

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Infratekniikka

2018

Teemu Nässi

**SORATIEN
KELIRIKKOKOHOEIDEN
MÄÄRITTÄMINEN UUSILLA
MENETELMILLÄ KORJUKSEN
SUUNNITTELUN PERUSTANA**

– Maantie 2700, Pyntäinen–Honkajoki

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka | Infratekniikka

Kevät 2018 | 45 + 1

Ohjaaja | DI Pirjo Oksanen

Teemu Nässi

SORATIEN KELIRIKKOKOHOEIDEN MÄÄRITTÄMINEN UUSILLA MENETELMILLÄ KORJAKSEN SUUNNITTELUN PERUSTANA

– Maantie 2700, Pyntäinen–Honkajoki

Sorateiden kelirikko-ongelmat aiheuttavat raskaalle liikenteelle taloudellisia tappioita ja haittaavat päivittäisten tienkäyttäjien kulkuyhteyksiä. Kelirikko-ongelmat tulevat lisääntymään ilmaston lämpenemisen takia, jolloin kelirikkoa esiintyy koko talven ajan myöhäissyksystä loppukevääseen. Nykyiset resurssit eivät riitä korjaamaan kaikkia kelirikkokohteita, ja korjaustoimenpiteiden kohdentaminen oikeille tieosuuksille on puutteellista.

Tämän insinööriyön tavoitteena on luoda toimintamalli hoitourakoitsijalle kelirikon inventointiin kevyillä menetelmillä. Tämä insinööriyö tehdään Destia Oy:n toimeksiantona. Hoitourakoitsijan tai muiden säännöllisesti tietä käyttävien toimesta tehtävä inventointi on järkevä ja luotettava vaihtoehto, koska heidän tietämyksensä teistä on hyvä ja he käyttävät teitä säännöllisesti. Inventoinnin tulisi olla käyttäjäystävällistä, eikä huomioiden tekeminen ei saisi viedä liikaa aikaa ja vaivaa sen tekijältä.

Työssä testatut inventointimenetelmät tuottivat osittain tulosta, mutta niissä oli kuitenkin paljon kehittämisen varaa. Kelirikkoa pystyttiin havainnoimaan ja tieosuuksia vertailemaan keskenään kuvausmateriaalin avulla, mutta sitä ei vielä nykyisellä sovellusversiolla pystytty tekemään järkevästi. Kelirikon inventointiin käytettyjä sovelluksia on mahdollista kehittää automaattisiksi, jolloin ne keräävät itsestään dataa ja tekevät ns. herätteitä. Tällöin konkreettista materiaalia syntyy ja korjauskohteet voidaan kohdentaa teille tehokkaammin ja edullisemmin.

Kelirikkokohteiden suunnittelussa ja korjaamisessa edelleenkin huomattavia asioita ovat tilaajan ja urakoitsijan välinen yhteistyö sekä tien merkittävyys. Kelirikkojen inventoinnin toimintamallilla voidaan myös kohdentaa paremmin kunnossapidon toimia tiestölle, minkä avulla voidaan lieventää kelirikkoa vakavimmilla tieosuuksilla. Digitaalisuuden hyödyntäminen kelirikkojen inventoinnissa on potentiaalinen ja kehitettävissä oleva vaihtoehto, jonka avulla inventointia ja korjausten suunnittelua voidaan tehostaa ja näin ollen maanteiden korjausvelkaa lyhentää.

ASIASANAT:

Kelirikko, sorateiden kunnossapito, digitaalisuus, laadunhallinta

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering | Community Infrastructure Engineering

Spring 2018 | 45 + 1

Instructor | Pirjo Oksanen, M.Sc (Eng)

Teemu Nässi

DETERMINATION OF THAW WEAKING ON GRAVEL ROADS WITH NEW METHODS AS A BASIS FOR REPAIR WORK

- Road 2700, Pyntäinen - Honkajoki

Thaw damage problems in gravel roads cause financial losses for the heavy transport and interfere with the daily user's access on these roads. Because of global warming, thaw damages will be increase, so that they can occur the whole winter from late fall until the end of spring. Current resources are not enough to repair all the thaw damages and measures repair action for the right road sections are inadequate.

The aim of this Bachelor's thesis was to create an operating model for the maintenance contractor to inventorize thaw damages with light methods. This Bachelor's thesis is commissioned by Destia Ltd. Thaw inventory by maintenance contractor or any other daily user of the road is a practical and reliable option, because their awareness is good as they use roads regularly. Thaw inventory should be user friendly and it should not take too much time and effort for whoever is inventorizing thaw damages.

There are lots of improvements with tested inventory methods, which produced partly results in this thesis. It was possible to observe and compare thaw damages with the material obtained but it was quite inefficient to do that with the current technology. Applications, which were used to inventing thaw damages, are possible to improve automatically. Applications can collect data and make so called impulses when concrete material is generated. With this method repair works can targeted better and more economically for the roads.

Cooperation with the contractor and client as well as the significance of the road must be still consired when thaw damages are planned and repaired. With the operating model for thaw damages, maintenance work can be targeted better for the roads with a bad condition whereby thaw damages can be decreased in the worst road sections. The utilization of digitalization is a potential that can be developed for inventing thaw damages whereby planning of repairing can be improved and the repair debt of national roads can be decreased.

KEYWORDS:

Thaw weakening, maintenance of gravel roads, digitalization, quality management

SISÄLTÖ

SISÄLTÖ	4
KÄYTETTY SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
2 SORATEIDEN KUNTO	10
2.1 Rakenteellinen kunto ja pintakunto	10
2.2 Soratien kunnan muutokset	11
2.3 Routiminen	12
2.4 Kulutuskerros	12
2.5 Soratien pintakunnan määrittäminen	13
3 KUNNOSSAPIDON TEHTÄVÄT ALUEURAKASSA	15
4 KUNNOSSAPIDON LAADUNHALLINTA	17
4.1 Laadunvarmistus ja -hallinta	17
4.2 Maanteiden hoidon ja ylläpidon tuotekortit	17
4.3 Sorateiden luokitus	18
4.4 Kulutuskerroksen materiaalivaatimukset	19
5 SORATEIDEN KELIRIKKO	21
5.1 Kelirikon synty	21
5.2 Kelirikkotyypit	22
5.2.1 Syksyn jäätymis-sulamispehmeneminen	23
5.2.2 Pintakelirikko	23
5.2.3 Rakennekelirikko	24
5.2.4 Pohjamaan kelirikko	25
5.2.5 Syyskelirikko	26
5.3 Kelirikkokohteiden painorajoitukset	26
5.4 Runkokelirikon ennustaminen	27
5.5 Kelirikkokohteiden vaurioluokitus	28
5.6 Liikenteen varmistaminen kelirikkokohteissa	29
5.7 Kelirikkoalittius ja tien kelirikkoluokan määrittäminen	30

6 KELIRIKON EHKÄISY KUNNOSSAPIDON AVULLA	32
6.1 Hoidon ja kunnossapidon toimenpiteet	32
6.2 Kunnossapidon hyöty kelirikon ennaltaehkäisyyn	33
6.3 Suunnitteluprosessi ja korjattavien teiden valinta	33
7 KELIRIKKOKOHTEIDEN PAIKANTAMINEN KEVYILLÄ TUTKIMUSMENETELMILLÄ HONKAJOENTIELLÄ	35
7.1 Tien nykytila	35
7.2 Kelirikkokohteiden paikannus	35
7.2.1 Yleistä	35
7.2.2 Road Data	37
7.2.3 Kuvaaminen	39
7.3 Toimintamalli kelirikkojen inventointiin hoitourakoitsijan toimesta	40
8 JOHTOPÄÄTÖKSET	42
LÄHTEET	44

LIITTEET

Liite 1. Kelirikkokohteiden vaurioluokitukset

KUVAT

Kuva 1. Pintakelirikkovaurio Honkajoentiellä	24
Kuva 2. Rakennekelirikkooa Honkajoentiellä.	25
Kuva 3. Roaddata-sovelluksen tuottamaa materiaalia.	37
Kuva 4. Road Data -sovelluksella 18.4.2018 kuvattu.	38
Kuva 5. Road Data -sovelluksella 5.4.2018 kuvattu.	39
Kuva 6. Perinteisellä videokameralla kuvatut tieosuudet.	40

KUVIOT

Kuvio 1. Sorateiden kuntoon vaikuttavat tekijät.	11
Kuvio 2. Teiden painorajoitusluokat.	27

TAULUKOT

Taulukko 1. Soratien pintakuntovaatimukset	14
Taulukko 2 Soratieluokat ja luokitusperusteet	19
Taulukko 3. Kelirikon syntyyn vaikuttavat tekijät	22
Taulukko 4. Kelirikon merkittävyyden määrittäminen	29

KÄYTETTY SANASTO

Soratien kunnossapito	kunnossapitoon kuuluvat kaikki ne toimenpiteet, jotka ovat tarpeen tien pitämiseksi sen tarkoitusta vastaavassa kunnossa (Liikennevirasto 2014).
Soratien hoito	hoito käsittää toimenpiteet, joilla vaikutetaan tien pintakuntoon ja joilla varmistetaan tien päivittäinen liikennöitävyys. Kesäajan hoitotoimenpiteistä keskeisimmät ovat soratien muotoilu ja tasaaminen, pölynsidonta, ojien ja rumpujen hoito, tienvarsien niitto ja vesakonraivaukset, sorastus sekä varusteiden ja laitteiden hoito. Talviajan hoitotoimenpiteistä keskeisimmät ovat lumen ja sohjon poisto, lumipolanteen poisto ja liukkauden torjunta. (Liikennevirasto 2014.)
Soratien ylläpito	ylläpito käsittää toimenpiteet, joilla varmistetaan tien kulukelpoisuus ja tien rakenteiden toimivuus saattamalla kuluneet tai vaurioituneet rakenteet ja laitteet ennalleen. Ylläpito-toimenpiteistä keskeisimmät ovat ojien ja rumpujen kunnostus sekä vauriokohtien korjaus. (Liikennevirasto 2014.)
KVL	keskimääräinen vuorokausiliikenne, yksikkö: ajon/vrk.

1 JOHDANTO

Suomessa sorapintaisia valtion maanteitä on yhteensä noin 27 000 km, joka on noin 35 % kaikista Suomen valtion maanteistä (yhteensä noin 78 000 km). Sorateiden liikenne on yleensä vähäistä, ja vuorokautiset liikennemäärät (KVL) suurilla osaa teistä ovat alle 100 ajon/vrk. (Liikennevirasto 2014, 7.)

Sorateiden ympärivuotinen liikennöitävyys on elinehto maa- ja metsätaloudelle. Vuosittain sorateiden kunnossapitoon käytetään ilman talvihoitoa noin 40 M€. Suurin osa vähäliikenteisistä teistä joudutaan jatkossakin pitämään sorateinä, joissa kelirikko heikentää näiden teiden liikennöitävyyttä. Kelirikko itsessään aiheuttaa metsätaloudelle vuosittain noin 100 M:n lisäkustannukset. (Liikennevirasto 2014, 7.)

Soratien laadusta ja niitä koskevista vaatimuksista vastaavat ELY-keskusten liikennevastuualueet ja Liikennevirasto tienpitoviranomaisena. Urakoitsijalla on vastuu sorateiden kunnossapidon toteutuksesta. ELY-keskus valvoo kunnossapidon laatua pistokokein. Soratieosaaminen on häviämässä työntekijöiden ikääntymisen myötä sekä laajentuneen kunnossapidon toimijakentän johdosta, ja sen vuoksi urakoitsijoiden ammattitaso vaihtelee suuresti. (Liikennevirasto 2014, 7.)

Kelirikot Suomen teillä ovat yleisiä, ja nykyiset talviolosuhteet vaikeuttavat kelirikon aiheuttamia vaurioita ja lisäävät niitä. Sorateiden kunnossapitoon vaikuttavat maa- ja metsätalouden muutokset. Kuljetustarve on nykyisin ympärivuotista, ja konekanta on kasvanut. Kuorma-autojen kokonaispainot rasittavat sorateiden rakenteita suuresti, ja varsinkin raskaan liikenteen kokonaismassojen kasvu 76 tonniin edistää entisestään sorateiden vaurioita. Sorateiden liikennöitävyysongelmien on arveltu kasvavan entisestään nykyisten sääolosuhteiden vaikeutuessa, joita ilmastonmuutos lisää. (Liikennevirasto 2014, 8.)

Honkajoentie (mt 2700) kuuluu Liikenneviraston alueurakkaan, joka toteutetaan yhdessä ELY-keskuksen kanssa. Tarkemmin kyseinen yhdystie kuuluu Merikarvian 2017–2022 ELY-keskuksen alueurakkaan (Hoidon ja ylläpidon alueurakka, Merikarvia 2017–2022). Honkajoentiellä on monena vuotena esiintynyt kelirikkoa, mikä on vaikeuttanut raskaan liikenteen kulkua tiellä. Kelirikko vaikuttaa myös tien varrella asuvien kulkemiseen ja aiheuttaa haittaa tien varrella oleville yritystoiminnoille, varsinkin Vapo Oy:n turvetuotantolaitoksen raskaille turvekuljetuksille.

Opinnäytetyö tehdään hoitourakoitsijan näkökulmasta, ja sen tavoitteena on selvittää, miten kelirikkokohteita voidaan urakoitsijan toimesta määrittää luotettavasti ja tehokkaasti sekä miten eri kunnossapidon toimilla voidaan paremmin vaikuttaa kelirikon ennaltaehkäisyyn sorateilla. Työ tehdään Destia Oy:n toimeksiantona, ja sen tarkoituksena on tutkia ja määrittää Honkajoentien soratieosuuden kelirikkovaurioita. Työn tavoitteena on lisäksi saada hoitourakoitsijalle toimiva ja edullinen toimintamalli, jota se voi käyttää kelirikkojen paikantamiseen ja niiden ennaltaehkäisyyn kunnossapidon toimien avulla.

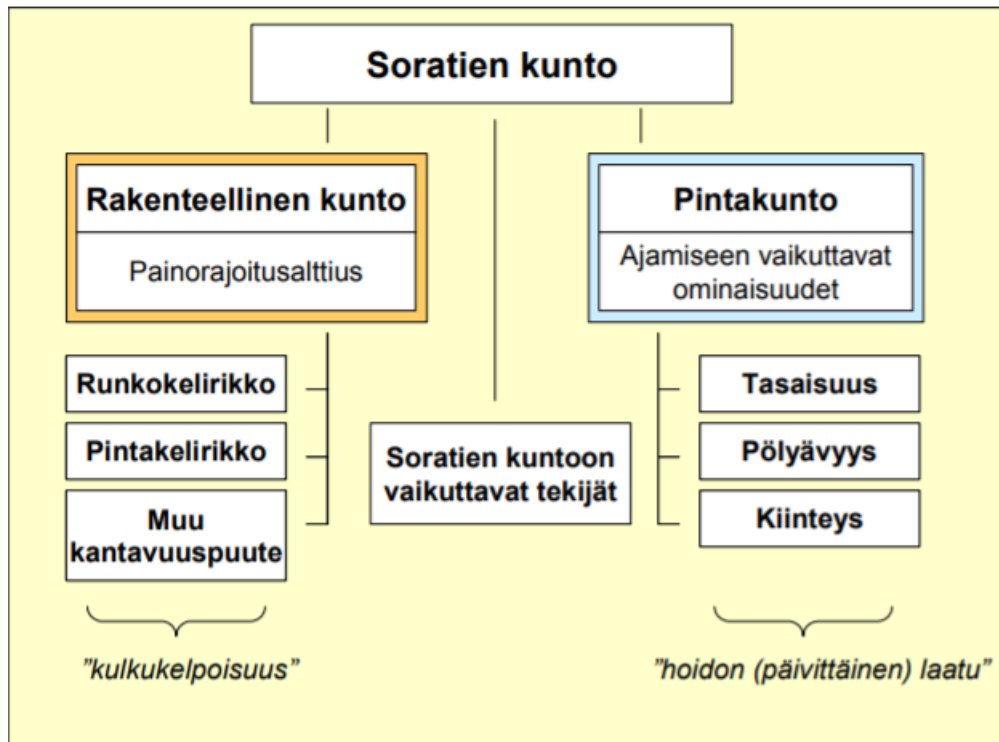
2 SORATEIDEN KUNTO

2.1 Rakenteellinen kunto ja pintakunto

Pääosa sorateista on vanhoja kulkureittejä, joita on paranneltu vähitellen vuosien kuluessa. Näiden teiden rakenteellinen kunto on yleensä puutteellinen ja niiden kantavuus ei vastaa liikenteen vaatimuksia. Tämän tyyppisille teille joudutaan usein keväisin laittamaan painorajoituksia runsaiden sateiden ja maan sulamisen takia (kelirikko), jotta tie voidaan pitää liikennöitävässä kunnossa ja jotta sen turvallisuus tienkäyttäjille varmistetaan. Sorateista vain huonokuntoisimpia pystytään kunnostamaan, muuten teitä hoidetaan ja ylläpidetään kevyimmillä toimenpiteillä. (ELY-keskus 2018.)

Soratien kunto määräytyy tien rakenteellisesta kunnosta ja pintakunnosta. Rakenteiden toimivuus ja kulkukelpoisuus varmistetaan ylläpidolla, jonka perusteella tien rakenteellinen kunto määräytyy. Tien päivittäinen liikennöitävyys varmistetaan hoidolla, jolla vaikutetaan soratien pintakuntoon. Tien muoto, kuivatus, rakenne ja materiaalit, pohjaan laatu, olosuhteet, liikenne ja urakoitsijan oma toiminta määrittävät sorateiden kuntotilaa. (Liikennevirasto 2014, 10.)

Tien leveys, sivukaltevuus ja pystygeometria vaikuttavat tienkäyttäjien kokemaan soratien kuntoon ja ajettavuuteen. Edellä mainittuihin tekijöihin vaikutetaan ylläpidon ja hoidon keinoin lukuun ottamatta pystygeometriaa, jota korjataan yleensä vain tien parantamishankkeen yhteydessä. (Tiehallinto 2008.) Kuviossa 1 on esitetty soratien rakenteelliseen kuntoon ja pintakuntoon vaikuttavat tekijät.



Kuvio 1. Sorateiden kuntoon vaikuttavat tekijät (Liikennevirasto 2014).

Erilaiset kelirikot sekä muista tekijöistä johtuvat kantavuuspuutteet vaikuttavat sorateiden rakenteelliseen kuntoon. Edellä mainitut tekijät ovat syitä sorateiden painorajoituksille. Painorajoitusuhan poistaminen vaatii siis jonkin kyseessä olevan ongelman poistamista tien hyvän rakenteellisen kunnon saavuttamiseksi. Tärkein vaatimus sorateiden rakenteelliseen kuntoon on sen kulkukelpoisuuden varmistaminen siten, ettei painorajoitusta tarvitsisi asettaa rakenteen heikkenemisen johdosta eikä se olennaisesti vaikeuta liikennettä. Rakenteellista kuntoa kuvataan liittymävälikohtaisesti painorajoitustiedellä. (Tiehallinto 2008, 27.)

Sorateiden pintakunto muodostuu tasaisuudesta, pölyävyydestä ja pinnan kiinteystä, joista tasaisuudella on suurin merkittävyys ajettavuuteen (Tiehallinto, 2008, 25).

2.2 Soratieen kunnon muutokset

Sorateiden ominaispiirteitä ovat sen kunnon nopeat muutokset, jotka syntyvät useasti veden ja liikenteen yhteisvaikutuksena. Tien rakenne on alttiina rasituksille johtuen sen rakenteiden ja kulutuskerroksen liian suuresta vesipitoisuudesta, jota yleensä tapahtuu keväisin, syksyisin ja alkutalven lämpimissä jaksoissa. Tiehen syntyy kuoppia, uria ja

epätasaista aaltomaisuutta, jos vesi ei pääse poistumaan tien pinnalta. Kantavuusongelmat sorateilla ovat yleisin ongelma kelirikon ja raskaan liikenteen takia, jolloin tien rakennekerrosten kantavuus pettää. (Liikennevirasto 2014, 12.)

2.3 Routiminen

Tierakenteessa ja pohjamaassa olevan veden jääymistä kutsutaan routaantumiseksi. Kun routaantuessa tierakenteen tai pohjamaan tilavuus kasvaa, puhutaan routimisesta. Routiminen voi tapahtua riippuen maa-aineksesta tasaisesti tai epätasaisesti. Epätasaisista routanousua ja routaheittoja syntyy varsinkin teillä, jossa pohjamaa ja tien rakenne ovat epähomogeenisia. Kerrosroudaksi kutsutaan rakennetta, jossa jäälinsit ja jäätynyt maa vuorottelevat kerroksittain. Jäätymisvyöhykkeessä oleva maa imee vettä kapillaarisesti sulasta pohjamaasta tai pohjavedestä, joka jäätyy jäälinsseiksi. Tien pinta voi kohota epätasaisesti jäälinsien vaikutuksesta varsinkin, jos tienrakenne ei ole homogeenista. (Liikennevirasto 2014, 13.)

Tyypillisiä routavaurioita ovat rumpujen kohdalla olevat routaheitot, joissa rumpukaivanto on täytetty routimattomalla maa-aineksella ilman siirtymäkiiloja (Liikennevirasto 2014, 14). Toisin sanoen siis vanhalle rakentamattomalle soratielle rummun kohta on rakennettu uusista routimattomista materiaaleista ilman siirtymäkiiloja, jonka takia tien rakenteesta tulee epähomogeeninen, mikä aiheuttaa epätasaisia routimista.

2.4 Kulutuskerros

Kulutuskerroksen kuntoon vaikuttaa olennaisesti maakivet, aaltomainen epätasaisuus, pölyäminen ja itse kulutuskerrosmateriaalin hävikki.

Maakivet nousevat tien pintaan tien rungosta tai pohjamaasta roudan vaikutuksesta. Kiven alla olevan jäälinsin sulaessa linsin tilalle valuu hienoainesta, mikä estää kiven pääsemisen takaisin entiselle paikalleen. Maakivet voivat myös aiheuttaa tielle kuoppia, kun niiden alta sulavat jäälinsit sulavat nopeammin kiven lämmön vaikutuksesta ennen muita jäälinssejä, jonka seurauksena kivi painuu alaspäin. (Liikennevirasto 2014, 16.)

Aaltomaisella epätasaisuudella eli nimismiehen kiharalla tarkoitetaan sitä, kun tien pienet epätasaisuudet aiheuttavat ajoneuvon pyörien joutumisen aaltoliikkeeseen. Aalto liikkeen vaikutuksesta tien pintamateriaali kasaantuu aallonpohjiksi ja -harjoiksi. (Liikennevirasto 2014, 16.)

Tien pölyäminen aiheutuu, kun ajoneuvojen renkaiden iskut ja liikenteen ilmavirtaukset irrottavat kuivasta tien pinnasta hienoainesta. Pölyäminen heikentää liikenneturvallisuutta, tien varren asukkaiden viihtyvyyttä ja terveyttä. Lisäksi pöly likaa tien läheisyydessä olevia rakennuksia ja haittaa esimerkiksi viljelyä. Pölyämisen takia tiehen syntyy myös kuoppia ja urautumista, kun hienoaines irtoaa tien pinnasta ja jäljelle jää vain karkeaa materiaalia jolloin pinnasta tulee irtonainen. (Liikennevirasto 2014, 17.)

Kulutuskerroksen materiaalihävikkiin vaikuttavat ilmasto, kiviaineksen mineraalikoostumus ja kunnossapito. Kun materiaalia kulkeutuu tien pientareille ja ojiin sekä sekoituu tien alarakenteisiin, kulutuskerroksen materiaaliominaisuudet muuttuvat. Tien pinta pysyy kiinteänä ja hävikki on pientä, kun kulutuskerroksen materiaaliominaisuudet ovat oikeat. (Liikennevirasto 2014, 17.)

2.5 Soratien pintakunnon määrittäminen

Soratien pintakunto määritellään silmämääräisesti valokuvaan perustuvalla kuntoarvoasteikolla 1–5, joista arvo 5 on erinomainen tulos tarkasteltavalle kohteelle. Kuntoarvoasteikko on tehty myös palvelemaan soratieverkon palvelutason määrittelyä. Arvosteltavia asioita soratien pintakunnon määrittämiseen ovat pinnan tasaisuus, pölyävyys ja kiinteys, joista pintakunto kokonaisuudessaan muodostuu. Soratien poikkileikkauksen muodon määrittämiseksi mitataan sivukaltevuus. Pintakunto määritetään hoidon ja ylläpidon alueurakoiden laatuvaatimusten asettamisessa. Sorateiden pintakunnon määrittämisessä käytetään Tiehallinnon Sorateiden pintakunnon määrittäminen -julkaisua vuodelta 2008. (Tiehallinto 2008, 1.) Taulukossa 1 on esitetty sorateiden pintakuntovaatimukset soratieluokittain.

Taulukko 1. Soratien pintakuntovaatimukset (kuntoarvo, TIEH 2200055-v-08) Liikennevirasto 2014).

Soratien pintakuntovaatimukset (kuntoarvo, TIEH 2200055-v-08)			
Soratieluokka	Tasaisuus	Kiinteys	Pölyävyys
I	Vähintään 3	Vähintään 3	Vähintään 3 100 m lähempänä asutusta ja erityiskohteita 4
II	Pääosin vähintään 3 soratiellä tai sen 1 km osuudella kuntoarvoa 2 enintään 10 %	Pääosin vähintään 3 soratiellä tai sen 1 km osuudella kuntoarvoa 2 enintään 10 %	Vähintään 3 100 m lähempänä asutusta ja erityiskohteita 4
III	Pääosin vähintään 3 soratiellä tai sen 1 km osuudella kuntoarvoa 2 enintään 20 %	Pääosin vähintään 3 soratiellä tai sen 1 km osuudella kuntoarvoa 2 enintään 20 %	Vähintään 2 100 m lähempänä asutusta ja erityiskohteita 3
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kuntoarvoa 1 ei saa esiintyä missään soratieluokassa. ▪ Tasaisuuden kuntoarvoa 2 ei saa olla yhtenäisenä jaksona yli 20 m luokissa II ja III. ▪ Soratien pinnalla olevan kuopan syvyys ei saa olla yli 7 cm. ▪ Soratien pinnalla ei saa olla ajoneuvon rikkovia teräviä heittoja tai maakiviä. ▪ Soratien ja päällystetyn tien rajakohta on pidettävä tasaisena. ▪ Soratien pinnalla ei saa olla yli 3 cm irtokiviä. ▪ Sivukaltevuuden on oltava 4 % ± 1 % ja kaarteissa yksipuolisen max. 7 %. ▪ Yli 3 cm korkeat ja muut liikennettä haittaavat maakivet on poistettava tasaustyön yhteydessä tai viimeistään 1 vk kuluessa. ▪ Kiinteyden vaatimukset on täytettävä I luokassa 1 vk, II luokassa 2 vk ja III luokassa 3 vk kuluttua sorakulutuserroksen tasaus- ja muokkaustoimenpiteistä. ▪ Pölyävyyden erityiskohteita ovat vihannes- ja marjaviljelmät, koulut ja laitokset. 			

3 KUNNOSSAPIDON TEHTÄVÄT ALUEURAKASSA

Kunnossapidon toteutus voidaan jakaa vuodenaikojen mukaan neljään ryhmään (kevät, kesä, syksy, talvi), jonka mukaan kunnossapidon vuosikierto toteutuu. Soratien hyvän kunnon perustana on urakoitsijan oikea ajoitus eri kunnossapidon tehtäville, oikean toimenpiteen ja työvälineiden valinta, oikeiden materiaalien käyttö sekä tehtävien toteutus ammattitaitoisesti oikein. (Liikennevirasto 2014, 32.)

Kevään kunnossapidon tarkoituksena on ehkäistä kelirikon haittoja huolehtimalla tien pintakunnosta ja varmistamalla kulutuskerroksen pitkäaikainen kesto. Kevätajan kunnossapitotöistä tärkeimpiä ovat tien kulutuskerroksen muokkaus ja muotoilu. Muita kevätajan kunnossapitotöitä ovat

- pintakelirikon ehkäiseminen
- tien pinnan tasaus
- tien pinnan kuivatus
- kevätsorastus
- talven ja kelirikon aikana syntyneiden vaurioiden korjaukset
- kulutuskerroksen muokkaus ja muotoilu
- pölynsidonta muokkauksen yhteydessä
- kelirikko- ja painorajoitusmerkit. (Liikennevirasto 2014, 34.)

Kesällä sorateiden laatua ylläpidetään, jolloin myös tehdään tien hoito- sekä kunnostustöitä. Kesäajan kunnossapitotöitä ovat

- pölynsidonta
- paikkaukset
- tien pinnan tasaus
- tienvarsien niitto ja raivaukset
- kuivatusjärjestelmien hoito ja kunnostus. (Liikennevirasto 2014, 46.)

Syksyn kunnossapidolla varaudutaan talveen ja huolehditaan tien liikennöitävyys talven aikana. Tien poikkileikkaus ja se, ettei tien kulutuskerros jäädy epätasaisena, varmistetaan. Syysajan kunnossapito töitä ovat

- tienpinnan tasaus
- syyssorastus
- materiaalin uusiokäyttö
- aerausviitoitus
- talviajan kelirikon hoito
- pakkasajan pölynsidonta. (Liikennevirasto 2014, 52.)

Sorateiden talvihoidolla vaikutetaan jo kevään olosuhteisiin ja ennaltaehkäistään kevään kelirikon aiheuttamia vaurioita teillä. Sorateiden talvihoitoon kuuluu mm. aeraus, liukkauden torjunta, polanteiden poisto, reunavallien poisto, talvihöyläys, ojien ja rumpujen kunnossapito, talvikelirikon hoito- ja kunnostustyöt sekä liikennemerkkien puhdistus. Lisäksi talvella korjataan tarvittaessa tiehen aiheutuneita vaurioita. Tiet on jaettu hoitoluokkiin liikennemäärien ja tien liikenteellisen merkityksen mukaan. Hoitoluokkien perusteella talvihoitoa suoritetaan eri tasojen mukaan, mutta samalla hoitoluokalla olevien teiden talvihoito hoidetaan samantasoisesti. (ELY-keskus 2018.)

4 KUNNOSSAPIDON LAADUNHALLINTA

4.1 Laadunvarmistus ja -hallinta

Tien päivittäisen liikennöitävyyden ja sen kunnan säilymisen turvana on huolellinen ja laadukas, pitkäjänteinen kunnossapito. Hyvällä kunnossapidolla säästetään toimenpiteiden määrissä, mikä on taloudellisesti kannattavaa. Kunnossapitourakoitsijan ammattitaito ja yhteistyö tilaajan kanssa ovat tärkeimpiä tekijöitä soratien päivittäiseen liikennöitävyyteen ja itse soratien kuntoon. Myös käytettävissä oleva rahoitus vaikuttaa oleellisesti soratien kuntoon ja laatuun, joten on tärkeää käyttää raha oikeisiin kunnossapidon toimenpiteisiin. Urakoitsija ja tilaaja yrittävät mahdollisimman hyvin yhteistyössä täyttää olemassa olevat resurssit tienkäyttäjien tarpeisiin. (Liikennevirasto 2014, 18.)

Maantielaki (2005) ohjaa teiden ja katujen suunnittelua, rakentamista ja kunnossapitoa ja antaa vaatimuksensa liikenneverkon kehittämiseksi ja ylläpidolle.

Maantie on pidettävä yleistä liikennettä tyydyttävässä kunnossa. Kunnossapidon tason määräytymisessä otetaan huomioon liikenteen määrä ja laatu, tien liikenteellinen merkitys sekä säätila ja sen ennakoitavissa olevat muutokset, vuorokaudenaika ja muut olosuhteet. Kunnossapidossa on liikenteen toimivuuden ja liikenneturvallisuuden lisäksi otettava huomioon ympäristönäkökohdat. (Maantielaki 503/2005, 33. §.)

Tiehallinnon julkaisema Sorateiden hoidon ja ylläpidon toimintalinjat (2008) yhtenäistää sorateiden hoitoon ja ylläpitoon kuuluvat käsitteet ja tunnusluvut, joilla saavutetaan koko maan kattava yhtenäinen laatutaso. Toimintalinjat esittävät linjaukset sorateiden rakenteelliselle kunnolle ja pintakunnolle. Kohdentamalla palvelutaso ja toimenpiteet tarpeiden mukaisiksi sorateiden hoidosta ja ylläpidosta tulee enemmän asiakaslähtöisempää. Sorateiden kokonaisten liittymäväliden ympärivuotisen kulkukelpoisuuden varmistamiseksi pienten osuuksien korjauksista siirrytään tiejaksokohtaisiin korjauksiin. Lisäksi toimintalinjoissa täsmennetään menetelmiä asiakasryhmien tarpeisiin nähden soratiestöllä. (Tiehallinto 2008, 12.)

4.2 Maanteiden hoidon ja ylläpidon tuotekortit

Maanteiden hoidon ja ylläpidon tuotekortit ohjaavat laadunhallintaa (viimeisin versio 30.1.2015, Liikennevirasto), ja niissä on määritelty hoidon ja ylläpidon kokonaishin-

taurakkaan kuuluvat työt laatuvaatimuksineen. Alueurakassa noudatetaan hyvää hoitotapaa huomioon ottaen mm. liikenteen tarpeet, ympäristön sekä liikenteen pitkäaikaisen kestävyuden näkökohdat. Tuotekorttien yleisiin vaatimuksiin kuuluvat alueurakan hoito- ja ylläpitotöiden yleiset vaatimukset sekä keskeisimmät yleiset toimivuusvaatimukset tuotteittain. (Liikennevirasto 2015, 1-2.)

Voimassa olevan alueurakan hoito- ja ylläpitotöiden yleiset vaatimukset käsittävät mm.

- liikennöinnin turvaamisen kaikissa olosuhteissa sen tarpeet huomioon ottaen
- tien käyttäjän turvallisuuden
- tiestön tilan hallitsemisen toimenpiteitä tehtäessä
- tien hoidon yhdenmukaisuuden samaan hoitoluokkaan kuuluvilla teillä
- työmenetelmien ja materiaalien oikeanmukaisuuden ja turvallisuuden
- uusittavien ja korjattavien rakenteiden laatuvaatimukset ja liikenneympäristön vahingoittavuus
- siisti, selkeän ja hoidetun yleisilmeen tieympäristössä. (Liikennevirasto 2015, 2.)

Tuotekorttien keskeisiin yleisiin toimivuusvaatimuksiin kuuluvat talvihoito, liikenneympäristön hoito, sorateiden hoito, liikenteen varmistaminen erikoistilanteissa sekä ylläpito ja korvausinvestoinnit. Toimenpiteet ovat yksilöity eri tien eri osien tai rakenteiden mukaan laatuvaatimuksineen. (Liikennevirasto 2015, 1.)

4.3 Sorateiden luokitus

Soratiet jaotellaan kolmeen luokkaan yleensä sen keskimääräisen vuorokausiliikenteen (KVL) perusteella liittymäväleittäin. Jaottelu voidaan tehdä myös yksittäisiä teitä tarkastellessa tien asiakaslähtöisyyden (esim. puuteollisuus tai maankäyttö) tai tien merkittävyyden perusteella suhteessa muihin vähäliikenteisiin teihin. (Tiehallinto 2008.) Luokituksen perusteena on yhtenäisten periaatteiden noudattaminen hoidon laatuvaatimuksissa, ylläpidon suunnittelussa kuin myös itse soratieluokituksessa. Kolmen luokan avulla erotellaan vilkas- ja vähäliikenteiset tiejaksot perussoratieverkosta. (Tiehallinto 2008, 15.)

Perusteena tien merkittävyydelle käytetään tiepiirin keskeisiä asiakasryhmiä ja niiden tarpeita. Luokitus tulee olla tasapainoinen suhteessa valtakunnalliseen liikenteeseen, sorateiden rooliin tiepiirin alueella sekä vähänliikenteisen tiestön verkolliseen asemaan. Suuri kesäajan liikenne (KKVL) on yksi tien luokkaa nostavista tekijöistä. Soratieluokilla on kullakin luokalla (1, 2, 3) omat vaatimuksensa tien yleiskunnolle, jonka pohjalta sorateiden kunnossapitotoimet määräytyvät. Luokka 1 on korkein luokka, jossa vaatimukset tien kunnolle ovat tiukimmat. (Tiehallinto 2008, 23.)

Tiekohtaisesti määrättävät hoidon ja ylläpidon vaatimukset on tärkeää tunnistaa, jotta tien palvelutaso olisi asiakasryhmälle ja maankäytölle suotuisa. Soratieluokat viedään tierekisteriin ja luokitus määritellään osana tiepiirin hoito- ja ylläpitosuunnitelmaa. Teiden luokituksessa tavoitteena on pyrkiä yhtenäisiin tiejaksoihin poikkeusosuuksia lukuun ottamatta. (Tiehallinto 2008, 23.) Taulukossa 2 on selvennetty soratien hoitoluokitukseen perustuvia tekijöitä sekä muita perusteita, joilla hoitoluokitusta voidaan joko laskea tai nostaa.

Taulukko 2. Soratieluokat ja luokitusperusteet (Tiehallinto 2008).

Soratieluokka	Soratiestö	Perusluokitus	Muut perusteet	
			Luokan nosto	Luokan lasku
I Vilkkaat	n. 10 %	KVL > 200		• lyhyt osuus yhdistetään luokan 2 tiehen
II Perus-soratiet	n. 70 %	KVL 50-200	<ul style="list-style-type: none"> • huomioidaan asiakastarpeet • merkittävä verkollinen asema • merkittävää maankäyttöä tien välittömässä läheisyydessä • on osa pitkää yhteysväliä • KKVL > 250 	<ul style="list-style-type: none"> • pistotie, jolla ei tarvitse ajaa pitkiä matkoja • ei maankäyttöä tien välittömässä läheisyydessä
III Vähänliikenteiset	n. 20 %	KVL < 50	<ul style="list-style-type: none"> • huomioidaan asiakastarpeet • merkittävä verkollinen asema • maankäyttöä tien välittömässä läheisyydessä 	

4.4 Kulutuskerroksen materiaalivaatimukset

Soratien kulutuskerros on tien rakenteen ylin rakennekerros. Liikenneturvallisuus, ajomukavuus, tierakenteen kuormituskestävyys sekä tien pintakunto ovat soratien mää-

räviä vaatimuksia sen kulutuskerrokselle. Tien pintakuntoon vaikuttaa suuresti kulutuskerroksen materiaalin laatu, ja hyvän materiaalin käyttö tien kulutuskerroksissa on pitkällä aikavälillä taloudellisempaa. (Liikennevirasto 2014, 24.)

Sorateiden kulutuskerroksien tavoiteltavat ominaisuudet ovat joiltakin osin ristiriitaisia. Esimerkiksi murskeen, jonka vedenimeytymiskyky on hyvä, pitää tien pinnan paremmin kiinteänä eikä pölytä niin paljoa, mutta edesauttaa pintakelirikon syntymistä. Tämän vuoksi soratien parhaimmin soveltuvista materiaaleista ei voida antaa yksiselitteisiä ohjeita. (Liikennevirasto 2014, 25.)

Sorateiden kulutuskerroksessa käytetään kallio-, moreeni- tai soramursketta, jonka maksimiraekoko on 11 tai 16 mm. Tavoiteltava kulutuskerroksen paksuus on 50 mm poikkeuksia lukuun ottamatta (esim. kelirikkokohteet, rakennetut soratiet). Hienommalla murskeella tien pinnasta saadaan tasaisempi, mutta sen kantavuusominaisuudet eivät ole yhtä hyvät verrattain raekooltaan suurempiin murskeisiin. Lisäksi murskeelta vaaditaan, ettei se aiheuta rengasrikkoja tien käyttäjille (rakeiden puikkoisuus). Kulutuskerroksen rakeisuuskäyrän muoto, maksimiraekoko, kivirakeita toisiinsa sitovan hienoaineksen määrä, hienoaineksen kivirakeita toisiinsa sitovat ominaisuudet, kosteustila-herkkyys ja pölynsidonta-aineet ovat tärkeimmät tekijät, jotka vaikuttavat liikenteen palvelutasoon sekä tien pinnan kunnon laatuun (tasaisuuteen ja kiinteyteen). Liikenneviraston kunnossapito-ohjeessa 1/2014 on määritelty tarkemmin kulutuskerroksen laatuvaatimuksia, kuten esimerkiksi ohjeseulojen läpäisyprosentteja ja mineraalikoostumuksen ominaisuuksia (Liikennevirasto 2014, 25–31.)

5 SORATEIDEN KELIRIKKO

5.1 Kelirikon synty

”Kelirikolla tarkoitetaan tien pinnan tai tierakenteen pehmenemisen aiheuttamaa kulkukelpoisuuden merkittävää vaikeutumista tai estymistä” (Liikennevirasto 2014, 14).

Roudan sulamisen yhteydessä tai muutoin myöhäissyksynä tai lämpimänä alkutalvena tien pinta tai rakenne voi pehmentyä sateiden vaikutuksesta, jonka takia tien rakenteet vettyvät ja kantavuus heikkenee. Tie menettää kantavuutensa ja pehmenee joko pinnalta tai syvemmältä rakenteista, jonka takia sorateilla voi esiintyä sekä runko- että pintakelirikkoa. Nykyiset sääolosuhteet lisäävät kelirikon syntyä jo myöhäissyksystä kevääseen, jonka takia kelirikko ei ole enää vain keväinen ongelma. (Liikennevirasto 2014, 14)

Seuraavat tekijät ovat edellytyksiä kelirikolle. Jos jokin näistä tekijöistä poistetaan, kelirikon riskiä ei ole:

- tierakenne ja/tai pohjamaa jäätyvät
- materiaali on routivaa
- routaantuvassa kerroksessa on tarpeeksi vettä
- sulamisjakson aikana sulavasta jäästä suotautuva vesi jää tierakenteeseen tai pohjamaahan heikentäen siten rakennetta
- tiehen kohdistuu kuormitusta sulamisjakson aikana. (Saarenketo & Aho 2006, 8.)

Kelirikon synty voidaan jakaa kolmeen kategoriaan, jotka ovat liikennekuormitus, ympäristökuormitus ja kohteen olosuhdetekijät. Eri tekijät vaikuttavat toisiinsa ja voivat lisätä toistensa vaikutuksia. Lisäksi tiellä tehtävät hoitotoimenpiteet ja reunakantavuus ovat tekijöitä kelirikon syntyyn ja kelirikkovaurioiden laatuun. Taulukossa 3 on määritelty kelirikon syntyyn vaikuttavat tekijät. Niiden monipuolisuus kertoo vähäliikenteisten sorateiden kelirikko-ongelmien monitahoisuudesta ja siitä, kuinka paljon eri tekijät vaikuttavat sorateiden kelirikkoon. (Aho;Saarenketo;& Kolisoja 2005, 13–14.)

Taulukko 3. Kelirikon syntyyn vaikuttavat tekijät. (Aho;Saarenketo;& Kolisoja, 2005).

LIIKENNE-KUORMITUS	YMPÄRISTÖ-KUORMITUS	KOHTEEN OLOSUHDETEKIJÄT
Raskaan liikenteen määrä	Sää ja hydrologiset tekijät	Kuivatusolosuhteet
Raskaan liikenteen akselikuorman suuruus	- Lämpötila	- Tien ja sen ympäristön topografia
Raskaan liikenteen rengaspaine	- Pohjavesi	- Kuivatusrakenteet
Palautumisaika	- Sadanta	Tierakenne
	- Routa	- Rakennekerrosten paksuus, laatu ja sekoittuneisuus
		Pohjamaa
		- Pohjamaalaji ja sen routivuus

5.2 Kelirikotyypit

Perinteisesti kelirikko on jaoteltu kahteen luokkaan, pinta- ja runkokelirikkoon. EU:n rahoittamassa Roadex II -projektissa kelirikko on ehdotettu jaettavaksi neljään eri vaiheeseen. Lisäksi viidentenä vaiheena voidaan liittää niin kutsuttu syyskelirikko. Roadex on pohjoiseurooppalaisten tie- ja kuljetusalan toimijoiden teknistä yhteistyötä hyödyntävä hanke, joka keskittyy vähäliikenteisten teiden tutkimustietojen keräämiseen ja jakamiseen. Hanke on aloitettu 1998 kolmen vuoden pilottiprojektina, mitä on sittemmin jatkettu uusilla projekteilla ja hankkeilla. (Saarenketo & Aho 2006, 5.) Tiehallinnon selvityksessä Kelirikkokorjausten suunnittelu ja rakentaminen käytetään myös kyseistä viittä kelirikon eri vaihetta, mutta esimerkiksi Liikenneviraston kunnossapito-ohjeessa 1/2014 puhutaan vain pinta- ja runkokelirikosta. Roadex II -projektin määrittelemät kelirikon vaiheet ovat.

1. syksyn jäätymis-sulamispehmeneminen
2. pintakelirikko
3. rakennekelirikko
4. pohjamaan kelirikko
5. syyskelirikko. (Aho;Saarenketo;& Kolisoja 2005, 12.)

Yleisesti käytetty runkokelirikkovaihe on tässä luokituksessa jaettu rakennekelirikkoon ja pohjamaan kelirikkoon. Kelirikkotyyppien tarkempi luokittelu auttaa kelirikkojen kunnostussuunnitelmassa ja ongelmien analysoimisessa. Korjausmenetelmien määrittelyssä kelirikon vaiheet ovat tärkeä tunnistaa, jotta kelirikkokohteelle saataisiin tehtyä mahdollisimman kannattava korjaustoimenpide hyötykustannuksineen. (Saarenketo & Aho 2006, 9.)

5.2.1 Syksyn jäätymis-sulamispehmeneminen

Kevään kelirikon vaikeuteen vaikuttava jäätymis-sulamisvaihe on ensimmäinen myöhäissyksyn esiintyvä kelirikkotyyppi. Tien pinta jäätyy muutamiksi päiviksi ja sulaa taas kylmän sään poistuessa. Vesi imeytyy tierakenteessa tien pintaa kohti pumppaavan mekanismin seurauksena, kun tien pinta jäätyy ja sulaa vuoronperään. Tien kulutuskerros saattaa vettyä ja muuttua plastiseksi pumppaavan mekanismin ansioista. Jäätymis-sulamissykliä määrä vaikuttaa kevään kelirikkoon ja sen vaikeuteen. (Aho;Saarenketo;& Kolisoja 2005, 12.)

5.2.2 Pintakelirikko

Pintakelirikolla tarkoitetaan tien kulutuskerroksen (5–10 cm) pehmenemistä ja muuttamista lähes plastiseksi. Pahimmillaan tien pinta velliintyy, ja päivittäinen liikennöitävyys kärsii. Pintakelirikkoon vaikuttaa suuresti sen ennaltaehkäisevät hoitotyöt ennen kelirikkokauden alkua. Aurinkoiset ja tuuliset säät sekä yöpakkaset vähentävät pintakelirikkoa ja lyhentävät sen kestoja tien pinnan nopean kuivumisen johdosta. (Liikennevirasto 2014, 14.)

Pintakelirikon vakavuuteen vaikuttaa tien kulutuskerroksen rakeisuus ja hienoainespitoisuus sekä sulamisajan sääolosuhteet ja liikenne. Tien yleinen kunto ja kulutuskerroksen vesipitoisuus ennen sen jäätymistä ovat myös merkittäviä tekijöitä pintakelirikon laajuuteen. (Aho;Saarenketo;& Kolisoja 2005, 12.)

Keväällä roudan sulaessa vesi ei pääse imeytymään jäässä olevan rakenteen läpi ja estää sen kulun sivuojiin ja pohjamaahan. Lisäksi sulamisvesien lätköityminen tielle pehmentää veden kyllästämää kulutuskerrosta, mikä aiheuttaa tien pinnan pehmenemistä.

misen. (Liikennevirasto 2014, 14.) Kuvassa 1 on esimerkki pintakelirikkovauriosta Honkajoentieltä.



Kuva 1. Pintakelirikkovaurio Honkajoentiellä

Syksyn ja talven runsaat sateet voivat myös synnyttää pintakelirikkoo, kun ilmankosteus on suuri ja veden haihtuminen tien pinnasta on vähäistä, jolloin sadevesi imeytyy tien kulutuskerrokseen pehmentäen sen. Tien puutteellinen geometria ja reunapalteet sekä muut puutteet kuivatuksessa pahentavat pintakelirikkoo. (Liikennevirasto 2014, 15.)

5.2.3 Rakennekelirikko

Rakennekelirikolla tarkoitetaan tien rakennekerroksissa tapahtuvaa kantavuuden heikkenemistä. Sulamisrintama etenee rakennekelirikon alkuvaiheessa noin 15–20 cm alaspäin kuitenkin saavuttamatta pohjamaata. Tällöin pohjamaa on edelleen jäätyneessä tilassa. Tierakenteen vesipitoisuus, joka riippuu tien kuivatuksesta ja sääolosuhteista, vaikuttaa tien kuormituskestävyyteen tien liikennekuorman kanssa. Lisäksi tierakenteen kerros materiaalin huono laatu ja rakenteiden routanousut ovat seurauksena tien rakenteiden heikkenemiseen. (Aho;Saarenketo;& Kolisoja 2005, 12.)

Jäälinsien sulaessa nopeasti keväällä tien rakenteista mahdolliset routivat kerrokset menettävät kantavuutensa niin, ettei tie kanna enää raskasta liikennettä. Jäälinsseistä vapautuva vesi ei ehdi poistua riittävän nopeasti sivuojiin, pohjamaahan tai haihtua ilmaan, jonka takia tien rungon vesipitoisuus kasvaa ja se menettää kantavuutensa. Raskas liikenne pumpkaa jäälinsseistä sulanutta vettä ja hienoainesta ylöspäin tien pintaan, mikä lisää veden ja hienoaineksen määrää tien pinnalla. (Liikennevirasto 2014, 15.) Kuvassa 2 on 18.4.2018 kuvattu rakennekelirikon vauriokohta Honkajoentiellä.



Kuva 2. Rakennekelirikkoa Honkajoentiellä.

5.2.4 Pohjamaan kelirikko

Pohjamaan kelirikolla tarkoitetaan sitä, kun sulamisrintama saavuttaa pohjamaan yläpinnan. Pohjamaan routivuus sekä tien rakennekerrosten paksuus ja jäykkyys vaikuttavat kelirikon vakavuuteen pohjamaan kelirikkovaiheen alkaessa. Raskaan liikenteen kuormitus ja liikennemäärät vaikuttavat lisäksi tien kuntoon. Roudan kokonaan sulaessa tien rakenne on yleensä heikoimmillaan. (Aho;Saarenketo;& Kolisoja 2005, 13.)

5.2.5 Syyskelirikko

Syksyn runsaat sateet lisäävät tien rungon vesipitoisuutta ja mahdollisesti nostavat pohjaveden pinnan korkeutta, jolloin tien kantavuus heikkenee. Myös puutteellinen kuivatus edesauttaa tien rungon vettymistä. Sateiden aiheuttama syyskelirikko on pääasiassa pintakelirikkoa, ja se vaikeuttaa erityisesti raskaan liikenteen kulkua. (Aho;Saarenketo;& Kolisoja 2005, 13.)

5.3 Kelirikkokohteiden painorajoitukset

Liikenteen rajoittamisen tarkoituksena kelirikkokisilla teillä on vähentää tien rakenteiden vaurioitumista raskaan liikenteen vaikutuksesta. Elintärkeät kuljetukset pystytään täten turvaamaan minimitasolla ja tien vuotuisen hoito- ja kunnostustarpeen kohtuuton lisääntyminen pyritään välttämään. Kelirikkoalttiiden teiden liikennekelpoisuuden pitäminen minimitasolla tarkoittaa, että tie pidetään siten kunnossa, että jokaiseen talouteen voi vähintään kulkea henkilöautolla. (Tiehallinto 2007, 10.)

Painorajoituksilla varmistetaan siis sorateiden peruuttamattomat vauriot ja turvataan elintärkeiksi katsotut kuljetukset, kuten esimerkiksi elintarvike- ja maitokuljetukset sekä linja-autoliikenne. Yleisimmin käytetty painorajoitus on 12 tonnia. (Liikennevirasto, Painorajoitukset 2015.)

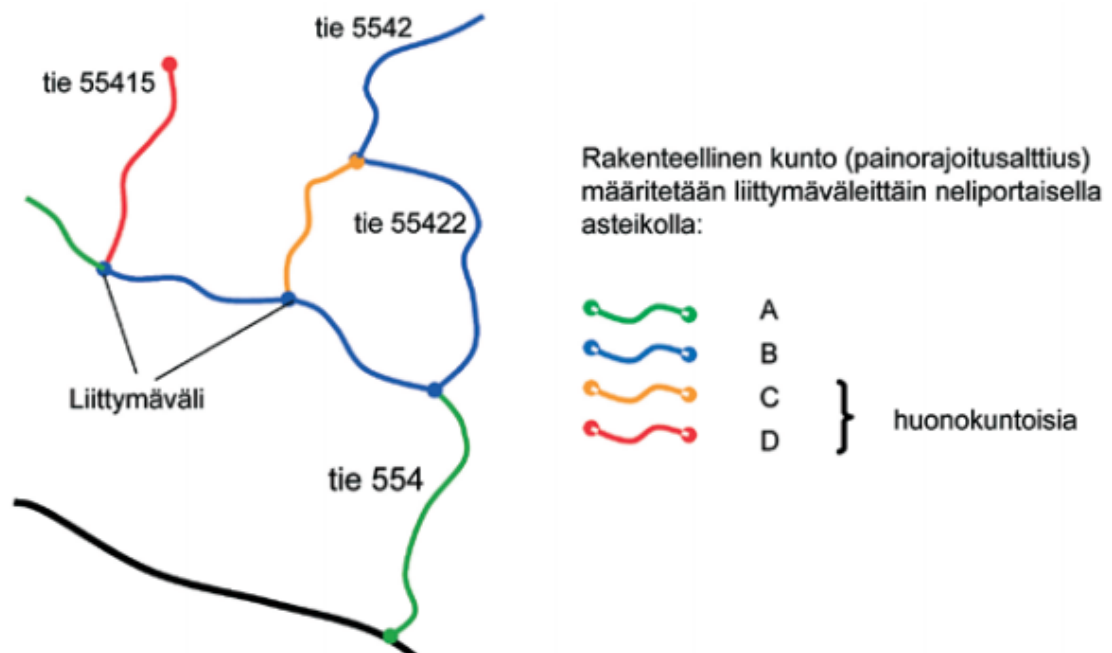
Vuonna 2004 Tiehallinto otti käyttöön koko maassa yhtenäisen painorajoituskäytännön. Sen tavoitteena on mm. vähentää painorajoituksia ja niistä aiheutuvia haittoja raskaalle liikenteelle ja muille tien käyttäjille sekä parantaa painorajoitustarpeen ennakoitua. Tiedottaminen ja vuorovaikuttaminen tien käyttäjien kanssa ovat lisäksi olleet painorajoituskäytännön tavoitteita. (Ryyänen;Lämsä;Belt;& Ehrola 2004, 5.)

Painorajoitusluokat ts. kelirikkoluokat jaetaan neljään (A, B, C, D) eri luokkaan, jotka perustuvat kelirikkoalttiuteen ja liikennemäärään ($KVL \leq 200$ ajon/vrk tai $KVL > 200$ ajon/vrk). Kelirikkoalttiutus perustuu runkokelirikon määrään ja vuosittaiseen toistuvuuteen. Painorajoituksia käytetään vain poikkeustapauksissa, jos tien liikennemäärä on yli 200 ajon/vrk. Soratien neljä painorajoitusluokkaa ovat.

- Tieosat, joilla kelirikkoa esiintyy niin vähän, että painorajoituksia ei tarvita
- Tieosat, joilla painorajoituksia käytetään vain vaikeina kelirikkokevänä

- Tieosat, joilla painorajoituksia käytetään vaikeina ja keskivaikeina kelirikkoekäytännöinä
- Tieosat, joilla painorajoituksia käytetään joka kevät. (Ryynänen;Lämsä;Belt;& Ehrola 2004, 30.)

Kuviossa 2 on esitetty tien painorajoitusluokat eli toisin sanoen tien rakenteellisen kunnon asteikot. Painorajoitusalttius määritetään liittymäväleittäin, ja se on pohja painorajoitusten määrittämiseen.



Kuvio 2. Teiden painorajoitusluokat (Tiehallinto 2008).

ELY-keskus myöntää tilapäisiä kuljetuslupia muiden kuin elintärkeiden kuljetusten hoitamiseksi. Lupia myönnetään vain hyvin perustein ja niiden myöntämisessä otetaan huomioon kuljetusten tarpeellisuus, tien kunto kelirikkoehetkellä sekä ajoneuvon massa. Lupa myönnetään yleensä kertaluontoisena. (Tiehallinto 2007, 11.)

5.4 Runkokelirikon ennustaminen

Vaikka kelirikon eri vaiheista puhutaan eri nimityksillä eri julkaisuissa, silti pohjamaan ja rakennekelirikon ennustettavuutta arvioitaessa puhutaan runkokelirikon ennustamisesta. Pintakelirikon ennustettavuutta on hankala tehdä, koska siihen vaikuttavat sääolosuhteet muuttavat tien pintakuntoa todella nopeasti.

Tulevan kevään runkokelirikkoa pyritään ennakoimaan tammikuun lopun tunnettujen tekijöiden avulla. Runkokelirikon määrän ennustamiseen käytetään lämpötilaosuhteista laskettuja tunnuslukuja, pohjaveden korkeutta, alueellista keskimääräistä runkokelirikkomäärää sekä dataa kelirikkojen määrästä edellisiltä vuosilta. (Ryynänen;Lämsä;Belt;& Ehrola 2004, 14.)

Sorateiden laatu, ikä ja rakenne sekä sääolosuhteet vaihtelevat Suomessa alueellisesti, jonka takia Suomi on jaettu 14 osa-alueeseen runkokelirikon ennustamisen helpottamiseksi. Sen tarkoituksena on, että maan jaetut osat olisivat mahdollisimman homogeenisia eri muuttujien suhteen. (Ryynänen;Lämsä;Belt;& Ehrola 2004, 14.)

Runkokelirikon määrän merkittävimpiä tekijöitä on routaantumisaika. Routaantumisaikalla tarkoitetaan roudan etenemistä tietyltä tasolta toiselle määrättyinä aikana. Mitä kauemmin routarintama viipyy tietyllä syvyydellä, sitä suurempi on imeytyneen veden määrä routarintamassa eli toisin sanoen tien rakenteessa ja pohjamaassa. Vaikean runkokelirikon määrittää pitkä routaantumisaika, koska silloin vettä imeytyy eniten tien rakennekerrokseen ja pohjamaahan. (Ryynänen;Lämsä;Belt;& Ehrola 2004, 15.)

5.5 Kelirikkokohteiden vaurioluokitus

Kelirikkokohteet on jaoteltu vaurioluokkiin (27 kpl) sen esiintymiseen vaikuttavien sekä kelirikon merkittävyyttä kuvaavien tekijöiden avulla, mikä on perusta kelirikkokohteiden korjaussuunnittelulle. Vaurioluokitus pohjautuu roadex II - projektin kehittämään kelirikkokohteiden luokitteluun. (Aho;Saarenketo;& Kolisoja 2005, 14.) Tämän korjaussuunnittelun perustaksi tarkoitettua luokittelun määrittämisessä ei oteta huomioon tien sijaintia ilmansuuntiin nähden. Tien sijainnilla on todettu olevan suuri merkitys kelirikkovaurioiden esiintymiseen, mutta kohteiden valoisuus sekä varjoisuus on arvioitava aina tapauskohtaisesti erikseen. (Aho;Saarenketo;& Kolisoja 2005, 14.)

Kelirikon esiintymiseen vaikuttavien ja sen merkittävyyttä kuvaavien tekijöiden (4 kpl) avulla kohteet voidaan luokitella yhteensä 27 eri luokkaan, jotka on esitetty liitteessä 1. Tätä vaurioluokitusta suositellaan käytettäväksi kelirikkokohteiden suunnitteluun ja korjaamiseen ja korjausmenetelmien valintaan. (Aho;Saarenketo;& Kolisoja 2005, 19.)

Kelirikosta riippuvaisia tekijöitä ovat.

- pohjamaan maalaji: moreeni, savi, siltti, turve, kallio

- tien ja sen ympäristön topografia: rinne, alava maasto, notkelma, moreenikumpare
- kelirikon vakavuus: lievä, keskivaikea, vaikea
- kelirikon toistuvuus: viimeisen viiden vuoden aikana esiintynyt kelirikko. (Aho;Saarenketo;& Kolisoja 2005, 14.)

Kelirikon vakavuus ja toistuvuus määritetään kelirikon merkittävyydellä. Taulukossa 4 esitetyt tekijät perustuvat Sorateiden runkokelirikon inventointiohjeeseen (1996), jossa vaurioluokkia on 3 ja toistuvuus kunkin kyseessä olevan kohteen viiden vuoden takaisiin kelirikkoinventointeihin. (Aho;Saarenketo;& Kolisoja 2005, 18).

Taulukko 4. Kelirikon merkittävyyden määrittäminen (Aho;Saarenketo;& Kolisoja 2005).

MERKITTÄVYYS	VAKAVUUS	TOISTUVUUS
Lievä, I	Vaurioluokkien 2-3 mukainen kelirikko	1-2 kertaa / 5v
Keskivaikea, II	Vaurioluokkien 2-3 mukainen kelirikko	3-5 kertaa / 5v
	Vaurioluokan 1 mukainen kelirikko	1-2 kertaa / 5v
Vaikea, III	Vaurioluokkien 1-2 mukainen kelirikko	3-5 kertaa / 5v

5.6 Liikenteen varmistaminen kelirikkokohteissa

Kun kelirikko vaikuttaa soratiellä, tulee sen liikennöitävyys varmistaa siten, että elintärkeiksi luokitellut kuljetukset on mahdollista toteuttaa. Liikenteen varmistaminen ei ole kelirikkokohtien korjaamista, vaan ns. ensiapua, jotta tie voidaan pitää liikennöitävässä kunnossa.

Painorajoitukset ovat yleisin keino rajoittaa liikennettä, minkä avulla tie pystytään pitämään ajettavassa kunnossa. Painorajoituksia käytetään yleensä runkokelirikon aikana. Runkokelirikon aikana tien pintaa voidaan myös tasata, mutta on varottava, etteivät tien rakennekerrokset, pohjamaa ja tien pinnan ”kuivakuori” sekoitu keskenään, jolloin tien kantavuus heikkenee entisestään. Pintakelirikon aikana tietä tasataan ja tarvittaessa lisätään kulutuskerrosta pinnan kuivumisen edistämiseksi ja urautumisen ehkäisemiseksi. (Liikennevirasto 2015, 36.)

5.7 Kelirikkoalittius ja tien kelirikkoluokan määrittäminen

Aiempien vuosien kelirikkovaurioiden vakavuuden, määrän ja kelirikon toistuvuuden perusteella määritetään sorateiden kelirikkoalittius. Edellä mainitut tekijät arvioidaan vuosittain keväällä tehtävässä inventoinnissa, jossa kelirikkoa määritetään silmämääräisesti koko soratieverkostolla. (Tiehallinto 2007, 14–28.) Vuosittaiset inventointitulokset tallennetaan tietokantaan, missä esitetään kelirikon vaurion pituus ja arvioitu vakavuus. Kelirikon vakavuus jaetaan kolmeen vaurioluokkaan:

- Vaurioluokka 1 = vakava (runkokelirikko) vaurio
- Vaurioluokka 2 = liikennettä tuntuvasti haittaava (runkokelirikko) vaurio
- Vaurioluokka 3 = lievä (runkokelirikko) vaurio. (Ryynänen;Lämsä;Belt;& Ehrola 2004, 29.)

Kun määritetään sorateiden kelirikkoluokkaa sekä kelirikkoalittiuutta, tarkastellaan kahta peruskriteeriä:

- Tieosan liikennettä haittaavan kelirikon määrä = vaurioluokat 1 ja 2
- Tieosan kelirikon kokonaismäärä = vaurioluokat 1–3.(Tiehallinto, 2007, 28.)

Kelirikon toistuvuus on myös suuri tekijä sorateiden kelirikkoalittiuuteen. Kelirikkojen toistuvuus jaetaan kolmeen osaan inventoitujen kelirikkovaurioiden esiintymistiheyden mukaan:

- Toistuvuus 4–5 kertaa / 5v = säännöllisesti
- Toistuvuus 2–3 kertaa / 5v = usein
- Toistuvuus 1 kertaa / 5v = harvoin. (Tiehallinto, 2007, 28.)

Inventointien perusteella soratiestöstä valitaan jatkotarkasteluun ne tieosuudet, joissa kelirikko-osuuksien (vaurioluokat 1 ja 2) yhteispituus on ollut yli 150 m, sekä ne tieosuudet, joissa kelirikko-osuuksien yhteispituus (vaurioluokat 1–3) on ollut yli 450 m jonain vuotena viimeisen viiden vuoden aikana. (Ryynänen;Lämsä;Belt;& Ehrola 2004, 29.)

Järjestelmällistä pintakelirikon inventointia ei toistaiseksi ole tehty ja siihen liittyvät toimenpiteet käsitellään tiekohtaisesti. Pintakelirikkoon vaikuttavat sääolosuhteet vaihtu-

vat niin nopeasti, että luotettavaa inventointia ei kannata tehdä. Pintakelirikon alaiset vauriot inventoidaan lähinnä tietarkastusten yhteydessä kunnossapitourakoitsijan toimesta.

6 KELIRIKON EHKÄISY KUNNOSSAPIDON AVULLA

6.1 Hoidon ja kunnossapidon toimenpiteet

Sorateiden kunnossapidolla voidaan vaikuttaa merkittävästi kelirikon ehkäisyyn. Kuivatus on tärkein elementti tien rakenteellisen kunnon kuin myös pintakunnon toimivuuden takaamiseksi. Kuivatuksen avulla ylimääräinen vesi saadaan ohjattua tien rakenteista ja tien pinnalta sivuoihin ja sitä kautta laskuoihin. Tien sivukaltevuus tulisi olla riittävä (3–5 %), jotta pintavedet ohjautuvat sivuoihin.

Sivuoijen toimivuus varmistetaan ojituksella, joka tehdään kunkin hoitourakan sopimusasiakirjojen mukaan. Työn yhteydessä poistetaan usein myös palteet, jotta pintavedet valuvat esteettömästi sivuoihin. Ojitystyössä on tärkeää huomioida, että sivuoijan kaltevuus säilyy, jotta siihen ei tulisi notkoja tai ns. kamelinselkiä, jotka estävät veden pääsyn laskuoihin. Ojitus ajoitetaan kesälle, jotta sivuoijat ehtivät ruohottua ennen talven alkua.

Muita kuivatuksen hoidon ja kunnossapidon toimenpiteitä ovat tien rumpujen hoito ja kunnostus. Tukkeutuneet rummut avataan yleensä ojituksen yhteydessä. Rikkoutuneiden rumpujen korjaus tehdään omana työnään. Teiden liittymärummut ovat usein ongelmallisia, koska ne kuuluvat liittymän omistajalle, eikä niiden kuntoon haluta käyttää resursseja.

Tien pintakuntoon vaikutetaan hoidon toimenpiteillä. Tien pinnan tasaus ja muotoilu estävät tietä reikiintymästä ja pitävät sen ajettavuuden parempana. Tasaus myös tekee tien kulutuskerroksesta homogeenisen ja pinnalle kertynyt hienoaines, joka saattaa pölytä tai sateilla velliintyä, sekoittuu tien kulutuskerrokseen. Tien muokkauksessa pitää ottaa huomioon sääolosuhteet ja kulutuskerroksen kosteus.

Talven hoitotoimenpiteillä tie yritetään saattaa sellaiseen kuntoon, että se kuivuisi kevättä kohden nopeammin ja jotta ennen runkokelirikkoa tuleva pintakelirikko ei olisi niin voimakas. Sohjo-oijen tekemisellä varmistetaan tien sulamisvesien poisjohtaminen sivuoihin. Tien polanteet pyritään pitämään mahdollisimman ohuina, jotta sulamisvedet olisivat mahdollisimman vähäisiä ja reunavalleja työnnetään tarvittaessa ojiin. Jäätyneet rummut sulatetaan yleensä keväällä, kun sulaminen alkaa. Nykyään kuitenkin

varsinkin etelässä lauhdat ja pakkaskelit vuorottelevat, minkä johdosta rumpuja joudutaan avaamaan myös talvisin.

Teiden kevätmuokkaus tehdään kelirikkokauden jälkeen, jolloin muokkauksen yhteydessä poistetaan reunapalteet. Tie höylätään tiessä olevien kuoppien syvyydeltä, kuitenkin sekoittamatta pohjamaata kulutuskerrokseen. Reunapalteiden maa-aines sekoitetaan höylättyyn tien pintaan alusterän avulla, jolloin tien poikkileikkaus korjataan samalla oikeaan muotoon. Lopuksi levitetään pölynsidontaa varten liuosuola tien pinnalle. (J. Elo, henkilökohtainen tiedonanto 24.4.2018.)

Työnjohdon näkökulmasta ennalta ehkäiseviä toimenpiteitä ovat riittävän pitkä tarkkailu tiestöllä ja tien epäkohtien kirjaaminen, jotta kelirikkoa voidaan tiestöllä seurata. Tien kunnossapitotyöt tulisi ennakoida, jotta raskaimmilla toimenpiteiltä sekä tien vaurioilta vältyttäisiin.

6.2 Kunnossapidon hyöty kelirikon ennaltaehkäisyyn

Hyvällä ja laadukkaalla kunnossapidolla pystytään ennaltaehkäisemään pahimpia kelirikkoja. Kunnossapidon avulla voidaan säästyä raskailta korjaustoimenpiteiltä ja näin pitkässä juoksussa säästää rahaa. Vaikka tietä joudutaankin mahdollisesti korjaamaan kelirikon vuoksi, kunnossapito ei saa heikentyä kyseisellä tieosuudella.

6.3 Suunnitteluprosessi ja korjattavien teiden valinta

Kelirikon korjaamisprosessi tulisi kestää useita vuosia, missä tien kuntoa tarkkaillaan ennen sen korjaamista sekä korjausten jälkeen. Tiestä kerättyä tutkimusaineistoa voidaan hyödyntää tulevissa korjaussuunniteluissa. Tien korjausprosessi ei pääty vielä rakenteen korjaukseen ja laadun varmistukseen. Toteutuneiden rakenteiden korjauksia tarkkaillaan ja mahdollisten uusien vauriokohtien syitä selvitetään. Kyseisellä toimintamallilla voidaan saavuttaa tien kokonaisvaltaisemman parantamisen suunta. (Aho;Saarenketo;& Kolisoja 2005, 27.)

Kelirikkoisten sorateiden suunnittelun lähtökohtana on kerätä riittävästi luotettavaa tutkimusaineistoa tien kunnosta, jotta ELY-keskuksen sijoittamat resurssit pystyittäisiin hyödyntämään mahdollisimman kustannustehokkaasti. Ilman suunnittelua ja lähtöaineistojen keräämistä määrärahojen sijoittaminen olisi huomattava kustannusriski. Jär-

jestelmällisillä korjausmenettelyillä saavutetaan ennen pitkää elinkaarikustannuksiltaan optimistinen toteutus korjausmenetelmille ja sitä kautta kunnossapidon kustannuksien pienentymiseen. (Aho;Saarenketo;& Kolisoja 2005, 28.)

Korjattavien teiden valinnan perusteina ovat vuosittaiset kelirikoinventoinnit, maankäyttö, tien käyttäjät ja kunnossapidon urakoitsijan ehdotukset korjattavasta tiestä. So-rateiden luokitus on lisäksi peruste kelirikon korjauksille. Vaihtoehtona olisi nostaa so-rateiden luokituksia, mutta siihen ei tällä hetkellä ole resursseja.

7 KELIRIKKOKOHTEIDEN PAIKANTAMINEN KEVYILLÄ TUTKIMUSMENETELMILLÄ HONKAJOENTIELLÄ

7.1 Tien nykytila

Honkajoentie (maantie 2700) kuuluu Liikenneviraston vuoden 2016 liikenneväylien korjausvelkaohjelmaan. Tiellä on esiintynyt useana vuotena liikennöintiä haittaavaa kelirikkoa, josta etenkin alueen maito- ja turvekuljetukset ovat kärsineet. (Liikennevirasto 2016.) Honkajoen tiellä on kelirikkoinventointien perusteella n. 345 m kelirikon alaisia tieosuuksia (inventoinnit vuosilta 2013–2015). Honkajoentien varrella sijaitsee Vapo Oy:n turvekeitaita, joista turvetta kuljetaan raskaalla kalustolla Honkajoentien soratieosuuden kautta turvetuotantolaitoksille.

Varastotilanteesta johtuen tulee tilanteita, jolloin Huidankeitaalta olisi turvetta saatava ajaa myös heikomman kelin aikana, lähinnä turvelaatujen ja asiakasvaatimusten takia. Huidankeitaalta ei kelirikon aikana voida toimittaa yhtään kuljetuksia ja ajoja on jouduttu lopettamaan kelirikon ajaksi tai ajot tehty kuivan kelin tai talviaikana. (R. Bragge, henkilökohtainen tiedonanto 5.4.2018.)

Honkajoentien KVL on 185 ajoneuvoa vuorokaudessa tien alkupäästä (Pyntäinen) ja kohti Honkajokea KVL nousee 374 ajoneuvoon vuorokaudessa. Soratieosuuden pituus on n. 12 km, ja sen keskimääräinen tien leveys on 6 metriä. Honkajoentie kuuluu tason 3 hoitoluokkaan, ja sen soratieluokitus on tasolla 2. Tiellä ei ole voimassa olevia painorajoituksia.

7.2 Kelirikkokohteiden paikannus

7.2.1 Yleistä

Tällä hetkellä Liikennevirasto tilaa runkokelirikkojen inventoinnit konsulttiyrityksiltä. Konsulttiyritysten tuntemus tiestä ei kuitenkaan voi olla hyvä, koska se perustuu kerran muutaman vuoden välein tehtäviin käynteihin. Inventoinnin lopputulos ei tästä syystä ole aukoton ja luotettava, vaan tarvitaan myös muita menetelmiä ongelmakohtien paikantamiseen. (R. Kuusela, henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2018.)

Kelirikkokorjausten suunnitelmat tehdään usein pelkkien inventointien perusteella, mikä voi usein johtaa patenttimaisiin korjausratkaisuihin, jolloin hyöty-kustannussuhde jää huonoksi. Korjattavat kohteet tulisi mitata, ongelmien syyt selvittää ja sen perusteella suunnitella korjausrakenne. (T. Saarenketo, henkilökohtainen tiedonanto 10.4.2018.)

Tien tuntevat parhaiten sitä toistuvasti käyttävät autoilijat ja hoitourakoitsijat. Osa käyttäjistä tietää joka ikisen montun, kohouman tai muun kohdan, joka toistuvasti ilmaantuu keväisin roudan sulaessa. Ulkopuolisen konsulttiyritysten käyttö kelirikkojen inventoinnissa tulee kalliiksi verrattuna siihen saatavaan hyötyyn. Toisaalta vakiokäyttäjältäkään ei saada tietoa sellaisessa muodossa, että se soveltuu korjaustoimenpiteiden suoraan määrittelyyn. (R. Kuusela, henkilökohtainen tiedonanto 19.4.2018.)

Vuosien 2013–2015 runkokelirikon inventointilistaa verrattaessa 18.4.2018 tehtyyn silmämääräiseen kelirikon inventointiin vain noin kolmasosa täsmäsi kyseiseen listaan. Lisäksi tiellä oli havaittavissa monia muita kelirikko-osuuksia, joita inventointilistassa ei ollut. Tämä on hyvä esimerkki siitä, kuinka kevään kelirikkoa tulisi paikantaa useasti kevään aikana, jotta korjaustoimenpiteet pystyttäisiin kohdentamaan varmemmin oikeille paikoille ja jotta inventoinnista saataisiin luotettavampaa.

Tien kelirikon inventoinnin tulisi olla helppoa, luotettavaa ja taloudellisesti kannattavaa. Täsmällisen tiedon avulla korjattavat kohteet pääsevät nopeammin korjausohjelmaan. Maankäyttö ja tien liikenteellinen merkittävyys kerätyn datan lisäksi ovat perusteita, jotta kelirikon alainen tie saataisiin nopeammin korjattua. Lisäksi pitää ottaa huomioon ELY-keskuksen vuosittain myöntämä rahoitus ja sen käyttö kelirikko-kohteisiin.

Kelirikko-kohteiden mittaus joukkoistamisen avulla antaisi enemmän tietoa hoitourakoitsijalle vauriokohdista ja sitä kautta enemmän konkreettista materiaalia tilaajalle (ELY-keskus), jonka perusteella korjauksia voitaisiin toteuttaa edullisemmin. Jatkuva, monipuolinen tiedonkeruu, kuten kuvien ottaminen, videot ja kiihtyvyyssantureiden antamat kuvaajat tien epätasaisuudesta, antavat todellista tietoa tien kunnosta vuosien mittaan. Tietoa voidaan hyödyntää kelirikkojen korjauksen suunnittelussa ja tutkimuksissa.

Esimerkkinä tien kunnan tarkkailemisesta tällä hetkellä toimii Maitotie-pilotti, jossa maitoautoihin on asennettu laite, joka kuvaa tiestä vähäliikenteisillä teillä. Maitoautot ajavat päivittäin vähäliikenteisiä teitä, missä esimerkiksi kelikameroita tai muita tien kunnan seuraamisen välineitä ei ole. Tästä syystä maitoautot soveltuvat teiden kunnan tarkkailuun ja raportointiin hyvin. Maitoautojen kuskit raportoivat tiestön tilaa reaaliaikaisesti ja heidät on koulutettu tunnistamaan tien eri vaurioita. Poikkeamien raportointi

auttaa kunnossapitourakoitsijoita kohdentamaan tien hoitotoimenpiteitä paremmin ja tarjoaa samalla tienpitäjälle ajantasaista tilannekuvaa teiden kunnosta. (ELY-keskus 2017.)

7.2.2 Road Data

Road Data app on sovellus, joka ottaa kuvia tiestä esimerkiksi sekunnin välein ja mittaa tien epätasaisuutta kiihtyvyyssantureiden avulla. Se tallentaa havaintoajan ja paikanuksen sekä koordinaatteina että tieosoitteena tietokantaan. Paikka- ja aikatiedon avulla havaintoja voidaan myöhemmin tarkastella sovelluksen avulla.

Road Data toimii myös herätteiden avulla, eli se kerää automaattisesti tietoa tien vauriokohdista. Herätteitä voidaan tuottaa automaattisesti esimerkiksi sovelluksen käyttäjän puhelimen sensoritiedoista, sää- ja kelihavainnoista sekä kuva-aineistosta kokenäön avulla. Toisin sanoen siis kerätystä aineistosta kerätään automaattisesti ne kohdat tiestä, joihin tarvitaan tarkempaa tarkastelua. (Jalonne.) Road data on vielä kehitysvaiheessa, ja siksi tässä työssä on käytetty vain osaa tulevista ominaisuuksista. Kuvassa 3 on esitetty tien kuntoluokka-arvio sekä tarkastustarvearvio kartalla. Näiden materiaalien perusteella hoitourakoitsija pystyy kohdentamaan toimenpiteitä tehokkaammin tiestölle. Kuvat ovat esimerkkikuvia, eivätkä ne ole Honkajoentieltä tuotettua materiaalia.

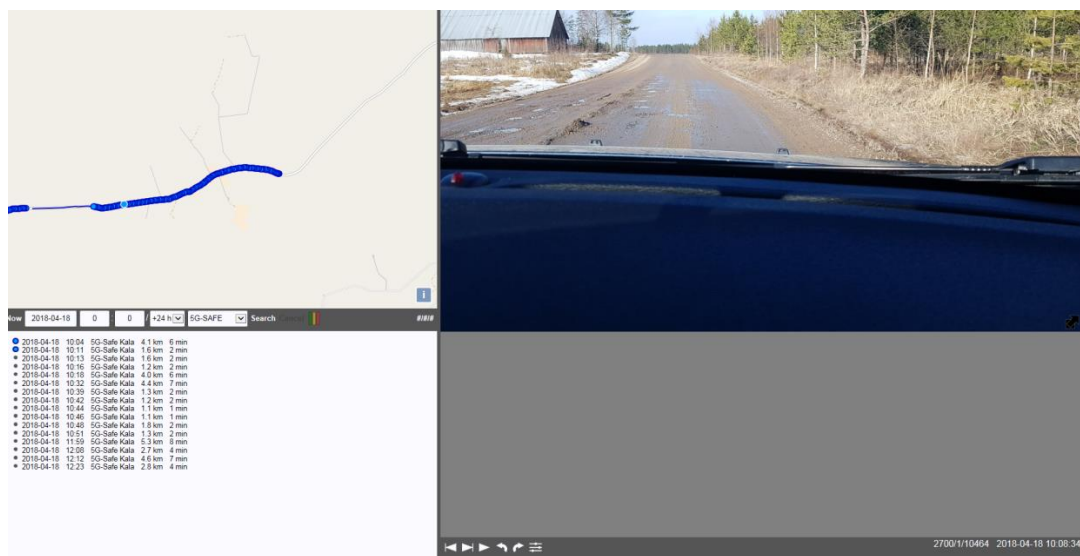


Kuva 3. Road Data-sovelluksen tuottamaa materiaalia (Jalonne.)

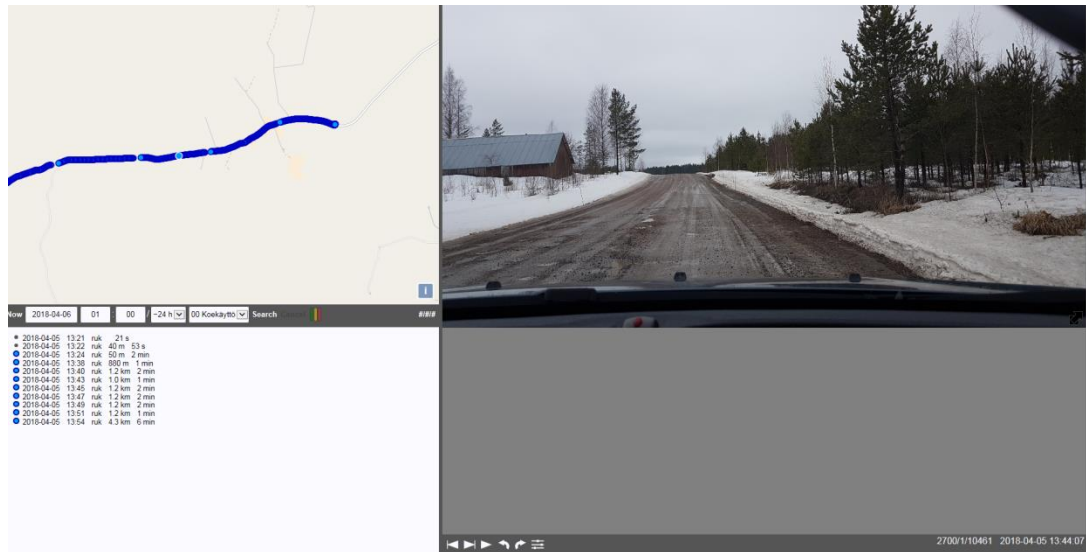
Sovellusta voidaan hyödyntää kelirikon inventoinnissa keräämällä riittävästi vertailuaineistoa ja sitä kautta kelirikkokohteiden korjauksen suunnittelussa. Ongelmana sovelluksen käytössä on mobiilidatayhteyden vaadittavuus. Vähäliikenteiset soratiet sijaitsevat yleensä syrjäseuduilla, missä yhteydet eivät välttämättä ole riittäviä. Honkajoentietä kuvattaessa sovellus sammui aika ajoin ja huonojen yhteyksien vuoksi se ei toiminut

niin kuin sen olisi kuulunut toimia. Lisäksi kaikki kuvattu materiaali ei saapunut sovelluksen pilvipalveluun, mikä teki kuvaamisesta epäluotettavaa. Tavallinen puhelin ei myöskään jaksanut pyörittää sovellusta parhaalla mahdollisella tavalla ja vie tehoa huomattavasti, koska puhelimen lähetystehon on oltava maksimiteholla katvealueiden johdosta.

Kameran sijoitus auton tuulilasiin vaikuttaa suuresti saatavan materiaalin laatuun. Kameran kuvatessa yläviistosta tien epätasaisuudet eivät välttämättä hahmotu todellisuuden mukaan. Lisäksi vallitseva sää vaikuttaa kuvien laatuun. Tie kuvattiin Road Data sovelluksen avulla neljään kertaan, syksyllä 10.11.2017 ja keväällä 5.4., 18.4. sekä 3.5.2018. 18.4. tehty kuvaus suoritettiin kahden sekunnin kuvien oton tiheyksillä, mikä osoittautui hieman epätarkaksi, koska vauriokohteet saattoivat osua juuri huonoon kuvausväliin, mikä teki kohteiden tarkkailusta haastavaa. Kuvissa 4 ja 5 esitetään tien muutokset kuvausten välillä. Kameran laatu on hyvä, ja kuvasta pystyy selkeästi tunnistamaan tien kelirikkovaurion.



Kuva 4. Road Data -sovelluksella 18.4.2018 kuvattu.



Kuva 5. Road Data -sovelluksella 5.4.2018 kuvattu.

7.2.3 Kuvaaminen

Tien kuvaamisen tarkoituksena perinteisellä videokameralla (esim. puhelimella) noin kahden viikon tai pahimpana kelirikkoaikana viikon välein on saada kuvamateriaalia tiestä, jota voidaan jälkeempään tutkia ja vertailla. Kesällä kelirikkokorjausten yhteydessä materiaalia voidaan hyödyntää kelirikkokorjausten oikein kohdentamiseen. Videoiden vertaamisella nähdään tien kunnon muutokset ja kelirikon eri vaiheet. Kelirikko syntyy tielle eri aikoina riippuen tien topografiasta (metsä tai peltoaukea), joten kerran muutamassa vuodessa tehtävä inventointi ei anna riittävän täsmällistä tietoa soratien runkokelirikon laajuudesta.

Perinteisellä kuvaamisella ongelmana on, että kamera ei tallenna tieosoitetta samaan aikaan, mikä olisi huomattava hyöty videomateriaalien vertailuun. Niin kuin Road Data -sovelluksessa, myös perinteisellä kuvaamisella kameran sijoittamisella auton tuulilasiin on suuri merkitys saatavaan materiaaliin. Haittapuolena videon kuvaamisessa on, että puhelin rasittuu ja kuumenee todella paljon. Väliillä puhelin sammutti itsensä ylikuumentamisen vuoksi. Optimivauhti kuvaamisessa on noin 40 km/h, jolloin kuva on selkeämpää ja videosta pystyy ottamaan selkeitä kuvakaappauksia. Honkajoentie kuvattiin perinteisellä videokameralla neljään kertaan, syksyllä 10.11.2017 ja keväällä 5.4., 18.4 sekä 3.5.2018. Kuvassa 6 pystyy näkemään selvän tien kunnon eron kuvauskertojen välillä. 5.4. (vasen kuva) kuvatussa kuvakaappauksesta pystyy päättämään, että ky-

seiselle kohdalle saattaa tulla kelirikkoa. Tämänkaltainen aineisto on tärkeää kelirikkojen tutkimisen kehittämisessä.



Kuva 6. Perinteisellä videokameralla kuvatut tieosuudet.

Videoiden vertailussa selviää tien kunnan eroja pystyy selvästi huomaamaan, mutta niiden vertailu itsessään vie aikaa paljon. Varsinkin pitkillä tieosuuksilla saatavan materiaalin vertailu vie liikaa aikaa, eikä se ole enää järkevää. Videoita kuitenkin pystyy nopeuttamaan jälkeinpäin tarkasteltaessa, mutta silloin tien epäkohtien huomaaminen vaikeutuu. Tieosoitteen puuttuminen saatavasta videomateriaalista vaikeuttaa kohteen paikantamista. Tästä syystä niiden vertailua pitäisi tehdä henkilö, joka tuntee tien hyvin ja pystyy paikantamaan kohteet ilman tieosoitetta maamerkkien avulla.

7.3 Toimintamalli kelirikkojen inventointiin hoitourakoitsijan toimesta

Jotta kelirikon inventoinnista saadaan järjestelmällistä ja luotettavaa, toimintamallin luominen hoitourakoitsijalle on välttämätöntä. Toimintamallin tulisi olla selkeä ja sen tulisi toimia joka urakassa samalla tavalla, jotta inventointi olisi yhdenmukaista jokaiselle tielle. Tämä toimintamalli käsittelee vain sorateiden kelirikkokohteita ja niiden paikantamista, mutta käy myös yhtä hyvin päällystettyjen teiden kelirikon inventointiin.

1. Teillä ajetaan kahden viikon välein tiestötarkastuksia, ellei urakan sopimusasiakirjoissa muuta mainita. Tiestötarkastukset tehdään esimerkiksi Road Data -sovelluksen avulla, jolloin sovellus kerää tietoa tiestä. Samalla myös esim. posti- tai maitoautot ajavat tiestöä päivittäin sovelluksen avulla. Lopputuloksena on, että dataa tiestöltä kertyy riittävästi tien epäkohtien arvioimiseksi.

2. Menettelynä on, että syksyllä ja keväällä urakan työnjohto ”poimii” tiet, joissa esiintyy kelirikkoa, mitkä taas joutuvat niin kutsuttuun jatkotarkkailuun. Tarkkailun alla olevia teitä ajetaan työnjohdon toimesta vähintään kerran viikossa Road Data -sovelluksen avulla. Road Data -sovelluksessa tulisi olla erillinen ohjelma kelirikon inventointiin, jotta se ei tee tiestä muita huomioita.
3. Kelirikkokauden päätyttyä tarkasteltavien teiden tuloksia tutkitaan ja kelirikko-paikat paikannetaan. Esimerkiksi muutaman vuoden aineisto tien kelirikkokohteista antaa jo selkeää informaatiota, mihin kelirikkokohteet tiellä keväisin muodostuvat. Tämä on perusta tien kelirikkokohteiden korjaussuunnittelulle, jolloin korjauskohteet pystytään kohdentamaan oikeille osuuksille teillä.
4. Tiedettyihin kelirikkokohteisiin pystytään kohdentamaan järeämpiä kunnossapitotöitä ja vertaamaan niiden toimivuutta keskenään. Jos kelirikko-ongelmat lievenevät järeämpiä kunnossapidon toimien vaikutuksesta, korjaustarpeita voidaan kohdentaa teille, joihin järeät kunnossapidon toimet eivät olennaisesti vaikuta.
5. Kun vakavimmat kelirikkokohteet tiedetään, konsulttiyritykset voivat mahdollisesti tulla tekemään tarkempia tutkimuksia tiestä, jonka avulla voidaan määrittää syyt kelirikolle ja jonka perustana korjaussuunnittelu tehdään.
6. Urakoitsija ehdottaa kunnossapitourakan tilaajalle korjattavia kelirikkokohteita. Ehdottavien kohteiden suunnittelussa pitää ottaa huomioon tien käyttäjät, maankäyttö, tieluokka ja mahdollisesti myös tien hoitoluokitus.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteena oli suunnitella Honkajoentien kelirikkokohteisiin korjaussuunnitelmat ja kustannuslaskelmat sekä vertailla pitkän ja lyhyen aikavälin korjaustoimenpiteiden tehokkuutta. Opinnäytetyön edetessä tavoite kuitenkin muuttui kelirikkojen tehokkaampaan ja edullisempaan inventointiin kohti, kun todettiin, että nykyiset kelirikkoinventoinnit eivät ole riittävän luotettavia korjausten perustaksi. Samalla avautui mahdollisuus tutkia, miten kelirikkokohteiden paikantamista voitaisiin parantaa urakoitsijan toimesta ja samalla hyödyntäen digitaalisuutta myös koko kunnossapidon näkökulmasta.

Sorateilla esiintyvä kelirikko on todellinen ongelma tienkäyttäjille, varsinkin raskaalle kalustolle. Kelirikkokohteita on niin paljon, että kelirikon inventointilistat ovat täynnä korjattavia kohteita, jotka eivät kuitenkaan päädy heti korjausohjelmaan. Saatavat resurssit eivät riitä korjaamaan kaikkia korjauksen tarpeessa olevia kelirikkovaurioita, joten korjaussuunnittelua tarvitsee priorisoida oikeiden kohteiden korjaamiseksi.

Konsulttiyritysten tekemä kelirikkoinventointi ei anna välttämättä koko totuutta tien kelirikko-osuuksista. Kerran muutamassa vuodessa tehtävä inventointi tulisi ajoittaa oikeaan aikaan, jotta kelirikko olisi pahimmillaan. Oikea ajoitus inventointiin ei välttämättä anna siltikään koko totuutta tien kunnosta, koska eri tieosuuksien kelirikot voivat ajoittua eri aikaan riippuen tien maantieteellisistä oloista.

Kelirikkojen inventointi urakoitsijan tai muiden säännöllisesti tietä käyttävien toimesta on potentiaalinen ja kehitettävissä oleva idea, josta voidaan hyvällä kehitystyöllä saada toimivaa ja edullista. Tienkäyttäjät ja hoitourakoitsijat tuntevat tiet parhaiten ja tiedostavat jo valmiiksi ongelmakohtia, joita vuosittain teillä esiintyy. Digitaalisuuden käyttäminen kelirikon paikantamisessa mahdollistaa, että kuka vain tietä säännöllisesti käyttävä pystyy sitä tekemään ja josta tieto siirtyy urakoitsijalle.

Perinteinen videokuvaaminen puhelimella osoittautui vaikeaksi menetelmäksi, vaikka itse saatava materiaali oli laadukasta. Videoiden tarkastelu kuitenkin vie paljon aikaa ja tieosoitteen puuttuminen videosta tekee kohteiden paikantamisesta vaikeaa. Lisäksi eri aikoina kuvattujen videoiden vertailu osoittautui hankalaksi. Road Datan kehitysversio ei toiminut Honkajoentiellä sujuvasti, koska sovelluksessa ei ole vielä varauduttu riittävästi erityisen huonojen mobiiliyhteyksien ongelmiin. Road Data tai jokin vastaava sovellus on kuitenkin järkevä vaihtoehto kelirikon inventoimiseen hoitourakoitsijan tai

muun tiekäyttäjän toimesta, kun sitä on kehitetty riittävästi, jotta sen toimivuus ja hyödynnettävyys saadaan varmistettua.

Digitaalisuuden hyödyntäminen teiden kelirikkokohteiden paikantamisessa on järkevä vaihtoehto, koska kerättyä dataa pystytään keräämään ja hyödyntämään korjauskohteiden ehdottamisessa teiden korjausohjelmaan. Oikein kerätystä aineistoista ja priorisoidusta datan käsittelystä saadaan konkreettista materiaalia ja näyttöä tarvittavien kelirikkokohteiden korjaamiseen. Lisäksi kunnossapidon toimia voidaan kohdentaa tarkemmin vaikeille kelirikko-osuuksille, jolloin jo pelkästään laadukkaamman kunnossapidon avulla kelirikkoa voidaan lieventää.

Toimintamalli kelirikkojen inventointiin hoitourakoitsijan toimesta on kannattava toteuttaa sen edullisuuden ja kannattavuuden takia. Kelirikon inventointiin riittää ammattitaitoisen henkilön silmämääräinen arviointi, ja kehitettyjen sovellusten avulla sitä voi myös tehdä tavallinen säännöllisesti tietä käyttävä henkilö. Toimintamallin avulla pystytään säästämään kustannuksissa ja osittain automatisoidun sovelluksen avulla inventoinnista on mahdollista tehdä käyttäjäystävällistä ja helppoa. Toimintamallin hyöty saadaan kuitenkin vasta vuosien kuluttua, kun dataa on kerätty riittävästi ja digitaalisuuden käyttämistä kelirikon inventoinnissa on kehitetty riittävästi.

LÄHTEET

- Aho, S.;Saarenketo, T.;& Kolisoja, P. (2005). *Kelirikkokorjausten suunnittelu ja rakentaminen*. Helsinki: Tiehallinto.
- ELY-keskus. (2017). *Maitoautot raportoivat poikkeavista tieolosuhteista (Pirkanmaa)*. Viitattu 24.3.2018. <https://www.ely-keskus.fi/web/ely/uutiset-2017/maitoautot-raportoivat-poikkeavista-tieolosuhteista-pirkanmaa->
- ELY-keskus. (2018). *Soratiet*. Viitattu 6.3.2018. <http://www.ely-keskus.fi/web/ely/soratiet>
- ELY-keskus. (2018). *Talvihoito*. Viitattu 1.4.2018. <https://www.ely-keskus.fi/web/ely/talvihoito>
- Finlex. (2005). *Maantielaki 2005/503*. Finlex.
- Jalonne. lin alueurakka 2016-2021.
- R.Kuusela&J.Elo&T.Saarenketo&R.Bragge, henkilökohtainen tiedonanto, 2018
- Liikennevirasto. (2014). *Sorateiden kunnossapito*. Helsinki: Liikennevirasto. Saatavissa myös https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo_2014-01_sorateiden_kunnossapito_web.pdf
- Liikennevirasto. (2015). *Maanteiden hoidon ja ylläpidon tuotekortit*. Saatavissa myös https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/mt_hoidon_tuotekortit_2015_web.pdf
- Liikennevirasto. (17. Marraskuu 2015). *Painorajoitukset*. Saatavissa myös <https://www.liikennevirasto.fi/tieverkko/kunnossapito/painorajoitukset>
- Liikennevirasto. (2016). *Liikenneväylien korjausvelkaohjelma 2016-2018, maantiet*.
- Ryynänen, T.;Belt, J.;& Ehrola, E. (2003). *Sorateiden runkokelirikko ja kelirikon vaikeuden ennustaminen*. Helsinki: Tiehallinto.
- Ryynänen, T.;Lämsä, V.;Belt, J.;& Ehrola, E. (2004). *Kelirikon vaikeus ja painorajoitukset*. Helsinki: Tiehallinto.
- Saarenketo, T.;& Aho, S. (2006). *Kelirikkoteiden korjaussuunnitelmat ja kunnostus*. Roadscanners Oy.

Tiehallinto. (2007). *Kelirikkoteiden liikenteen rajoittaminen*. Helsinki: Tiehallinto.

Tiehallinto. (2008). *Sorateiden hoidon ja ylläpidon toimintalinjat*. Helsinki. Saatavissa myös https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/1000205-v-sorateiden_hoidon_ja_yllap.pdf

Tiehallinto. (2008). *Sorateiden pintakunnon määrittäminen*. Helsinki.

Liite 1. Kelirikkokohteiden vaurioluokitukset

POHJAMAA- ARVIO	TIEN TOPOGRAFIA	KELIRIKON MERKITTÄVYYS	VAURIO- LUOKKA
moreeni	rinne	lievä	A.I
		keskivaikea	A.II
		vaikea	A.III
	kosteaa ja alava maasto	lievä	B.I
		keskivaikea	B.II
		vaikea	B.III
	kumpare	lievä	C.I
		keskivaikea	C.II
		vaikea	C.III
savi ja siltti	rinne	lievä	D.I
		keskivaikea	D.II
		vaikea	D.III
	kosteaa ja alava maasto	lievä	E.I
		keskivaikea	E.II
		vaikea	E.III
	notkelma	lievä	F.I
		keskivaikea	F.II
		vaikea	F.III
turve	sijaitsevat pääasiassa kosteassa ja alavassa	lievä	G.I
		keskivaikea	G.II
	maastossa tai notkelmassa	vaikea	G.III
kallio	sijaitsevat pääasiassa rinteessä	lievä	H.I
		keskivaikea	H.II
		vaikea	H.III
	kohteet, joissa kelirikkoon vaikuttavat muut tekijät kuin pohjamaalaji	lievä	I.I
		keskivaikea	I.II
		vaikea	I.III