

Tienhoito-opas tiekunnille

Yksityisteiden ylläpito ja korjaus

Ilkka Saine

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2021

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

SAINE, ILKKA:
Tienhoito-opas tiekunnille
Yksityisteiden ylläpito ja korjaus

Opinnäytetyö 40 sivua
Huhtikuu 2021

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda ylläpito- ja korjausopas tiekuntien hallinnoimille, sorapintaisille yksityisteille. Tiekunnat ja niiden osakkaat eivät välttämättä ole tietoisia, kuinka teitä hoidetaan ja korjataan, että tie pysyy liikennöitävässä kunnossa ympärivuotisesti. Liikennemäärät yksityisteillä ovat yleisesti pieniä, mutta tie pidetään riittävän hyvässä kunnossa, että esimerkiksi pelastuslaitos pystyy tietä tarvittaessa käyttämään.

Tienhoito-opas koottiin tutkimalla lähdeaineistoja, tekemällä urakoitsijahaastatteluita ja hyödyntäen opinnäytetyön tekijän kokemusta sorateiden hoidosta ja korjauksesta sekä toiminnasta tiekunnan toimitsijana.

Opinnäytetyössä käsitellään tiekuntia, hoito- ja korjaustoimenpiteitä, huomioon ottaen liikennemäärät, kustannukset, käytettävät materiaalit ja kalusto. Opinnäytetyö tarjoaa apua hoito- ja ylläpitotoimien suunnitteluun ja toteuttamiseen. Opinnäytetyössä käydään läpi erilaisia tierakenteen korjausvaihtoehtoja, jotka ovat työmäärältään ja kustannuksiltaan erilaisia.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Site Management

SAINE, ILKKA:
Guide for Road Maintenance Association to Upkeep Private Roads
Maintenance and Repair of Private Roads

Bachelor's thesis 40 pages
April 2021

The aim of this thesis was to create a guide for a road maintenance association to upkeep and repair private roads, which are gravel roads. The road maintenance association and its members may have insufficient knowledge about up-keeping and repairing gravel roads for all year traffic. The traffic on private roads is usually minor, but the road maintenance should be good enough for example for the rescue department.

The information for this guide was collected from sources, interviews with contractors, and using personal experience of the author working on road maintenance and repairs, also as manager of the private road maintenance association.

This thesis presents the private road maintenance association, upkeeping and repairing of gravel roads, taking into account the amount of traffic, costs, available material, and machinery. This thesis offers help to upkeeping and repairing gravel roads. The thesis presents different ways to repair gravel roads, which needs different amount of work and costs.

Key words: private road, gravel road, road maintenance, road maintenance association, road repair

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	YLEISTÄ YKSITYISTEISTÄ	8
2.1	Yksityistiet Suomessa	8
2.2	Liikennemäärien huomioiminen.....	9
2.2.1	Raskaan kaluston huomioiminen.....	10
2.3	Yksityistien hallinto.....	11
2.3.1	Tiekunnan perustaminen	11
2.3.2	Tiekunnan kokoukset.....	12
2.3.3	Hoitokunta, toimitsijamies ja tieisännöitsijä.....	13
3	YKSITYISTIEN YLLÄPITO ERI VUODENAIKOINA.....	14
3.1	Kevät.....	14
3.2	Kesä.....	17
3.3	Syksy	17
3.4	Talvi	18
3.5	Tien varusteet	21
3.5.1	Liikennemerkkit	21
3.5.2	Valaistus.....	21
3.5.3	Rummut.....	21
3.5.4	Sillat.....	22
3.5.5	Kaiteet ja reunapaalut.....	22
3.5.6	Tasoristeykset	23
3.5.7	Vesijohdot, viemäröinti ja pumppaamot.....	23
3.5.8	Kaapeloinnit ja ilmajohdot.....	24
4	SORAPINTAISEN TIEN KORJAUS.....	25
4.1	Korjausten suunnittelu ja työn toteutus	25
4.2	Sora- ja kiviainesmateriaalit	26
4.2.1	Tien rakennekerrokset.....	26
4.3	Kantavuuden parantaminen	27
4.3.1	Kantavuusmittaus	28
4.3.2	Tierakenteen kuivatus	29
4.3.3	Murskekorotus.....	29
4.3.4	Tierakenteen homogenisointi ja stabilointi.....	31
4.3.5	Massanvaihto	32
4.4	Kulutuserros	33
4.5	Muut rakennustarvikkeet.....	34
4.5.1	Suodatinkangas.....	34

4.5.2 Rumpuputket	34
4.6 Kalusto	34
5 YLLÄPIDON JA KORJAUSTEN KUSTANNUKSISTA	35
6 POHDINTA	38
LÄHTEET	39
KUVALÄHTEET	40

ERITYISSANASTO

KaM / SrM 0-32 jm	Kallio- tai soramurskeen rakeisuuskoko millimetreinä Juoksumetri
KaM	Kiviainesmurske, kalliosta louhittu ja murskattu kallio- murske
Pintakelirikko	Tien pinnassa runsaan kosteuden aiheuttama tien pin- nan pehmeneminen
Reunapalle	Tien reunaan kulutuskerroksesta irronneesta hienoai- neksesta syntyvä kohouma.
Runkokelirikko	Tien rakenteissa roudan nopean sulamisen aiheuttama tien kantavuuden puutos
Sorastus	Yleensä kuorma-auton lavalta suoraan tien pintaan li- sättävä kulutuskerrosmateriaali
SrM	Soramurske, luonnonsorasta ja kivistä murskattu murske
tkm	Tiekilometri

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on luoda opas yksityisteiden hoitoon ja ylläpitoon. Opas on suunnattu yksityistien käyttäjille ja tiekunnille, mutta myös kaupunkien ja kuntien ylläpitämille yksityisteille. Työ keskittyy pinnoittamattomille, sorapintaisille teille. Opinnäytetyö on laadittu käyttäen lähdekirjallisuutta, urakoitsijahaastatteluita, opinnäytetyön tekijän kokemusta ammattikuljettajana, työkokemusta sora- ja metsäautoteiden hoidosta ja rakentamisesta sekä kokemusta tiekunnan toimitsijana.

Osalla yksityisteistä kaupunki tai kunta on hoitanut aurauksia ja sorastuksia, tai tukenut tiekuntia taloudellisesti, mutta moni kunta tai kaupunki on vähentänyt tai lopettanut kokonaan yksityisteiden avustamisen. Maaseudun väestörakenteen muuttuessa yksityisteiden ylläpidosta katoaa hiljaista tietoa, jota on kertynyt vuosien varrella. Uusilla yksityistien käyttäjillä ei välttämättä ole tietoa tai kokemusta, mitä toimia tien ylläpito vaatii. Taloille ja kiinteistöille johtavat tiet ovat usein rakentamattomia teitä, jotka ovat vuosien saatossa kasvaneet leveyttä ja niitä on monesti hoidettu talkoilla ja kustannukset on jaettu tasan asukkaiden kesken.

Viime vuosina raskaan kaluston mitat ja massat ovat kasvaneet huomattavasti ja nämä aiheuttavat haasteita yksityisteiden kunnossapidolle ja hoidolle. Maa- ja metsätalouden kuljetukset voivat olla hankalia suorittaa yksityisteillä, joita ei ole suunniteltu nykyisille mitoille ja massoille. Yksityisteiden asukkaiden tulisi myös huomioida palo- ja pelastuslaitoksen käyttämä kalusto, vaikka alueella ei olisi tarvetta maa- tai metsätalouden raskaan liikenteen kuljetuksille.

2 YLEISTÄ YKSITYISTEISTÄ

2.1 Yksityistiet Suomessa

Yksityistie on yksityisellä maalla kulkeva tie, johon jollain toisella kiinteistöllä on tieoikeus. Yksityistietä voi hallinnoida tiekunta. Tiekuunnan tien käyttäjäksi pääsee ottamalla yhteyttä suoraan tiekuntaan. Oikeus käyttää tiekuunnan tietä ei näy kiinteistörekisteriotteella (MML, Maanmittauslaitos. 2021).

Suurin osa Suomen tieverkostosta on yksityis- ja metsäautoteitä. Maanteitä Suomessa on noin 78 000 km, kevyen liikenteen väyliä noin 5 400 km, kaupungeissa katuja noin 29 000 km, sekä jalankulku- ja pyöräteitä noin 15 000 km. Yksityisteitä arvioidaan olevan noin 360 000 km, joista pysyvän asutuksen käytössä olevia on noin 90 000 km, rakennettuja metsäautoteitä noin 130 000 km. Näiden lisäksi muita ajokelpoisia mökki- ja metsäteitä arvioidaan olevan noin 140 000 km. Yksityisteiden rooli maa- ja metsätalouden kuljetuksissa on hyvin merkittävä. (Hämäläinen 2019, 7 – 8)

Yksityistiet jaetaan kolmeen ryhmään (Hämäläinen 2019, 8):

- toimitustiet
- sopimustiet
- omat tiet

Toimitustiet ovat yleensä vain tieosakkaiden käytössä, mutta voivat olla myös yleisessä käytössä olevia läpikulkuteitä. Toimitustietä hallinnoivat tieosakkaat yhdessä tai tiekuunnan kautta. Kunta voi tehdä tiekuunnan kanssa sopimuksen toimitustien ylläpidosta. (Hämäläinen 2019, 9)

Sopimustiestä tehdään kirjallinen tai suullinen sopimus maanomistajan kanssa. Esimerkiksi metsäautotie tai tie venevalkamaan voi olla sopimustie. Sopimustien käyttäjinä ovat yleensä vain sopimuskumppanit. (Hämäläinen 2019, 9)

Omat tiet ovat yhdellä kiinteistöllä kulkevia teitä, esimerkiksi piha- ja peltotiet. Näillä teillä käyttö on sallittu vain kiinteistön omistajalla tai haltijalla. (Hämäläinen 2019, 9 – 10)

Yksityistie ei ole tarkoitettu yleiseen käyttöön, jalankulku ja pyöräily on sallittua. Tiekuunnalla on oikeus rajoittaa moottori- tai hevosajoneuvolla tapahtuvaa liikennettä yksityistiellä muilta kuin tieosakkailta. Jos valtio tai kunta avustaa tiekuntaa tien ylläpidossa, tiekunta ei voi rajoittaa tien käyttöä omalla päätöksellään. (Yksityistielaki 560/2018, 29 § ja 85 §)

2.2 Liikennemäärien huomioiminen

Toimiessani raskaan kaluston ammattikuljettajana, käyttäen monia yksityisteitä, vuosien varrella on noussut esiin muutamia seikkoja, mitä itse toivoisin otettavan huomioon yksityisteiden hoidossa ja ylläpidossa.

Liikennemäärät ja liikenteen laatu ovat suuria tekijöitä mietittäessä yksityistien ylläpitoa tai korjaustoimia. Hoidon ja ylläpidon taso on mitoitettava riittäväksi asukkaiden ja tien käyttäjien vaatimuksia ajatellen. Minimitasona voisi pitää sitä, että tie on käyttökunnossa ympärivuotisesti henkilöautoille ja pelastuslaitoksen kulkuneuvoille. Mahdolliset koululaiskuljetukset on myös huomioitava.

Kun tien käyttäjiä on useampi ja tietä käytetään maa- ja metsätalouden vaatimiin kuljetuksiin, tien hoitoon ja ylläpitoon on kiinnitettävä enemmän huomiota. Maa- ja metsätalouden vaatimissa kuljetuksissa on huomioitava, onko raskaimmille kuljetuksille ympärivuotinen tarve vai pystytäänkö kuljetukset hoitamaan talviaikaan, jolloin tien jäätyminen lisää kantavuutta, eikä aiheuta juurikaan vaurioita verrattuna muihin vuodenaikoihin.

Maataloudessa käytettävän kuljetusvälineistön koko ja massat ovat kasvaneet. Esimerkiksi nykyaikaiset lietevaunut ovat tilavuudeltaan 14 – 25 m³, joissa on kaksi tai kolme akselia. Vaunujen koko ja paino ovat kasvaneet, mutta rengaskoot ja akselimäärät ovat lisääntyneet, jolloin kuljetuksesta tiehen kohdistuva pintapaine on pienempi ja tällöin vaurioiden aiheutuminen vähenee. Isoista säiliöistä ja leveistä renkaista johtuen vaunujen tilan tarve on tiellä suurempi.

2.2.1 Raskaan kaluston huomioiminen

Opinnäytetyöntekijän kokemus ammattikuljettajana on kiinnittänyt huomiota muutamaankin seikkaan alemman tieverkoston laadussa.

Nykyaikaisen raskaan kaluston mitat ja massat ovat nykyään eri luokkaa, kuin esimerkiksi 2000-luvun alussa. Kokonaispainot ovat kasvaneet 60 000 kilosta 76 000 kiloon ja yhdistelmän pituudet ovat vaihtelevia. Kasvaneet mitat ja massat aiheuttavat vaatimuksia tie- ja liittymäprofiileille. Raskaan kaluston ajoneuvoissa on aikaisempaa enemmän variaatioita vetoautojen ja perävaunujen akselimäärissä ja kääntyvien akseleiden sijoituksissa, joten raskaassa kalustossa on nykyään enemmän yksilöllistä kalustoa.

Raskaan kaluston korkeus on myös huomioitava ilmajohdoissa, puuston oksissa ja muissa tien vapaata korkeutta rajoittavien tekijöiden kanssa. Maksimikorkeus ajoneuvoilla on 4,4 metriä.

Kuljetuksia tilattaessa on hyvä ottaa huomioon vuodenaika, jos se on mahdollista. Talvisin tien jäätymistä pystyy hyödyntämään kantavuuden parantamisessa. Roudan sulamisen tai syyssateiden aikana kannattaa käyttää harkintaa raskaiden kuljetusten ajattamisessa, jos tierakenteen kantavuus arveluttaa, tai on aikaisempaa kokemusta tien kantavuuden puutteista tiettyinä vuodenaikoina.

Suuremmat korjaustoimenpiteet tielle, esimerkiksi tierakenteen kunnostus massanvaihoilla, rumpujen asennus ja ojien kunnostus, on järkevintä ajoittaa kiihkeään aikaan. Tällöin tiehen töistä aiheutuva kuormitus aiheuttaa vähiten vaurioita. Sorastuksissa ja murskeen lisäämisessä tien ongelmakohtiin voi hyödyntää roudan vaikutusta tien osissa, jotka kärsivät kelirikosta vuosittain. Lisämurskeet ja mahdolliset suodatinkankaat kannattaa ajattaa ja asentaa tiehen ennen tien pinnan ja rakenteen sulamista.

2.3 Yksityistien hallinto

Yksityistietä hallinnoivat tieosakkaat, keskenään sopimallaan tavalla. Silloin yksityiestä käytetään nimitystä järjestäytymätön tie. Tämä on toimiva tapa hallinnoida yksityistietä, jos osakkaiden määrä on vähäinen ja osakkaiden yhteistyö toimii tieasioissa. Tieosakkaiden määrän ollessa suurempi on järkevää miettiä tiekunnan perustamista. Tällöin tienpidosta aiheutuvat kustannukset ovat helpompia hallita. (Hämäläinen 2019, 55 - 56)

Toimiva ja järjestäytynyt tiekunta on monella kunnalla ehtona yksityistien hoitoavustuksiin. Kiinteistöjen myynnin yhteydessä tapahtuva tieosakkuuden muutos ja sen mukanaan tuomat osakkaan oikeudet ja velvollisuudet järjestyvät kohtuullisen vaivattomasti, kun yksityistietä hallinnoi tiekunta. (Hämäläinen 2019, 58)

2.3.1 Tiekunnan perustaminen

Tiekunta voidaan perustaa uuden tien rakentamisen yhteydessä yksityistietoimituksella. Olemassa olevalle tielle tiekunta voidaan perustaa perustamiskokouksella. Tiekunta voidaan perustaa myös viranomaisen aloitteesta, jos se katsotaan tarpeelliseksi tien hoidon ja ylläpidon kannalta. Viranomaisaloitteella tiekunta voidaan perustaa jopa vasten tieosakkaiden tahtoa. (Hämäläinen 2019, 57)

Tiekunnan perustamiseen ei kannata ryhtyä, jos on kyse parin tieosakkaan hallinnoimasta yksityiestä. Hallinnoltaan melko raskas tiekunta on tarpeeton, jos osakkaita on vain muutama ja tieosakkaiden keskinäiset suhteet ovat kunnossa ja tien hallinnointi onnistuu järjestäytymättömänä tienä. Yksityistielaki ei aseta osakkaiden minimimäärää tiekunnan perustamiseksi. (Hämäläinen 2019, 57)

Tiekunnan perustamisen tarpeellisuudesta voi aiheutua erimielisyyksiä tieosakkaiden keskuudessa. Tällöin tiekunnan perustaminen kannattaa suorittaa yksityistietoimituksella. Yksityistietoimitusta voi hakea joko kaikki tai osa tieosakkaista tai vain yksi tieosakas, jonka mielestä tiekunnan perustaminen on tarpeellista. Tiekunnan voi perustaa vain osalle tiestä, esimerkiksi ns. runkotielle, joka

on parempikuntoinen osa tiestä ja tiestä erkautuvat haarat ovat käyttömäärältään ja kunnoltaan eritasoisia kuin runkotie. (Hämäläinen 2019, 57)

Perustamiskokouksessa tie voidaan jakaa yksiköihin, sopia maksuunpanoluetteloa ja vahvistaa tiemaksut. Yksiköinti suositellaan tehtäväksi perustamiskokouksessa. Lainvoimaisesta perustamisesta tehdään merkintä Maanmittauslaitoksen kiinteistötietojärjestelmään, yksityistierekisteriin, jonka jälkeen tiekunta on virallisesti perustettu. (Hämäläinen 2019, 57)

2.3.2 Tiekunnan kokoukset

Tiekunnat, joissa on osakkaita runsaammin, voivat järjestää vuosikokouksen vuosittain, kuntien mahdollinen avustusjärjestelmä voi myös vaatia kokouksen järjestämistä vuosittain. Tiekuunnissa, jotka hallitsevat esimerkiksi metsäauto- tai muita teitä, joilla on vähän vuosittaisia hoito- ja ylläpitotoimia, vuosittaisen kokouksen järjestäminen ei ole välttämättä tarpeellista. Yksityistielain mukaan vuosikokousta vastaava kokous on järjestettävä vähintään neljän vuoden välein. (Hämäläinen 2019, 58 – 59)

Tieosakkaat päättävät tienpidosta ja muista tiekuntaa koskevista asioista tiekunnan kokouksessa. Tiekuunnan kokous voidaan pitää myös sähköisessä toimintaympäristössä, jos tiekuunnan kokouksessa niin päätetään tai tiekuunnan säännöissä niin määrätään. Tiekuunnan kokouksessa on muualla tässä laissa säädetyn lisäksi päätettävä erityisesti: 1) talousarvion vahvistamisesta seuraavaa tai kuluvaan varainhoitokautta varten sekä tiekuunnan varainhoitokauden alkamis- ja päättymisajasta; 2) edellisen varainhoitokauden tilityksen tarkastamisesta ja hyväksymisestä tai kahden henkilön määräämisestä ennakolta ja jäljestyäpäin tarkastamaan tilitys ja antamaan kokoukselle selostus tarkastuksen tuloksesta; 3) toimitsijamiehen tai hoitokunnan vastuuvapauden myöntämisestä; 4) toimitsijamiehen tai hoitokunnan valitsemisesta ja tehtävistään vapauttamisesta; 5) tieyksikölaskelman vahvistamisesta; 6) tiemaksujen maksuunpanoluettelon ja käyttömaksun perusteiden sekä tarvittaessa käyttömaksujen vahvistamisesta; 7) rahalainan ottamisesta; 8) kiinteistönmuodostamislain 103 §:n 2 momentissa tarkoitettua rajankäynnin hakemisesta, milloin se on tienpitoa varten tarpeen; 9) tienpitoa koskevien ohjeiden antamisesta toimitsijamiehelle tai hoitokunnalle; 10) muun kuin tieosakkaan säännöllistä tien käyttöä koskevan luvan myöntämisestä; 11) tieoikeuden perustamisesta ennestään olevaan tiehen

tai tiekunnan perustaman tieoikeuden lakkauttamisesta; 12) tiekunnan säännöistä; 13) ulkopuolisen toimijan valtuuttamisesta huolehtimaan tien hallinnoinnista ja tienpidosta; 14) tieosakkaiden tekemistä, tienpitoon liittyvistä aloitteista. (Yksityistielaki 560/2018, § 58)

Kokouskutsu toimitetaan kirjallisena kaikille tien osakkaille. Sähköpostitse lähetettävä kutsu on myös sallittu tapa, jos kaikki osakkaat ovat luovuttaneet osoitteensa ja hyväksyneet sähköpostin käytön kokouskutsuna. Sähköpostilla voi lähettää myös kokouskutsun liitteet. Kokouskutsu lähetetään aikaisintaan kaksi kuukautta ennen ja viimeistään kaksi viikkoa ennen tiekunnan kokousta. (Hämäläinen 2019, 70)

2.3.3 Hoitokunta, toimitsijamies ja tieisännöitsijä

Tiekunnan tehtävien hoitoon valitaan tiekunnan kokouksella joko useampijäseninen hoitokunta vai toimitsijamies (Hämäläinen 2019, 60). Yksityistielain 56 pykälässä on listattu tehtävät, jotka kuuluvat hoitokunnan tai toimitsijamiehen tehtäviksi.

Monien tiekuntien toiminta ja pienien korjauksien suorittaminen hoituu edelleen tieosakkaiden kesken talkoovoimin. Toisinaan tieosakkaiden keskuudesta ei välttämättä löydy henkilöitä, jotka ottaisivat vastuulle hoitokunnan tai toimitsijamiehen tehtävät. Näissä tilanteissa apu voi löytyä tieisännöitsijältä, joka ottaa hoitaakseen hoitokunnan tai toimitsijamiehen käytännön tehtävät. Suositeltavaa on, että tieisännöinti on vain ostettu palvelu, eikä tieisännöitsijää oteta hoitokunnan jäseneksi. ((Hämäläinen 2019, 66)

3 YKSITYISTIEN YLLÄPITO ERI VUODENAIKOINA

Sorateiden hoito- ja ylläpitotoimet suoritetaan vuodenaikojen mukaan. Oma näkemykseni on, että oikeaan aikaan tehdyt hoitotoimenpiteet vähentävät seuraavan vuodenaajan aikana suoritettavia hoitotoimenpiteitä ja helpottavat tien ylläpitoa. Oikein ajoitetut ja suoritettavat hoitotoimenpiteet ovat kokonaisedullisimpia, kun tien hoitokertoja on mahdollisimman vähän. Tien varusteiden hoitotoimenpiteet on kerätty omaan lukuun.

3.1 Kevät

Tien sulaminen keväällä alkaa tien kulutuskerroksesta. Kulutuskerroksen tasoitus ja muotoilu nopeuttaa tien kuivumista ja vähentää pintakelirikon vaikutuksia. Tasoitus ja muotoilu voidaan suorittaa traktorin perälevyllä, traktorivetoisilla lanoilla, tiehöylällä (Kuva 1) tai kuorma-auton alusterällä. Tasauksessa ja muotoilussa on otettava huomioon myös reunapalteet, saadaanko tieprofiili oikeaksi lanalla tai tiehöylällä vai tarvitaanko reunapalteen poistoon ja ojan muotoiluun kaivinkone. Oikea sivukaltevuus on tärkeä, että vesi valuu tien pinnalta sivuojiin. Jos reunapalteet estävät veden valumisen sivuojiin, tien pinnan kuivuminen hidastuu. (Hämäläinen 2012, 24)



KUVA 1. Tienpinnan tasoitus ja muotoilu tiehöylällä. (Kimmo Haimi)

Tien tasaaminen ja muotoilu vaatii yleensä useamman edestakaisen ajokerran tiellä, riippuen käytettävästä työvälineestä ja tien leveydestä. Raskaammilla ja leveimmillä lanoilla ja tiehöylällä voidaan tie tasoittaa ja muotoilla jopa yhdellä ajokerralla, mutta kevyemmät ja kapeammat työvälineet voivat vaatia useampia ajokertoja. Tasaus aloitetaan auraamalla tien reunaan ajautunut kulutuskerroksen hienoaines, samalla poistetaan reunapalle. (Hämäläinen 2012, 25)

Tien tasaaminen voi olla haasteellista, jos tiessä ei ole riittävää kulutuskerrosta tai tietä ei ole rakennettu rakennekerroksilla. Tien tasaamisessa pyritään kuljettamaan työvälineen terää riittävän syväällä, että terä kulkee kuoppien pohjan tasalla leikaten koko kuopan pois. Jos kuopan pohja jää leikkaamatta ja se täytetään tasauksessa irronneella pintamateriaalilla tien muotoilun yhteydessä, niin sama kuoppa muodostuu uudelleen. Samoin rakentamattomissa, vuosien käytöstä syntyneissä teissä saattaa tasauksen yhteydessä nousta tien pohjasta isojakin kiviä, näistä tiehen syntyy uusi kuoppa. Puutteellista kulutuskerrosta korjataan tien sorastamisella. (Hämäläinen 2012, 24 – 25)



KUVA 2. Runkokelirikon vaikutuksia. (Johan Åkerblom)

Opinnäytetyön tekijän oma kokemus on osoittanut, että runko- ja pintakelirikon ollessa pahimmillaan, tien tasaaminen ja muotoilu saattaa vain heikentää tien kuntoa. Tällöin ainoa parannuskeino on murskeen levittäminen tien pintaan. Tien heikko kantavuus tällaisessa tapauksessa rajoittaa murskeen levittämisessä käytettävää kalustoa. Kuorma-autolla tapahtuva murskeen levitys voi huonontaa tien

kuntoa entisestään. Jos tiessä on vaikeita kelirikko kohtia vuosittain, niin niiden sorastus lisämurskeella olisi paras ajoittaa kuivaan aikaan, edeltävään syksyyn tai keväällä ennen roudan sulamista, jolloin voidaan operoida raskaallakin kalustolla.

Tien pölyämisen ja hienoaineksen irtoamisen estämiseksi tie voidaan suolata kevät hoidon yhteydessä. Pölynsidonassa käytetään yleisimmin kalsiumkloridia (CaCl_2). Maantiesuola levitetään joko kiinteässä muodossa tai veteen liuotettuna. Kiinteä suola saadaan levitettyä kuorma-auton hiekoituslaitteilla, vedettävällä hiekoittimella. Suolaus voidaan myös tehdä traktorin lannoitteenlevittäjällä tai kylvökoneella. Levittiminä käytettyjen työvälineiden pesu työn jälkeen vähentää suolan aiheuttamaa korroosiota. Pölynsidonnan pääpaino on tien aukeilla osuuksilla, metsäisimmillä ja varjoisilla osuuksilla tie pysyy luontaisesti kosteampana ja pöly on vähäisempää. (Hämäläinen 2012, 26 – 27)

Tien kuivuminen saattaa olla ongelmallista keväällä. Tukkeutuneet tai jäätyneet tierummut sekä puutteellinen tienpinnan kaltevuus yhdistettynä toimimattomiin ojiin hidastavat tien kuivumista. Tukkeutuneet rummut voidaan aukaista mekaanisesti tai painevedellä. Jäätyneet rummut voidaan aukaista höyryttämällä höyrykehittimellä, joita on saatavilla rakennuskonevuokraamoista tai urakoitsijoilta. Jäätyneen rummun aukaisuun voi käyttää myös kuumavesipainepesuria. (Hämäläinen 2012, 64 - 66)

Tärkeimmät asiat tien hoidossa keväisin ovat tierakenteen kuivatus, tien tasaus ja muotoilu. Sorastus tehdään keväisin tarpeen vaatiessa, jos liikennöiminen on kelirikon vuoksi hankalaa. Sorastuksen ja lisämurskeiden ajon ajankohtaa kannattaa harkita, koska kelirikosta aiheutuvat vauriot voivat pahentua raskaampien kunnostustöiden vuoksi. Lisämurskeen ajo kannattaa sijoittaa ajankohtaan, jolloin yöllä on pakkasta. Pakkanen kovettaa märän tien pinnan ja antaa tielle hie man paremman kantavuuden. Rakentamattomat tiet, jotka ovat ilman rakennekerroksia, ovat haasteellisia sekä pinta- että runkokelirikon suhteen. Monesti rakentamattomien teiden pohjarakenteissa on myös maakiviä, jotka nousevat ja putoavat roudan aiheuttamista vaikutuksista.

3.2 Kesä

Oikein ajoitettu ja suoritettu keväthoito vähentää hoitotöiden tarvetta kesäajalta. Tien tasauksen ja pölynsidonnan voi uusua kesällä, jos näille toimenpiteille on tarvetta. Kesäaikana suoritetaan kunnostustyöt ja vauriokorjaukset, esimerkiksi massanvaihdot, tien kantavuuden parantaminen ja tierumpujen vaihdot (Hämäläinen 2012, 31).

Tien reunojen niitto- ja raivaustyöt on hyvä ajoittaa keskikesän vaiheille, jolloin vesakot ovat lehdiltään täysikasvuiset. Tällöin uusi kasvu on hitaimmillaan, kun juurien kasvuvoima on pienimmillään. Niitto- ja raivaustöissä on otettava huomioon näkemäesteet, tien mutkakohdat ja liittymät raivattava näkemäesteiden poistamiseksi. Niitto- ja raivaustöissä huomioitava myös mahdolliset tasoristeykset ja sillat. (Hämäläinen 2012, 33)

3.3 Syksy

Syksyllä suoritetaan hoito- ja korjaustoimenpiteet, joilla varustaudutaan talven tuloon. Sateiden aiheuttamat vauriot tiessä korjataan tien tasauksella ja muotoilulla. Tien sorastus ja lisämurskeiden ajo kannattaa yhdistää syksyllä tehtävään tasaukseen ja muotoiluun. Nämä toimenpiteet kannattaa ajoittaa siten, että tien pinta ehtii tiivistymään ja asettumaan ennen pakkasten tuloa, ettei tien kulutuskerros ei irtoa lumia aurattaessa. Ennen pakkasien tuloa asennetaan aurausviitat. Liian aikaisin syksyllä asennetut aurausviitat voivat tien reunan pehmentyessä sateissa muuttaa asentoaan tai kaatua maahan. (Hämäläinen 2012, 53 – 55)

Sorastuksien ajoittaminen syksyyn on paras aika korjata tien puutteellista kulutuskerrosta. Runsaat sateet voivat aiheuttaa kelirikkoa myös syksyllä. Riittävän kuivaan aikaan suoritettu syysorastus ja siihen yhdistetty tien tasaus ja muotoilu edistää keväällä tien pinnan kuivumista ja vähentää kelirikon vaikutuksia keväällä.

3.4 Talvi

Tien talvihoidon pääpaino on lumen aurauksessa ja liukkauden torjunnassa. Liukkaudentorjunnan tarkoitus on varmistaa tien turvallinen käyttö. Talvihoidossa on otettava huomioon tien liikennemäärät ja säännölliset kuljetukset, esimerkiksi maidonkeräys- ja koululaiskuljetukset.

Yksitystien auraamiseen riittää yleensä traktoriin liitetty vinoetuaura. Alueaura ja kärkiaurakin soveltuu auraukseen, mutta muodoltaan vinoetuaura on suunniteltu lennättämään lumen kauemmaksi tien reunasta, kuin muilla auroilla. Tällöin tien reunaan kinostuu mahdollisimman vähän lunta. Traktorien perälevyt ovat lyhyiden mökki- ja pihateiden auraamiseen sopivia. Traktoriin liitettävä lumilinko on hyvä lumen poistoon mutkaisilta ja kapeilta teiltä. Monille yksityisteille riittää yksi edestakainen ajokerta lumilingolla poistamaan lumen koko tien leveydeltä. Lumilingon etuihin kuuluu myös se, että sillä saadaan lumi lentämään kauas tiestä pienilläkin ajonopeuksilla. (Hämäläinen 2012, 59)



KUVA 3. Vinoetuaura. (Arctic Machine Oy)

Liukkautta torjutaan lähinnä hiekoittamalla ja polannetta karhentamalla. Hiekoitusmateriaalina edullisin on seulottu luonnonsora tai -hiekkä. Kalliomurskeesta seulottu hiekoitusseveli olisi parempi poistamaan liukkautta, mutta materiaalikustannus on huomattavasti suurempi kuin luonnonsorasta tai -hiekkasta seulotussa materiaalissa. Seulottu luonnonmateriaali on raekooltaan useimmiten 0 – 8 mm ja hiekoitusseveli tavallisesti 3 – 8 mm. Hiekoitusmateriaalit saadaan levitettyä traktorivetoisilla hiekoitusvaunuilla tai kuorma-autoon liitettävällä hiekoituslaitteella. Traktorivetoiset hiekoituslaitteet ovat tela- tai lautaslevittimiä, kuorma-autoon liitettävät hiekoittimet ovat telalevittimiä. Lautashiekoittimella saadaan levitettyä hiekoitusmateriaali kerralle koko tien leveydelle, telahiekoittimella voidaan tarvita edestakainen ajokerta. Ajokertojen määrä riippuu tien leveydestä, kaapeampi tie saadaan hiekoitettua telahiekoittimellakin yhdellä ajokerralla. (Hämäläinen 2012, 61 – 64)



KUVA 4. Telalevitteinen hiekoitusvaunu. (Soukkio Oy)

Hiekoitusta tehdessä voidaan käyttää ns. pistehiekoitusta, jossa tiettyihin tien kohtiin hiekoitusmateriaalia levitetään normaalia määrää enemmän. Tällä huomioidaan raskaan kaluston liikkumista tiellä. Pistehiekoitusta vaativat kohdat ovat mm. liittymät, mäet, mutkat ja rautatien tasoristeykset (Hämäläinen 2012, 63).

Pelkästään raskasta kalustoa varten tehtävässä hiekoituksessa, esimerkiksi metsäautotiet, voi käyttää materiaalina 0 - 16 mm murskettua. Tämä hieman karkeampi hiekoitusmateriaali kasvattaa tarvittavaa kitkaa verrattuna hiekoitushiekkaan. Karkeampi hiekoitusmateriaali auttaa myös lämpötilan vaihdellessa nollan molemmin puolin, sillä hienempi hiekoitusmateriaali painuu tien pintaan nousevien sulamisvesien alle ja pakkasen vaikutuksesta tiellä oleva vesi jäätyy uudelleen peittäen hiekoitusmateriaalin jään alle.

Jääpolanteen karhennus voidaan suorittaa tiehöylällä, kuorma-auton tai traktorin alusterällä ja traktorin nostolaitteisiin kytkettävällä polanneterällä, joita on useita malleja. (Hämäläinen 2012, 61 – 62)



KUVA 5. Traktorivetoinen polanneterä. (FMG Oy)

Aurauksissa on huomioitava mahdollinen lumen kasauksen tarve, lumikasat eivät saa muodostaa näkemäesteitä tieliikenteelle ja tarvittaessa lumikasat on ajettava pois. Talvihoidon viimeisiä tehtäviä töitä on aurauspenkkojen kaataminen ojaan. Aurauspenkkojen kaadossa pyritään estämään sulamisvesien valuminen tielle, jolloin tien pinnan kuivuminen nopeutuu keväällä.

3.5 Tien varusteet

Yksityisteillä tien varusteita on huomattavasti vähemmän, kuin maanteillä tai kauduilla. Tien varusteita ei kuitenkaan kannata jättää huomioimatta yksityistien hoidossakaan. Huomiota vaativia varusteita löytyy kuitenkin pienimmiltäkin teiltä.

3.5.1 Liikennemerkkit

Kevätaikaan liikennemerkkien jalustat voivat liikkua roudan vaikutuksesta. Merkkien asentoa ja asennusta seurattava ja korjaustoimenpiteisiin ryhdyttävä tarpeen vaatiessa. Liikennemerkkien näkyvyys on huomioitava kasvillisuuden poistoissa ja raivauksissa. (Hämäläinen 2012, 48)

3.5.2 Valaistus

Jos tie on valaistu, niin silloin sen huoltotoimenpiteet kuuluvat yksityistietä hallinnoivalle taholle. Valaisinpylväiden kuntoa ja mahdollisia kallistumia tarkkailtava ja korjattava tarvittaessa. (Hämäläinen, E. 2012)

3.5.3 Rummut

Rummut saattavat jäätyä talvella tai keväällä, jolloin sulattamiseen tarvitaan mahdollisesti höyrytystä. Rumpujen avaamisesta tarkemmin edellä, tämän työn luvussa 3.1.

Tien pinnassa voi esiintyä koko tien levyinen kuoppa tai kohouma rummun kohdalla. Tämä on routimisen aiheuttamaa liikettä, jos rummun asennus on tehty puutteellisesti. Nykyiset polyeteenimuoviputket kestävät pieniä taivutuksia, mutta vanhat betonirummut voivat roudan vaikutuksesta irrota liitoksistaan ja tällöin rummun sisään voi tierakenteen hienoaines valua rummun sisään ja aiheuttaa tukoksia. Liitoksistaan irronneet betonirummut eivät myöskään enää kuljeta vettä toivotulla tavalla. (Hämäläinen 2012, 34 & 37)

3.5.4 Sillat

Tienpitäjän tulee tarkkailla siltojen kuntoa jatkuvasti, välttääkseen yllättävien vaurioiden synnyn. Säännöllisen tarkkailun lisäksi on suositeltavaa 5 – 10 vuoden välin suoritettava silta-asiantuntijan tekemä yleistarkastus. Sillantarkastukseen paras ajankohta on kesä, jolloin veden pinta on alimmillaan ja sillan kannen alapuoliset rakenteet ovat helpoimmin tarkistettavissa. Turvallisuuden kannalta tärkeimmät tarkastuskohdat ovat (Hämäläinen 2012, 72 – 73):

- kantavat rakenteet
- puurakenteiden liitokset ja rakenneauriot
- putkisillan ruostevauriot
- betonisillan rakenne: halkeamat, näkyvä betoniraudoitus
- terässillan ruostevauriot, halkeamat ja taipumat
- kivisillan muodonmuutokset, irtoavat kivet
- sillan tuki- ja perusrakenteiden muodonmuutokset
- kansirakenteet.

Yleisesti kaikki muodonmuutokset ja puutteet sillan rakenteissa on otettava tarkastuksissa huomioon. Yksityistien pitäjän on tarvittaessa asetettava mahdollinen painorajoite sillalle turvallisen liikennöinnin jatkamiseksi. (Hämäläinen 2012, 73)

3.5.5 Kaiteet ja reunapaalut

Kaidetta käytetään yksityisteillä yleensä vain korkeilla penkereillä, jos tien luiskaa ei saada muotoiltua tarpeeksi loivaksi tai muissa kohdissa, joissa tieltä suistumisvaara on ilmeinen. Kaiteiden huoltoon kuuluu puhdistus ja rakenteen kunnon tarkistus. Kaide korjataan tarpeen vaatiessa. Reunapaaluja käytetään sillan kaiteiden päiden merkinnässä ja muissa tien kapenevissa kohdissa auttamassa tielinjan hahmottamista pimeään aikaan. Reunapaalussa on heijastin. Reunapaalu toimii samalla myös aurasviittana. Reunapaalujen heijastimet puhdistetaan ja rikkoutuneet vaihdetaan uusiin. (Hämäläinen 2012, 48)

3.5.6 Tasoristeykset

Tasoristeyksien hoidossa tienpitäjälle kuuluu ainoastaan lumenauraus. Aoraus on tehtävä niin, ettei tasoristeyksen kansirakenne vahingoitu, radalle ei saa jättää lumi- tai höyläyspalteita. Liukkauden torjunnassa ei saa käyttää suolaa. Tien muut hoito- ja kunnostustoimenpiteet pitää myös suorittaa siten, että radalle ei ajaudu sorastuksista tai muotoiluista tien kulutuskerrosmateriaalia. Tasoristeyksen pölynsidontaan ei saa käyttää suolaa. (Hämäläinen 2012, 45)

Raivaukset ja kasvillisuuden poisto näkemäalueen hoidossa kuuluu pääasiallisesti radanpitäjälle. Puutteellisista näkemäalueista tasoristeysalueella otetaan yhteys paikalliseen rataisännöitsijään. Valtion rautateiden rataisännöitsijöiden yhteystiedot löytyvät väyläviraston sivuilta <https://vayla.fi/kunnossapito/rataverkon-kunnossapito/tyonjako>. (Hämäläinen 2012, 45 – 46)

3.5.7 Vesijohdot, viemäröinti ja pumppaamot

Lähdekirjallisuus ei suoraan huomionnut kunnallisteknisten laitteiden olemassaoloa tien hoito ja -korjaustöissä. Kunnallistekniset järjestelmät ovat kuitenkin melko yleisiä yksityisteiden varsilla ja niiden maanpäällisissä osissa on vaurioherkkiä rakenteita.

Vesi- ja viemäröintijärjestelmien osia voi olla rakennettuna tien rakenteeseen tai tiealueelle. Nämä laiteasennukset on huomioitava tienhoitotoimenpiteitä suoritettaessa. Tien reunoissa tai tiealueella olevat pumppaamot voivat jäädä nopeasti kasvillisuuden peittoon, jolloin niitä ei välttämättä havaita esimerkiksi niitto- ja raivaustyössä.

Vesi- ja viemäriinjojen sijainti tulee huomioida myös tiealueella tehtävissä kaivutyöissä.

3.5.8 Kaapeloinnit ja ilmajohtot

Maahan auratut sähkö- ja tietoliikennekaapelit saattavat sijaita tien pientareella tai luiskissa. Näiden sijainti on huomioitava kaivutöissä, ennen kaivuiden aloittamista on syytä tilata kaapelinäyttö, joka on maksuton. Tiedustelut kaapeleista ja johtonäytöistä on hyvä tehdä ajoissa, viimeistään viikkoa ennen kaivutöiden aloittamista. Tietoa oma alueen palveluntarjoajista sivulla www.kaivulupa.fi. Maahan asennettavista kaapeleista tehdään kirjallinen sopimus tienpitäjän ja palveluntarjoajan välillä, sopimukseen kirjataan kaapelin sijaintitiedot. (Hämäläinen 2012, 50)

Uusien ilmajohtojen asennuksessa pyrittävä sopimaan palveluntarjoajien kanssa se, että pylväiden määrä pysyisi mahdollisimman vähäisenä, eli puhelin- ja sähköjohtot asennettaisiin samaan pylväistöön. Ilmajohtojen tienylitykset tulisi minimoida ja vapaa korkeus tien ylittävillä johdoilla olisi 6,5 metriä, sorastusten ja hiekotusten helpottamiseksi. (Hämäläinen 2012, 50)

Tienpitäjän kannattaa tarkkailla olemassa olevien pylväiden ja ilmajohtojen kuntoa ja ilmoittaa palveluidentarjoajille mahdollisista puiden oksistojen seassa kulkevista johdoista tai huonokuntoisista pylväistä, joista voi aiheutua palvelukatkoja tai haittaa tienkäyttäjille.

4 SORAPINTAISEN TIEN KORJAUS

4.1 Korjausten suunnittelu ja työn toteutus

Korjauksien suunnitteluun kannattaa varata aikaa. Jos tieosakkaiden keskuudesta ei löydy tietämystä materiaaleista tai korjauskeinoista, on suunnitelmien tekoon hankittava apua ammattilaiselta. Urakoitsijan valinnassa auttaa monesti ns. puskaradion informaatio, neuvoa voi kysyä esimerkiksi toiselta tiekunnalta, joka on toteuttanut korjauksia omalla tiellään. Tieosakkaiden tai tiekunnan budjetti ei kuitenkaan ole rajaton ja aika on rahaa, varsinkin tuntipohjaisesti hinnoitelluissa työsuorituksissa. Maanrakennusalallakin tapaa urakoitsijoita, jotka usein lupaavat ns. yhdeksän hyvää ja kymmenen kaunista, mutta työn toteutus, aikataulut ja tuotetun laadun taso eivät välttämättä kohtaa tilaajan ja urakoitsijan välillä.

Korjaustyöt kannattaa suorittaa sulan maan aikana ennen syksyllä tehtäviä hoitotoimenpiteitä. Välitöntä korjausta vaativat runkovauriot, jotka vaikuttavat liikenneturvallisuuteen ja vaikeuttavat tiellä liikennöintiä tehdään mahdollisimman nopeasti vaurion syntymisen jälkeen. (Väylävirasto. 2014)

Vauriokorjauksiin ryhtyessä on tunnistettava vaurion synty. Runkokelirikon aiheuttamaa kantavuuden heikkenemistä ei välttämättä saada kuriin pelkästään ojien kaivulla tai lisämurskeiden ajolla. Ongelman tunnistaminen korostuu vaurioissa, jotka ovat vuosittain toistuvia. Tiettyihin ongelmakohtiin yksittäinen ja suurempi taloudellinen panostus on kuitenkin kokonaisedullisempaa, kun vauriokoh- tia ei tarvitse korjata vuosittain. Urakoitsijan kanssa tehty ennakkokatselmus ennen huolto- ja korjaustöiden aloittamista voi tuoda esiin tarvittavia lisätoimia vaurion korjaamiseksi. Tilaajaosapuolen mietittäväksi jää tehdäänkö lisätyöt aiemmin suunnitellun budjetin sisään ja tietä korjataan lyhyempi matka vai kasvatetaanko alkuperäistä budjettia kattamaan tehtävät lisätyöt.

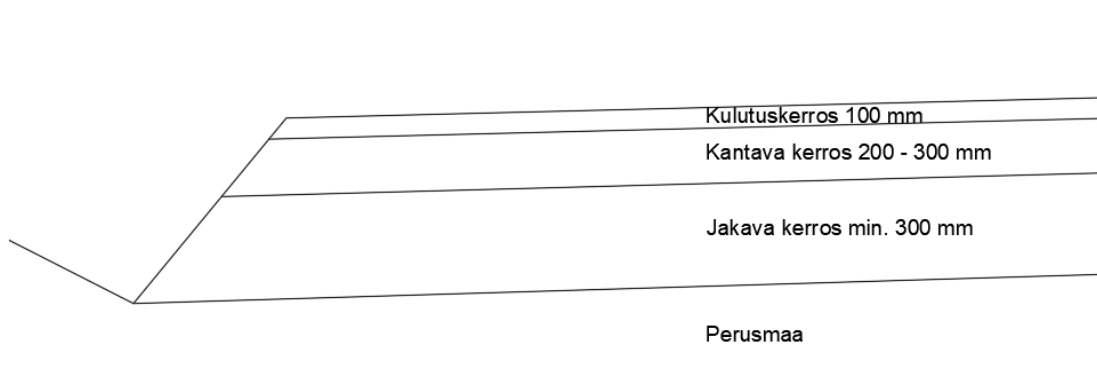
Suunnittelu auttaa myös hankkeen budjetin laatimiseen. Isompia korjauksia suunnitellessa kannattaa tiekunnassa tai tieosakkaiden kesken järjestää kokous, jossa sovitaan hankkeen rahoittamisesta. Onko tiekunnalla rahaa hankkeeseen,

tarvitaanko pankkilaina, korotetaanko tiemaksuja vai jaetaanko kustannukset tieosakkaiden kesken? Tiekunnalla on mahdollisuus hakea valtionavustusta tiellä suoritettaviin korjauksiin, jos ehdoissa vaadittavat kriteerit täyttyvät. Kunnilta on myös mahdollista hakea avustusta ylläpitoon, varsinkin jos yksityistie on läpikulutie, jossa on tieosakkaiden lisäksi muita tienkäyttäjiä ja on tie selvästi vakiintunut kulkureitti.

4.2 Sora- ja kiviainesmateriaalit

Tierakenteessa käytettävä materiaali tulee olla ominaisuuksiltaan tarkoitettuun rakennekerrokseen tarkoitettua. Sora- ja kiviainesten SFS-EN 13242 standardin mukainen CE-hyväksyntä todentaa materiaalin käyttökelpoisuuden (InfraRyl. 2020). Hyväksyntä sora- ja kiviaineksista materiaalitoimittajilta saatavat rakeisuuskäyrät osoittavat materiaalin kelpoisuuden.

4.2.1 Tien rakennekerrokset



KUVA 6. Tien rakennekerrokset

Uudet tierakenteet rakennetaan rakennekerroksittain. Kuvassa 6 on havainnollistettu tierakenteen kerroksien vahvuudet. Tien kerrosrakenteella saavutetaan parhaimmat kantavuusominaisuudet käytettäessä riittäviä kerrosvahvuuksia. Kuvan kerrosvahvuudet ovat riittäviä yksityis- ja metsäautotiehen, kun perusmaa on riittävän kantava. Lisää kantavuutta saavutetaan jakavan kerroksen materiaalivalin-

nalla ja kerrosvahvuudella, lisäksi jakavan kerroksen ja perusmaan väliin asennettava suodatinkangas estää jakavan kerroksen materiaalin sekaantumista perusmaahan.

Taulukkoon 1 on kerätty Suomessa yleisimmin käytössä olevat sora- ja kiviainesten raekoot käyttökohteittain. Murskeiden raekoot voivat olla vaihtelevia, riippuen murskevalmistajan käyttämistä luokituksista.

TAULUKKO 1. Yleisimpien sora- ja kiviainesmateriaalien raekoot

Materiaali	Jakava kerros	Kantava kerros	Kulutuskerros
sora / hiekka	X		
välpätty sora	X		
0 – 11			X
0 – 12			X
0 – 16			X
0 – 31		X	X ⁽¹⁾
0 – 32		X	X ⁽¹⁾
0 – 45		X	X ⁽¹⁾
0 – 55	X	X	X ⁽¹⁾
0 – 56	X	X	X ⁽¹⁾
0 – 64	X	X ⁽¹⁾	
0 – 65	X	X ⁽¹⁾	
0 – 90	X	X ⁽¹⁾	
0 – 150	X		
molsa / pienlouhe (esim.0 – 250 – 300)	X		

(1 Karkeammat raekoot rakennekerroksissa käytössä lähinnä metsäautoteillä.

4.3 Kantavuuden parantaminen

Kantavuuden parantamiseen on useita yksittäisiä keinoja, mutta vaurion korjaamiseksi voi joutua käyttämään useampia keinoja. Harvat yksityistiet ovat raken-

nettu oikeilla rakennekerroksilla, vaan tiet ovat syntyneet ajan saatossa ja perustamattoman tiepohjan päälle on lisätty lähinnä kulutuskerrosmateriaaleja, jotka yksistään eivät paranna tien kantavuutta.

4.3.1 Kantavuusmittaus

Painopudotuslaitteella tehtävä kantavuusmittaus on hyvä tapa selvittää tien ongelmakohdat kantavuudessa. Esimerkkinä kantavuusmittauksia tekevästä yrityksestä käytän Road Masters Oy:tä, joka tekee kantavuusmittauksia henkilöauton perävaunuun rakennetulla pudotuspainokalustolla, jonka kuormitus vastaa raskaan liikenteen aiheuttamaa kuormitusta. Kantavuusmittauksen kustannukset ovat noin 200 euroa per kilometri. (Hoppi, A-S. 2020)

Mitoitusraportti

Väljäntie											
Jakso #	Alku	Loppu	Pituus	Kantav.	Tavoite	Materiaali	E-Mod[MPa]	Lisäys[mm]	Leveys	[m3]	[t]
1	0	350	350	99	80	KaM	280	1	5	1	2
2	350	425	75	45	80	KaM	280	149	5	55	126
3	425	575	150	93	80	KaM	280	1	5	0	0
4	575	800	225	75	80	KaM	280	43	5	48	110
5	800	1825	1025	101	80	KaM	280	1	5	5	11
6	1825	1925	100	76	80	KaM	280	39	5	19	43
7	1925	2475	550	93	80	KaM	280	1	5	2	4
8	2475	2600	125	74	80	KaM	280	48	5	30	69
9	2600	2675	75	109	80	KaM	280	1	5	0	0
10	2675	2775	100	71	80	KaM	280	59	5	29	66
11	2775	3325	550	98	80	KaM	280	1	5	2	4
12	3325	4275	950	55	80	KaM	280	113	5	536	1232
13	4275	4375	100	103	80	KaM	280	1	5	0	0
14	4375	4625	250	62	80	KaM	280	90	5	112	257
15	4625	6000	1375	99	80	KaM	280	1	5	6	13
16	6000	6200	200	38	80	KaM	280	179	5	179	411
										1024	2348

KUVA 7. Mitoitusraportti. (Road Masters Oy)

Pudotuspainolaitteella mitataan tien kantavuus 50 metrin välein ja kokeessa tavoitekantavuus on 80 MPa. Kuvassa 7 näkyvä mitoitusraportti näyttää lisättävän murskekerroksen vahvuuden millimetreinä ja tehtävän murskekorotuksen sijainnin metreinä tehdyllä mittausalueella. Taulukosta on luettavissa myös laskennalliset kuutiot ja tonnimäärät murskemeneikkiä ajatellen. (Road Masters Oy). Tien vaurioiden silmämääräinen tarkastelu kantavuuden parantamisessa on tärkein yksittäinen mittari vaurioita kartoitettaessa. Painopudotuslaitteella saadaan korkeita kantavuusarvoja, jos pohjamaana on kallio, vaikka tällaisessa kohdassa ke-

väisin esiintyisikin pahoja routavaurioita. Päinvastainen tilanne voi esiintyä pohjamaan ollessa turvetta, jolloin kantavuusmittauksien tulokset ovat riittämättömiä ja tie on siitä huolimatta hyväkuntoinen.

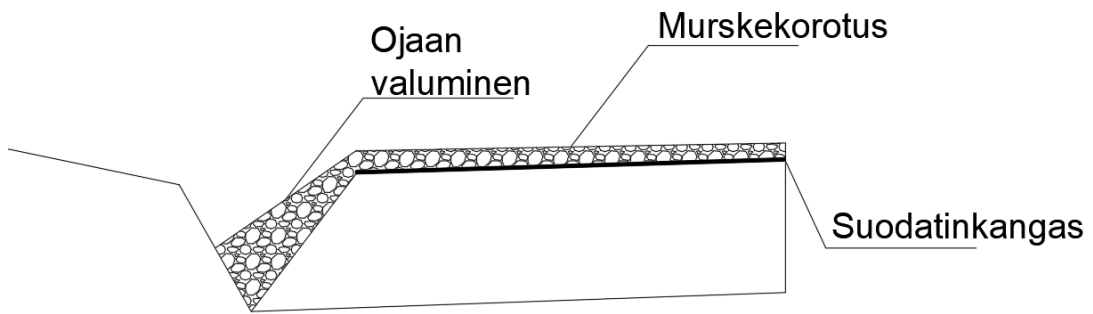
4.3.2 Tierakenteen kuivatus

Kantavuuden parantamisessa tärkein asia on tierakenteen kuivatuksen korjaus. Kaivinkonetyönä tehtävä ojan kaivu tai raivaus ja reunapalteiden poisto ovat edullisin tapa parantaa kuivatusta. Jos tiessä on pahoja kantavuusongelmia, pelkkä ojien raivaus ei välttämättä riitä korjaamaan niitä.

Kuivatuksen parantamisessa on huomioitava rumpujen vaihto- tai huoltotyöt. Tie- ojiin päätyvä vesi on myös ohjattava pois tierakenteen vierestä. Vanhat liittymä- ja tierummut voivat tukkeutua, jolloin ojien raivaus tai kaivu eivät yksistään auta tierakenteen kuivatuksessa. Laskuojien raivaus voi olla myös tarpeellista kuiva- tusrakenteita kunnostettaessa.

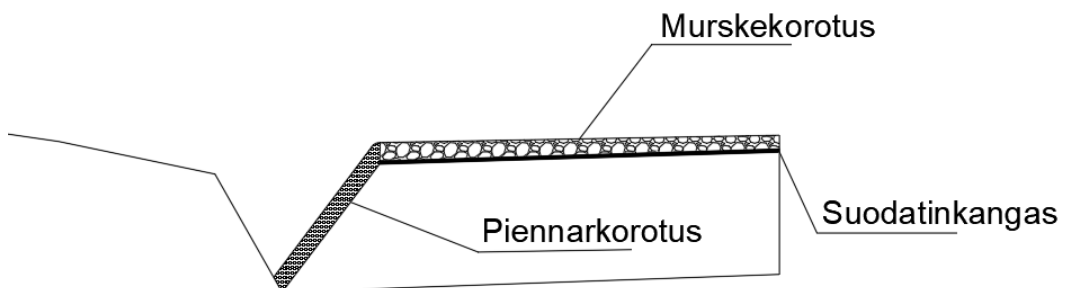
4.3.3 Murskekorotus

Yleisin keino parantaa kantavuutta on tiehen tehtävä murskekorotus, eli lisämurskeiden käyttö yhdistettynä suodatinkankaan käyttöön. Ennen suodatinkankaan asennusta tien pinta muotoillaan oikeaan kaltevuuteen ja tasataan, jotta vettä pidättävä vanha kulutuskerros tulee rikottua. Samalla suodatinkankaan asennus on helpompaa ja kangas ei rikkoonnu mursketäytön yhteydessä epätasaisen alustan vuoksi. Murskekerroksen lisäys on tavallisimmin 20 -30 senttiä. Ongelmaksi voi muodostua tarvittavan murskeen määrä kantavuuden parantamiseksi. Mitä enemmän mursketta lisätään, sitä korkeammaksi tehtävä murskekorotus kasvaa ja suhteessa tähän tien pinnan leveys pienenee. Kun mursketta pyritään levittämään reunoja myöden murskekorotus voi valua ojiin, jolloin materiaalia menee hukkaan (Kuva 8).



KUVA 8. Murskekorotuksen valuminen ojaan

Murskekorotuksen yhteydessä voi tehdä ennen lisämurskeiden ajoa ojien muotoilun kaivinkonetyönä ja samalla ojan piennarta voi korottaa murskeiden ojaan valumisen estämiseksi (Kuva 9). Samalla tien kuivatus ja tien reunan kantavuus paranee ja ehkäisee ongelmien toistumisen korjauskohdassa.



KUVA 9. Piennarkorotus

Käytettävän materiaalin valintaan on kiinnitettävä huomiota, raekooltaan liian pieni murske tai raakasora ei auta parantamaan kantavuutta. Raekooltaan isompi murske antaa paremman kantavuuden. Murskekorotuksen tekemisen voi aloittaa esim. 0-90 tai 0-150 mm murskeella 200 mm ja jatkaa noin 50 mm kiilakerroksella 0-32 mm murskeella, joka sitoo karkeamman murskeen ja tällä kiilakerroksella saa helpommin tasattua pinnan uutta kulutuskerrosta varten ja pohjakerroksen

karkeammat kivet eivät enää nouse kulutuskerrokseen. Murskekorotuksen päälle rakennetaan 100 mm kulutuskerros.

4.3.4 Tierakenteen homogenisointi ja stabilointi

Tierakenteen homogenisointi vähentää roudan vaikutusta tierakenteeseen. Tierakenteessa olevat suuremmat kivet, jotka liikkuvat roudan vaikutuksesta, tulisi poistaa ennen murskekorotuksen tekoa. Poistettujen maakivien synnyttämät kuopat täytetään tien pohjamateriaalia vastaavalla materiaalilla. (Väylävirasto. 2014)

Tierakenteessa olevat suuremmat kivet voidaan harata pois käyttämällä kaivinkoneeseen liitettävää kantoharaa, jossa haran piikkien väli on n. 120 – 200 mm. Haraamalla 30 – 40 sentin syvyydeltä saadaan poistettua haitalliset maakivet. Harauksen tekemiseen voi yhdistää sepeli- tai murskestabiloinnin, jolla parannetaan tierakenteen suuresta hienoainepitoisuudesta johtuvia kantavuusongelmia. Sepeli- tai murskestabiloinnissa tien pintaan ajetaan stabilointimateriaali suoraan kuorma-auton lavalta ja sen jälkeen tie harataan kaivinkoneella. Tämän jälkeen tie muotoillaan ja tiivistetään. Stabiloidun tienpinnan päälle lisätään tarvittavat rakennekerrokset.

Tien haraamiseen käytetään myös laitteita, jotka haraavat tien 30 – 40 sentin syvyydeltä ja murskaavat alle 35 cm:n kivet (Väylävirasto. 2014). Murskattu kivi parantaa tien kantavuutta ja vähentää paikalle tuotavan sora- ja kiviainesmateriaalin määrää. Tämä menetelmä, joka tunnetaan nimellä Tirkkosen menetelmä (Kuva 10), on kustannuksiltaan suurempi, kuin pelkkä kaivinkonetyönä tehtävä haraaminen. Haraamisen ja murskaamisen jälkeen tie muotoillaan, tasataan, tiivistetään ja päälle rakennetaan uusi kulutuskerros.



KUVA 10. Tirkkosen menetelmä. (Vasen kuva: Konepörssi, Juha Kuusijärvi. Oikea kuva: Kaleva, Helge Murtovaara)

Tirkkosen menetelmän kustannukset ovat keskimääräisesti 20 % kalliimmat verrattuna murskekorotuksen tekemiseen. Hintaero tasoittuu, kun tielle ajettavan murskeen toimitusmatka kasvaa. (Kuusijärvi, J. 2010)

4.3.5 Massanvaihto

Massanvaihto on raskain menetelmä kantavuuden parantamiseen. Massanvaihto on kustannuksiltaan suurin mutta samalla tehokkain vaurioiden korjausmenetelmä.

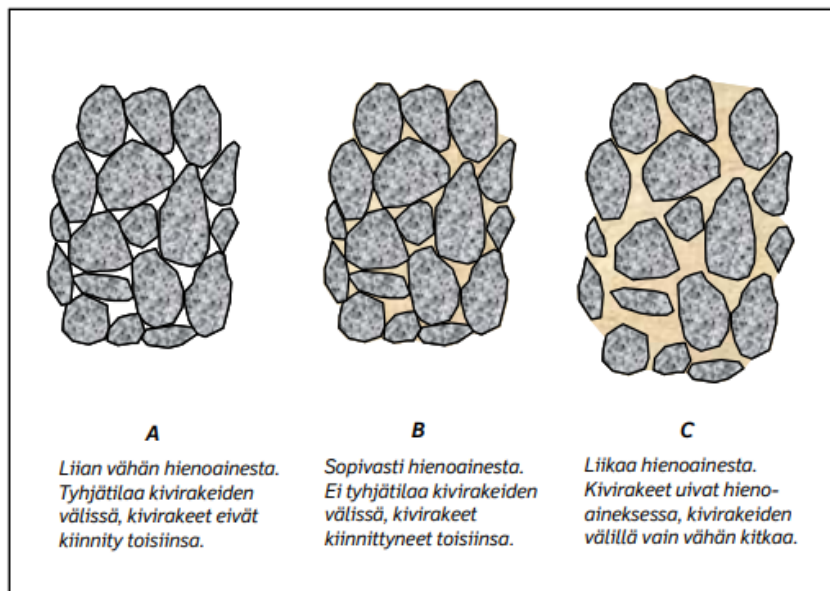
Massanvaihto voidaan suorittaa kaivamalla tai pengertämällä. Kaivamalla tehdyssä massanvaihdossa vanha tierakenne kaivetaan auki ja vanhat puutteelliset tierakenteet korvataan kerrosrakenteella. Osittaisessa massanvaihdossa kaivussyvyys on riittävien rakennekerrosten vaatima tila (Väylävirasto 1993). Lisäksi kerrosrakenteen alle, perusmaan päälle voi lisätä suodatinkankaan estämään kerrosrakenteen lajittumista perusmaahan. Pengertäyttö tehdään, jos pehmeikön syvyys on niin suuri, että massanvaihto ei onnistu kaivamalla (Väylävirasto. 1993).

Massanvaihdon yhteydessä on rakennettava siirtymärakenne vanhalta tierakenteelta massanvaihtokohtaan, jolla estetään vanhan ja uuden tierakenteen saumakohdan routimisesta aiheutuvat muodonmuutokset. (Hämäläinen 2010, 55)

Yleisin ja sopivin massanvaihto yksityistiellä on osittainen massanvaihto. Isot massanvaihdot kaivamalla tai pengertämällä ovat aina kustannuksiltaan suurimmat ja osittaisella massanvaihdolla saavutetaan edullisempi kustannus ja riittävä kantavuus

4.4 Kulutuskerros

Kulutuskerros on yleisesti rakennettu kallio- tai soramurskeesta ja on tavallisimmin 0 – 16 mm raekooltaan. Kulutuskerroksen materiaali tulisi sisältää riittävästi hienoainesta, että materiaali sitoutuu tien pintaan (Kuva 11). Kulutuskerros rakennetaan 50 – 100 mm vahvuiseksi. (Väylävirasto 2014)



KUVA 11. Hienoaineen vaikutus kulutuskerroksen materiaalissa. (Väylävirasto. Sorateiden kunnossapito)

Kulutuskerroksen korjaussorastuksissa suositeltava määrä mursketta on noin 80 – 100 tonnia per kilometri, joka on kuormamäärinä kaksi kasettiperävau-nuyhdistelmällistä. Kulutuskerroksen ollessa riittävä huolto- ja korjaussorastukset voi käyttää tien kohtiin, jossa kulutuskerros on puutteellinen.

4.5 Muut rakennustarvikkeet

4.5.1 Suodatinkangas

Suodatinkankaan valinnassa täytyy huomioida suodatinkankaan luokitus. Nyky-luokitus suodatinkankaille on N1 – N5. Näistä N2 ja N3 -luokkien suodatinkankaat ovat tyypillisesti käytössä yksityisteiden korjaustöissä. Jos pohjamaan olo-suhteet ovat heikot ja täyttömateriaalina käytetään maksimiraekooltaan suurta materiaalia, niin N4-luokituksen suodatinkangas on sopivampi (ViaCon Oy, esite). Suodatinkankaan hinta nousee luokituksen noustessa, joten alemman luokituksen omaava kangas on edullisempi. Käytäntö on osoittanut monesti sen, että liian pienen luokituksen omaava suodatinkangas ei kestä täyttötöitä ja rikkinäinen suodatinkangas ei enää estä pohjamaan sekoittumista rakennetta-viin kerroksiin.

4.5.2 Rumpuputket

Uusia rumpuja rakennettaessa yleensä käytetään muovi- tai teräsrumpuja. Betonirummut ovat pääosin poistuneet käytöstä. Muovi- ja teräsputkien etu on hel-pompi ja nopeampi asennustyö verrattuna betoniputkiin. (Hämäläinen 2010, 61)

4.6 Kalusto

Tien korjauksiin käytetään yleisesti käytössä olevaa maanrakennuskalustoa, kai-vinkoneita, kuorma-autoja, valssijyriä ja muita tavallisimpia koneita ja laitteita. Tien kantavuus ja tiealueen leveys ennen korjaustöitä voi asettaa rajoitteita käy-tettävän kaluston koko- ja painoluokalle. Liian raskas kone voi aiheuttaa lisävau-rioita korjausten aikana käytössä olevalle tielle ja ulkoisilta mitoiltaan suurella ko-neella voi olla vaikea operoida kapealla tiealueella. Käytettäessä liian kevyttä ko-nekalustoa voi ilmetä ongelmia työn suorittamisessa, esimerkiksi kevyt pien-kaivinkone ei ole riittävän tehokas kaivutöissä tai maakivien poistossa.

5 YLLÄPIDON JA KORJAUSTEN KUSTANNUKSISTA

Hoidon ja ylläpidon kustannuksista on tähän opinnäytetyöhön kerätty tietoa urakoitsijahaastatteluilla. Hintaesimerkit ovat koostettu tavallisimmista tiellä tehtävistä ylläpito- ja korjaustöistä ja niihin tarvittavista materiaaleista (taulukot 2-5). Urakoitsijoiden kanssa tehdyistä haastatteluista kirjataan taulukkoon vain hintatiedot ja urakoitsijan nimi ilmoitetaan vain lähdeluettelossa. Taulukkohinnat ovat verottomia, eli hintoihin lisättävä 24 % ALV.

Haastateltavat urakoitsijat ovat valikoituneet työhistoriani ajalta. Opinnäytetyön tekijä on oppinut tuntemaan haastatellut urakoitsijat ammattitaitoisina ja luotettavina toimijoina, jotka hoitavat oman yrityksensä lakisääteiset velvollisuudet ja maksuliikenteen oikein. Alalla valitettavasti toimii yrittäjiä, joiden hinnoitteluperiaatteet ja taksat ovat kyseenalaisia. Useissa tapauksissa poikkeuksellisen edullinen taksa kertoo jostain puutteesta yrityksen toiminnassa.

TAULUKKO 2. Urakoitsija 1

Tien tasaus ja muotoilu, traktorilana	75 € / h
Ojien raivaus ja reunapalteen siivous	
- ojamaat läjitettynä viereen	1 € / jm
- ojamaat poiskuljetettuna lähialueelle	1,30 € / jm
Liittymä- / tierumpujen vaihto	75 € / h
Massanvaihto- ja kaivutyöt	75 € / h
Auraus ja liukkauden torjunta	
- auraus	75 € / h
- polanteenpoisto	75 € / h
- hiekoitus	75 € / h
Kasvillisuuden poisto	
- niitto	30 € / km tai 85 € / h
- vesakon raivaus	100 € / km tai 85 € / h

TAULUKKO 3. Urakoitsija 2

Ojien raivaus ja reunapalteen siivous	
- ojamaat läjitettynä viereen	65 € / h
- ojamaat poiskuljetettuna traktori-työnä	65 € / h + 55 € / h
Liittymä- / tierumpujen vaihto	65 € / h

TAULUKKO 4. Urakoitsija 3

Tien tasaus ja muotoilu, traktorilana - urakkana tunnissa 2 km	70 € / h tai urakalla (sama tuntiveloitus)
Ojien kaivu	2,20 – 2,50 € / jm
Liittymä- / tierumpujen vaihto	65 € / h
Massanvaihto- ja kaivutyöt	65 € / h
Auraus ja liukkauden torjunta	
- auraus	13 € / tkm
- polanteenpoisto	13 € + 3,00 – 3,50 € / tkm
- hiekoitus	70 € / h
Kasvillisuuden poisto	
- vesakon raivaus	65 – 70 € / h
Tien sorastaminen, auton lavalta levitettyinä, kasettihakemä - hintaan vaikuttaa materiaali, ajomatka ja kohteen vaativuus	8,00 – 9,00 € / t + rahti 3,50 – 4,00 € / t
Massanvaihto- ja kaivutyöt	65 € / h

TAULUKKO 5. Urakoitsija 4

Mursketoimitukset, auton lavalta levitettyinä, kasettihakemä, sisältää rahdin < 20 km	
- 0-16 murske	12,00 € / t
- 0-32 murske	11,00 € / t
- 0-56 murske	10,80 € / t
- 0-90 murske	10,60 € / t
Rahdin osuus - kohteen vaativuus ja ajomatka vaikuttavat	3,50 – 4,00 € / t

Hoitotoimenpiteiden hinnoittelu oli eri urakoitsijoiden välillä samansuuntaista. Tarkoituksena oli näyttää toteen, että velvollisuutensa oikein hoitavilla urakoitsijoilla hinnoittelu on hyvin samankaltainen. Tiettyjen työsuoritusten hinnoittelu on vaikeaa tutustumatta työkohteeseen, jolloin tilaajan ja urakoitsijan tulee tutustua paikan päällä toteutettavaan työhön, jolloin hinnoittelu ja työn kokonaisuus hahmottuu paremmin molemmille osapuolille. Tietysti kaikista työsuoritteista ei ole välttämätöntä tehdä maastokäyntiä suoriutuakseen tehtävästä työstä. Esimerkkinä tällaisesta voi pitää tien sorastusta, johon käytetään materiaalia 1-2 yhdistelmäkuormaa materiaalia tai korjataan yksittäinen tierumpu. Kun kyseessä on korjaus- tai huoltotyö, joka sisältää useampien rumpujen vaihtotyön tai laajempi tien korjaus, paikan päällä tehty tutustuminen kohteeseen urakoitsijan ja tilaajan kanssa on suositeltavaa.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli koostaa ohje sorapintaisen yksityistien hoitoon ja ylläpitoon. Työn tekemiseen käytettiin lähdekirjallisuutta, urakoitsijahaastatteluita ja opinnäytetyön tekijän työkokemusta. Opinnäytetyö oli suunnattu yksityisteiden ylläpidosta vastaaville tahoille. Tarkoituksena oli luoda helppolukuinen kokonaisuus, joka helpottaisi tien hoitoa ja ylläpitoa sellaisille henkilöille, joilla ei ole aikaisempaa kokemusta tarvittavista hoito- ja korjaustoimenpiteistä. Lähteet ja opinnäytetyön tekijän kokemus tarjosivat runsaasti aineistoa työn tekemiseen.

Opinnäytetyössä tuotiin esiin perusasiaa tiekunnista, eri hoitotoimenpiteet vuodenajoittain ja teiden varusteet huomioon ottaen. Korjaustoimenpiteistä esitettiin eri tasoisia vaihtoehtoja huomioiden työn määrä ja kustannukset. Yleisimmistä tienhoitoon liittyvistä kustannuksista laadittiin taulukot, jotka koottiin tekemällä urakoitsijahaastatteluita. Tien huolto- ja korjaustoimenpiteet kerättiin yhteen mahdollisimman kattavasti tien ylläpitäjien avuksi tienhoidossa, huomioiden tienhoidon aikaisemman kokemuksen puutteen. Useat internetistä löytyvät ohjeet ja työn toteutukset ovat teknisiä julkaisuja, esimerkiksi Väyläviraston ohjeet sisältävät paljon ammattisanastoa, eivätkä ole helppolukuisia alaan perehtymättömälle. Opinnäytetyö tarjoaa helppolukuisemman ohjeiston ja avaa ammattisanastoa, jolloin teknisten ohjeiden lukeminen helpottuu.

Sorapintaisen tien hoito- ja ylläpito oli aiheena itselleni mielenkiintoinen ja sopivan haastava. Tavoitteeni oli kerätä kattava paketti tavallisimmista toimenpiteistä yksityistien hoitoa ja ylläpitoa ajatellen. Toivon, että tämän opinnäytetyön lukijalle työ tarjoaa uutta tietoa sorapintaisen tien ylläpidosta ja korjauksista sekä liikennemäärien ja tietä käyttävien erilaisten ajoneuvojen huomioimisesta. Opinnäytetyön tekijänä toivon, että tästä työstä tulisi olemaan hyötyä tien korjauksia tai ylläpitotoimia suunniteltaessa.

LÄHTEET

Hämäläinen, E. 2010. Yksityistien parantaminen. Kerava: Suomen tieyhdistys.

Hämäläinen, E. 2012. Yksityistien kunnossapito. Kerava: Suomen tieyhdistys.

Hämäläinen, E. 2019. Yksityisteiden hallinto. Kerava: Suomen tieyhdistys.

Hoppi, A-S. 2020. Paras tapa parantaa kuormituskestävyyttä on pistää ojat kuntoon – kantavuusmittaus paljastaa tien heikoimman lenkin. Maaseudun tulevaisuus -verkkójulkaisu. 26.11.2020. Luettu 2.4.2021. <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/metsa/artikkeli-1.1251361>

InfraRyl 2020/2. 21.12.2020. Rakennustietosäätiö RTS. Rakennustieto Oy. https://ryl-rakennustieto-fi.libproxy.tuni.fi/ryl/InfraRYL/2020_2/

Kuusijärvi J. 2010. Tierakennuksen uusilla urilla. Konepörssi-verkkójulkaisu. 28.12.2010. Luettu 4.4.2021. <https://koneporssi.com/tyokoneet-2/tierakennuksen-uusilla-urilla/>

Korvala, K. Yrittäjä. 2021. Haastattelu 26.3.2021. Haastattelija Saine, I. Ikaalinen.

Laaksonen, K. Yrittäjä. 2021. Haastattelu 26.3.2021. Haastattelija Saine, I. Ikaalinen.

Lampinen, A. Yrittäjä. 2021. Haastattelu 26.3.2021. Haastattelija Saine, I. Ikaalinen.

Maanmittauslaitos. 2021. Luettu 19.2.2021. <https://www.maanmittauslaitos.fi/node/295>

Road Masters Oy. Esite. Luettu 2.4.2021. https://drive.google.com/file/d/0B5OOCnQTP_B-RIFxRzluemcyamM/view?usp=sharing

Tillonen, J. Yrittäjä. 2021. Haastattelu 26.3.2021. Haastattelija Saine, I. Ikaalinen

ViaCon Oy. Esite, suodatinkankaat. Luettu 5.4.2021. <https://www.viacon.fi/tuote/suodatinkangas/>

Väylävirasto. Ohje. 31.4.2014. Sorateiden kunnossapito. Luettu 19.3.2021. https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2014-01_sorateiden_kunnossapito_web.pdf

Väylävirasto. Julkaisu. 1993. Massanvaihto. Luettu 5.4.2021. <https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf2/massanvaihto.pdf>

Yksityistieläki 560/2018. 1.1.2019. Luettavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20180560>

KUVALÄHTEET

KUVA 1. Tuominen M. Maaseudun Tulevaisuus. Kuvaaja: Kimmo Haimi. 11.12.2019. Luettu 12.3.2021. <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/koneet-autot/artikkeli-1.757778>

KUVA 2. Rautio H. Kokkola-lehti. Lukijan kuva, kuvaaja: Johan Åkerblom. 24.4.2018. Luettu 12.3.2021. <https://www.kokkola-lehti.fi/uutiset/534676/lukijoiden-kuvia-kelirikkoapaikoista-kokkolassa-autot-ovat-olleet-pohjaa-myoden-tiessa>

KUVA 3. Arctic Machine Oy. Tuotekuvasto. <https://www.arcticmachine.fi/fi/tuotteet/lumenpoisto/etuaurat/>

KUVA 4. Soukkio Oy. Tuotekuvasto. <https://soukkio.fi/tuote/hiekoitusvaunut/>

KUVA 5. FMG Oy. Tuotekuvasto. <https://www.fmg.fi/tuotteet/lanat/raspi/>

KUVA 6. Road Masters Oy. Esite. https://drive.google.com/file/d/0B5OOCnQTP_B-ekxPb2cwWnVEUFU/view

KUVA 10. Murtovaara, H. Kaleva-verkkolehti. 9.10.2008 <https://www.kaleva.fi/kone-murskaa-kivet-tielle/2216572> ja Kuusijärvi J. Konepörssi-verkkojulkaisu. 28.12.2010 ja <https://koneporssi.com/tyokoneet-2/tierakennuksen-uusilla-urilla/>

KUVA 11. Väylävirasto. Ohje, PDF-dokumentin sivu 30. https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2014-01_sorateiden_kunnossapito_web.pdf