Ojan ulkoluiska tai molemmat luiskat ovat epästabiliitit ja valuneet ojan pohjalle estäen veden virtauksen. Tukkeutunut laskuoja tai rumpu estää veden virtauksen sivuojassa.



Kuva 14. Esimerkkikuvia kuivatusluokasta 3.

(Tiehallinto 2009a. Kuivatusanalyysi.)

Tervehdys

Teen opinnäytetyötä kuivatuksen toimivuuden vaikutuksesta päällystettyjen teiden kuntoon. Työn tilaajana toimii Lapin ELY-keskus. Oheisen kyselylomakkeen tarkoitus on koota yhteen urakoitsijoiden, konsulttien ja tilaajien edustajien mielipiteitä sekä kehitysehdotuksia päällystettyjen teiden kuivatuksen parantamiseen liittyvissä toimenpiteissä. Vastaukset ovat luottamuksellisia ja ne käsitellään anonyymisti.

Pyydän Teitä vastaamaan seuraaviin kysymyksiin selkeästi ja perustellusti.

Kysymykset:

1. Mikä on kuivatuksen merkitys päällysteen ja päällystettyjen teiden kuntoon?
2. Minkälainen on päällystettyjen teiden kuivatuksen yleinen kunto?
3. Riittävätkö nykyiseen hoitoon kuuluvat kunnostustoimenpiteet koko kuivatusjärjestelmän osalta (sivu- ja laskuojat sekä rummut; pää- ja sivutiet)?
4. Onko kuivatuksen kunnostukseen käytettävissä riittävästi rahaa? Miten rahoitusta tulisi kehittää?
5. Ovatko päällystettyjen teiden erikoiskuivatuskohteiden valinnat onnistuneet ja ovatko suunnitellut/tehdyt toimenpiteet olleet riittäviä?
6. Miten päällystettyjen teiden erikoiskuivatuskohteiden valintaa tulisi kehittää?
7. Hidastuuko erikoiskuivatuskohteiden päällysteen vaurioitumisnopeus toimenpiteiden jälkeen?
8. Miten päällystettyjen teiden kuivatuksen kunnossapitoa tulisi kehittää?
 - a) Määrämitattavana vai kokonaishintaisena työnä?
 - b) Soveltuuko hoidon alueurakkaan / päällystysurakkaan / erillisurakkaan?
 - c) Rakenneratkaisut esimerkiksi ongelmakohteissa?

Kiitoksia ajastanne