

Alexi Anttila

Tien vauriotyypit ja korjausmenetelmät

Tien vauriotyypit ja korjausmenetelmät

Alexi Anttila
Opinnäytetyö
Kevät 2019
Yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Insinööri, Yhdyskuntatekniikka

Tekijä(t): Aleksi Anttila

Opinnäytetyön nimi suomeksi: Tien vauriotyypit ja korjausmenetelmät

Opinnäytetyön nimi englanniksi:

Työn ohjaaja(t): Vesa Kallio

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2019

Sivumäärä: 40

Suomen tieverkon kunto on huonontunut viime vuosien aikana huonon rahoituksen vuoksi. Tieverkko on merkittävä henkilöliikenteelle sekä elinkeinoelämän kuljetuksille. Teiden korjaustarve määritellään niiden palveluarvon sekä vaurioitumisen nopeuden perusteella. Teiden korjaamiseen on käytössä useita eri menetelmiä, jotka valitaan tapauskohtaisesti.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä Suomen tieverkon nykytilaan ja toimenpiteisiin, joita käytetään tieverkon ylläpitämiseen. Lisäksi työssä esitettiin esimerkkitapauksen avulla tien rakenteen parantaminen käytännön näkökulmasta. Esimerkkikohteena oli valtatie 21:n parantaminen välillä Kolari–Muonio.

Valtatie 21 on tärkeä kuljetusreitti, ja sillä on myös matkailutien status. Valtatie 21:n rakennetta parannettiin neljällä erilaisella korjausmenetelmällä, lisäksi tietä levennettiin. Työssä perehdyttiin kohteeseen tehtyihin parannustoimenpiteisiin sekä havainnoitiin korjaustöitä. Toimenpiteiden avulla saatiin parannettua tien routivaa rakennetta sekä lisättyä liikenneturvallisuutta. Tärkeimpänä havaintona esiin tuli pohjarakenteiden laadun vaikutus päällysteeseen.

Asiasanat: vaurio, tieverkko, sekoitusjyrsintä, massanvaihto, päällyste

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering

Author(s): Aleksi Anttila

Title of thesis: Road Damage Types and Fixing Methods

Supervisor(s): Vesa Kallio OUAS

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2019

Pages: 40

The condition of Finnish road network has decreased during the last years. The current condition of the road network is mostly caused by deficient financing. Roads are an important part of Finnish traffic and industrial transportation. The need for maintenance of roads is defined by road classes and how fast the condition of the road is decreasing. There are several different measures to improve the road structure which are chosen case by case.

The aim of this thesis was to study the current state of Finnish road network and the actions that are done for maintaining it. Another aim was to present a road structural improvement in a practical perspective by using an example case. The case was from highway 21 Kolari–Muonio.

Highway 21 is important for industrial transportation and it also has a travel road status. Four different structural improvement measures were done on highway 21 site, additionally road broadening was also done on site of highway 21. The improvements that were done on the site reduced frosting and added road safety. The most important finding was the base structures impact to the quality of the road surface.

Keywords: structure, road network, damage, road milling

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	6
2 SUOMEN TIEVERKKO	7
2.1 Tieverkko Suomessa	7
2.2 Tiestön kunto Suomessa	8
3 TIEN RAKENTEEN PARANTAMINEN	9
3.1 Kuormituskestävyyden parantaminen päällystetyillä teillä	9
3.2 Päällysteen pinnan kunnan mittaus	10
3.3 Tierakenteen vauriotyypit	13
3.4 Tien rakenteen parantamiskeinot	15
4 VALTATIE 21:N PARANTAMINEN VÄLILLÄ KOLARI–MUONIO	21
4.1 Valtatie 21	21
4.2 Perusparannustyömaan kuvaus	22
4.3 Tierakenteen kantavuuden lisäys	23
4.4 Teräsverkkojen asennus	27
4.5 Massanvaihdot ja rumpukiilat	29
4.6 Sidottujen kerrosten lisäys	34
4.7 Korjaustoimenpiteiden vaikutukset	37
5 YHTEENVETO	38
LÄHTEET	39

1 JOHDANTO

Valtateillä on merkittävä rooli päivittäiselle liikkumiselle sekä Suomen elinkeinoelämän kuljetuksille. Valtaosa liikenteestä sijoittuu valtateille, mutta myös alempiluokkaiset tiet ovat tärkeä osa Suomen tieverkkoa.

Suomen tieverkolla on paljon korjausvelkaa, ja korjaamiseen käytettävät varat ovat rajalliset. Teiden korjaustarve määritetään liikennemäärien ja tien pääoma-arvon perusteella. Pääosa korjauksista kohdistuu valtavyylille, jolloin alempiluokkaiset tiet jäävät vähemmälle huomiolle. Korjausmenetelmiä on olemassa lukuisia ja tiestölle valitaan aina tapauskohtaisesti sopivin menetelmä.

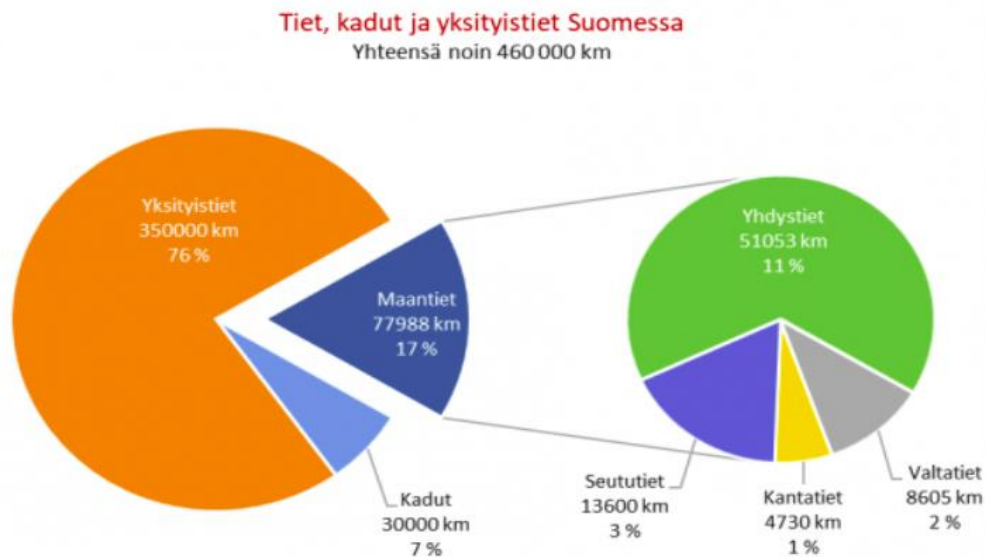
Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia Suomen tieverkon kuntoa ja menetelmiä, joita sen ylläpitoon ja korjaukseen käytetään. Esimerkkinä työssä käytetään vuonna 2018 suoritettua valtatie 21:n parantamishanketta välillä Kolari–Muonio välillä. Kohde sopi hyvin esimerkiksi, koska tie on tärkeä osa Suomen tieverkkoa ja kohteessa suoritettiin kesällä 2018 useita parantamistoimenpiteitä.

Työn alussa käydään läpi tieverkolla esiintyvät vauriot ja syyt niiden syntymiselle. Lisäksi perehdytään yleisimmin käytössä oleviin menetelmiin, joita käytetään tien rakenteen parantamiseen ja kunnan ylläpitämiseen. Työssä kuvataan esimerkki-kohteen parannustöiden vaiheet ja havainnoidaan niiden sujumista.

2 SUOMEN TIEVERKKO

2.1 Tieverkko Suomessa

Suomen tieverkon pituus on kokonaisuudessaan noin 454 000 kilometriä, johon sisältyvät maantiet, kadut ja yksityistiet. Yksityis- ja metsäautoteiden osuus tästä on noin 350 000 kilometriä. Liikennevirasto vastaa 78 000 kilometrin pituisesta yleisestä tieverkosta, josta noin 50 000 kilometriä on päällystettyjä teitä ja loput ovat sorapintaisia. Päällystetyistä teistä noin 5200 km on kevyen liikenteen väyliä. Katuja Suomen tieverkossa on noin 30 000 kilometriä. Yli puolet tieverkosta kuuluu alimpaan hoitoluokkaan. (Tieverkko. 2018.) (Kuva 1.)



KUVA 1. Tiet, kadut ja yksityistiet Suomessa (Tietietoa. 2017)

Maantiellä tapahtuva henkilöautoliikenne kattaa suurimman osan henkilöliikenteestä. Tieverkko muodostaa pohjan Suomen elinkeinoelämän toiminnalle, sillä 67% tavarakuljetuksista toteutetaan maanteitse. Liikenneturvallisuus on kehittynyt vuosien saatossa parempaan suuntaan. Suurin osa liikenneonnettomuuksista tapahtuu henkilöautoilla. (Tietietoa. 2017.)

Elinkeinoelämän kuljetusten osalta koko tieverkko on tärkeässä roolissa aina alimman tieluokan teistä valtateihin. Suurin osa kaikista kuljetuksista tapahtuu pääteillä. Alemmalla tieverkolla on myös merkittävä rooli elinkeinoelämän kuljetuksissa. Suurin osa puun kuljetuksista tapahtuu valtateitä pitkin, mutta lähtökohdaisesti puu kuljetetaan metsistä, jolloin alemmaluokkaiset tiet kuuluvat kuljetusreittiin. (Elinkeinoelämän kuljetukset tieverkolla volyyymi- ja arvoanalyysi. 2017.)

2.2 Tiestön kunto Suomessa

Suomen ilmasto on rankka johtuen isoista lämpötilan vaihteluista. Routa ja vesi vaurioittavat tien rakenteita. Suomen viennille tärkeät raskaat kuljetukset luovat oman rasituksen tieverkolle. Suomen rakennettu tieverkko lähestyy laskennallisen käyttöikänsä loppua. Suurin osa Suomen teistä on rakennettu sotavuosien jälkeen, eivätkä vanhojen teiden rakenteet ole nykyisten normien mukaisia. Tämä kaikki yhdessä selittää tiestön huonon kunnon varsinkin alemmaluokkaisilla teillä. (Miksi Suomen tieverkko rapistuu käsiin. 2017.)

Suomen tiestön kunto on päässyt rapistumaan huonoon kuntoon rahoitusvajeen seurauksena. Suomen väyläverkolla on tällä hetkellä korjausvelkaa noin 2,5 miljardia euroa. Se on siis rahasumma, joka tarvittaisiin väyläverkon saattamiseksi nykyisiä tarpeita vastaavaan kuntoon. Liikenneväylien korjausvelkaohjelmassa Vuosille 2016-2018 myönnettiin 600 miljoonaa euroa lisärahoitusta korjausvelan vähentämiseksi. Rahoituksen avulla on saatu kunnostettua Suomen tieverkkoa hyvin, mutta korjausta vaativa kohteita on jäänyt kunnostustoimenpiteistä huolimatta jäljelle. (Liikenneväylien korjausvelkaohjelma 2016–2018. 2017.)

Valtion hallinnoimilla päällystetyillä teillä on erikseen määritetty ylläpitoluokka tien merkityksen mukaan. Ylläpitoluokitusta käytetään apuna päällystämiseen käytettävien resurssien priorisoinnissa silloin, kun korjaamiseen käytettävät varat ovat rajalliset. Turvallinen liikennöinti turvataan joka tapauksessa koko tieverkolla, mutta painopiste päällysteiden korjaustoimenpiteille on vilkasliikenteisillä teillä. Vähäliikenteisiä tieosuuksia korjataan mahdollisuuksien mukaan. (Korjausten kohdentaminen. 2019.)

3 TIEN RAKENTEEN PARANTAMINEN

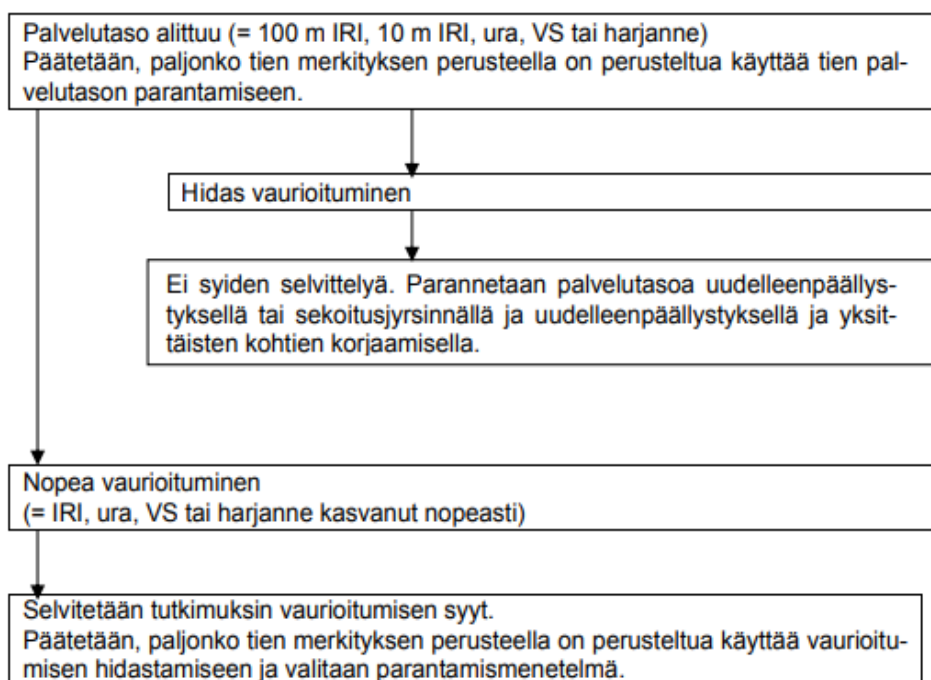
3.1 Kuormituskestävyyden parantaminen päällystetyillä teillä

Tien kantavuutta on tarpeen lisätä, kun raskaan liikenteen määrä kasvaa ja tien merkitys tieverkossa kasvaa. Kantavuuden parantamisella halutaan lisätä tierakenteen ikää. Parantamisessa rakenteelle asetetaan tavoitetaso, johon vaikuttaa nykyisestä tilasta riippuva tarve parantaa tietä suhteutettuna rahoitustasoon, joka puolestaan on riippuva tien liikenteellisestä merkityksestä. Jos rahoitus ei ole riittävä tavoitetason saavuttamiseen, valitaan tiestöltä suurimmat haittatekijät ja keskitytään niiden poistamiseen. (Rakenteen parantamisen suunnittelu. 2005, 10.)

Tien rakenteesta johtuvia haittoja arvioidaan tien pääoma-arvon sekä tien käyttäjän kannalta. Liikenteellinen merkitys ja raskaiden ajoneuvojen määrä tiellä selvitetään tapauskohtaisesti. Näiden perusteella päätetään, mikä on kannattava summa käytettäväksi palvelutason parannukseen ja paljonko käytetään tien vaurioiden hidastumiseen. (Rakenteen parantamisen suunnittelu. 2005, 10–11.)

Tien rakenteen kunto jaotellaan sen perusteella, että onko rakenteen vaurioituminen nopeaa vai hidasta. Nopeasti vaurioituvat kohteet vaativat aina jatkoselvityksiä ja niiden parantamiseen on perusteltua käyttää rankempia menetelmiä pidemmän kestoajan saavuttamiseksi. Hitaasti vaurioituvat kohteet voidaan palvelutason alituttua korjata ilman tarkempia tutkimuksia. Yksittäisten vauriokohtien tapauksessa korjaustarve määritetään erikseen. Tavoitetason asettamisessa käytetään apuna tien vaurioitumisnopeuteen perustuvaa jakoa (taulukko 1). (Rakenteen parantamisen suunnittelu. 2005, 11.)

TAULUKKO 1. Tien vaurioitumisnopeuteen perustuva jako tavoitteiden asettelussa (Rakenteen parantamisen suunnittelu. 2005, 11)



3.2 Päällysteen pinnan kunnan mittaus

Tiestön kuntotiedon avulla saadaan selville korjaustoimenpiteet, jotka ovat tarpeen tieverkon kunnan ylläpitämiseen. Mittaustulosten avulla voidaan varautua myös tuleviin kunnostustoimenpiteisiin. Pääasiassa mittauksia tehdään päällystetyn tieverkon kuntotilan seuraamiseen, mutta mittaustuloksia hyödynnetään myös uuden päällysteen laadun tarkkailussa. Mittaukset suoritetaan palvelutasomittauksilla, joissa huomioidaan eri kuntomuuttajat. Tärkeimmät Suomessa käytössä olevat kuntomuuttajat ovat tasaisuus, urasyvyys ja vauriot. (Käsikirja päällysteiden pinnan kunnan mittaamiseen. 2017, 11–12.)

Tasaisuus (IRI)

IRI (International Roughness Index) on tunnusluku, jota käytetään kansainvälisesti ilmaisemaan tienpinnan vaikutusta käyttäjään. IRI kuvaa tien pituussuuntaista tasaisuutta, jolla pyritään tuomaan esiin tien käyttäjän kokema ajomukavuus. IRI-luvusta voidaan tulkita tien ajomukavuus, liikenneturvallisuus ja palvelutaso. (Käsikirja päällysteiden pinnan kunnan mittaamiseen. 2017, 19.)

IRI on kansainvälisesti määritetty matemaattinen malli, jossa tien epätasaisuudet muutetaan aallonpituuksiksi. Mallin pääperiaatteena on simulaatio, jossa neljäsosa autosta kulkee 80 km/h nopeudella tien pinnan yli (kuva 3). Mallin periaatteena ovat tekijät, jotka vaikuttavat auton massaan ja liikkeeseen. Mallissa auton rengas ja alusta liikkuvat eri tavoin epätasaisuuksien vaikutuksesta. IRI- arvo lasketaan käyttämällä renkaan ja auton alustan suhteellisia liikkeitä. (Käsikirja päällysteiden pinnan kunnon mittaamiseen. 2017, 19–21.)



KUVA 2. Neljännesautomalli (Päällysteiden pinnan kunnon mittaaminen. 2017)

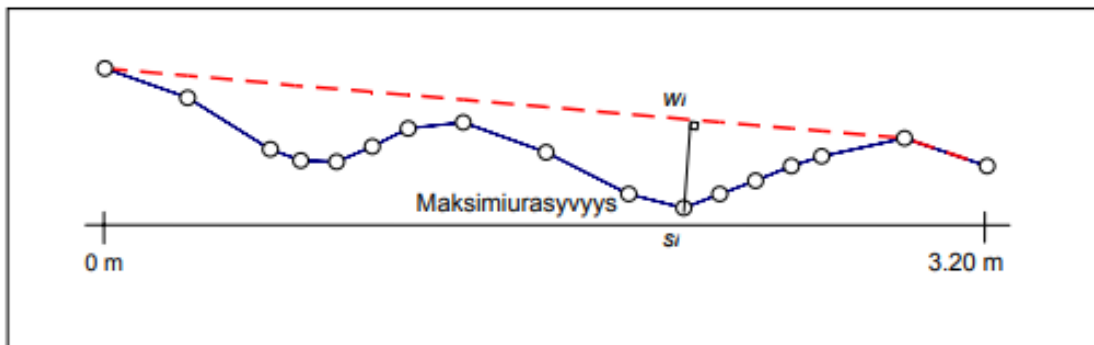
Tavallisesti Suomessa IRI-arvot ilmoitetaan 100 metrin keskiarvona. Tarkemman mittaustuloksen halutessa arvoja voidaan tulkita 10 metrin keskiarvona. On tutkittu, että IRI-arvot korreloivat selvästi liikenneturvallisuuteen, tien kunnon kehittymiseen ja tienkäyttäjän kustannuksiin. Arvojen mittauksessa korostetaan tiettyjä epätasaisuuksia ja vaimennetaan toisenlaisia epätasaisuuksia. (Käsikirja päällysteiden pinnan kunnon mittaamiseen. 2017, 19–21.)

Urasyyvyys

Urasyyvyys on ensimmäinen kuntomuuttuja, jota on alettu käyttää Suomessa päällysteiden ylläpidon suunnittelemisessa. Tien poikkisuuntainen profiili on hyödyllinen mittari päällysteen laadun ja kunnossapidon kannalta. Tien poikkiprofiilin avulla voidaan selvittää tien maksimiurasyyvyys, vesiura, sivukaltevuus ja harjanteen korkeus. Poikkiprofiilia voidaan mitata käsin oikolaudalla tai laser-antureilla

suoritettavilla tiestömittauksilla. Urasyvyydellä on keskeinen rooli laadunvalvon-
nassa ja päällystesuunnittelussa. (Käsikirja päällysteiden pinnan kunnon mittaa-
miseen. 2017, 28.)

Pääasiassa tien poikkiprofiililla tarkoitetaan maksimiurasyvyyttä, joka mitataan
molemmista rengasurista erikseen. Maksimiurasyvyys tarkoittaa yleensä kahden
uran maksimisyvyyttä. Urasyvyys määritetään lankaperiaatteella, joka on kuvattu
kuvassa 3. (Käsikirja päällysteiden pinnan kunnon mittaamiseen. 2017, 30.)



*KUVA 3. Urasyvyyden mittaaminen (Käsikirja päällysteiden pinnan kunnon mittaami-
seen. 2017)*

Urasyvyys on helppo ja käyttökelpoinen tapa arvioida tien kuntoa. Urasyvyys vai-
kuttaa tien ajomukavuuteen ja vesiliittoriskiin. (Käsikirja päällysteiden pinnan
kunnon mittaamiseen. 2017, 28.)

Vauriot

Saatavilla olevaa vauriotietoa käytetään tien kunnon seuraamiseen, korjaustoi-
menpiteiden valintaan ja laadunvalvontaan. Suomessa päällystetyiltä teiltä on ke-
rätty vauriotietoa visuaalisten inventointien avulla 1990 -luvun alusta lähtien. Vau-
rioitunut tien pinta kertoo yleensä alimitoitetusta rakenteesta tai suunniteluun kes-
toiän loppumisesta. Vauriotyyppejä on useita ja niiden perusteella voidaan arvi-
oida tien kuntoa ja syitä, jotka johtavat vaurioitumiseen. (Käsikirja päällysteiden
pinnan kunnon mittaamiseen. 2017, 38.)

Vauriosumma on muuttuja, jolla kuvataan päällysteen vaurioitumista. Vaurio-
summa tarkoittaa vaurioituneen päällysteen osuutta 100 m:n matkalla. Vaurio-
osumassa huomioidaan erilaiset päällysteessä esiintyvät reiät, reunapainumat,

halkeamat ja purkaumat. Jokaisella vauriotyypillä on oma painokertoimensa, jonka avulla eri vauriotyypit saadaan laskettua yhteen vauriosummaksi. (Tierakenteen vaurioituminen ja tiestön kunto. 2002, 40.)

3.3 Tierakenteen vauriotyypit

Tien rakenteeseen syntyy kuormituksia liikenteen ja ympäristön vaikutuksesta. Liikenne -ja ympäristökuormitukset vaikuttavat yleensä yhtä-aikaa tien rakenteeseen. Kuormitukset usein kumuloivat toisiaan, minkä vuoksi vaikutukset voivat olla suuremmat kuin yksittäisten kuormitusten yhteenlaskettu vaikutus. Tierakenteeseen syntyvät vauriot voidaan jakaa lähtökohdan mukaan ympäristökuormituksista ja liikennekuormituksista johtuviin vaurioihin. Molemmissa tapauksissa vauriotyypit voivat olla samoja ja ne jaotellaan taulukon 2 mukaisesti. (Ehrola 1996, 291.)

TAULUKKO 2. Liikenneväylien rakenteelliset vauriotyypit ja vaurioitumisen muodot (Ehrola 1996, 291)

Vauriotyyppi	Vauriomuoto
Halkeama	Poikittaishalkeama Pituushalkeama Vinohalkeama Saumahalkeama Verkkohalkeama
Epätasaisuus	Painuma Kohouma
Urautuminen	Kuluminen Deformoituminen

Liikennekuormituksen synnyttämät vauriot

Liikennekuormituksesta syntyy tien rakenteeseen väsymisvaurioita ja tien epätasaisuus kasvaa. Tien urautuminen eli poikkisuuntainen epätasaisuus on yleensä näkyvin vaurio, mikä liikennekuormituksista aiheutuu. Urautumisella on suurin vaikutus tien rakenteelliseen palvelutasoon. Väsymisestä johtuvat vauriot näky-

vät aluksi ajourien pohjalla pituussuuntaisina halkeamina, jotka myöhemmin laajenevat verkkohalkeiluksi. Tiehen kohdistunut kokonaisuudessaan liian suuri liikennekuormitus on perussyy väsymisvaurioille. (Ehrola 1996, 313.)

Tien routimisen synnyttämät vauriot

Routiminen vaikuttaa tien rakenteeseen kahdella eri tavalla. Jäätymisvaiheessa tiehen syntyy routanousuja ja sulamisvaiheessa rakenteen kantavuus alenee. Tien alusrakenteiden routimisominaisuudet vaihtelevat yleensä tien pituus- ja poikkisuunnassa, minkä vuoksi routanousut ovat yleensä epätasaisia. (Ehrola 1996, 320–321.)

Routimisesta aiheutuvat vauriotyypit ovat halkeamat ja epätasaisuuden kasvaminen. Roudan sulaessa ja kantavuuden heikentyessä riski liikennekuormituksista syntyviin vaurioihin kasvaa. Epätasainen routiminen aiheuttaa tiehen erilaisia halkeamia, jotka ovat poikkihalkeamia, tien pituussuuntaisia halkeamia tai vinoja ja epämääräisiä ajokaistahalkeamia. (Ehrola 1996, 320–321.)

Lämpötilanmuutosten synnyttämät vauriot

Vaurioita tierakenteeseen synnyttävät toistuvat lämpötilamuutokset ja matalat lämpötilat. Toistuvat lämpötilanmuutokset aiheuttavat väsymishalkeamia ja matalat lämpötilat pakkashalkeamia. Alhainen lämpötila aiheuttaa päällystelaattaan termisiä vetojännityksiä. (Ehrola 1996, 326–327.)

Pakkashalkeamat syntyvät, kun murtumislämpötila saavutetaan tällöin termiset jännitykset ylittävät asfaltin vetolujuuden ja syntyy halkeama. Väsymishalkeamat syntyvät yleensä, kun päivittäiset lämpötilaerot ovat suuria ja lämpötila laskee 0 °C:seen tai sen alapuolelle. Päällysteeseen syntyy vetojännityssyklejä, jotka ovat päällystelaatan vetolujuutta pienempiä. Väsymishalkeamat muodostuvat vähitellen toistuvista jännityssykleistä ja ovat verrattavissa liikennekuormituksesta aiheutuvaan väsymishalkeiluun. Suomessa terminen väsymishalkeilu ei aiheuta ongelmia toisin kuin pakkashalkeamat. (Ehrola 1996, 326–327.)

Heijastushalkeilu

Heijastushalkeilulla tarkoitetaan alemmissa rakennekerroksissa olevien halkeaminen kulkeutumista päällimmäiseen rakennekerrokseen eli tien pintaan. Heijastushalkeamia esiintyy tieverkolla, joissa on suoritettu uudelleenpäällystyks vanhan asfaltin päälle tai kantava kerros on sidottu hydraulisella sideaineella. Heijastushalkeamat voivat olla pituushalkeamia, poikkihalkeamia, vinohalkeamia tai verkkoalkeamia. Heijastushalkeamien syntyminen on selkeintä poikkihalkeamissa, joten heijastushalkeilua tarkastellaan yleisesti vain poikkihalkeamien suhteen. (Ehrola 1996, 334–335.)

Lähtökohtaisesti heijastushalkeama syntyy päällimmäiseen rakennekerrokseen, koska alemmissa sidotuissa kerroksissa olevat halkeamat muodostavat epäjatkuvuuskohtia. Epäjatkuvuuskohtien kyky kestää rakenteeseen kohdistuneita kuormituksia on muuta tieosuutta huonompi, tämä johtaa pintarakenteeseen syntyvään halkeamaan. (Ehrola 1996, 334–335.)

3.4 Tien rakenteen parantamiskeinot

Liikennemäärien kasvaminen tai tien verkollisen merkityksen kasvaminen johtaa siihen, että tien rakenteellista kestävyyttä on parannettava. Tällä halutaan varmistaa, että tierakenne kestää pidempään. Rakenteen parantamistarve ilmenee tiessä muita tieosuuksia nopeampana päällysteen vaurioitumisena, urista alkavasta pituushalkeilusta ja myöhemmin syntyvästä verkkohalkeilusta sekä reunimaisen uran painumisesta ja halkeilusta. Parantamismenetelmä valitaan aina tapauskohtaisesti. (Rakenteen parantamisen suunnittelu. 2005, 38.)

Sekoitusjyrsintä (SJYR)

Sekoitusjyrsinnässä vanha päällyste ja kantava kerros homogenisoidaan. Menetelmänä sekoitusjyrsintä ei ole stabilointia, koska rakenteeseen ei lisätä sideainetta. Sekoitusjyrsinnän lopputulos on riippuvainen tien rakenteessa olevista materiaaleista. Sekoitusjyrsintä on menetelmänä ympäristöystävällinen, sillä vanha tien rakenne uusiokäytetään lähes kokonaan. (Stabilointiohje. 2002, 10.)

Sekoitusjyrsintä ulottuu yleensä 150–200 mm:n syvyyteen eli vanhaan päällysteeseen ja kantavaan kerrokseen. Pääasiassa sekoitusjyrsintää käytetään PAB-V-päällysteen omaavilla teillä ennen uudelleen päällystystä. Sekoitusjyrsinnän yhteydessä rakenteeseen voidaan lisätä lisäksi kiviainesta, asfalttirouhetta tai masuunihiekkaa. Sekoitusjyrsintä on tehokas kohteissa, joissa rakenne sisältää paljon hienoainesta. Menetelmän avulla saadaan vähennettyä routivuutta merkittävästi. (Stabilointiohje. 2002, 10.)

Stabilointi

Tierakenteen kantavan kerroksen stabiloinnin tarkoituksena on parantaa tien kuormituskestävyyttä, korjata tien vaurioita ja rakennetta ja vähentää rakenteeseen syntyneen hienoaineksen routivuutta. Stabilointi on kaikista parantamismenetelmistä ympäristöystävällisin, sillä sen avulla vanhan tierakenteen voi kokonaan uusiokäyttää. Parhaimmillaan stabiloinnissa ainoa tierakenteeseen lisättävä materiaali on sideaine. Stabilointia voidaan käyttää sitomattoman kantavan kerroksen ja sidottujen kantavien kerrosten (ABK ja PABK) tilalla. (Päällysrakenteen stabilointi. 2007, 9.)

Stabilointi voidaan suorittaa paikallasekoitus- ja asemasekoitusmenetelmillä. Vanhan tien rakenteen parantaminen suoritetaan tavallisimmin paikallasekoitusmenetelmällä. Asemasekoitusmenetelmää käytetään vanhan rakenteen parantamiseen, jos stabiloitava kerros koostuu uudesta materiaalista. Suurin osa Suomessa tehtävistä stabilointitöistä suoritetaan paikallasekoitusmenetelmää käyttäen. Sideaineina käytetään tavallisesti bitumia, masuunihiekkaa ja sementtiä. Stabilointimenetelmiä on käytössä useita ja ne luokitellaan käytettävän sideaineen mukaan taulukossa 3. (Päällysrakenteen stabilointi. 2007, 13–18.)

TAULUKKO 3. Stabilointimenetelmät sideaineen mukaan (Päällysrakenteen stabilointi. 2007)

Stabilointimenetelmä	Sideaine	Sekoitusmenetelmä
Vaah Tobitumistabilointi (VBST)	Bitumi	paikallasekoitus/ asema-sekoitus
Bitumiemulsiostabilointi (BEST)	Bitumi	paikallasekoitus/ asema-sekoitus
Remix- stabilointi (REST)	Bitumi	Paikallasekoitus
Komposiittistabilointi (KOST)	Bitumi ja hydraulinen sideaine (yleensä sementti)	paikallasekoitus/ asema-sekoitus
Masuunihiekkastabilointi (MHST, MHST-A)	Masuunihiekka (MHST) Masuunihiekka+ sementti (MHST-A)	paikallasekoitus/ (asema-sekoitus)
Sementtistabilointi (SST)	Sementti	paikallasekoitus/ asema-sekoitus

Stabiloitu kerros jakaa liikennekuormia paremmin ja on kestävämpi kuin sitomaton kantava kerros. Eri sideainetta sisältävien stabilointimenetelmien ominaisuudet eroavat toisistaan, minkä seurauksena menetelmä tulee valita kohteen perusteella. Stabiloinnissa käytettävään sideaineen valintaan vaikuttavia tekijöitä voidaan arvioida taulukon 4 mukaan. (Päällysrakenteen stabilointi. 2007, 13–18.)

TAULUKKO 4. Sideaineiden soveltuminen erilaisiin stabilointiolosuhteisiin (suuntaa-antavia ohjeita) (Päällysrakenteen stabilointi. 2007, 21)

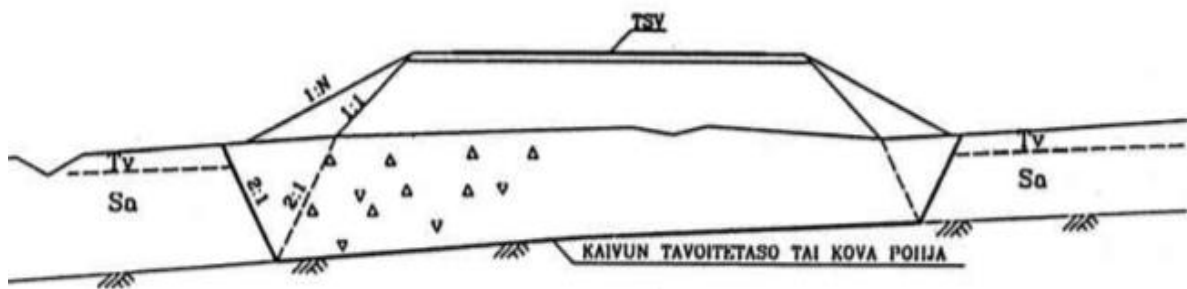
Sideainelaji	Bitumi	Bitumi+ sem.	MaHk	MaHk+ sem 0,5-1,3%	MaHk+ sem >1,3%	Sementti
Työmenetelmä	BST	KOST	MHST	MHST-A	MHST-A	SST
Alustan kantavuus (min.) *)	Heikko 70	Heikko 80	Heikko 70	Heikko 80	Kantava 100	Kantava 100
Liikenne	Vilkas/ vähäinen	Vilkas, raskas/ vähäinen	Vilkas, vähäinen	Vilkas, raskas/ vähäinen	Vilkas, raskas	Vilkas, raskas
Alustan routivuus **)	Lievästi routiva	Lievästi routiva	Lievästi routiva	Lievästi routiva	Routimaton	Routimaton

*) Mitoituksessa käytettäviä laskennallisia raja-arvoja suunnitteluohjeissa.

**) Tierakenteen suunnitteluohjeessa [3] on tarkempaa tietoa routivuuden huomioon ottamisesta

Massanvaihto kaivamalla

Menetelmän tarkoituksena on poistaa pehmeät maakerrokset kaivinkoneella kaivamalla ja korvaamalla ne kantavalla materiaalilla. Kaivuussyvyys ulotetaan joko kovaan pohjaan tai määräsyyvyteen. Kaivannon luiskakaltevuus on yleensä 2:1–1:1. Kaivamalla suoritettu massanvaihto sopii hyvin lyhyisiin pehmeikköihin ja kaivu rajoittuu noin 3–5 m:n syvyyteen. (Massanvaihto. 1993, 7.) (Kuva 4.)



KUVA 4. Massanvaihto kaivamalla (Massanvaihto. 1993, 8)

Kaivannon leveys määrittyy penkereen leveyden sekä maaperän ominaisuuksien mukaan, kuten leikkauslujuuden. Massanvaihdolla halutaan estää penkereen painuminen sekä saavuttaa luiskiiriin riittävä stabiliteetti, joten leveys mitoitetaan sen mukaan. Massanvaihtoon kaivamalla voi käyttää eri menetelmiä, menetelmän valintaan yleensä pohjaolosuhteiden perusteella. Eri menetelmissä kaivaminen tapahtuu penkereen edestä luonnonmaan päältä tai täyttöpenkereen päältä. Täyttömateriaalina eniten käytetty on louhe, jota voidaan pitää käyttötarkoitukseen parhaimmin soveltuvana. Muita täyttömateriaaleja ovat esimerkiksi hiekka, moreeni ja sora. Massanvaihtoihin on tehtävä siirtymäkiilarakenteet alku- ja loppupäihin, jotta haitallisilta painumaeroilta vältyttäisiin. (Massanvaihto. 1993, 9–11.)

Teräs- ja lujiteverkot

Teräsverkkojen tarkoitus tierakenteessa on toimia lujitteena, joka hidastaa tien vaurioitumista. Teräsverkoilla voidaan vähentää routimisesta aiheutuvia halkeamia tiessä sekä tierakenteen pysyviä muodonmuutoksia kuten urautumista ja sidottujen kerrosten väsymistä. Parhaiten teräsverkot sopivat teille, joiden routamitoitus ja kuormituskestävyys ovat huonot. Suomessa teräsverkkoja käytetään pääasiassa routanousuhalkeamien estämiseen (kuva 5). (Teräsverkkojen käyttö tierakenteissa. 2009, 14.)

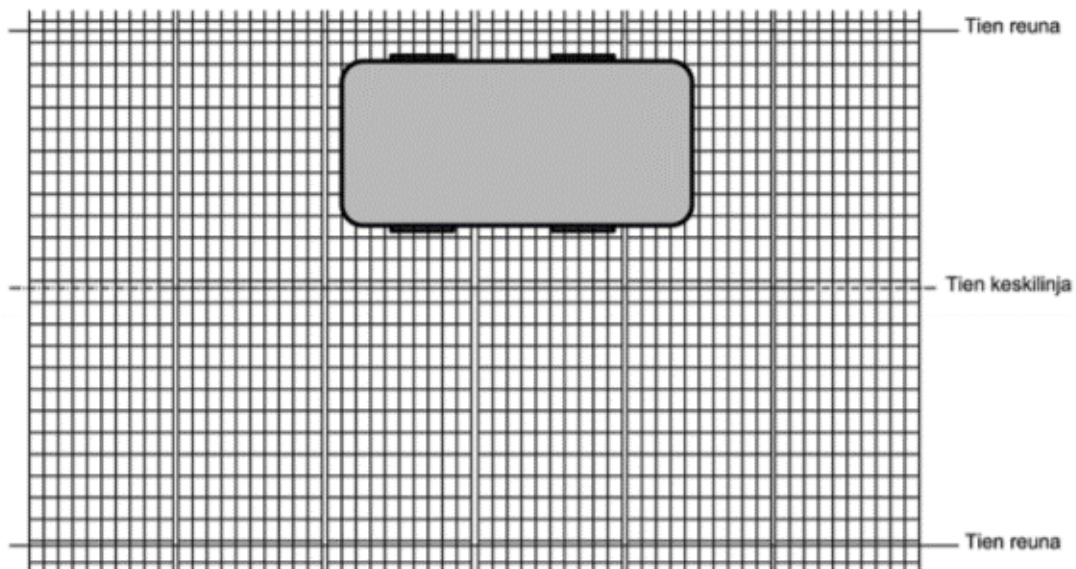


KUVA 5. Teräsverkkojen pääasiallinen käyttökohde Suomessa on routanousuhalkeamien estäminen (Teräsverkkojen käyttö tierakenteissa. 2009, 15)

Materiaalina teräksellä on hyvä vetolujuus. Teräsverkko kestää korroosiota hyvin, koska verkossa olevat tangot ovat muodoltaan pyöreitä. Verkon avulla saadaan jaettua tierakenteeseen kohdistuvat routavoimat ja liikennekuormat koko tierakenteen alueelle. Tierakenteen käyttöikä pidentyy teräsverkon avulla, sillä kuormituksista aiheutuvat jännitysvoimat siirtyvät tierakenteen sijasta teräsverkkoon. (Teräsverkkojen käyttö tierakenteissa. 2009, 25.)

Suomessa teräsverkkoja on käytetty tierakenteessa ensimmäisen kerran vuonna 1974 ja niiden käyttö on alkanut yleistymään 1980-luvun lopulla. Teräsverkkoja käytetään myös kevyenliikenteen väylillä. Teräsverkkokohteita on alettu kirjaamaan tierekisteriin vuodesta 1994 lähtien. Tieräkisteristä voidaan havaita, että maanteille ja kevyenliikenteen väylille verkkoja on asennettu kilometrimääräisesti eniten Oulun alueella ja vähiten eteläisimmässä Suomessa. Suurin osa verkoista on asennettu teiden parannushankkeiden yhteydessä alempiluokkaisille tieosuuksille. (Teräsverkkojen käyttö tierakenteissa. 2009, 19–24.)

Teräsverkot voidaan asentaa tierakenteen sitomattomiin kerroksiin tai sidottuun kerrokseen. Sidottuun kerrokseen asennetun verkon pääasiallinen tarkoitus on estää heijastushalkeamien syntyminen. Sitomattomaan kerrokseen asennettujen verkkojen pääasiallinen tarkoitus on estää routanousuhalkeamien syntymistä. Verkot tulee asentaa koko tien leveydeltä. Sitomattomaan kerrokseen asennetun verkon suositeltu asennussyvyys on noin 200 mm. Teräsverkkojen tulee leveys suunnassa ulottua tien pintareelle reilusti päällysteen ulkopuolelle (kuva 6). Verkot eivät kuitenkaan saa tulla tieluiskan ulkopuolella näkyviin. (Teräsverkkojen käyttö tierakenteissa. 2009, 56.)



KUVA 6 Teräsverkon sijoittamisen periaatteet (Teräsverkkojen käyttö tierakenteissa. 2009, 57)

4 VALTATIE 21:N PARANTAMINEN VÄLILLÄ KOLARI–MUONIO

Esimerkkikohteena on käytetty valtatie 21:n parantamista välille Kolari–Kilpisjärvi. Parantaminen tehtiin vuosina 2017–2018. Tilaajana hankkeelle toimi Väylävirasto ja yhtenä pääurakoitsijoista toimi Skanska Industrial Solutions Oy. Käsitelty materiaali perustuu vuonna 2018 hankittuihin aineistoihin Skanska Industrial Solutions Oy:n työmaalta.

Rakenteen parannustöitä havainnoitiin työmaalla mittaustöiden ohessa, työntekijän näkökulmasta. Hanke oli peruskorjaustyö, jossa tehtiin päällystämisen lisäksi rakenteenparantamistoimenpiteitä. Parantamistoimenpiteet olivat sekoitusjyr-sintä, massanvaihtotyöt, teräsverkotus ja uudelleenpäällystys. Kohteessa levennettiin tietä 6,5 metristä 7,5 metriin ja kuivatusta parannettiin sivuojia aukaisemalla ja rumpuja uusimalla.

4.1 Valtatie 21

Valtatie 21 on kokonaispituudeltaan 459 kilometriä pitkä tieosuus ja on osa kansainvälistä E8-tietä. Tie on rakennettu pitkän ajanjakson kuluessa ja vanhimmat osuudet tiestä jo 1940-luvulla. Valtatie 21:llä on matkailutie status ja se on tärkeä väylä matkailuelinkeinolle. Tie 21 on myös tärkeä reitti elinkeinoelämän kuljetuksien kannalta. Tiellä kulkee paljon raskasta liikennettä, mikä on viime vuosina ollut ongelmallista useiden kuorma-autoista aiheutuneiden onnettomuuksien vuoksi. Onnettomuudet ovat pääosin johtuneet liian kapeasta poikkileikkauksesta ja kasvaneesta liikennemäärästä. (Valtatie 21 Kolari–Kilpisjärvi toimenpideselvitys, 2016, 5–7.)

Nykyisellään tie ei vastaa valtatielle asetettuja vaatimuksia. Tien leveys, geometria ja kunto alittavat valtatielle asetetut minimivaatimukset. Talvella tien poikkileikkaus kapenee entisestään tien lumivallien vaikutuksesta. Aikaisempien päällystystoimenpiteiden vuoksi tien kallistukset ovat muuttuneet, minkä vuoksi veden poistuminen tieltä ei toimi kunnolla ja sivukallistukset mutkissa ovat liian pienet. Tiellä on myös lukuisia muita vaurioita johtuen sääoloista ja routimisesta, myös kasvava raskaan liikenteen määrä ja maksimipainojen nousut tulevat lisäämään tien vaurioitumista. (Valtatie 21 Kolari–Kilpisjärvi toimenpideselvitys, 2016, 7–8.)

4.2 Perusparannustyömaan kuvaus

Työmaa sijaitsi valtatie 21:llä Kolarin keskustasta pohjoiseen Muonion kunnanrajalle (kuva 7). Hankkeen tavoitteena oli leventää tien poikkileikkausta ja parantaa routivaa rakennetta. Hanke on saanut 35 miljoonaa euroa valtion budjetista ja on erikseen rahoitettava korjausvelkakohde. (Vt 21 Kolari–Kilpisjärvi (Aurora). 2018.)



KUVA 7. Valtatie 21:n työmaa-alue (Vt 21 Kolari–Kilpisjärvi (Aurora). 2018)

Kolari–Muonion välisellä tieosuudella tien rakenteeseen liittyvät korjaustarpeet olivat tien kapea poikkileikkaus, reunapainumat, sivukaltevuusongelmat ja rakenteen huono yleiskunto. Liikennemäärä tieosuudella Kolari–Muonio on 500–1400 ajoneuvoa vuorokaudessa, tästä liikennemäärästä 26 prosenttia on raskasta liikennettä. Tieosuus sisältää Kolarin ja Muonion taajamat. Nopeusrajoitus taajamien välisellä tieosuudella on pääosin 100 km/h. (Valtatie 21 Kolari–Kilpisjärvi toimenpideselvitys, 2016, 7–8.)

4.3 Tierakenteen kantavuuden lisäys

Kaikkiin rakenteellisesti parannettaviin kohtiin suoritettiin aluksi sekoitusjyrsintä paikallasekoitusmenetelmällä tierakenteen parantamiseksi. Sekoitussjyrsinnän avulla pyrittiin lisäämään sitomattomien kerrosten kantavuutta sekoittamalla vanha päällyste ja lisämurske olemassa olevaan tierakenteeseen. Aluksi tehtiin esijyrsintä, missä vanha asfalttipäällyste jyrsittiin yhdessä kantavan kerroksen kanssa sekaisin (kuva 8). Esijyrsinnän avulla tierakenne saatiin homogenoitua, mikä mahdollisti korjaustoimenpiteiden suorittamisen. Esijyrsinnän syvyys käsitti tierakenteessa olevat asfalttipäällysteet sekä sitomattoman kantavan kerroksen pintaosan. Esijyrsintä suoritettiin koko tien leveydeltä kaikissa kohteissa. Koko tieleveuden jyrsiminen vaati jyrsimeltä yhteensä neljä ylityskertaa.



KUVA 8. Vanhan päällysteen esijyrsintä

Esijyrsinnän jälkeen tie jyrättiin ja höylättiin oikeaan muotoon, jotta tie olisi väliaikaisesti kelvollinen liikenteelle. Soralla oleva tienpinta vaati jatkuvaa kastelua pölynsitomiseksi. Sääolosuhteilla oli merkittävä vaikutus tien pölyämiseen, kuuma ja aurinkoinen keli lisäsivät merkittävästi kastelun tarvetta. (Kuva 9.)



KUVA 9. Tie esijyrsinnän jälkeen

Lopuksi tien kantavuutta parannettiin lisäämällä mursketta kantavaan kerrokseen. Murskeena käytettiin 56 mm:n kalliomursketta. Murske levitettiin esijyritylle pinnalle pyöräkuormaajassa olevan levittimen avulla. Levitetyn murskepatjan paksuus oli noin 150 mm. Murske kipattiin levittäjään Kuorma-auton lavalta. Murskeen lisääminen tapahtui tauotta, kun käytössä oli useampi kuorma-auto (kuva 10). Lisämurskeen avulla pyrittiin vähentämään hienoainespitoisuuden osuutta tierakenteessa ja vähentämään tien routivuutta.



KUVA 10. Murskeen levitys

Sekoitusjyrsintä suoritettiin heti murskeen levityksen jälkeen. Sekoitusjyrsin kulki murskeenlevittimen takana sekoittaen kalliomurskeen tien rakenteeseen (kuva 11). Lopullisen sekoitusjyrsinnän jälkeen tien pinta muotoiltiin oikeaan muotoonsa tiehöylällä, höyläyksen ohessa tien pinta tiivistettiin jyräämällä. Sekoitusjyrsitylle pinnalle lisättiin 32 mm:n mursketta, mikäli tien profiili vaati muokkausta. Tien pintaa ei päällystetty heti sekoitusjyrsinnän jälkeen, joten se vaati säännöllistä kastelua ja höyläystä. Kastelulla ja höylämisellä pyrittiin poistamaan liikenteen jättämät muodonmuutokset tien pinnasta. 56 mm:n kalliomurskelisäyksen jälkeen tien pintarakenne sisälsi teräviä kiviä, jotka aiheuttivat useita rengasrikoja ennen tien päällystämistä.



KUVA 11. Murskelisäyksen sekoitusjyrsintä

4.4 Teräsverkkojen asennus

Teräsverkot asennettiin sekoitusjyrsinnän jälkeen. Asennuskohteessa verkkojen tarkoituksena oli ehkäistä routahalkeamien syntyminen päällysteeseen. Verkkojen asennuksessa käytettiin apuna kaivinkonetta ja tiehöylää. Asennustyön aikana toisen kaistan tuli olla liikennöitävässä kunnossa. Teräsverkot asennettiin sitomattomaan kantavaan kerrokseen asennussyvyyden ollessa noin 15–20 cm. Asennustyö aloitettiin kaivamalla toisen kaistan pintakerroksesta asennussyvyyden verran maata pois ja siirtämällä sen toiselle kaistalle. Verkot vedettiin käsin vetolenkkien avulla kuorma-auton lavalta tiehen. Verkkojen asennuksessa käytettiin apuna kahta jalkamiestä. (Kuva 12.)



KUVA 12. Teräsverkkojen asennus

Verkot asennettiin tiehen koko tien leveydeltä. Tien pituussuunnassa verkkoihin jätettiin pieni noin 4 cm leveä väli. Kun verkko oli vedetty tien pinnalle, kaivinkone peitti verkot pois kaivetulla tien pintakerroksella. Verkkojen asennusalustan tuli

olla tasainen, millä vältettiin verkon vaurioituminen ja verkon päiden nouseminen tien pintaan. Verkkojen asennuksessa tuli huomioida toisella kaistalla kulkeva liikenne, mikä hidasti asennustyötä merkittävästi. Suurien liikennemäärien takia osa verkoista jouduttiin asentamaan yöllä, jolloin liikenne oli vähäisempää.

Verkkojen asennuksessa käytettiin apuna tiehöylää, jonka tarkoituksena oli verkkojen asennuksen aikana pitää toinen ajokaista liikennöitävässä kunnossa, sekä levittää pintamursketta teräverkkojen päälle (kuva 13). Kaivinkoneen apuna käytettiin myös pyöräkuormaajaa tiehöylän sijasta. Verkkojen lopullinen asennus tuli suorittaa huolellisesti, etteivät teräverkkojen päät nousseet murskeen pintaan höyläyksen yhteydessä.



KUVA 13. Tiehöylän käyttö teräverkkojen asennuksessa

4.5 Massanvaihdot ja rumpukiilat

Kohteessa suoritettiin massanvaihtotöitä routaheittojen korjaamiseksi sekä rumpukiiloissa. Massanvaihdot tehtiin kaivinkoneella kaivamalla. Tiehen oli tehty maatutkaluotaus, minkä perusteella massanvaihtosyvyydet oli määritelty routaheittojen kohdalta. Huomioitavaa massanvaihdossa oli tiepenkassa kulkeva valokuitukaapeli, joka tuli esille kaivantoa tehdessä.

Tie oli liikennöity massanvaihtotöiden ajan, joten kaivaminen tehtiin kaista kerrallaan (kuva 14). Tien kantavaan kerrokseen oli tehty sekoitusjyrsintä ennen massanvaihtotöiden aloittamista. Pois kaivetut maat kuljetettiin läjitysalueelle kuorma-autolla. Läjitysalueena pois kaivetulle maalle käytettiin tieluiskia, mihin ne myöhemmin levitettiin pyörä-alustaisella kaivinkoneella.



KUVA 14. Massanvaihto kaivamalla

Kun kaivannon määräsyyvyys oli saavutettu, levitettiin pohjalle suodatinkangas. Kankaan levitys aloitettiin päällysrakenteiden alapinnan syvyydeltä. Helpon asennus tapahtui kaivinkoneen kauhaa apuna käyttäen samalla, kun kaivanto eteni. Tärkeää kankaan asennuksessa oli huomioida, että kaivannot ovat saman syvyisiä molemmilla kaistoilla sekä kankaiden yhdistyminen tien keskiosassa (kuva 15). Suodatinkankaan tarkoituksena oli estää suodatinkerroksen maan aineksen sekoittuminen pohjamaan kanssa.



KUVA 15 Suodatinkankaan asennus

Suodatinkerroksen materiaalina massanvaihoissa käytettiin hiekkaa ja jakavassa kerroksessa vanhaa rakenteessa olevaa käyttökelpoista soraa. Hiekan kuljettamiseen käytettiin kasetteja, mikä mahdollisti mahdollisimman suuren maa-ainesmäärän tuomisen kerralla. Kaivamisvaiheessa oli huomioitava viereisen kaistan liikenteestä aiheutuva tärinä, jota aiheutti erityisesti raskas liikenne. Liikenteen aiheuttama räsitus lisäsi kaivannon sortumisriskiä, joten kaivannon stabiliteetti tuli varmistaa kaivuutyön ajan. Kaivannon reunoille lisättiin hiekkaa aina kaivuun edetessä, millä varmistettiin turvallinen työskentely sekä liikennöitävyys tiellä. (Kuva 16.)



KUVA 16. Hiekan lisäys kaivannon edetessä

Kaivannon ollessa valmis se täytettiin hiekalla ja soralla kantavien kerrosten alareunaan saakka. Hiekka kipattiin kaivantoon kuorma-autolla kaivannon sivulta tai päädyistä ja levitettiin kaivinkoneen kauhalla tasaisesti. Ennen kantavan kerroksen lisäystä hiekkakerros kasteltiin ja tiivistettiin. Koska hiekkakerros oli pehmeää, oli kastelu mahdotonta suorittaa suoraan kasteluautolla, joten vesi levitettiin kaivinkoneen kauhalla hiekan päälle. Toinen vaihtoehto kastelun suorittamiselle oli levittää ohut kerros kantavaa murskettä (0–56 mm) hiekan päälle ja suorittaa kastelu autolla, jolloin kasteluauto ei jäänyt kiinni. Tiivistys suoritettiin valssijyrää käyttäen kunnes tarvittava tiiveys oli saavutettu. (Kuva 17.)



KUVA 17. Jakavan kerroksen tiivistäminen

Jakavan kerroksen tiivistyksen jälkeen tierakenteeseen lisättiin kantava kerros, jonka materiaalina käytettiin kalliomurskettä (0–56 mm). Kalliomurske kuljetettiin työmaalle kaseteilla. Kalliomurske levitettiin aluksi ohuemmaksi kerrokseksi hiekkakerroksen päälle. Murske levitettiin kaivannon päätyyn kipatusta kasasta kaivinkoneen kauhalla. Lopullisen murskemäärän lisäys tapahtui suoraan kuorma-auton lavalta kippaamalla ns. ”lakanaksi”, mikä nopeutti työn suorittamista huomattavasti. (Kuva 18.)



KUVA 18. Kantavan kerroksen (0–56 mm) lisäys

Kalliomurske kasteltiin riittävän kosteaksi kasteluautolla ja tiivistettiin valssijyrää käyttäen. Tien ylin sitomaton kantavakerros tehtiin 32 mm:n murskeella, joka viimeisteltiin oikeaan muotoonsa tiehöylällä. Massanvaihtojen syvyys oli noin 1,8 m. Massanvaihtokohteiden rakennekerrokset tehtiin vastaamaan muiden tieosuuksien kerrospaksuuksia. Kantavan ja jakavan kerroksen yhteispaksuus oli noin 600 mm. (Kuva 19.)



KUVA 19. Tien alkuperäiset rakennekerrokset

4.6 Sidottujen kerrosten lisäys

Kohteessa tehtiin päällystäminen koko tieosuuden pituudelta. Sekoitusjyrsittyihin kohteisiin lisättiin kantava asfalttiberokerros 22 mm:n maksimiraekoolla ja päällimmäinen asfalttiberokerros 16 mm:n maksimiraekoolla. Päällystettäessä suoraan vanhan asfaltin päälle, päällystemateriaalina käytettiin asfalttiberonia 16 mm:n maksimiraekoolla. Päällystämisen tarkoituksena oli lisätä tien kantavuutta ja kulutuskestävyyttä sekä poistaa tien pintaan syntyneet urat.

Sekoitusjyrsittyjen osuuksien päällystys aloitettiin kantavan asfalttiberokerroksen levittämällä, joka suoritettiin kaista kerrallaan. Kantavan asfalttiberokerroksen levityspaksuus oli 150 kg/m². Tien pinta höylättiin oikeaan muotoonsa juuri ennen asfaltin levitystä, jotta liikenteen aiheuttamat muodonmuutokset saatiin poistettua. Levitys tapahtui pyöräalustaista levittäjää käyttäen. Kantava asfalttiberokerros tiivistettiin välittömästi levityksen jälkeen täryjyrää käyttäen. (Kuva 21.)



KUVA 20. Kantava asfalttibetonikerros levitettynä sekoitusjyrksitylle tieosuudelle

Tiehöylän kuljettajan tuli olla kokenut, jotta tien kallistuksista sekä keskiharjan sijainnista saatiin vaatimusten mukaisia. Höyläyksen apuna käytettiin jalkamiestä, joka osoitti höyläkusille korjausta vaativat kohteet. Laadukas ja oikein tehty pohjarakenne oli tärkeää päällystyksessä, sillä pohjan virheet heijastuivat päällysteen pintaan. Erityisesti mutkissa, joissa oli yksipuoleinen kallistus, tuli varmistaa kallistusten oikea suunta sekä suuruus.

Viimeisenä levitettiin kulutuskerroksen asfalttibetoni 16 mm:n maksimiraekoolla, levitettävän kerroksen paksuus oli 120 kg/m². Asfaltti levitettiin pyöräalustaisella levittäjällä. Tiivistykseen käytettiin kahta jyrää, joista molemmat olivat kaksivalsijyriä. Toinen jyristä toimi jälkijyränä, jonka tehtävänä lopullisen tiivistyksen suorittaminen sekä jyrsyjälkien poistaminen pinnasta. Päällimmäinen asfalttikerros levitettiin suoraan kantavan asfalttibetonikerroksen päälle (kuva 21). Vanhan-

päällysteen päälle asfaltoitaessa liimattiin vanha pinta bitumiliimalla ja urautuneisiin kohtiin levitettiin tasausmassa ennen ylimmän päällystekerroksen levittämistä.



KUVA 21. Kulutuskerroksen asfalttibetonin levitys ja tiivistäminen

Päällystäminen suoritettiin yksi kaista kerrallaan, jolloin toinen kaista pysyi liikennöitynä. Uuden päällysteen tuli antaa jäähtyä tarpeeksi ennen kuin kaista voitiin avata liikenteelle. Sääolosuhteilla oli suuri vaikutus päällystämiseen. Runsas sade esti päällystämisen, sillä sadevesi jäähdytti asfalttimassan liian nopeasti eikä tarvittavaa tiiveyttä saavutettu. Kuumalla säällä päällysteen jäähtymistä tuli odottaa pidempään ennen kaistan avaamista liikenteelle.

Päällystettäessä vanhan asfaltin päälle tuli sivuteiden liittymät jyrsiä. Jyrsinän tarkoituksena oli tehdä kynnyksen sivutien liittymään, jotta uuden päällysteen pinta saatiin samaan tasaukseen vanhan päällysteen kanssa. Jyrsiminen suoritettiin kylmäjyrshintämenetelmällä, jossa jyrjitty asfaltti kerättiin kuorma-auton lavalle uusiokäyttöä varten. (Kuva 22.)



KUVA 22. Tieliittymien jyrsintä

4.7 Korjaustoimenpiteiden vaikutukset

Valtatie 21:n parantamisessa suoritetuilla toimenpiteillä saatiin levennettyä ennestään liian kapeaa poikkileikkausta. Sekoitussyrsinnän avulla tien hienoaineksen suhteellista määrää saatiin pienennettyä, mikä vähentää routimista ja lisää tien kantokestävyyttä raskaan liikenteen alla. Teräsverkkojen ja massanvaihdon avulla saatiin estettyä tien pintaan syntyvät halkeamat ja heitot. Sitomattomien kerrosten lisäämisellä lisättiin tien kantavuutta sekä poistettiin tien pinnassa olevat urat.

Kokonaisuudessaan toimenpiteet lisäävät tien liikenneturvallisuutta. Toimenpiteiden avulla korjattiin mutkien sivukallistukset oikeiksi, mikä vähentää tieltä suistumisia talviaikaan. Tiessä olleet routaheitot saatiin korjattua, mikä lisää huomattavasti ajomukavuutta sekä turvallisuutta. Levennetyn poikkileikkauksen ansiosta tien talvihoito helpottuu sekä liikenteen kohtaaminen tiellä on turvallisempaa.

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä Suomen tieverkon nykyiseen tilaan ja menetelmiin, joita käytetään tiestön kunnon ylläpitämiseen. Tarkoitukseni oli käydä läpi valtatie 21:n parantamisessa suoritettut työvaiheet. Parannustöiden kuvaamisessa pyrin kertomaan pääpiirteet jokaisesta suoritetusta työvaiheesta mahdollisimman tarkasti. Työvaiheiden kuvaamisen yhteydessä käsittelin myös havaintoja, joita tuli ilmi töiden suorituksen aikana.

Työtä tehdessäni pääsin käytännön tasolla perehtymään laajamittaiseen tien kunnostustyöhön. Mielestäni työ antaa hyvän yleiskäsityksen siitä, mitä tien rakenteen parantaminen vaatii. Kävin työssä läpi tavallisimmat käytössä olevat rakenteen parannusmenetelmät käytännön näkökulmasta. Mielestäni työ antaa hyvän kuvan siitä, kuinka tärkeää pohjarakenteiden kunto on päällysteen laadun kannalta.

Suurin osa Suomen teistä on rakenteeltaan vanhoja ja vaativat korjausta. Uusia teitä ei juurikaan enää rakenneta ja pääpaino onkin vanhojen teiden ylläpidossa ja korjauksessa. Tien rakentamisessa ja korjauksessa käytettävät raaka-aineet ovat rajalliset ja niiden käyttö kuormittaa ympäristöä. Teiden korjaamisessa tulisi käyttää menetelmiä, jotka hyödyntäisivät mahdollisimman paljon olemassa olevia rakenteita.

Mielestäni työssä saavutettiin asetetut tavoitteet. Sain koottua hyvän teoriapohjan Suomen tieverkon kunnosta ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Työssä kävin läpi myös erilaiset ongelmat ja vauriot, joita tieverkolla on ja menetelmät niiden korjaamiseen. Työssä tulin siihen lopputulokseen, että esimerkkikohteessa suoritetuilla toimenpiteillä saatiin lisättyä tien turvallisuutta ja palvelutasoa merkittävästi. Työtä tehdessäni havaitsin myös, että kaikki työvaiheet tulee tehdä laatuvaatimusten mukaisesti, sillä pohjatöissä tehdyt virheet heijastuvat tien pintaan ennemmin tai myöhemmin.

LÄHTEET

Ehrola, Esko 1996. Liikenneväylien rakennesuunnittelun perusteet. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Elinkeinoelämän kuljetukset tieverkolla volyyymi- ja arvoanalyysi. 2017. WSP Finland. Saatavissa: https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/liikenne-ja-infra/elinkeinoelaman-kuljetukset-tieverkolla_volyyymi--ja-arvoanalyysi_wsp-finland.pdf. Hakupäivä 12.3.2019.

Korjausten kohdentaminen. 2019. Väylävirasto. Saatavissa: <https://vayla.fi/tieverkko/kunnossapito/korjausten-kohdentaminen#.XL-JU-gzZPY>. Hakupäivä 18.4.2019.

Käsikirja päällysteiden pinnan kunnan mittaamiseen. 2007. Tiehallinto. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf/3201047-v-kasikirja_paallysteiden_pinnan_kunnan_mitt.pdf. Hakupäivä 3.2.2019.

Liikenneväylien korjausvelkaohjelma 2016-2018. 2017. Väylävirasto. Saatavissa: <https://vayla.fi/liikennejarjestelma/korjausvelkaohjelma#.XL-IMegzZPY>. Hakupäivä 21.12.2018.

Massanvaihto. 1993. Tielaitos. Saatavissa: <https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf2/massanvaihto.pdf>. Hakupäivä 3.3.2019.

Pellinen, Terhi 2017. Miksi Suomen tieverkko rapistuu käsiin? Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/blogit/miksi-suomen-tieverkko-rapistuu-kasiin/>. Hakupäivä 27.12.2018.

Päällysrakenteen stabilointi. 2007. Tiehallinto. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2100055-v-07paallysrakenteen_stabilointi.pdf. Hakupäivä 23.3.2019.

Rakenteen parantamisen suunnittelu. 2005. Tiehallinto. Saatavissa: <https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2100035-v-05rakentparantsuun.pdf>. Hakupäivä 15.1.2019.

Stabilointiohje. 2002. Tiehallinto. Saatavissa: <https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2100009-02.pdf>. Hakupäivä 22.3.2019.

Teräsverkkojen käyttö tierakenteessa. 2009. Tiehallinto. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf2/3201134-v-terasverkkojen_kaytto.pdf. Hakupäivä 14.3.2019.

Tierakenteen vaurioituminen ja tiestön kunto. 2002. Tiehallinto. Saatavissa: <https://julkaisut.vayla.fi/pdf/3200747.pdf>. Hakupäivä 23.4.2019.

Tietietoa. 2017. Suomen tieyhdistys. Saatavissa: <https://www.tieyhdistys.fi/tietietoa-2017/>. Hakupäivä 15.3.2018.

Tieverkko. 2018. Väylävirasto. Saatavissa: https://www.liikennevirasto.fi/tieverkko#.W_PJa-gzZaQ. Hakupäivä 20.12.2018.

Valtatie 21 Kolari- Kilpisjärvi toimenpideselvitys. 2016. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Saatavissa: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/123482/Raportteja%2035%202016_.pdf?sequence=8. Hakupäivä 12.4.2019.

Vt 21 Kolari-Kilpisjärvi (Aurora). 2018. Väylävirasto. Saatavissa: <https://vayla.fi/vt21kolari-kilpisjarvi#.XKXLhpgzZaR>. Hakupäivä: 20.4.2019.

