

Marko Kuusisto

## **Kaavateiden kuntokartoitus**

Kaavatiet

Opinnäytetyö

Kevät 2021

SeAMK Tekniikka

Rakennusinsinööri



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Rakennusinsinööri

Suuntautumisvaihtoehto: Tuotantotekniikka

Tekijä: Marko Kuusisto

Työn nimi: Kaavatiet

Ohjaaja: Olli Isopahkala

Vuosi: 2021

Sivumäärä: 45

Liitteiden lukumäärä: 3

---

Opinnäytetyö on toimeksianto Ilmajoen kunnalta. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Ilmajoen kunnan kaavateiden kunto, korjaustarpeet sekä tutkia kaavateiden rakennekerroksia, kantavuuksia sekä tien salaojituksen/kuivatuksen tärkeyttä tien kunnan hyvänä pysymiseen. Työssä pohdittiin myös, millä keinoilla saadaan Ilmajoen kaavateiden elinkaarta pidennettyä kustannustehokkaasti. Työssä on kerätty mm. Väyläviraston ohjeita kuntoluokan määrittämiseen sekä teiden rakennekerroksien suunnitteluun. Väyläviraston toimialoihin kuuluu hankkeet, toiminnanohjaus, väylänpito, liikenneverkkojen suunnittelu ja tietopalvelut. Työssä tutkittiin lähemmin Ahonkylän kaavateiden kuntoa niiden korjaustarpeen kiireellisyyden vuoksi. Pyrkimyksenä oli saavuttaa tavoitteet kirjallisuustutkimuksen avulla sekä laatuvaatimukseen ja tutkimukseen perehtymällä.

Opinnäytetyössä esitellään myös tierakenteissa käytettävän teräsverkon hyviä ominaisuuksia sekä teräsverkon käytön tutkimuksien tuloksia. Työssä pohditaan asfaltin sekoitusjyrsinnän mukana stabilointi lisäaineen lisäämisen vaikutuksia tien kantavuuteen. Työssä tutkittiin, miten asfaltti reikiintyy, halkeilee tai mistä johtuu roudanousut tierakenteessa.

Asiasanat: kaavatiet, teiden kuntokartoitus, teiden kuivatus, teiden rakennekerrokset

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Production technology

Author: Marko Kuusisto

Title of thesis: Planned roads

Supervisor: Olli Isopahkala

Year: 2021

Number of pages: 45

Number of appendices: 3

---

The thesis was commissioned by the municipality of Ilmajoki. The objective of the thesis was to check the shapes and needs of repair of the planned roads for the municipality of Ilmajoki. The thesis also examined the structural layers, carrying capacity and the importance of drainage for the roads to stay in good shape. In the thesis it was also considered how Ilmajoki would be able to continue the roads' lifetime in costeffective ways. Guidelines were gathered from the Finnish Transport Infrastructure Agency to define the condition class and to plan the structural layers of roads. The duties of the Finnish Transport Infrastructure Agency are plans, executive functions, roads maintenance, traffic network and information service. The thesis examined the condition of the roads in the village of Ahonkylä, because the roads were in bad condition especially there. The aim was to get the results by studying literature and by examining quality standards and documents.

The thesis also showed results of using steel wire net and its good qualities in road structures. In the thesis, it was researched, how increasing stabilization additive affected the carrying capacity of the roads. The thesis also examined how holes or cracks in asphalt formed and why there were frost boils in road structures.

Keywords: planned roads, road condition assessment, drying of the roads, structural layers of roads

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva- ja taulukkoluetelo .....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet .....	8
1 JOHDANTO .....	9
2 KAAVATIET .....	10
2.1 Teiden historia.....	10
2.2 Teiden hoito .....	10
2.3 Teiden kuivaus ja routimisen estäminen .....	11
2.4 Yleisimmät ongelmat.....	12
2.4.1 Urautuminen .....	12
2.4.2 Reikiintyminen.....	13
2.4.3 Halkeamat.....	13
2.4.4 Painumat ja kohoumat .....	13
2.4.5 Rakenteelliset puutteet.....	14
2.5 Teiden kerrosrakenteet .....	14
3 KORJAUSTAVAN VALINTA .....	16
3.1 Kuntoluokituksen määrittäminen .....	16
3.2 Korjaustavat .....	17
3.3 Teräsverkon käyttö tierakenteessa .....	18
3.4 Kuivauksen merkitys tien kunnossa pysymiseen .....	20
3.5 Asfaltti tyyppialinta .....	21
4 KAAVATEIDEN KUNTOKARTOITUS .....	24
4.1 Kuntokartoituksen menetelmät.....	24
4.2 Avo-ojat kuivatuksen parantamiseen .....	25
4.3 Havainvoja kartoituksen yhteydessä.....	26
4.4 Suodatinkankaan käyttö tierakenteessa.....	31
5 KARTOITETTUIJEN TEIDEN KORJAUS VAIHTOEHDOT .....	32
5.1 Korjaustarpeet.....	32

5.2	Sekoitusjyrsintä.....	32
5.3	Stabiloinnin lisääminen jyrsintään .....	32
5.3.1	Bitumistabilointi .....	33
5.3.2	Vaahto-bitumistabilointi .....	33
5.3.3	Bitumiemulsiostabilointi.....	33
5.3.4	Remix-stabilointi.....	33
5.3.5	Komposiittistabilointi .....	33
5.3.6	Masuunihiekkastabilointi .....	34
5.3.7	Sementtistabilointi.....	34
5.4	Rakennekerrosten kantavuudet Odemarkin menetelmällä.....	34
5.4.1	Aputason hyödyntäminen laskelmassa.....	36
5.4.2	Kantavuus laskelma.....	38
6	YHTEENVETO.....	41
7	POHDINTA .....	42
	LÄHTEET .....	43
	LIITTEET .....	45

## Kuva- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Rakennekerrokset, (Pank ry 2017, 14) .....	15
Kuva 2. Verkotettu tieosuus (roadex, [viitattu 8.10.2020] verkkokuva.).....	20
Kuva 3. Koulutie, Ahonkylä. ....	26
Kuva 4. Rinnetie, Ahonkylä.....	27
Kuva 5. Kuva maa-aineksesta tienpientareessa. ....	28
Kuva 6. Routavaurioita tierakenteessa. ....	29
Kuva 7. Suunnitelma vuodelta 1975, Voimantie (Ilmajoen kunnanarkisto) .....	30
Kuva 8. Talaskuja rakennekerrokset (Ilmajoen kunnanarkisto).....	30
Kuva 9. Koulutie kesä-2020 .....	35
Kuva 10. Odemarkin kaava kuormituskestävyyden mitoitukseen. ....	35
Kuva 11. Esimerkkikuva aputason käytöstä laskennassa. (Väylä, rakenteen parantamisen suunnittelu, 43[viitattu 20.8.2020].).....	38
Kuva 12. Odemarkin kaavalla laskettu koulutien kantavuus. ....	39
Kuva 13. Odemarkin kaavalla laskettu koulutien kantavuus jyrinnän jälkeen.....	39
Taulukko 1. Taulukko kuntoluokituksesta. ....	16
Taulukko 2. Esimerkkejä yleistenteiden asfalttityypin valintaan (Pank ry 2017, 109) .....	22
Taulukko 3. Suodatinkankaan valintataulukko. ....	31
Taulukko 4. Sekoitusjyrinnän mitoituksessa käytettävä aputason kantavuus taulukko (Väylä, rakenteen parantamisen suunnittelu taulukko A. 1.).....	37

Taulukko 6. Kuormitusluokan ja päällysteen vähimmäispaksuudet. (Tietoa tiesuunnitteluun nro 73, 5) .....	40
--	----

## Käytetyt termit ja lyhenteet

Asfaltti	On rakennusmateriaali, joka valmistetaan murskeen, mineraaliyhdisteiden, hiekan ja bitumin seoksesta.
Asfaltin jrsintä	Asfaltin jrsintä on menetelmä, jolla asfaltti korjataan oikeaan muotoon ennen uuden asfaltti asennusta.
Inventointi	Tierekisterin inventointiohjeen mukaisten tietojen keräämisen ja rekisteriin viennin ELY-keskusten vastaanottamista uusista ja parannetuista tieosuuksista.
Konsolidaatio	Maaperän tiivistyminen ja lujittuminen kuormituksen vaikutuksesta.
Operatiivinen toiminta	Liikennetilanteen ja tieverkon liikennöitävyyden ajantasainen tilannekuvan ylläpito, liikenteen operatiivinen ohjaus, häiriöidenhallinta, liikennetiedottaminen ja tienpidon tukitoiminnot.
Palvelutasomittaus	Vaatimukset tuotantolaadulle ja laadun raportoinnille.
Stabilointi	Lisäsideaineen lisääminen jrsinnän yhteydessä kantavaan kerrokseen.
Öljysora	Öljysora on tiepäällyste, joka valmistetaan runkoaineesta, sideaineesta ja vedenkestävyyttä parantavasta lisäaineesta. Öljysoraa ei tielle levitettäessä tarvitse lämmittää kuten asfalttia, vaan se levitetään tielle tasaisena kerroksena kylmiltään ja jyrätään siihen saman tien tiiviiksi.



# 1 JOHDANTO

Suomen tieverkko käsittää maantiet, kunnalliset tai kaupunkien katuverkot ja yksityistiet. Väylävirasto huolehtii valtion tieverkon ylläpidosta, sekä kehittämisestä yhdessä alueellisten ELY-keskusten kanssa. Teiden korjausvelkaa on Suomen kunnissa ja kaupungeissa kertynyt useiden vuosien ajan, koska rahoitus on ollut riittämättömän teiden korjaus tarpeisiin nähden.

Tässä työssä tutkitaan kaavateiden kuntoa Ilmajoella. Työssä lasketaan Odemarkin kaavalla esimerkki kaavatien kuormituskestävyys sekä lisämurskekerroksen ja jyr-sinnän vaikutus tien kantavuuteen, mitä asfaltointivaihtoehtoja on olemassa ja mihin käyttötarkoitukseen eri asfalttibetoni laadut soveltuvat. Lisäksi mietitään kuivauksen ja avo-ojien merkitystä tien kunnossa pysymiseen. Teräsverkon käytön hyötyjä tien rakennekerroksessa ja väylän tutkimustuloksia sekä analyyseja teräsverkon käytöstä viidestä eri tutkimus paikasta.

Kuntokartoitus menetelmien selvittäminen miten kartoituksia tehdään ja minkälaisia ongelmia kartoitus menetelmissä on sekä pohditaan teiden yleisempiä ongelmia ja niiden aiheuttamia vaurioita. Työssä esitetään, minkälaisia stabilointi vaihtoehtoja voidaan käyttää jyr-sinnän ohessa. Kuvien avulla tuodaan esille tierakenteen rakennekerrokset 1970-luvulla ja mitkä ovat tien rakennekerroksien vaatimukset nyt.

Työssä on perehdytty Ahonkylän kaavateiden kuntoluokkien määritykseen sekä jaettu kaavatiet kolmeen eri korjauslohkoon kustannuksineen. Teiden korjaushankkeiden lohkomisen tarkoituksena on jakaa tienparannus hankkeen kustannukset usealle eri vuodelle. Korjaushankkeen kustannuslaskennassa on otettu huomioon salaojien, rumpuputkien, vanhan asfalttibetonin jyr-sintä lisäkerroksineen sekä uusi asfalttibetoni. Viemärien ja uusien viemärikaivojen asennus- ja materiaalikustannukset on jätetty tämän opinnäytetyön ulkopuolelle.

## 2 KAAVATIET

### 2.1 Teiden historia

Suomen tieverkko koostuu kolmesta eri osasta. Ensimmäisenä ovat valtion omistamat tiet, tiehallinnon ylläpitämät maantiet, kuntien omistamat tiet ja kadut, sekä yksityisten tahojen omistamat yksityistiet. Näistä muodostuva tieverkon pituus on noin 454 000 kilometriä. Yksityis- ja metsäautoteiden osuus on noin 350 000 kilometriä ja kuntien katuverkkojen osuus 26 000 kilometriä. Väyläviraston vastuulla olevien maanteiden yhteispituus on noin 78 000 kilometriä. (Väylä 2020.)

Kanta- ja valtateiden osuus on 13 000 kilometriä ja näistä moottoriteiden osuus on n. 900 kilometriä. Seutu- ja yhdysteistä muodostuu suurin osa, eli 64 900 kilometriä, jotka edustavat kolmannesta liikenteestä. Hieman yli 5000 kilometriä on kevyenliikenteenväyliä. (Väylä 2020.)

Ensimmäiset varsinaiset tierakenteen suunnitteluohjeet julkaistiin vuonna 1964. Suunnitteluohjeet uusittiin kokonaisuudessaan vuonna 1985. Tällöin ensimmäistä kertaa suunnittelu pohjautui kantavuus ja routamitoitukseen. Tavoitekantavuus, alustankantavuus ja rakennusmateriaalien laatu (moduulit) olivat lähtökohtina kantavuusmitoitukseen, jonka avulla rakennekerrosten paksuudet määritetään. Kantavuusmitoitustapojen avulla määritetään Odemarkin mitoitussyhtälöllä erilaisia päällysrakennemuotojen saavutettuja kantavuuksia. Saatua kantavuustulosta verrataan kuormituskertaluvun edellyttämään tavoitekantavuuteen, joka on riippuvainen päällysrakenneluokasta. (Belt ym. 2002, 14-15.) Tierakenteen suunnittelu ohjeita on päivitetty viimeiseksi vuonna 2018.

### 2.2 Teiden hoito

Tienhoito muodostuu eri osa-alueista, joiden tarkoitus on pitää tiealueet kunnossa ja turvallisena liikkumiselle. ELY-keskus huolehtii maanteiden kunnosta ja kaupungit ja kunnat huolehtivat kunnallisesta tieverkosta. Kaupungit ja kunnat voivat tarvittaessa siirtää osuuksiaan hoidettaviksi yksityisille yrityksille ostopalveluna.

Tierakenteen vaurioitumiseen vaikuttaa myös päällysteen vanheneminen. Ikääntyessään bitumissa oleva sideaine kovenee, joka lisää päällysteen jäykkyyttä ja koventuessaan halkeilu lisääntyy. Tierakenteeseen tulevia rasituksia vähentää lisääntynyt jäykkyys päällysteessä. (Belt ym. 2002, 24.)

Tierakenteen käyttäytymiseen vaikuttavat myös jo syntyneet vauriot. Vauriot ja epätasaisuudet ovat omiaan lisäämään liikennekuormituksen dynaamisia rasituksia. Dynaaminen rasitus saa aikaan sen, että vaurioituminen kiihtyy. Ilmaston, ikääntymisen ja liikennekuormien vaikutusten seurauksena tierakenne elää jatkuvassa muutostilassa. (Belt ym. 2002, 24.)

### **2.3 Teiden kuivaus ja routimisen estäminen**

Tierakenteeseen pääsevän veden muodostumista ei voida kokonaan estää. Yhden metrin syvyyteen kuivattu tierakenne on kuormituskestävyyden kannalta riittävä. Kosteaa rakennemateriaali on parempi kuin täysin kuiva, mutta sen täytyy kuitenkin olla routimaton. Kuivauksen täytyy kuitenkin estää roudan tunkeutuminen pohjaan niin, että tunkeutuminen jää mahdollisimman pieneksi. Tämän mahdollistaa se, että ylimmät kerrokset pysyvät kuivina syksyllä ja talvella. (Väylä 2002, 67.)

Vasta yli 1,2 metrin syvyyksissä routaantuminen hidastuu. Kuivattamisella ei kuitenkaan pystytä vähentämään roudan tunkeutumissyvyyttä alimmissa rakennekerroksissa. Kuivatus alusrakenteelle on riittävä, kun roudan sulaessa vapautuva vesi johdetaan liikenteen kuormitusalueelta pois. Kuivauksella pystytään kuitenkin parantamaan vanhan tierakenteen kuormituskestävyyttä. (Väylä 2002, 67.)

Oikeanlaisella mitoituksella varmistetaan tierakenteen päällysteen ehjänä pysyminen. Pientareiden päällysteen asennuksessa tulisi huomioida, että päällystys tulee tarvittavan etäälle pyöräurasta. Vesieristysrakenteilla voidaan vaikuttaa vesien ohjaukseen niin, ettei vedet imeydy tien rakennekerroksiin. (Väylä 2002, 68.)

Viettokaltevuus mitoitetaan toimimaan kaikissa olosuhteissa myös huomioiden enenevässä määrin olevat painumat ja routanousut. Kuivatuksen on toimittava myös urautuneessa tai suunnitellusti painuvassa tienpinnassa. (Väylä 2002, 68.)

Hallitsematon veden nousu estetään, kun salaojat ja tienvarsien ojat mitoitetaan oikein ja tienrakenne kuivatetaan kuormituskestävyyssmitoituksen edellyttämään syvyyteen (min 0,8 m). Kuivausta ei yleensä tarvita routamitoituksen aiheuttaman routimattoman rakenteen paksuuslisäykseen, mutta rakennepaksuuden muutoskohdat eivät kuitenkaan saa syöttää vettä routivaan pohjamaahan. (Väylä 2002, 68.)

Tien sivuoijen päätarkoitus on tiealueen pintavesien poisjohtaminen. Virtausmatkat ja veden määrä pyritään sivuoijissa pitämään pienenä. Talvisin ojan pohja jäätyy, joka estää vettä pääsemästä sulaan maahan routarajan alapuolelle. Jyrkiä korkeus- asemien muutoksia täytyy välttää, kun pohjamaa ja alusrakenne on routivaa. Routaeristeen kohdalla kuivatustaso on noin 0,3 m routaeristeen alapuolella. (Väylä 2002, 68.)

## **2.4 Yleisimmät ongelmat**

Tienkorjaushankkeiden yleisin ongelma on rahoituksen puute, koska kunnossapidon määrärahoja ei ole lisätty korjauskustannusten nousun myötä. Raskaan kaluston liikennekuormitus on kuormituskestävyyden ja rakenteellisten vaurioiden osalta merkittävä. Tämä johtuu lainsäädännön muutoksista ja ajoneuvotekniikan kehitymisestä. Nykyisin kuljetuskalustoissa on mukana myös perävaunu, joten näiden kuljetuskalustojen keskimääräiset kokonaismassat ovat kasvaneet huomattavasti. Tiestöllä henkilöautoliikenteen käyttämät nastarenkaat kuluttavat päällystettä ainoastaan tiehen paljastuvina kulumisurina. (Belt ym. 2002, 17.)

Ilmastokuormitusten päätekijöitä ovat vuodenaikojen kiertokulkua noudattelevat lämpötila, vesi ja routa. Tierakenteessa oleva ylimääräinen kosteus on pääosin peräisin sade- ja sulamisvesistä ja ne imeytyvät rakennekerrokseen sorapientareista, tieluiskista sekä päällysteen läpi. (Belt ym. 2002, 20.)

### **2.4.1 Urautuminen**

Tien rakennetta päätieverkoilla kuluttavat nastarenkaat. Myös päällysteen alla oleva maapohja ja rakennekerros aiheuttaa urautumista, jos ne eivät kestä

liikennekuormia tai kokoon painuva päällyste kuumentuu painon alla. Uran syventymistä seurataan tasaisin väliajoin pidettävillä mittauksilla. Mittauksilla voidaan ennustaa ajouran kehittyminen tulevaisuudessa. (Väylä päällysteiden kunto 2020.)

#### **2.4.2 Reikiintyminen**

Jäätyminen, liikenteen kuormitus ja sulamisvedet vaikuttavat päällysteen reikiintymiseen, jonka päästessä alkuun reikä tai vaurio kasvaa nopeasti. Päällysteen ollessa märkä autojen renkaat lisäävät vettä jo huonoon/ vaurioituneeseen asfalttiin, kun asfaltin sisään päässyt vesi jäätyy lämpötilan laskiessa, vesi laajenee ja irrottaa lisää paloja asfaltista. Kun asfaltin pinnalla on vettä huonossa ja halkeilussa asfaltissa se reikiintyy helposti. Talvisin sää vaihtelee nollan molemmin puolin ja tämä pahentaa tilannetta entisestään. (Väylä päällysteiden kunto 2020.)

#### **2.4.3 Halkeamat**

Liian ohuet rakennekerrokset routivan pohjamaan päällä aiheuttavat pituussuuntaisia halkeamia. Leveimmät halkeamat johtuvat yleensä siitä, että routa on päässyt pohjamaahan saakka. Vanhoilla sorateilla ja kevyenliikenteen väylillä, jotka on korjattu liian kevyesti, tapahtuu usein näin. (Väylä päällysteiden kunto 2020.)

Pituushalkeamat keskelle tietä syntyvät, kun routa nostaa tien keskiosaa enemmän kuin sen reunoja, kun taas kutistumisesta johtuvia poikittaishalkemia syntyy asfalttiin talvella. Painuminen ja epätasainen routiminen tai liian jyrkät luiskat aiheuttavat halkeamia. Tien kantavuuden lisäksi muut ongelmat aiheuttavat verkkohalkeamia. Verkkohalkeamien laajentuessa ja tihentyessä asfaltista voi irrota kokonaisia paloja. (Väylä päällysteiden kunto 2020.)

#### **2.4.4 Painumat ja kohoumat**

Tien pintaan jää jälkiä, kun jäätyminen ja sulaminen ei tapahdu tasaisesti. Mikäli tien pohjamaassa esiintyy myös kalliota, niin näihin kohtiin syntyy routaheittoja. Jos vesi

ei pääse kallion painaumasta pois se jäätyy ja laajenee, mikä aiheuttaa myös kallion päällä olevalle tierakenteelle routavaurioita. (Väylä päällysteiden kunto 2020.)

Aaltomaiset painumat, lyhyet routakohoumat tai jyrkät porrastukset vanhaan päällysteeseen liittyessään ovat tien pituussuuntaisia epätasaisuuksia. Näitä epätasaisuuksia aiheuttaa pohjamaan painuminen, routa ja tien rakenteen tiivistyminen. Myös vahvistusten tekemättä jättäminen pohjamaalle aiheuttaa tien painumista. (Väylä päällysteiden kunto 2020.)

#### **2.4.5 Rakenteelliset puutteet**

Tien reunan painumat johtuvat ohuista rakennekerroksista tai jyrkistä luiskista myös liian kapeaksi tehdyn tien reunat eivät kestä liikennekuormia. Rumpukaivantojen painuminen tapahtuu, jos kaivannon täyttö on tehty liian hyvällä maa-aineksella suhteessa tien rakennekerroksiin. Rumpukaivantojen heitot tulee myös siitä, jos rummun kohtaan on laitettu liian ohuet rakennekerrokset. Tämä voidaan estää, kun rumpukaivannot tehdään routakiilaamalla. (Tammirinne 2002, 71.)

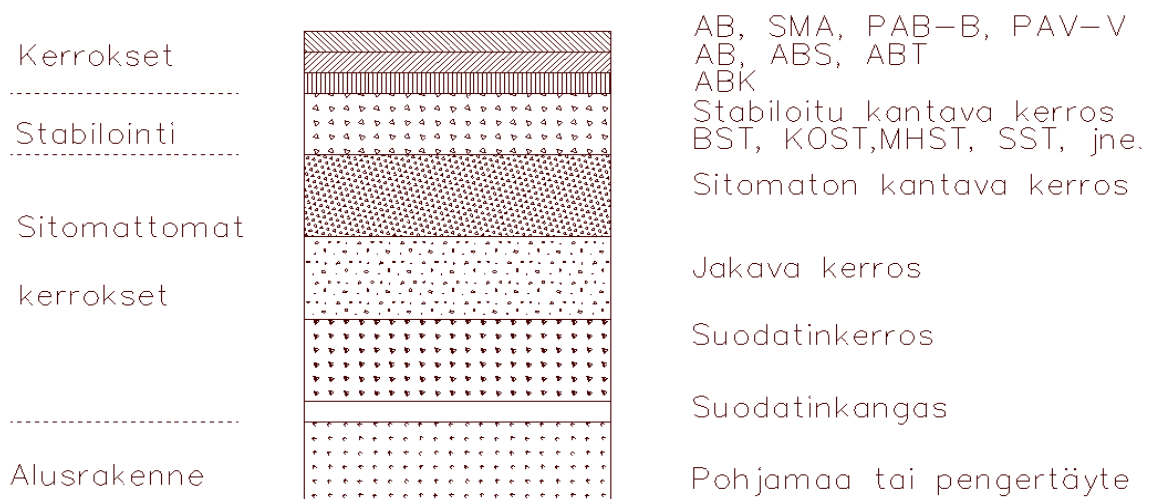
Siirtymärakenteilla tasataan epäjatkuvuuskohdat, jotka rumpu aiheuttaa, koska kuivaustaso on rummun kohdalla yleensä lähiympäristöä syvemmällä. Routaantumiseen rumpu voi vaikuttaa kahdella tavalla, kun koko talven rummun läpi virtaava vesi estää routaantumisen rummun kohdalta ja routanousua rummun kohdalla ei näin ollen tapahdu. Toisaalta taas, jos rummun päät ovat auki ja rummun läpi ei kulje vettä, voi routa mennä rummun kohdalla syvällekin. Halkaisijaltaan suuria rumpuja tulee välttää, koska se saattaa aiheuttaa pohjamaan routaantumista. Kaksi pienemmällä halkaisijalla olevaa rumpuputkea on parempi, koska ne jäävät helpommin lumen alle suojaan. Tarvittaessa rumpujen kohdalle on hyvä laittaa myös routasuojaus. (Tammirinne 2002, 71.)

#### **2.5 Teiden kerrosrakenteet**

Kulutuserroksen tehtävänä rakenteellisesti on tierakenteeseen pääsevän veden minimoiminen. Kulutuserros myös lisää jäykkyyttä sekä antaa pinnan, joka on

taloudellinen ja miellyttävä ajaa. Jakavan ja kantavan kerroksen tehtävä on antaa kantava alusta, joka jakaa liikennekuormat. Jakava kerros toimii tierakenteessa myös kuivattavana kerroksena. (Belt ym. 2002, 12.)

Kuvassa 1. tierakenteen alusrakenne ja päällysrakenne, joiden sekoittumisen estää suodatinkerros, jonka tehtävänä on myös estää kapillaarisen veden pääsyn muihin rakennekerroksiin. Routimaton päällysrakenne kasvaa suodatinkerroksella, joka vähentää mahdollisia routanousuja. (Belt ym. 2002, 12.)



Kuva 1. Rakennekerrokset, (Pank ry 2017, 14)

### 3 KORJAUSTAVAN VALINTA

#### 3.1 Kuntoluokituksen määrittäminen

Teiden kuntoa seurataan ja mitataan inventoinneilla sekä mittauksilla. Saaduilla tuloksilla ne jaetaan viiteen eri luokkaan.

Palvelutasomittauksia (PTM) käytetään kuvaamaan tien pinnan kunnan ominaisuuksia. Urien syvyys ja asfaltin pinnan tasaisuus ovat käyttäjien kannalta tärkeimpiä ominaisuuksia, mutta pinnan tasaisuuden havainnointi ei ole yhtä selkeä kuin uraisuuden. (Väylä, [viitattu 10.9.2020].)

Taulukko 1. Taulukko kuntoluokituksesta.

Kuntoluokat nro 1-5	Tien kunto	Toimenpiteet/ ha- vainnot	Korjaustarpeet
5	Erittäin hyvä	Ei toimenpiteitä	Ei korjaustarpeita
4	Hyvä	Pientä kulumista	Ei korjaustarpeita
3	Tyydyttävä	Tarvitsee seurantaa	Yksittäisiä korjauksia
2	Huono	Halkeilua, reikiä	Vaatii korjauksia
1	Erittäin huono	Vaarallinen, välitön korjaus	Vaatii korjauksia

Tieverkoilla, joissa on vähän liikennettä, päällysteitä seurataan silmämääräisesti kartoituksilla. Koulutettujen kartoittajien arviot ovat pohjana, joilla määritellään korjaustoimenpiteet. Teitä ei kuitenkaan inventoida ja mitata vuosittain, mutta PTM mittauksia toteutetaan 1–2 vuoden välein. Vastaavasti päällysteitä kartoitetaan noin 3 vuoden välein. (Väylä, [viitattu 10.9.2020].)



### 3.2 Korjaustavat

Päällysteohjelmoinnin avulla korjauksia voidaan tehdä monella eri tavalla. Rahoilla, jotka ovat käytössä tien korjaukseen, pyritään saamaan jokaisessa kohteessa mahdollisimman paljon korjattua tiepituutta. Ympäristöä säästäviin innovaatioihin on päästy resurssien niukkuudella ja tehokkuusvaatimuksella. Tien liikennemäärät, ympäristötekijät, vauriot sekä edellinen päällyste vaikuttaa korjaustavan valintaan. (Väylä, [viitattu 10.9.2020].)

Yleisimpiä korjaustapoja:

- Uuden päällystekerroksen raaka-aineita ovat kiviaines ja bitumi. Asfaltti- päällysteen pinta- ja kesto-ominaisuuksiin vaikuttavat käytettävien raaka-aineiden ominaisuudet ja niiden keskinäinen suhde. (Väylä, [viitattu 10.9.2020].) Suunnittelijalle liikennekuorma ja päällystyshistoria kertoo, mikä päällyste soveltuu mihinkin paikkaan. Tierakenteen korjauksia voidaan tehdä päällysteen uusimisen yhteydessä, jonka jälkeen tie on uuden veroinen. (Väylä, [viitattu 10.9.2020].)
- Ympäristöystävällisyyden, edullisuuden sekä raaka-aineiden säästämisen kannalta uusiopäällyste on hyvä, koska se sisältää asfalttirouhetta, joka on vanhaa asfalttia. Ominaisuuksiltaan tuore uusiopäällyste näyttää ja käyttäytyy kuin uusi päällyste. (Väylä, [viitattu 10.9.2020].)
- Urapaikkaus voi kestää vähäliikenteisillä teillä kymmeniä vuosia. Ajoura vaikuttaa turvallisuuteen, ajomukavuuteen ja mikäli tiellä on syvät ajourat, vesiliirron riski kasvaa. Urapaikkaus on kustannustehokas tapa asfaltin korjaukseen ja sen avulla myös säästetään materiaaleja, koska urakorjauksessa päällystetään vain ajourien kohdat. (Väylä, [viitattu 10.9.2020].)
- Paikkaamisessa korjataan reiät ja halkeamat, jolla pystytään pitämään tie ajettavassa kunnossa ja siirtämään mahdollista raskaampaa korjausta myöhemmän ajankohtaan. Ajoissa tehdyn paikkauksen avulla vältetään reiän laajentuminen ja vältetään tien muuttuminen vaaralliseksi. Päällysteen paikkaus on ympäristöystävällistä ja kustannuksiltaan tehokas teiden korjauksiin. Tilapäispaikkauksilla joudutaan joskus korjaamaan reiät, mikäli sääolosuhteet eivät ole suotuisat, mutta hyvin tehdyt paikkaukset eivät välttämättä heikennä

ajotuntumaa. Vaurioihin ja olosuhteisiin on kehitetty erilaisia paikkausmenetelmiä, mutta ongelmana on kylmällä ja kostealla säällä tehdyt paikkaukset, jotka eivät kestä sääolosuhteiden ja liikenteen aiheuttamaa rasitusta, jolloin reikiä joudutaan paikkamaan uudelleen. (Väylä, [viitattu 10.9.2020].)

- Rakenteen parantaminen tehdään, kun on ongelmia rungossa ja joudutaan tekemään vahvistukset rakenteeseen, näin tekemällä vältetään vaurioiden uudelleen syntyminen. Kevyempänä vaihtoehtona rakenteen parantamiseen on teräsverkon käyttäminen päällysteen alla tai murskeen käyttö painumakohdissa. Raskaampi korjaustapa on rakennekerroksien vaihtaminen kokonaan, mutta rakenteen parantaminen vaatii yleensä suunnittelua/ tutkimuksia ja on kustannuksiltaan kallis. (Väylä, [viitattu 10.9.2020].)
- Joissain tapauksissa tie muutetaan takaisin soratieksi, mikäli päällyste on huonossa kunnossa ja liikennettä on vähän. Hyvä soratie parantaa turvallisuutta, ajomukavuutta ja on tien käyttäjille parempi vaihtoehto.

### 3.3 Teräsverkon käyttö tierakenteessa

Teräsverkkojen käytön tarkoitus on routanousuhalkeamien ja urautumisen estäminen. Tutkimuksissa on todettu, että teräsverkon käytöllä saadaan hidastettua tierakenteiden vaurioitumista. Teräsverkon käytön vaikutukset varsinkin heikosti kantavilla ja routivilla tieosuuksilla ovat osoittautuneet hyviksi. (Kanerva-Lehto 2009, Tiehallinnon selvityksiä, 70.)

Teräsverkon käytöllä tierakenteissa on todettu pidentäneen tierakenteen elinikää sekä huollon toimenpidevälejä. Teräsverkon käyttö tierakenteessa perustuu sen vetolujuuskestävyyteen sekä teräksen kykyyn vastustaa rakenteisiin syntyviä vaurioita. Teräsverkon käytöllä pystytään jakamaan liikennekuormaa ja roudan nostovoimaa koko tierakenteen alueelle. (Kanerva-Lehto 2009, Tiehallinnon selvityksiä, 70.)

Väylävirasto on 2/2019 tutkinut viideltä eri tiekohteelta teräsverkkojen ruostumista suolatuilla teillä, jotka olivat asennettu eripuolille Suomea. Verkkojen asennussyvyys sekä asennuksen ajankohta vaihtelivat vuosien 1998–2003 välisenä aikana. Väyläviraston tutkimuksissa mukana olleista teräsverkon asennuskohteista saatujen tulosten perusteella voidaan sanoa, että kaikki teräsverkot olivat ruosteessa,

mutta ruoste oli pintaruostetta. Pintaruosteen ei uskota vaikuttavan teräsverkon toimintaan millään tavalla. Tutkituissa teräsverkoissa osassa oli nähtävillä ohentumista, mutta langan paksuus oli siitäkin huolimatta vielä 4–4,5 mm. (Hiekkalahti, 2019 Väyläviraston tutkimuksia, 23-24.)

Tutkimuksissa teräsverkkonäyte, joka oli kantavassa rakenteessa, todettiin olevan samalla tavalla ruosteessa kuin muissa kerroksissa olleet teräkset. Teräsverkkoa ei ole aikaisemmin asennettu järjestelmällisesti kantavaan rakenteeseen ja sen vuoksi tähän tutkimukseen oli vaikea löytää kohdetta. Teräsverkkojen asennuksia tällä hetkellä kuitenkin suositaan asennettavaksi kantavaan kerrokseen. (Hiekkalahti, 2019 Väyläviraston tutkimuksia, 23-24.)

Tutkimuksessa mukana olevista näytteistä voidaan sanoa, että kaikki olivat vielä hyvässä kunnossa sekä todeta, että teräsverkot hoitavat tehtävänsä vielä tulevaisuudessakin. (Hiekkalahti, 2019 Väyläviraston tutkimuksia, 23-24.) Kuvassa 2. on esitetty verkotettu tieosuus.



Kuva 2. Verkotettu tieosuus (roadex, [viitattu 8.10.2020] verkkokuva.)

Teräsverkon käytön yksi etu on, että sillä voidaan estää myös tien leveneminen keivät kelirikon aikana. Mitoituslaskelmissa Odemarkin kaavalla teräsverkot sallivat 10–20 MPa kantavuuden lisääntymisen. (Roadex, [viitattu 8.10.2020] suunnittelu pysyviä muodonmuutoksia vastaan.)

### **3.4 Kuivauksen merkitys tien kunnossa pysymiseen**

Maanteiden kuivatuksen suunnittelu on osa tierakenteen suunnitelmaa. Kuivatuksen tehtävänä on pienentää routivuutta, poistaa vesi tien pinnoilta ja rakenteista, sekä parantaa kantavuutta. (Väylä, 2013 Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu, 10.) Kestävyyteen vaikuttaa suuresti kosteustila, joka tienrakenteessa vallitsee. Jäykkyyshuomiot riippuvat rakennusmateriaalien kosteustilasta, joka vaikuttaa myös materiaalien lämmönjohtavuuteen ja routakestävyyteen. Tien liikennekuormien kestävyyteen vaikuttaa myös pohjamaan vesipitoisuus ja tien pinnalla oleva

vesi. Toimivalla ja tehokkaalla kuivatuksella veden määrää pystytään vähentämään rakennekerroksissa, joka parantaa tien kestävyyttä. (Tammirinne, 2002. Tierakenteen suunnittelu ja mitoitus, 59-60).

Perustettaessa tietä on huomioitava minimikaltevuudet pituus- ja poikkisuunnassa, jotta ne eivät painumisen ja elämisen johdosta alitu. Huomioitavaa on myös se, että tienpinnan kuluminenkaan ei saa estää veden virtausta avo-ojiin tai aiheuttaa lamikoita. Pintakuivatuksen ollessa puutteellinen se aiheuttaa päällysteen kestoiän alentumisen, joka johtuu esimerkiksi sääolosuhteista. Käyttöiän alentumista tapahtuu myös sitomattomiin rakennekerrokseen pääsevistä vedestä halkeamien ja tien pientareiden kautta. (Tammirinne, 2002. Tierakenteen suunnittelu ja mitoitus, 59-60.)

Kuivauksella voidaan parantaa vanhan tierakenteen kuormituskestävyyttä ja samalla pienenee myös rajallisesti routanousu. Kyllästetyn maan routimiskerrointa arvioitaessa lisätään vesikalvoissa vallitseva imupaine pystykuormaksi, joka vaikuttaa routarajalla, kun kuivaustasoa alennetaan niin imupaine kasvaa. (Tammirinne, 2002. Tierakenteen suunnittelu ja mitoitus, 67.)

### 3.5 Asfaltti tyyppivalinta

Hyvällä suunnittelulla ja oikein tehdyillä pohjatöillä saadaan aikaan merkittäviä säästöjä korjaus- ja ylläpitokustannuksiin. Päällystettävän tien asfalttityyppi valitaan ominaisuuksien ja vaatimusten mukaan. (NCC, [viitattu 28.10.2020].) Taulukko 2. esimerkkejä yleistenteiden asfalttityypin valintaan.

Asfalttityypit:

- AB 8–11 soveltuu alueille, joilla ei ole raskasta liikennettä esim. jalkakäytävät ja kevyenliikenteen väylät. (Pank ry 2017, 37–68)
- 16–22 asfalttibetonia käytetään tien rakennekerrosten kulutuskerroksena. Käyttö soveltuu hyvin, kun KVL on alle 5000 autoa/d.  
ABS ja ABK käytetään kulutuskerroksen kantavankerroksen välissä, kun liikennemäärät ja kuormitukset ovat suuria. Bitumin valinnalla voidaan

myös vaikuttaa jäykkyyteen ja vedon kestävyys. (Pank ry 2017, 37–68)

- PAB-B 11–16 pehmeää asfalttibetonia käytetään vähäliikenteisillä teillä ja ominaisuuksiltaan se on kestävä ja joustava päällyste, joka pehmeytensä ansiosta mukautuu pohjan muutoksiin. (KVL max 2500 autoa/d) (Pank ry 2017, 37–68)
- PAB-V 16 käytetään kulutuskerroksessa, mutta ei sovellu raskaalle liikenteelle (KVL max 500 autoa/d), viskositeettiluokiteltu sideaine V1500 tai V3000. (Pank ry 2017, 37–68)
- SMA 16–22 kestävyytensä ansiosta soveltuu käytettäväksi vilkkaasti liikennöidyillä teillä, joka on ominaisuuksiltaan murskattu, karkea lähes tasarakeinen kiviaines ja muodostaa näin kivimastikksamfalin. (Pank ry 2017, 37–68)
- VA sisältää paljon sideainetta ja sen vuoksi sitä ei tarvitse tiivistää jyrämällä, mutta ominaisuuksiltaan se on liukas, ellei pintaa karhenneta kalliomurskeella. (Pank ry 2017, 37–68)
- AA 11–16 huokoinen rakenne, joka soveltuu pihuille ja kevyesti liikennöidyille kentille ja ominaisuutena sen huokoisen rakenteen ansiosta se päästää veden hyvin läpi, mutta vaatii hyvät pohjarakenteet. (Pank ry 2017, 37–68)

Taulukko 2. Esimerkkejä yleistenteiden asfalttityypin valintaan (Pank ry 2017, 109)

Liikennemäärä KVL(autoa/d)	A-B 8-11	A-B 16-22	PAB-B 11-16	PAB-V 16	SMA 16-22	VA	AA 11-16
>10 000					1		
5000-10 000		2			1		

2500-5000		1			2		
500-2500		1	2 )1				
250-500		2	1	2			
<250			2	1			3
Kevyt liikenne	1	3	2				
Levähdys ja pysäköinti-alueet	2	1	3				
1)kvi<1000 ajon/vrk							

## 4 KAAVATEIDEN KUNTOKARTOITUS

### 4.1 Kuntokartoituksen menetelmät

Vaurioinventointia tehtäessä se tehdään tarkasti ja kattavasti, niin se luo tien kunnon tarkastelulle systemaattisen pohjan. Kuntorekisterissä olevat tiedot kertovat päättäjille tien kunnon, sekä syyn päällysteen vaurioitumiseen. Vauriotiedot luovat lähtökohdan parantamistoimenpiteiden ohjelmoinnille. Yhdistäminen ura- ja tasaisuus rekisteriin se tuottaa informaatiota, jonka avulla pystytään tekemään mallit, joilla enustetaan tiestön kehitystä ja suunnitella tielle tehtävät toimenpiteet. (Tielaitos 1994, 7.)

Tiehallinnon vakiintunut menetelmä on visuaalinen havainnointi ja se tarkoittaa, että kaksi henkilöä ajaa autolla hitaasti inventoitavaa tietä. Auton kuljettaja luettelee havaitsemansa vauriot ja toinen henkilö kirjaa tiedot ylös. Tietokone, joka on liitetty auton matkamittariin, määrittää pituusmittauksen ja tierekisteriosoitteen automaattisesti, mutta sellainen inventointimenetelmä on kallis ja se ei ole laadukas. (Väylä, 2004 automaattinen päällystevaurio mittaus, 11.)

Automaattisen mittalaitteen avulla pystytään helpommin saamaan tietoa, jota tarvitaan eri toimijoiden välisessä yhteistyössä. Sijainti tiellä toiminto mahdollistaa sen, että vaurioita pystytään tarkastelemaan tarkasti sijainnin perusteella. Toimenpiteen tarve ja kiireellisyys pyritään selvittämään vauriotyyppin ja niistä johtuvien syiden avulla. Tie rakenteen kestävyuden arvioimiseen tarvitaan vaurioiden vakavuuden määrittäminen. Inventoinnissa kerätään ajoradalta poikkihalkeamat, pituushalkeamat, päällystesaumahalkeamat, verkkohalkeamat ja reiät/ purkaumat. Vauriosummaa laskettaessa lasketaan 100 metrin matkalta rekisteröityjen vauriotyyppien pituuden tai pinta-alan kertoimilla painotettu tulo. (Väylä, 2004 automaattinen päällystevaurio mittaus, 19-24.)

Tien pinnan kuvaaminen on yleisin lähestymistapa automaattisen vaurioiden mitaamiselle, jonka tarkoituksena on dokumentoida tiessä näkyvät vauriot. (Väylä, 2004 automaattinen päällystevaurio mittaus, 32.) Väyläviraston julkaisemassa 2.4.2019 kunnossapidon standarteissa sanotaan, että tarvittava teknologia on jo



olemassa, mutta standartit puuttuvat. Väylävirasto on tehnyt ehdotuksen yhtenäisiin standarteihin esimerkiksi, että konenäön opetusaineistoon merkitään kunnossapidon kannalta vaurioituneita alueita, sekä tärkeää olisi myös luoda yhteiset termit ja kriteerit. Konenäössä on tärkeää, että käytetään samanlaisia aakkosia sekä se, että erilaiset termit ymmärretään samalla tavalla. (Väylä, 2019. [viitattu 13.10.2020] teiden kunnossapidossa käytettävä konenäkö tarvitsee standartit.)

Lisäksi tarvitaan myös yhteiset metatiedot ja formaatit. Metatiedot saattavat sisältää dataa kuvausajasta, kuvaussuunnasta, kuvan laadusta ja kuvanottoaikan sijainnista, kun ne merkitään samalla tavalla, on metatietojen hyödyntäminen helpompaa. Metatietojen avulla pystytään myös päättelemään, jos konenäkö ei suoriudu tunnistustehtävästä hämäränä aikana. Tavoitteena on yhteinen hyöty ja myös se, että standartit helpottavat sekä parantavat yhteistyötä ja analyysitulosten vertailtavuutta. Tämän lisäksi palveluita on helpompi tuottaa ja kehittää. (Väylä, 2019. [viitattu 13.10.2020] teiden kunnossapidossa käytettävä konenäkö tarvitsee standartit.)

## **4.2 Avo-ojat kuivatuksen parantamiseen**

Tienkuivatukseseen käytetään yleensä sivuojia, mutta taajama-alueilla on kuitenkin pyrittävä välttämään alle 0,6 m:n sivuojien rakentamista. Sivuojien huolellinen suunnittelu on tärkeää, koska se vaikuttaa tien ulkonäköön, kunnossapitoon, liikenneturvallisuuteen ja luotettavaan toimintaan, kun vesimäärät tienkuivatuksessa ovat pieniä, suunnittelu keskittyy kustannuksiin ja uomien välillisiin vaikutusyhteyksiin, eikä ainoastaan koon määrittämiseen. Pihojen ja yksityistieliittymien ojavesiä voidaan ohjata reunakivillä tai ojapainanneilla. (Väylä, 2013 teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu, 53.)

Pintakuivatuksen voi hoitaa myös viemäröinnillä, mikäli esim. ulkonäkösyistä ei haluta käyttää avo-ojaa. Täyttömateriaalin ollessa vettä läpäisevää voidaan sillä tehostaa myös syväkuivatusta. Sadevesikaivot asennetaan pituussuunnassa niin, että se estää veden virtauksen tien yli. Halkaisijat sadevesikaivoissa ovat yleensä 800 mm ja riittävän lietepesän n. 300 l. Sadevesiputket asennetaan sellaiseen paikkaan, että kansistoista ja huoltotöistä ei ole haittaa liikenteelle. (Väylä, 2013 teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu, 61-64)

### 4.3 Havainnot kartoituksen yhteydessä

Kaavateiden kartoituksen ja kuntotutkimisen yhteydessä oli havaittavissa runsaasti halkeamia sekä routavaurioita asfaltin pinnassa. Päälyste reikiintyy sulamisvesien, jäätyneen ja liikenteen vaikutuksesta ja mikäli asfaltti on heikkoa tai haurasta ja siinä on halkeamia, vesi tunkeutuu asfaltin sisään ja jäätyy. Jäätyneenä vesi laajenee ja tekee asfalttiin reikiä, josta aiheutuu irronneita asfaltinpaloja ja ne tekevät tiestä vaarallisen tien käyttäjille ja aiheuttaa kustannuksia niin tien käyttäjille kuin ylläpitäjälle. Kuvat 3. ja 4. ahonkylän asuntoalueelta.



Kuva 3. Koulutie, Ahonkylä.



Kuva 4. Rinnetie, Ahonkylä.

Tien reunoilla oleva maa-aines estää sadeveden vapaan virtauksen avo-ojaan. Tielle muodostuu vesilammikoita, jotka imeytyvät tien rakennekerrokseen. Tien pientareen maa-ainekset tulee poistaa koneellisesti ja huolehtia niiden pois vieni. Maa-aineksien siirtäminen ainoastaan luiskaan aiheuttaa avo-ojien tukkeutumisen vesi-



sateella, kun maa-ainekset valuvat sateen voimasta avo-ojaan. Kuva 5. tienpientareesta, jossa maa-aines estää veden vapaan virtauksen avo-ojaan.



Kuva 5. Kuva maa-aineksesta tienpientareessa.

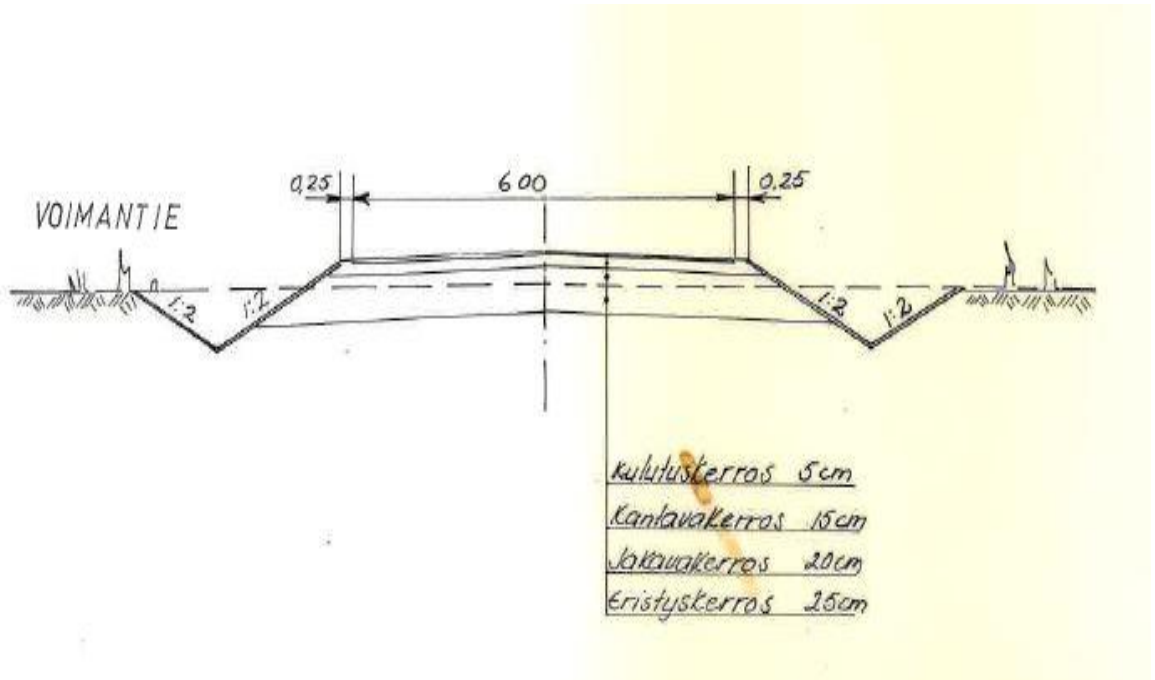
Tierakenteen routiminen tapahtuu yleensä alusrakenteessa. Tierakenne jäätyy tien poikkileikkauksen keskellä syvemmälle, reunoilla reunaosia suojaavan lumikerroksen vuoksi. (Jouko Belt ym. 2002, 22). Kuvassa 6. olevasta halkeamasta vesi pääsee rakenteeseen, joka aiheuttaa routavaurioita ja murtaa halkeamaa isommaksi.



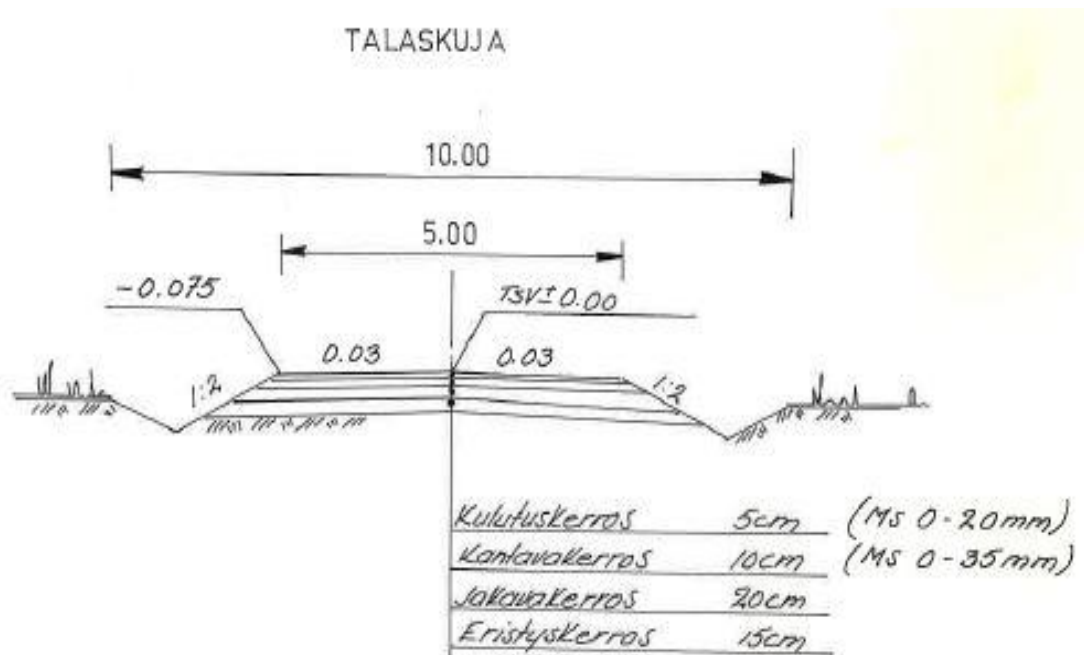
Kuva 6. Routavaurioita tierakenteessa.

Teiden rakennekerrokset 1970-luvulla. Kuvissa 7. ja 8. nähdään suunnitellut rakennekerrokset voimantiellä ja talaskujalla. 1970-luvulla suunniteltujen teiden kerrospaksuudet jäävät noin puoleen tämän päivän kerrospaksuuksista.





Kuva 7. Suunnitelma vuodelta 1975, Voimantie (Ilmajoen kunnanarkisto)



Kuva 8. Talaskuja rakennekerrokset (Ilmajoen kunnanarkisto)

#### 4.4 Suodatinkankaan käyttö tierakenteessa

Suodatinkankaan käyttö maanrakennuksessa ajoittuu 1970-luvun alkuun, jolloin sen käyttöä aloitettiin myös Suomessa. Suodatinkankaan käytöllä pidennetään tien käyttöikää sekä parannetaan tierakenteen lujuutta. Suodatinkangas eristää maa-ainekset toisistaan ja kangas päästää veden läpi, joten kankaan päälle ei synny vesitaskuja.

Suodatinkankaan päällä liikkuminen työkoneilla on kielletty. Mikäli suodatinkankaan päälle joudutaan kuitenkin menemään, niin levitetään vähintään 0,3 m:n kerros soraa tai mursketta suodatinkankaan päälle. Liikenteen ollessa raskasta, päälle levitettävä kerrospaksuus on vastaavasti vähintään 0,5 m. Suodatinkankaiden limitys on 0,5 m, jolla varmistetaan maa-aineksien erottamisen onnistuminen. (Tiehallinto, 2004 Penger ja kerrosrakenteet, 11.)

Suodatinkankaan valinta käyttökohteeseen tehdään alla olevan taulukon avulla:

Taulukko 3. Suodatinkankaan valintataulukko.

Pohjamaa	Rak. Olosuhteet	Täyttömateriaalin max.raekoko(dmax)[mm]			
		dmax<60	60<dmax<200	200<dmax<500	dmax>500
(Pehmeä Tv, Sa (Su<25KPa))	Normaalit	N3	N4	N5	N5
	Suotuisat	N3	N3	-	-
Kiinteä Sa (Su>25KPa), Si, Hk, Sr	Normaalit	N3	N3	N3	N4
	Suotuisat	N2	N2	-	-

Suotuisissa olosuhteissa yksi rakentamisolosuhte toteutuu ja täyttömateriaalin max raekoko on < 200 mm. (Tiehallinto, 2004 Penger ja kerrosrakenteet, 7.)

## **5 KARTOITETTUIJEN TEIDEN KORJAUS VAIHTOEHDOT**

### **5.1 Korjaustarpeet**

Tässä työssä tutkittavien Ilmajoen Ahonkylässä sijaitsevien korjattavien kaavateiden pituus on noin 10 km. Teiden kuntoluokka menee silmämääräisessä tutkimisessä luokkaan 2, koska tiet ovat kärsineet routavaurioita, painaumia, kohoumia sekä asfaltti on halkeillut kauttaaltaan.

Kerrospaksuuksien ollessa pienet ja kuivatuksen puuttuessa on nämä aiheuttanut pitkällä aikavälillä teiden kunnan huonontumisen. Vanhentunut ja halkeillut asfaltti on lisännyt korjausvelkaa omalta osaltaan, sekä huonontanut teitä entisestään.

### **5.2 Sekoitusjyrsintä**

Sekoitusjyrsinnässä asfalttia sekoitetaan tiessä olevan kantavan kerroksen kanssa, jonka paksuus on yleensä noin 50–200 mm. Sekoitusjyrsintä soveltuu vanhojen ja/tai kevyesti perustuttujen teiden korjaukseen/ parantamiseen. Sekoitusjyrsintä on hyvä vaihtoehto, kun tien pintaa ei voida nostaa tai kiviainekset ovat kaukana. (Väylä 2007, 14.)

### **5.3 Stabiloinnin lisääminen jyrsintään**

Stabiloinnin kilpailukyky on tutkimusten ja uusien menetelmien ansiosta parantunut. Stabilointi lisää kuormituskestävyyttä, parantaa tierakenteen muotoa ja vaurioita sekä vähentää myös routimisherkkyyttä. Stabilointijyrsintä on myös paikallasekoitusmenetelmä, mutta stabiloinnin yhteydessä lisätään sideaine. (Väylä 2007, 14.)



### **5.3.1 Bitumistabilointi**

Bitumistabiloinnin avulla saadaan joustava kerros, jonka avulla saadaan paremmin kestävä kerros, joka jakaa liikennekuormia paremmin kuin sitomattomana tehty kerros. Bitumistabiloinnissa pystytään tarvittaessa hyödyntämään tierakenteen vanha asfaltti, josta tulee yksi osa-aine korjaushankkeessa. (Väylä 2007, 16.)

### **5.3.2 Vaahtobitumistabilointi**

Vaahtobitumistabiloinnissa sekoitetaan kuumaan bitumiin vettä, jossa vesi höyrystyy nopeasti ja saa aikaan bitumin vaahtoutumisen. Vaahtoutunut aines sekoitetaan kylmään ja kosteaan kiveen, joka sitouttaa sen hienoainekseen. Oikean lämpötilan merkitys on suuri, että vaahtoutuminen onnistuu. (Väylä 2007, 16.)

### **5.3.3 Bitumiemulsiostabilointi**

Bitumiemulsiostabiloinnissa lisätään bitumi emulsiona kosteaan ja kylmään kiviainekseen, jossa bitumin osuus bitumiemulsiosta on noin 60–75 massaprosenttia. Emulsiossa vedessä oleva bitumi on pieninä pisaroina, joka murtuu kosketuksesta kiven kanssa ja näin tarttuu kivirakenteisiin. (Väylä 2007, 16–17.)

### **5.3.4 Remix-stabilointi**

Remix-stabiloinnissa vanha päällyste lämmitetään, jyrsitään ja mahdollinen uusi kiviaines lisätään sekä sekoitetaan vaahtotettu bitumi. Remix-stabiloidussa kerroksessa on hyvä sään ja liikenteen kuormien kestävyys. (Väylä 2007, 17.)

### **5.3.5 Komposiittistabilointi**

Komposiittistabilointi menetelmässä yhdistetään kaksi lisättävää sideainetta, joista pyritään saamaan molempien sideaineiden hyvät ominaisuudet. (Väylä 2007, 17.)

### **5.3.6 Masuunihiekkastabilointi**

Masuunihiekkastabilointi avulla sitoutuminen tapahtuu hitaammin ja tämä onkin otettava huomioon valittaessa stabilointi vaihtoehtoa. Masuunihiekka syntyy teollisuuden sivuaineena ja yhtenä osa-aineena voidaan tässä stabiloinnissa käyttää vanhaa jyrskyä asfalttia. (Väylä 2007, 18.)

### **5.3.7 Sementtistabilointi**

Sementtistabiloinnin avulla saavutetaan nopeasti kantavuus, jossa sekoitetaan sementtiä, vettä ja stabiloitava kiviaines, josta muodostuu sementtiliima. Sementtiliima sitoo kovettuessaan kiviaineet yhteen, mutta joustavuutta ei sementtistabiloinnissa ole. Sementtistabiloinnin yhtenä osa-aineena voidaan myös käyttää jyrskyä asfalttia. (Väylä 2007, 18.)

## **5.4 Rakennekerrosten kantavuudet Odemarkin menetelmällä**

Kuvassa 9. koulutien rakennekerrokset kuvattuna kesällä-2020.



Kuva 9. Koulutie kesä-2020

Odemarkin kaavaa kuva 10. käytettäessä lasketaan rakennekerrosten pinnalta tuotama kantavuus. Mitoituksessa on tarkoitus löytää ratkaisu, jolla rakenteen kokonaispaksuus on mahdollisimman ohut, mutta on kuitenkin kantava, kustannustehokas ja täyttää roudan vaatimukset.

$$E_p = \frac{E_A}{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 \cdot \left(\frac{h}{a}\right)^2}}\right) \frac{E_A}{E} + \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 \cdot \left(\frac{h}{a}\right)^2 \left(\frac{E}{E_A}\right)^{2/3}}}$$

Kuva 10. Odemarkin kaava kuormituskestävyyden mitoitukseen.

Mitoitettavan kerroksen päältä saavutettava kantavuus Odemarkin kaavalla

Missä:

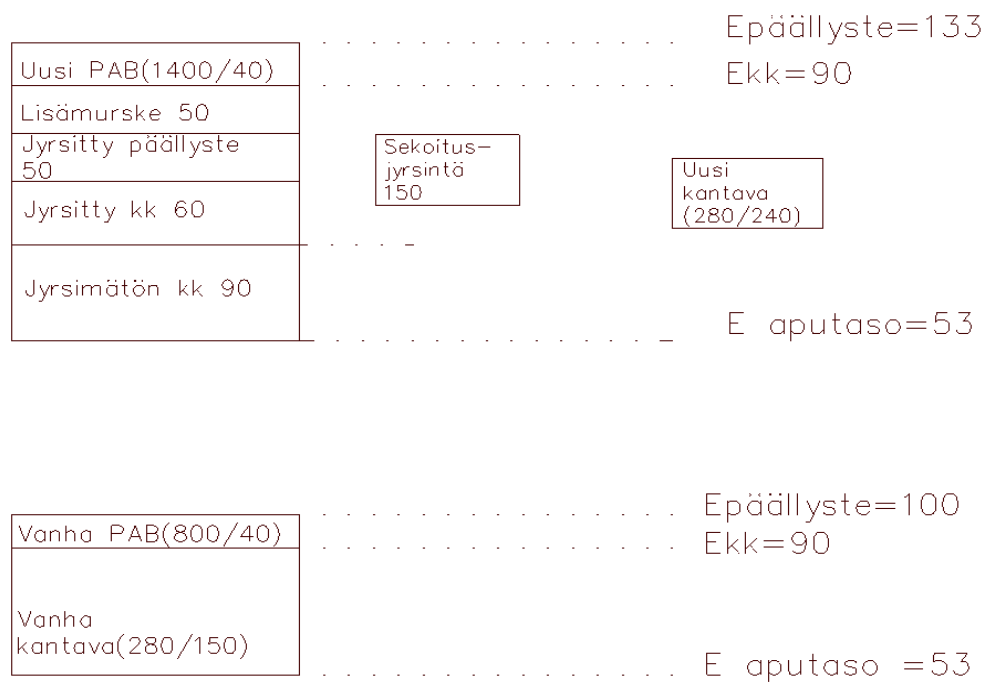
$E_A$	mitoitettavan kerroksen alta saavutettu kantavuus (MPa)
$E_P$	mitoitettavan kerroksen päältä saavutettava kantavuus (MPa)
$E$	mitoitettavan kerroksen E-moduuli (MPa)
$h$	mitoitettavan kerroksen paksuus (m)

#### 5.4.1 Aputason hyödyntäminen laskelmassa

Aputason kantavuuden hyödyntäminen laskelmissa, kun mitoitetaan sekoitusjyrsintää. Moduuli 800 MN/m<sup>2</sup>, kun aputaso on päällysteen alapinnan alapuolella 150 mm ja vanhan päällysteen moduuli on 800 MN/m<sup>2</sup>. PAB päällyste, jonka vauriosumma on yli 40 m<sup>2</sup>. Taulukossa 4. Sekoitusjyrsinnän mitoituksessa käytettävä aputason kantavuus taulukko. Kuva 11. Esimerkkikuva aputason käytöstä laskennassa. (Väylä, 2005 Rakenteen parantamisen suunnittelu, 90.)

Taulukko 4. Sekoitusjyrsinnän mitoituksessa käytettävä aputason kantavuus taulukko (Väylä, rakenteen parantamisen suunnittelu taulukko A. 1.)

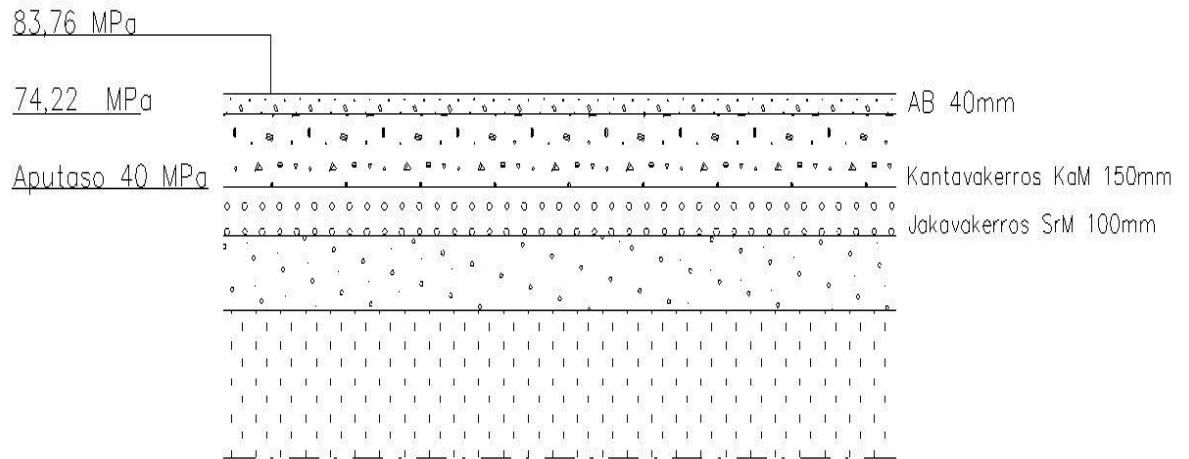
Päällysteen	Vanhan rakenteen kevätkantavuus MN/m <sup>2</sup> , valitaan lähin arvo														
Paksuus mm	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	
	<b>Sitomattoman kantavan moduuli 280 MN/m<sup>2</sup></b>														
40	40	45	53	61	69	79	88	98	108	118	129	141	152	164	
50	37	43	48	56	65	73	82	92	102	112	123	133	145	157	
60	35	40	45	52	60	68	76	86	95	105	115	126	136	148	
70	32	37	42	47	54	62	70	79	88	97	107	117	128	139	
80	29	34	39	43	49	56	64	72	81	90	99	109	119	129	
90	27	31	36	40	45	51	58	66	74	82	91	100	110	120	
100	24	29	33	37	42	46	53	60	67	75	83	92	101	110	
	<b>Sitomattoman kantavan moduuli 200 MN/m<sup>2</sup></b>														
40	43	52	61	70	81	91	102	114	126	139	153	166	181	196	
50	39	47	56	65	75	85	96	107	119	131	144	158	172	186	
60	35	43	51	60	69	79	89	100	111	123	135	148	161	175	
70	32	38	46	54	63	72	82	92	102	114	125	138	150	164	
80	29	31	37	44	51	59	67	76	86	96	106	117	129	141	
90	27	31	37	44	51	59	67	76	86	96	106	117	129	141	
100	24	29	33	39	46	53	61	69	78	87	97	107	118	129	



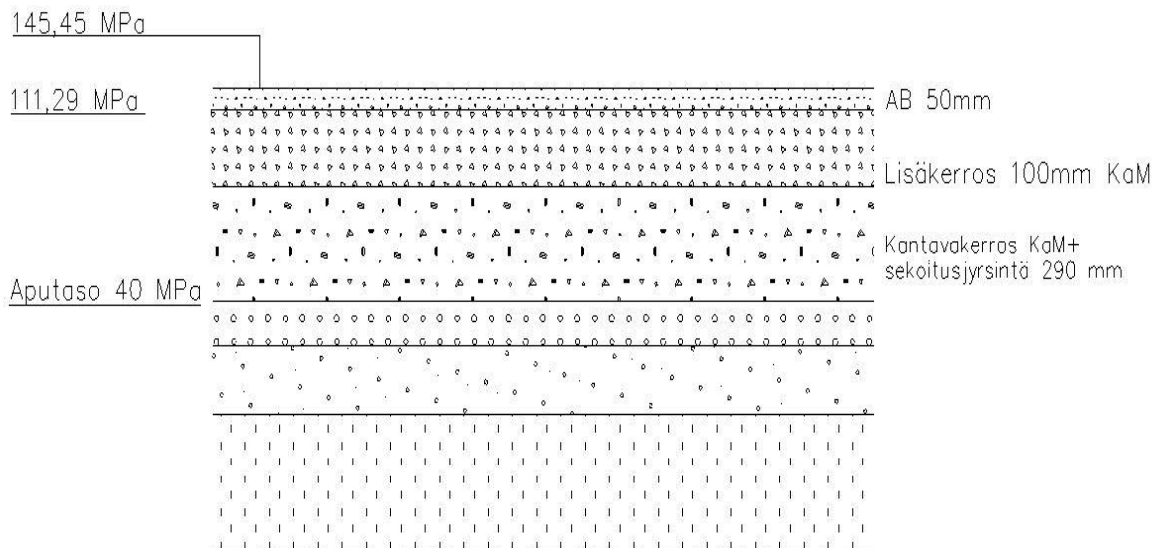
Kuva 11. Esimerkkikuva aputason käytöstä laskennassa. (Väylä, rakenteen parantamisen suunnittelu, 43[viitattu 20.8.2020].)

#### 5.4.2 Kantavuus laskelma

Kuva 12. koulutien kantavuuslaskelma ennen jyrsintää ja murskelisäkerrosta. Kuva 13. jyrsinnän, lisämurskekerroksen ja uuden asfalttibetonin kerroksen jälkeen.



Kuva 12. Odemarkin kaavalla laskettu koulutien kantavuus.



Kuva 13. Odemarkin kaavalla laskettu koulutien kantavuus jyrsinnan jälkeen.

Laskennassa on käytetty oletuksena aputason kantavuutta  $40 \text{ MN/m}^2$ . Tien kantavuus parantuu  $61,69 \text{ MPa}$ , kun tie jyrsitään, asennetaan lisämurskekerros ja asfaltoidaan uudelleen.

Kuormitusluokan 0,4 päällysteen vähimmäispaksuudet ja tavoitekantavuudet. Kuormitusluokkaa 0,4 käytetään, kun korjattu kaista on KKL 20 vuotta ja se vastaa 150–600 ajon/d molemmat suunnat. Taulukko 6. kuormitusluokat ja päällysteen vähimmäispaksuudet.

Taulukko 5. Kuormitusluokan ja päällysteen vähimmäispaksuudet. (Tietoa tiesuunnitteluun nro 73, 5)

KKL-Luokka	0,4 PAB-V	0,4PAB-B	0,4AB
Tavoite päällysteen päältä	145 MPa	165 MPa	170 MPa
Päällysteen paksuus	40mm	40mm	40mm
Tavoite kantavan päältä	130 MPa	145MPa	145MPa
Kantavan laatu	M, MHST, BST	M, MHST, BST	M, MHST, BST



## 6 YHTEENVETO

Korjausalueet on jaettu kolmeen eri alueeseen, joilla jaetaan teiden kustannukset ja korjaukset usealle eri vuodelle. Laskelmissa on huomioitu kaivinkonetyön kapasiteetti kaivuutyössä 60 m<sup>3</sup>/rtr/h ja kapasiteetti täyttötyössä 167 m<sup>3</sup>/rtr/h. Kuorma-auton kapasiteetti 35 m<sup>3</sup>/itd/h maan pois kuljetukseen. Rakennusammattimiehen (RAM) tuntihinta on 26,96 €/h alv 0 % ja rakennusapumiehen (RM) tuntihinta on 18,24 €/h alv 0 % laskelmassa olevat tuntihinnat sisältävät sosiaalikulut.

Korjausmenetelmänä ovat stabilointi, sekoitusjyrsintä tai massan vaihto. Todennäköisesti budjetin riittämättömyys estää massan vaihdon sen kalleuden vuoksi. Parantamisessa otetaan huomioon korjaustyön budjetti, jota käytetään lähtötietona korjaukselle.

Ahonmäen asuntoalueen teiden korjauksen kustannustehokkain tapa on asfaltin jyrsintä, johon on lisätty kalliomurske (0–32 mm) noin 100 mm. Jyrsintä on ympäristöystävällinen, koska vanha asfaltti jyrsitään uuden pinnoitteen mukaan ja hyödynnetään korjaushankkeessa. Teräsverkon käyttäminen tien korjaushankkeessa lisää tien kantavuutta ja estää tien routavaurioita. Teräksen käytön hyvä puoli on sen hyvä vetolujuuskestävyys, joka tutkitusti estää halkeilua ja pidentää huoltoväliä.

Avo-ojien vaihtoehtona asuntoalueella on myös sadevesijärjestelmän tekeminen. Sadevesijärjestelmä tekeminen myös mahdollistaa turvallisemman ympäristön asuinalueelle, jolloin ojan tilalle tehdään painanne, jonka pohjalle asennetaan ritiläkansilla varustetut kaivot. Kaivojen välillä kulkevien putkien halkaisija määritetään sadevesi määrien mukaan. Maasto muotoillaan ympärillä niin, että sadevedet menevät esteettömästi kaivoihin. Sadevesi järjestelmän asennus on pitkällä aikavälillä edullisempi, sen toimintavarmuuden ja huoltovälien vuoksi.

## 7 POHDINTA

Työn tarkoituksena oli tutkia Ilmajoen kunnan kaavateiden korjaustarpeita. Kuntoluokituksen numeroinneilla tiet menivät suurimmalta osaltaan kuntoluokkaan kaksi.

Kiertäessä teitä läpi, teissä oli havaittavissa routaheittoja mm. tien alittavien rumpujen kohdilla sekä halkeilua asfaltissa. Työssä on tuotu esille mahdollisia korjaustoimenpiteitä, joilla kaavateiden kuntoa saataisiin parannettua kustannustehokkaasti.

Tutkittaessa kunnan arkistoja huomattiin, että suurimmasta osasta 1970–1980-luvulla tehdyistä teistä puuttuivat salaojat ja teiden kerrospaksuudet olivat noin puolet tämän päivän vaatimuksista. Salaojien käyttöön ei 1970 ja 1980-luvulla kiinnitetty huomiota ja näin ollen ei niitä myöskään suunniteltu teitä perustettaessa. Kerrospaksuuksien katsottiin myös olevan riittävät sen ajan liikennekuormien kantamiseen.

Tämän työn tekijän mielestä tärkein on aloittaa teiden korjaus Ahonkylän asuntoalueen kaavateistä niiden heikon kunnon vuoksi. On myös tärkeää, että korjaussuunnitelmaa tehtäessä suunnittelijaa edellytetään tutustumaan korjauskohteeseen myös paikan päällä ja osallistumaan työmaapalaveriiniin. Osallistumisella varmistetaan, että tilaaja saa tilaamalleen tienparannus hankkeelle vastinetta ja mahdollisten ongelmien ratkaisemiseen osallistuu myös suunnittelija oman näkökantansa kanssa.

Yleisesti voidaan todeta, että teiden kuntotason huonontuminen on tapahtunut pitkällä aikavälillä. Teiden korjausrahoituksen pientyminen ajan saatossa ja korjauskustannusten vastaavasti noustessa, on tiestö mennyt huonoon kuntoon. Liikennemäärien kasvaessa jo valmiiksi huonoilla teillä teiden tilanne on pahentunut entisestään.

## LÄHTEET

- Belt, J., Lämsä, V-P., Savolainen, M. & Ehrola, E. 2002. Tierakenteen vaurioituminen ja tiestön kunto. [PDF-tiedosto]. Tiehallinnon selvityksiä. [Viitattu 3.10.2020]. Saatavilla: <https://julkaisut.vayla.fi/pdf/3200747.pdf>
- Hiekkalahti, A. 2019. Teräsverkkojen ruostuminen suolatuilla teillä. [PDF-tiedosto]. Väyläviraston tutkimuksia. [Viitattu 3.10.2020]. Saatavilla: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vt\\_2019-02\\_terasverkkojen\\_ruostuminen\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vt_2019-02_terasverkkojen_ruostuminen_web.pdf)
- NCC. Ei päiväystä. Tietoa asfaltista. [Verkkosivut]. [Viitattu 28.10.2020]. Saatavilla: [https://www.ncc.fi/tarjontamme/asfaltti/tietoa-asfaltista/?qclid=Cj0KCQjwreT8BRDTARIsAJLI0KI5NY51Y\\_LHhScSz-NcqpdHW2Y58XPXuFKk0xb9-7tUIROQoy0BTbQaAvvjEALw\\_wcB](https://www.ncc.fi/tarjontamme/asfaltti/tietoa-asfaltista/?qclid=Cj0KCQjwreT8BRDTARIsAJLI0KI5NY51Y_LHhScSz-NcqpdHW2Y58XPXuFKk0xb9-7tUIROQoy0BTbQaAvvjEALw_wcB)
- Kanerva-Lehto, H. 2009. Teräsverkkojen käyttö tierakenteessa. [PDF-tiedosto]. Tiehallinnon selvityksiä. [Viitattu 3.10.2020]. Saatavilla: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf2/3201134-v-terasverkkojen\\_kaytto.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf2/3201134-v-terasverkkojen_kaytto.pdf)
- Päällystealan neuvottelukunta PANK ry. 2017. Asfalttinormit. Kuula, P. Painos 1. Helsinki: Rakennustieto oy
- Roadex. Ei päiväystä. Suunnittelu pysyviä muodonmuutoksia vastaan. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 8.10.2020]. Saatavilla: <https://www.roadex.org/fi/e-learning/kursit/pysyvat-muodonmuutokset/7-suunnittelu-pysyvia-muodonmuutoksia-vastaan/>
- Tammirinne, M. 2002. Tierakenteen suunnittelu ja mitoitus. [PDF-tiedosto]. Tiehallinnon selvityksiä. [Viitattu 3.10.2020]. Saatavilla: <https://julkaisut.vayla.fi/pdf/3200741.pdf>
- Tiehallinto. 2005. Rakenteen parantamisen suunnittelu. [PDF-Tiedosto]. Suunnitteluvaiheen ohjaus. [Viitattu 20.8.2020]. Saatavilla: <https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2100035-v-05rakentparantsuun.pdf>.
- Tiehallinto. 2004. Penger- ja kerrosrakenteet, kohta 4450 suodatinkankaat. [PDF-Tiedosto]. Tienrakennushankkeen yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset. [Viitattu 15.10.2020]. Saatavilla: <https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2200017-v-04tylt4450suodatinkankaat.pdf>
- Tiehallinto. 2004. Päällystettyjen teiden vauriomittauksen kehittäminen. [PDF-Tiedosto]. Automaattinen päällystevaurioiden mittaaminen. [Viitattu 12.10.2020]. Saatavilla: <https://julkaisut.vayla.fi/pdf/3200902-vautompaallvaurmitt.pdf>

- Tielaitos. 1994. Päälystevaurioiden inventointiohje. [PDF-Tiedosto]. Inventointiohje. [Viitattu 12.10.2020]. Saatavilla:[https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/171073/0792\\_paallystevaurioiden\\_inventointiohje.pdf](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/171073/0792_paallystevaurioiden_inventointiohje.pdf)
- Väylävirasto. Ei päivystä. Kunnossapito. [Verkkosivu]. [Viitattu 10.9.2020]. Saatavilla: <https://vayla.fi/kunnossapito/tieverkon-kunnossapito/tien-kunnon-arviointi>
- Väylävirasto. 2020. Hankinnan toimintalinjat. [PDF-tiedosto]. Väyläviraston julkaisu. [Viitattu 3.10.2020]. Saatavilla:[https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj\\_2020-07\\_hankinnan\\_toimintalinjat\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj_2020-07_hankinnan_toimintalinjat_web.pdf)
- Väylävirasto. 2004. Tierakenteen suunnittelu. [PDF-Tiedosto]. Suunnitteluvaiheen ohjaus. [Viitattu 4.10.2020]. Saatavilla:<https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2100029-v-04tierakenteensuunn.pdf>
- Väylävirasto. 2007. Päälysrakenteen stabilointi. [PDF-Tiedosto]. Suunnitteluvaiheen ohjaus. [Viitattu 6.10.2020]. Saatavilla: [https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2100055-v-07paallysrakenteen\\_stabilointi.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2100055-v-07paallysrakenteen_stabilointi.pdf)
- Väylävirasto. 2013. Liikenneviraston ohjeita. [PDF-Tiedosto]. Teiden ja ratojen kiuvahtuksen suunnittelu. [Viitattu 14.10.2020]. Saatavilla: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo\\_2013-05\\_teiden\\_ja\\_ratojen\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo_2013-05_teiden_ja_ratojen_web.pdf)
- Väylävirasto. 2019. Teiden kunnossapidossa käytettävä konenäkö tarvitsee standardit. [Verkkosivu]. Väylävirasto Helsinki. [Viitattu 13.10.2020]. Saatavilla: <https://vayla.fi/-/teiden-kunnossapidossa-kaytettava-konenako-tarvitsee-standardit>

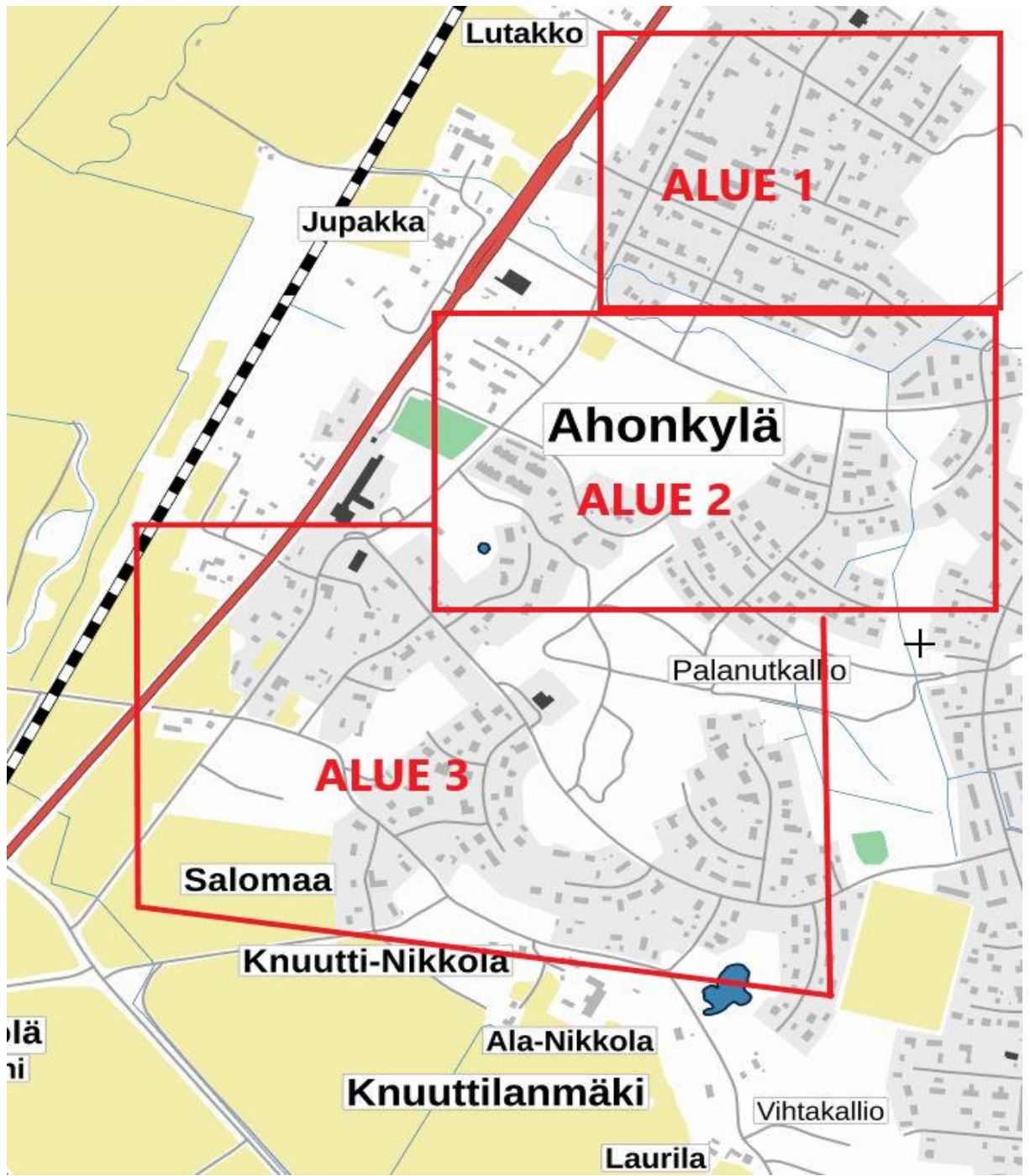
## LIITTEET

Liite 1. Kartta ahonkylän asuntoalueen korjattavista alueista

Liite 2. Kustannus laskelma alue 1 ja 2

Liite 3. Kustannus laskelma alue 3

## Liite 1. Kartta ahonkylän asuntoalueen korjattavista alueista



## Liite 2. Kustannus laskelma alue 1 ja 2

### KUSTANNUKSET ALUE 1

Korjattava pituus 2650 m leveys 6 m

Kaivinkonetyö	Täyttötyö 52 h	70€/h	3 600 €
	Kaivuutyö 142 h	70€/h	9 900 €
Kuorma-auto	Kuljetus 128 h	60€/h	7 700 €
Salaojaputki YP 160 mm	5300 m	13€/ m	69 000 €
Rumpuputki 400 mm	18 kpl	265€/ 6m	4 600 €
Hulevesikaivot	50 kpl	13kpl/ tv	18 000 €
8-16 mm singeli	3340 tonnia	6,90€/tonni	23 000 €
0-32 mm KAM	2432 tonnia	6,10€/tonni	14 800 €
Asfaltinjyrsintä	15 900 m2	2,95€/m2	46 900 €
Asfalttibetoni uusi	15 900 m2	8€/m2	127 000 €
Työnjohto/ suunnitelmat		4 % kustannuksista	14 200 €
Miestyötunnit	720 h	yht.45,20 €/h	32 500 €
		ALV 0%	371 200 €
		ALV 24%	88 800 €
		YHT.	460 000 €

### KUSTANNUKSET ALUE 2

Korjattava pituus 3500 m leveys 6 m

Kaivinkonetyö	Täyttötyö 68h	70€/ h	4 760 €
	Kaivuutyö 188 h	70€/ h	13 160 €
Kuorma-auto	Kuljetus 168 h	60€/ h	10 000 €
Salaojaputki YP 160 mm	7000 m	13€/ m	91 000 €
Rumpuputki 400 mm	12kpl	265€/ 6m	3 200 €
Hulevesikaivot	66kpl	360€/ kpl	23 700 €
8-16 mm singeli	4400 tonnia	6,90€/ tonni	30 000 €
0-32 mm KAM	3213 tonnia	6,10€/ tonni	3 200 €
Asfaltinjyrsintä	21 000 m2	2,95€/m2	46 900 €
Asfalttibetoni uusi	21 000 m2	8€/m2	127 000 €
Työnjohto/ suunnitelmat		4 % kustannuksista	16 000 €
Miestyötunnit	923 h	yht.45,20 €/h	32 500 €
		ALV 0%	417 800 €
		ALV 24%	99 200 €
		YHT.	518 000 €



### Liite 3. Kustannus laskelma alue 3

#### KUSTANNUKSET ALUE 3

Korjattava pituus 2540 m leveys 6 m

Kaivinkonetyö	Täyttötyö 50 h	70€/ h	3 500 €
	Kaivuutyö 136 h	70€/ h	9 500 €
Kuorma-auto	Kuljetus 120 h	60€/ h	7 200 €
Salaojaputki YP 160 mm	5080 m	13€/ m	66 000 €
Rumpuputki 400 mm	20 kpl	265€/ 6m	5 300 €
Hulevesikaivot	47 kpl	360€/ kpl	16 900 €
8-16 mm singeli	3200 tonnia	6,90€/ tonni	22 000 €
0-32 mm KAM	2331 tonnia	6,10€/ tonni	14 200 €
Asfaltinjyrsintä	15240 m2	2,95€/m2	44 900 €
Asfalttibetoni uusi	15240 m2	8€/m2	121 000 €
Työnjohto/ suunnitelmat		4 % kustannuksista	13 600 €
Miestyötunnit	686 h	yht.45,20 €/h	31 000 €
		ALV 0%	355 000 €
		ALV 24%	85 000 €
		YHT.	440 000 €