

Tommi Mehtälä

**VALTATIEN 5 LEVENTÄMINEN VÄLILLÄ JUVA-JOROINEN**

## **VALTATIEN 5 LEVENTÄMINEN VÄLILLÄ JUVA-JOROINEN**

Tommi Mehtälä  
Opinnäytetyö  
Syksy 2022  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu

Rakennustekniikan koulutusohjelma, Yhdyskuntatekniikan suuntautumisvaihtoehto

---

Tekijä: Tommi Mehtälä

Opinnäytetyön nimi: Valtatien 5 leventäminen välillä Juva – Joroinen

Työn ohjaajat: Pentti Katermaa Asfalttikallio Oy ja Jarmo Erho Oulun ammattikorkeakoulu

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2022

Sivumäärä: 53

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä yleisellä tasolla tien rakenteen parantamiseen ja erityisesti tien leventämiseen rakenteenparantamismenetelmänä. Lisäksi työssä kuvattiin Valtatien 5 leventämisen työvaiheet rakenteenparantamis- ja päällystystöissä välillä Juva-Joroinen.

Opinnäytetyön pääasiallisia lähteitä olivat Väyläviraston (aiemmin Liikennevirasto) ohjeet tien leventämisestä ja leventämisen suunnittelusta. Aineistoa kerättiin kesän 2022 aikana samaan aikaan tien parantamishankkeen kanssa. Tietoa ja kuvia kerättiin lähtötilanteesta ennen töiden aloittamista, eri työvaiheiden aikana ja leventämisen jälkeen.

Työmaa valmistui aikataulussa ja suunnitellut toimenpiteet saatiin tehtyä. Tien leventämisellä saatiin lisättyä liikenneturvallisuutta välillä Juva-Joroinen ja tieosuuden käytettävyys parani tulevaisuudessa kasvaville liikennemäärille. Leventämistyön lisäksi tieosuudella korjattiin tien sivukaltevuuksia. Kaltevuuden korjaaminen onnistuttiin tekemään tasausjyrsinöillä ja tasausmassoilla.

---

Asiasanat: rakenteenparantaminen, rakenteenparantamisen suunnittelu, asfaltti

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree Programme in civil engineering, Option of Municipal Engineering

---

Author: Tommi Mehtälä

Title of thesis: Widening of Highway 5 between Juva and Joroinen

Supervisors: Pentti Katermaa Asfalttikallio Ltd ja Jarmo Erho Oulu University of Applied Sciences

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2022

Number of pages: 53

---

The aim of this thesis was to learn about road structure improvement at a general level and especial road widening as a structural improvement method. The work described the work stages of the widening of highway 5 in the structural improvement and paving works between Juva and Joroinen

The main sources were the instructions of the Finnish Transport Agency on widening the road and the planning of the widening. The material for the thesis was collected during the summer of 2022 at the same time as the road improvement project was carried out. At first, material and pictures were collected from the initial situation before the work started, during the different work phases and after the widening.

The construction site was completed on schedule and the planned measures were implemented. By widening the road, traffic safety was improved between Juva and Joroinen and the usability of the road section was improved for future growing traffic volumes. In addition to the widening work, on the road section was repaired side inclination of the road. The side inclination of the road was repaired by milling and leveling mix.

---

Keywords: structure improvement, structure improvement planning, asphalt

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	RAKENTEENPARANTAMISMENETELMÄNÄ TIEN LEVENTÄMINEN.....	8
2.1	Rakenteenparantamisen suunnittelu .....	11
2.2	Tien leventämisen suunnittelu .....	12
2.2.1	Vähäinen leventäminen (enintään 0,75 m).....	12
2.2.2	Suurempi leventäminen (yli 0,75 m).....	13
2.2.3	Tien leventäminen pehmeiköllä.....	14
2.2.4	Poikkileikkauksen valinta .....	15
3	VT 5 LEVENTÄMINEN VÄLILLÄ JUVA-JOROINEN .....	16
3.2	Vt 5 Juva-Joroinen leventämisen lähtökohdat .....	17
3.2.1	Ongelmat .....	17
3.2.2	Liikennemäärät ja nopeusrajoitus .....	18
3.2.3	Tehdyt pohjatutkimukset ja mittaukset .....	18
4	LEVENNYSTYÖN VAIHEET .....	19
4.1	Kuivatustyöt.....	21
4.2	Kaapelit .....	23
4.3	Tien sivukaltevuuden korjaus jyrsimällä .....	24
4.4	Tien reunan leventäminen .....	27
4.5	Kallioleikkausten avartaminen .....	29
4.6	Kaiteiden asennus.....	33
4.7	Reunapaalut.....	36
4.8	Luisien viimeistely.....	37
4.9	Päällystäminen .....	38
4.9.1	Levennysosan päällystäminen .....	38
4.9.2	Sivukaltevuuden korjaaminen tasausmassoilla .....	39
4.9.3	Lopullisen SMA-päällysteen levittäminen.....	39
5	LIIKENNEJÄRJESTELYT .....	42
5.1	Liikenteenjärjestelijät .....	43
5.2	Saattoauto .....	43
5.3	Liikenteenohjaajat .....	44
6	LAADUN VARMISTAMINEN .....	45

6.1	Laadunvarmistaminen rakenteenparantamistöissä .....	45
6.2	Laadunvarmistaminen päällystystöissä .....	47
7	LOPPUSANAT.....	50
	LÄHTEET.....	52

# 1 JOHDANTO

Suomessa on vielä paljon valtateitä, joissa tien poikkileikkaus on liian kapea nykyisille liikennemäärille ja raskaankaluston kuormitukselle. Liikenne ja varsinkin raskasliikenne ovat kasvaneet. Myös raskaanliikenteen akselipainot ovat kasvaneet.

Juvan ja Joroisten välillä valtatie 5 leventämisen tavoitteena oli parantaa liikenneturvallisuutta ja sujuvoittaa liikennettä. Tieosuuden liikenneturvallisuuspuutteita olivat pientareet, etenkin päällystetty piennar oli kapea. Tie oli paikoin matalalla penkereellä ja luiskat paikoin valtatietasoiselle tielle jyrkkiä (1:2,5–1:3). Tiejaksolla ei ole tiekaiteita. Kallioleikkaukset olivat kapeita ja lähellä tietä aiheuttaen törmäysriskejä. Tien pinnan sivukaltevuus ei ollut monin paikoin riittävä. Tiealueella oleva puusto oli lähellä tietä aiheuttaen näkemäongelmia. Tieosuudella on tapahtunut runsaasti hirvieläinonnettomuuksia.

Tieosuuden liikennemäärän ennustetaan kasvavan tulevaisuudessa entisestään ja muihin edellä mainittuihin seikkoihin peilaten liikenteen kasvun ja liikenteen turvallisuuden parantamisen vuoksi tien poikkileikkausta muutettiin 8,5/7,2 → 9,5/7,5. Valtatie 5 parantaminen välillä Juva-Joroinen kuului osana ELY-keskuksen POS ELY ET 1 2022- tienpäällystysurakkaan. Valtatie 5 parantamisosuus käsitti tieosat 136/3766–142/2160.

Insinööriyön tavoitteena on esittää laajasti valtatie 5 kuivatuksen, sivukaltevuuden korjaamisen, leventämisen ja uudelleen päällystämisen työvaiheet. Työssä pohditaan hankkeella saavutettavia hyötyjä eri näkökulmista katsottuna.

Urakoitsijana leventämistyössä toimi Asfalttikallio Oy. Asfalttikallio Oy on suomalainen yritys, joka tarjoaa asfalttoinnin ja maanrakentamisen palveluita.

## 2 RAKENTEENPARANTAMISMENETELMÄNÄ TIEN LEVENTÄMINEN

Asettaessa tien parantamiselle tavoitteita tutkitaan tien ongelma-analyysia. Vilkasliikenteistä pää-tietä parannettaessa otetaan huomioon turvallisuus ja sujuvuus. Päätaavoite voidaan yleensä todeta kuitenkin seuraavista:

1. liikenteen sujuvuuden parantaminen
2. kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksien vähentäminen
3. monien tavoitteiden yhdistelmä. (Väylävirasto 2021, 62.)

Yksi edellä mainittujen asioiden parantamiskeino on tien leventäminen. Yleensä tien sujuvuusongelma johtuu liian vähäisestä ajokaistojen määrästä, hitaiden ajoneuvojen suuresta määrästä ja ohitusmahdollisuuksien puutteesta, huonoista liittymistä tai tien tukkeutumisesta häiriötilanteissa. Tien sujuvuutta voidaan parantaa siirtämällä osa liikenteestä rinnakkaiselle väylälle, esimerkiksi jalankulku- ja pyöräliikenne. Myös kaiken hitaan liikenteen siirtäminen rinnakkaiselle väylälle voi olla hyvä vaihtoehto. Joukkoliikenteen houkuttelevuuden lisääminen parantaa myös tien sujuvuutta. Edellä mainittujen lisäksi sujuvuutta voidaan parantaa uuden väylän rakentamisella nykyisen rinnalle tai leventämällä nykyistä väylää. (Väylävirasto 2021, 62.)

Nykyisen tien parantamismahdollisuuksia arvioidaan myös vaiheittain:

- Voidaanko pääongelma poistaa edullisin keinoin 10...15 vuoden ajaksi?
- Mitä on tarpeen tehdä sen jälkeen?
- Paljonko nykyisen tien liittymien ja poikkileikkauksen parantamiseen kannattaa sijoittaa, jos 10 tai 15 vuoden kuluttua on joka tapauksessa edessä uuden moottoriväylän rakentaminen nykyisen tien rinnalle? (Väylävirasto 2021, 62.)

Vähäliikenteisemmälläkin teillä tien leventämisellä voidaan vähentää jonkin verran autoliikenteen sekä jalankulku- ja pyöräliikenteen onnettomuuksia, parantaa tien kuormituskestävyyttä ja mahdollistaa korkeampi nopeustaso. Ajotilan väljeneminen hidastaa myös jonkin verran päällysteen kulumista ja reunaurien painumista. (Väylävirasto 2021, 62.)

Tien leventäminen on yksi monista rakenteenparantamismenetelmistä. Se sopii menetelmäksi, jos kohteen pientareiden tai ajokaistojen leveys ei ole riittävä tai on tarvetta lisäkaistoille. Tien rakentamishistoria sekä leventämisen suuruus vaikuttavat leventämistapaukseen. Leventämistapaukset ja tarkastelunäkökohdat vaihtelevat paljon edellä mainituista seikoista riippuen. Levennettäessä tietä alle puoli metriä puolelleen, tarkkoja selvityksiä ei yleensä tarvita. Jos tietä levennetään yli puolimetriä puolelleen, pitää tehdä tiesuunnitelma. (Tiehallinto 2005, 73.)

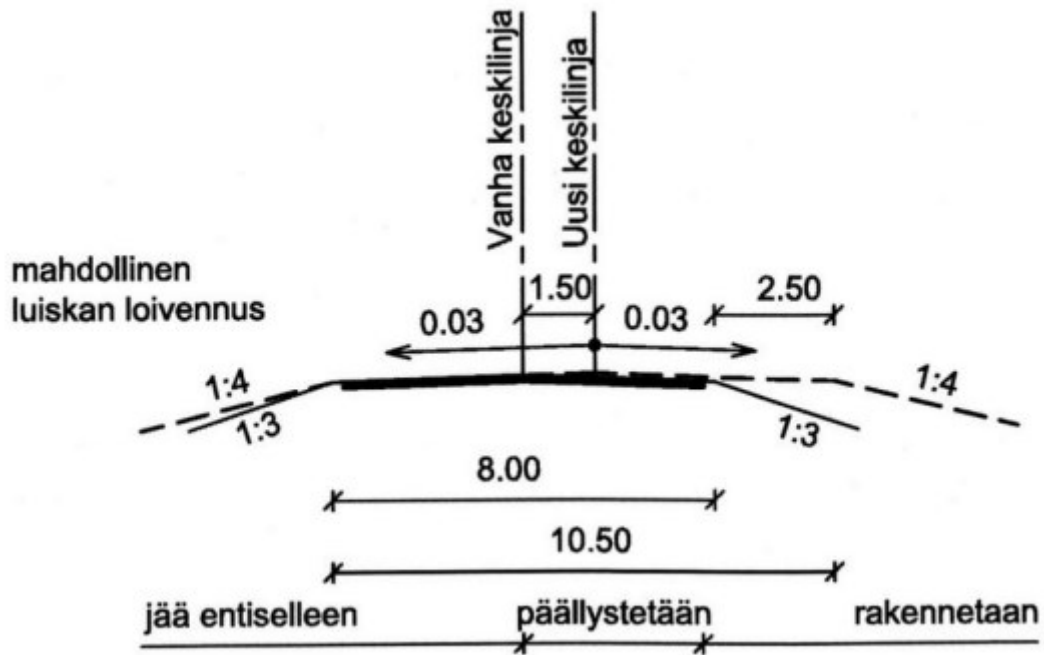
Tien parantamiskohteen rakentamishistoria selvitetään tierekisteristä, vanhoista suunnitelmista ja haastattelujen avulla. Saatuja tietoja voidaan tarkistaa monilla erilaisilla tutkimuksilla, esimerkiksi näytekairauksilla tai koekuopilla. Kaikilla tien parantamiskohteilla on tärkeää selvittää olemassa olevien kerrosten paksuus ja pohjanvahvistustavat. (Tiehallinto 2005, 73.)

Yksiajorataista tietä levennettäessä yli 1 metrin kannattaa leventäminen tehdä tien yhdelle puolelle kustannuksellisista ja laadullisista syistä. Rakennuskustannuksiltaan yhdelle puolen tehtävä levennys on edullisempaa kuin kaksipuolinen leventäminen sekä yhdelle puolen levennettäessä saavutetaan parempi laatutaso. Tien levennystä tehtäessä ensimmäinen työvaihe on pehmeän maan poistaminen tien reunasta. Tämän jälkeen leikataan levennyssauma lähes pystysuoraksi. Levennettävän tien rumpuputket jatketaan tarvittaessa levennystyön yhteydessä. Vähintään levennettävä osuus päällystetään uudella päällystekerroksella. (Väylävirasto 2021, 64.) (Kuva 1.)

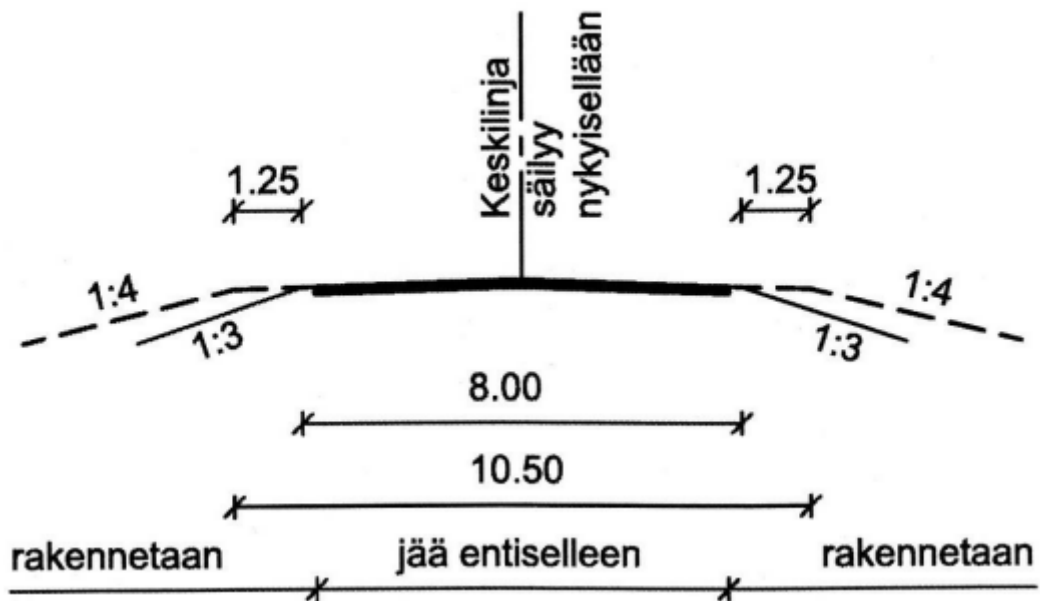
Tehtäessä levennystä symmetrisesti molemmille puolille tietä painumat ovat pienempiä, koska silloin mahdolliset erot kantavuudessa ja routivuudessa rakenteiden välillä kohdistuvat pientareelle. Suuri kustannussäästö saadaan myös siitä, että tien harjaa ei tarvitse siirtää. (Tiehallinto 2005, 71.)

Tehtäessä levennystä pelkästään toiselle puolelle tietä saadaan hyötyä siitä, että myös päällystystyö rajoittuu toiselle puolen tietä. Haitat liikenteelle ovat tämän myötä vähäisempiä. Rakenteen tiivistäminen saadaan onnistumaan paremmin sekä laitteiden ja johtojen siirroilta voidaan välttyä, kun tehdään levennystä vain toiselle puolen tietä. (Tiehallinto 2005, 75.)

a) Yksipuoleinen leventäminen



b) Kaksipuoleinen leventäminen



KUVA 1. Periaatekuva 8/7 poikkileikkauksen leventämisestä 10,5/7,5 poikkileikkaukseksi (Väylävirasto 2021, 65)

## 2.1 Rakenteenparantamisen suunnittelu

Rakenteen parantamishankkeen suunnittelu voidaan jakaa neljään vaiheeseen sen jälkeen, kun tie tulee esille sellaisena ehdokkaana, että rakenteen parantaminen voi olla mahdollista kyseiselle tielle:

1. esiselvityksen tekeminen, jonka tavoitteena on ongelmatyyppien tunnistaminen, tavoiteasettelun tekeminen ja etenemispolun määrittely
2. toimenpidetarpeiden ja -suositusten määrittäminen, jolloin tehdään tarvittaessa lisätutkimuksia tavoiteasettelun ja jatkosuunnittelun pohjaksi
3. suunnittelu, jossa valitaan ja mitoitetaan rakenteet
4. toteutus. (Tiehallinto 2005, 10.)

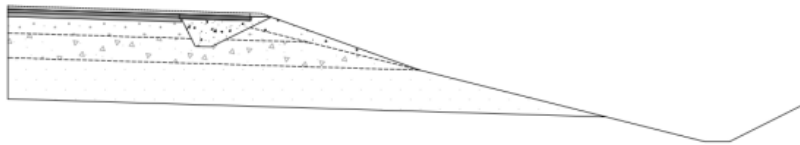
Tilaaaja valitsee kohteen mukaan, että mitä vaiheita teetetään ennen kuin hankkeen toteuttamisesta pyydetään tarjoukset. Joskus hankkeen toteutus voidaan tilata suoraan esiselvityksen perusteella, mutta yleiseensä hankkeissa tilaaja tekee osan toteutukseen kohdistetusta suunnittelusta ja toteutusvaiheeseen jäävää suunnittelua tuotevaatimusten avulla. Tieanalyysi- nimellä teetetävien esiselvitysten toimeksiantoon kannattaa aina sisällyttää vaurioitumisen syiden kuvaus ja toimenpidesuositusten tekeminen, sillä saman henkilön on helpointa ja edullisinta (ei päällekkäisiä työvaiheita) tehdä nämä kaikki vaiheet. Lisäksi tarjousvaiheessa on urakoitsijalla ja tilaajalla yhtenevämpi käsitys siitä, minkä tasoisia toimenpiteitä tarvitaan. Kuivatuksen osalta analyysin tuloksena ei riitä esimerkiksi kuivatusluokka tai tieto kuivatuspuutteesta, vaan kuivatuksen toimintaa haittaava asia pitää yksilöidä: ojan pohjassa vesiä padottava kivi, liian pieni viettokaltevuus, rikkoutunut ja vesiä padottava sivuojarumpu jne. (Tiehallinto 2005, 10.)

## 2.2 Tien leventämisen suunnittelu

### 2.2.1 Vähäinen leventäminen (enintään 0,75 m)

Tien leventämisen syitä ovat mm. leveämmän pientareen tai ajokaistan tarve, lisäkaistojen tarve, keskikaiteen rakentaminen, reunakaiteen rakentaminen, huono kantavuus ja pohjavesisuojausten rakentaminen. Jos tien leventämistarve on enintään 0,5 m + 0,25 m piennartäyttö tien reunaa kohti voidaan leventämisen kustannuksia kohtuullistaa leventämällä kantavaa kerrosta ja päällystettä tarvittava määrä. (Väylävirasto 2021, 74.)

Uuden tukipientareen alta poistetaan mahdollinen pehmeä luiskatäyte. Sisäluiskan kaltevuus saa jyrkentyä kaltevuuteen 1:2,5. Jos tien leventämisen yhteydessä tien reuna siirtyy 0,5 m ja sisäluiska kapenee 3 metristä 2,5 metriin, jolloin sisäluiska jyrkkenee kaltevuudesta 1:3 kaltevuuteen 1:2,5 tai kaltevuudesta 1:4 kaltevuuteen 1:3,3. Kun sallitaan sisäluiskan jyrkentyminen, niin voidaan välttää kaapeleiden uudelleen rakentaminen ja rumpujen jatkaminen (kuva 2). (Liikennevirasto 2018, 111; Väylävirasto 2021, 74.)



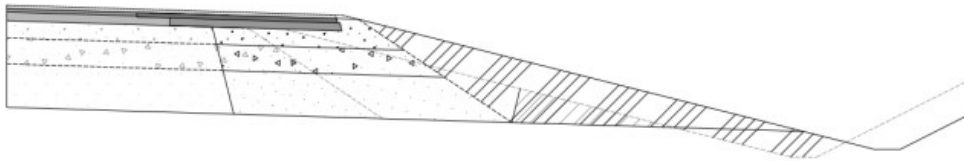
*KUVA 2. Esimerkkikuva vähäisestä leventämisestä. Vähäisessä leventämisessä voidaan tiehöylällä levittää nykyisen tien kerrosmateriaaleja luiskaan. Höylällä aukaistu reuna täytetään kantavan kerroksen materiaalilla (Liikennevirasto 2018, 111.)*

On harkittava erikseen, täytyykö parantaa sivuojien suistumisturvallisuutta ojanpohjaa leventämällä, ulkoluiskaa loiventamalla tai raivaamalla metsän reunaa. (Liikennevirasto 2018, 111; Väylävirasto 2021, 74.)

## 2.2.2 Suurempi leventäminen (yli 0,75 m)

### Kerrospaksuudet

Tehtäessä yli 0,75 m leveää levennystä pääsääntö on, että levennettävän osuuden rakennekerrokset vastaavat kuormituskestävyyden ja routamitoituksen osalta nykyistä tierakennetta. Jos nykyisen tien päällysrakenteet eivät vastaa tulevia tarpeita, voidaan koko tien päällystepaksuutta tai tien rakennekerroksia vahvistaa ennen leventämistä. (Liikennevirasto 2018, 112.) (Kuva 3.)



*KUVA 3. Tehtäessä yli 0,75 m levennystä nykyisen tien reuna aukaistaan kaivamalla tila levennyksen rakennekerroksille, jotka rakennetaan nykyisten rakennekerrosten paksuisina (Liikennevirasto 2018, 112.)*

Jälkitiivistymisen vähentämiseksi ja rakennustyön helpottamiseksi voidaan nykyisen tien rakennekerrosten materiaaleissa joissakin tapauksissa poiketa seuraavasti:

- Sorakerros voidaan korvata murskeella.
- Ohut hiekkakerros voidaan korvata suodatinkankaalla ja murskeella.
- Karkea louhe voidaan korvata pienlouheella.
- Päällysrakenteen yläosassa sora tai murske voidaan korvata betonimurskeella.
- Sementtistabilointi tai muu vastaava hydraulinen stabilointi, joka ei kestä liikennettä uutena, korvataan levennyksessä muulla rakennekerroksella.
- Bitumistabilointi voidaan korvata kantavuudeltaan vastaavalla murskeen ja päällystepaksuuden yhdistelmällä. (Liikennevirasto 2018, 112.)

### Päällystepaksuudet

Levennettävän osuudet päällystepaksuus määräytyy yleensä nykyiselle tielle tulevan päällysteen mukaan. Tien tulevaan kuormitusluokkaan nähden ylipaksu tai liian ohut nykyinen päällyste voidaan kuitenkin korvata levennysosalla ajokaistan kuormitusluokkaa vastaavalla päällystepaksuudella, mutta mahdolliset yli 40 mm:n suuruiset päällystepaksuuden muutoskohdat tulee sijoittaa ajokaistojen väliin, mikäli mahdollista. (Liikennevirasto 2018, 113.)

## Teräsverkkojen käyttö

Jos nykyisessä tierakenteessa on käytetty teräsverkkoja esimerkiksi keskihalkeamisen estämisessä tai aikaisemman levennyksen saumakohtaan halkeamisen estämisessä, vastaavanlainen teräsverkko on ulotettava myös uudelle levennysosalle. Tämä tehdään siksi, että tien poikittaissuuntaiset voimat välittyvät teräsverkosta toiseen. (Liikennevirasto 2018, 113.) (Kuva 4.)



*KUVA 4. Teräsverkkojen käytöllä voidaan ehkäistä kuvassa näkyvä routanousun aiheuttama vakava vaurio vanhan tierakenteen ja levennetyt osan välillä (Saarenketo, Varin 2019, 31.)*

### 2.2.3 Tien leventäminen pehmeiköllä

Levennettäessä tietä pehmeikölle täytyy laatia asianmukainen geotekninen suunnitelma, joka perustuu luotettavaan tietoon pohjasuhteista. Tällä suunnitelmalla varmistetaan riittävä vakavuus tien levennettävällä osuudella. Kun rakennetaan pehmeikölle, on myös varmistettava pohjanrakennustoimenpitein, ettei painumaero nykyisen tien ja levennyksen välillä muodostu liian suureksi. Jos nykyinen tiepenger on rakennettu painumattomaksi, täytyy myös levennettävä osuus rakentaa painumattomaksi. Vastaavasti painuvan tiepenkereen viereen ei pitäisi rakentaa painumatonta levennystä, jos nykyisen tiepenkereen painuminen on mahdollista jatkossa. (Liikennevirasto 2018, 113.)

Pehmeikölle levennettäessä on varmistuttava siitä, että levennysosan alle tulevat rummut ja suo-  
japutket eivät pääse vaurioitumaan. Tämä varmistetaan suunnittelemalla suo-  
japutkien ja rumpujen

perustukset siten, että mahdollisten painumaerojen vuoksi vaurioita ei synny. (Liikennevirasto 2018, 113.)

## 2.2.4 Poikkileikkauksen valinta

Yleisesti tien poikkileikkauksen mitat määräytyvät erilaisista osista, mm. tieluokan, suunnittelunopeuden, liikennemäärän, liikenteen koostumuksen ja halutun laatuluokan perusteella (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Yksiajoraitaisten teiden ohjeelliset poikkileikkaukset tieluokan, ennustetun liikennemäärän ja tien suunnittelunopeuden mukaan (Väylävirasto 2021, 24)

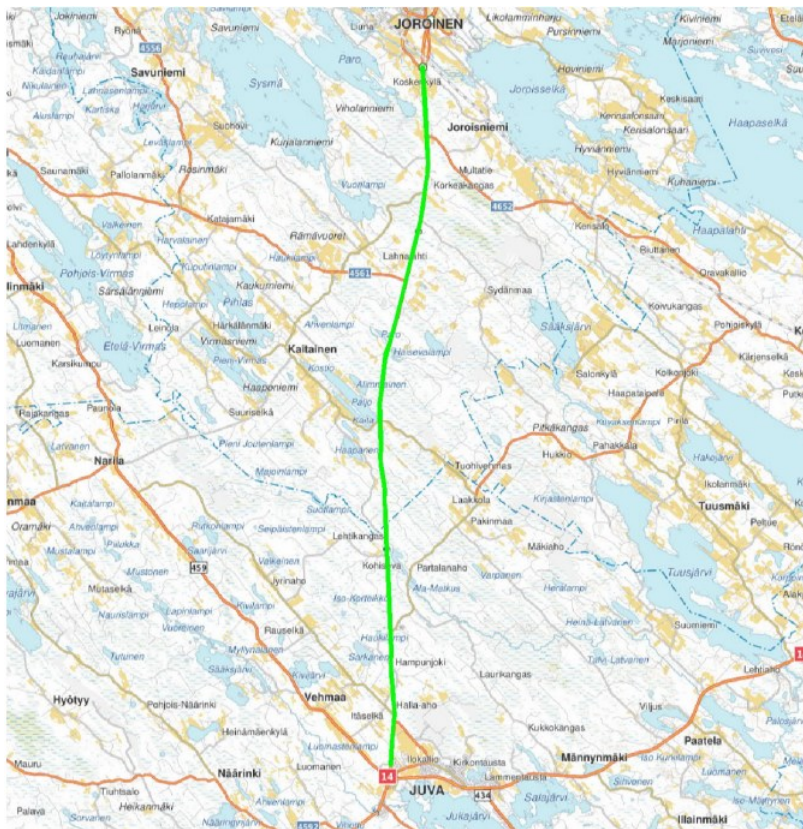
Tieluokka ja suunnittelunopeus (km/h)	Poikkileikkaus eri liikennemäärillä	
	< 4 000 ajon/vrk	4 000...9 000 ajon/vrk
Valta- ja kantatiet		
100	10/7	10,5/7,5
80	9/7	10/7
Seututiet		
100	9/7	10/7
80	8/7	9/7
60	7,5/6,5	8,5/7
Yhdystiet		
80	< 1 500 ajon/vrk	≥ 1 500 ajon/vrk
60	8/7	8/7
50	7/6	7,5/6,5
	7/6	7,5/6,5

### 3 VT 5 LEVENTÄMINEN VÄLILLÄ JUVA-JOROINEN

Opinnäytetyössä tutustuttiin valtatie 5 leventämiseen välillä Juva-Joroinen. Lisäksi perehdyttiin käytännön toteutukseen ja leventämisellä saavutettaviin hyötyihin. Lisäksi pohdittiin, mitä levennystyömaalla tehtiin hyvin ja missä olisi voitu onnistua paremmin.

Tien leventäminen tehtiin Keski-Suomen ELY-keskuksen tilaamana ja kohde kuului POS ELY ET 1 2022 -urakkaan. Asfalttikallio Oy toimi urakan päätoteuttajana.

Valtatien 5 parantamisosuus käsitti tieosat 136/3766–142/2160 alkaen Vehmaan eritasoliittymän pohjoispuolelta ja päättyen Joroisten eteläpuolelle Koskenkylän kohdalle (kuva 5). Valtatien poikkileikkaus oli 8,5/7,2 metriä (ajorata 3,6+3,6). Kokonaispäälysteleveys oli n. 7,6 metriä. Urakka sisälsi valtatie leventämisen poikkileikkaukseen 9,5/7,5, jolloin ajokaistan leveydeksi tuli 3,75 metriä ja päällystetyn pientareen leveydeksi tuli 0,75 metriä sekä sorapiennarta 0,25 metriä normaali-poikkileikkauksella ja kaide osuuksilla sorapiennarta tuli 1 metri.



KUVA 5. Valtatie 5 leventämis- kohteen sijainti kartalla (Hätinen 2021.)

## 3.2 Vt 5 Juva-Joroinen leventämisen lähtökohdat

### 3.2.1 Ongelmat

Levennettävällä tieosuudella oli liikenneturvallisuuspuutteita. Aikaisemmassa poikkileikkauksessa tien pientareet olivat kapeat eikä päällystettyä piennarta ollut joillakin osuuksilla ollenkaan (kuva 6). Tieltä puuttui tiekaiteet, vaikka tien luiskat olivat valta-tietasoiselle tielle jyrkkiä (1:2,5–1:3). Kallioleikkaukset olivat kapeita ja lähellä tietä aiheuttaen törmäysriskejä. Tiepinnan sivukaltevuus oli monin paikoin riittämätön. Tiealueella oli puustoa liian lähellä tietä aiheuttaen näkemäongelmia. Tieosuudella oli tapahtunut runsaasti hirvieläinonnettomuuksia.



KUVA 6. Valtatie 5 ennen levennystyön aloittamista

### **3.2.2 Liikennemäärät ja nopeusrajoitus**

Tieosuuden liikennemäärä on n. 5 400, josta raskaan liikenteen osuus on n. 770 (14 %). Valtatiellä 5 on kesäaikaan pääsääntöisesti 100 km/h nopeusrajoitus ja pistekohtaisia 80 km/h nopeusrajoituksia. Talviaikana on 80 km/h nopeusrajoitus.

### **3.2.3 Tehdyt pohjatutkimukset ja mittaustyöt**

Kohteessa ei tehty pohjatutkimuksia eikä mitattu maastomallia. Maastokäyntien yhteydessä suunnittelijat olivat tarkentaneet suunnitteluratkaisuja etenkin liittymäalueilla ja pääosa rummuista oli inventoitu. Nykyiselle ajoradalle oli tehty PTM-mittaus (palvelutasomittaus) molemmille ajokaistoille syksyllä 2019.

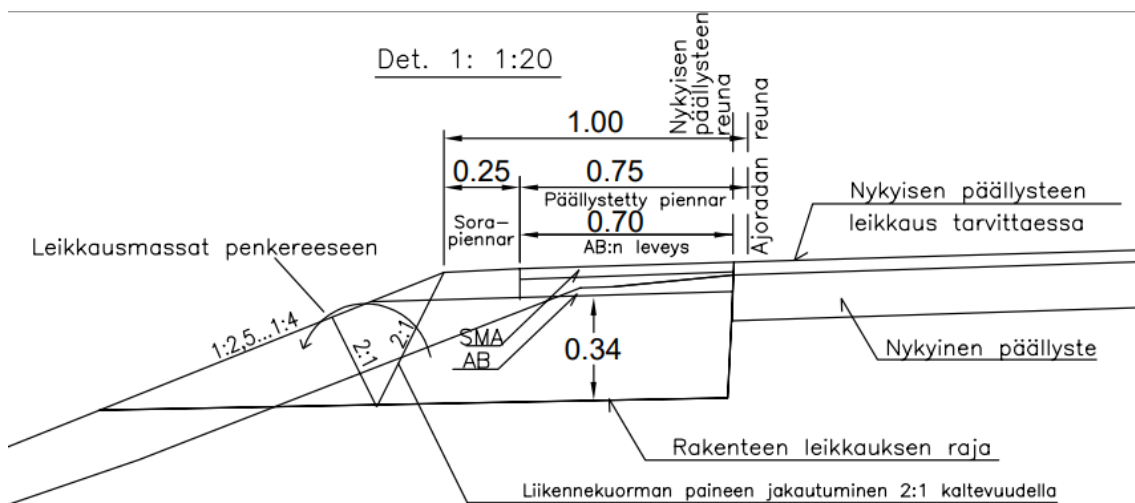
Kesällä 2021 molemmille kaistoille oli tehty taipumamittaukset Raptor-laitteella, joka on kehittyneempi versio TSD-laitteesta. Mittaukset ja tulosten käsittelyn teki Ramboll Oy. Mittausdatasta laskettiin pohjamaan BCI-arvot (Base Curvature Index) ja päällysrakenteen yläosan SCI-arvot. (Surface Curvature Index). Sivukaltevuuden korjaussuunnitelman pituusleikkauksiin on merkitty kais-toittain kohteet, joiden arvot ovat sellaisia, joista saattaa aiheutua ongelmia rakenteeseen.

## 4 LEVENNYSTYÖN VAIHEET

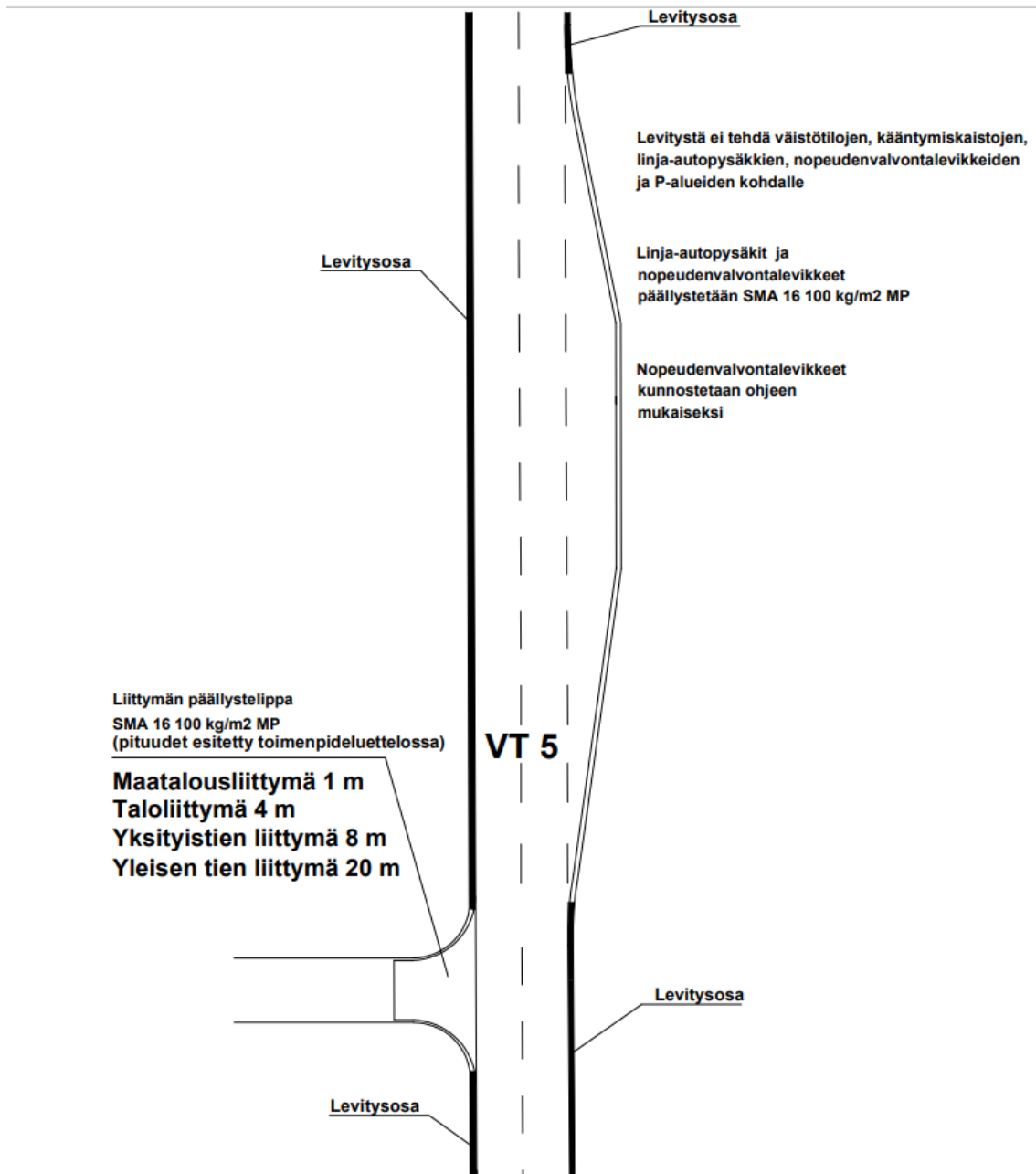
Valtatien leventäminen tehtiin leikkaamalla tien reunaosa auki alkaen nykyisen päällysteen reuna-  
nasta ja lisäämällä siihen rakennekerrokset murskeella. Erityisesti tiivistystyöhön täytyi kiinnittää  
huomiota. Leikkausmaat levitettiin tien luiskaan luiskatäytöksi. Nykyisen päällysteen reuna ei lei-  
kattu. Mikäli reunaosa oli rikkoontunut, tarkistettiin reunaosan päällysteen leikkauksen tarve.

Tie päällystettiin SMA-päällysteellä SMA16 100 kg/m<sup>2</sup> koko leveydeltä. Lisäksi levitysosalla pinta-  
laatan alle tuli AB-päällyste AB16 120 kg/m<sup>2</sup>.

Kääntymiskaistojen, väistötilojen ja linja-autopysäkkien kohdilla ei tehty levityksiä. Liittymät ja linja-  
autopysäkit päällystettiin SMA-päällysteellä. P-alueista kunnostettiin ja päällystettiin tieosan 142 pl.  
800–930 P-alue. Nykyiset nopeudenvalvontakameroiden levikkeet, joitain levikkeitä lukuun otta-  
matta, kunnostettiin ja päällystettiin ohjeiden mukaiseksi.



KUVA 7. Rakenteellinen poikkileikkauskuva levityksestä (Hätinen 2021.)



KUVA 8. Reunan levityksen periaatekuva pituussuunnassa (Hätinen 2021.)

## 4.1 Kuivatustyöt

### Ojat

Lähtökohtana oli, että kohteen sivu- ja laskuojat säilyvät pääosin entisellään. Suunnitelmassa oli esitetty osuuksia sivuojan perkauksille. Nämä kohdat perattiin kaivinkoneella auki. Sivuoijenperkauksen lisäksi siistittiin puunpoistourakassa syntyneitä metsäkoneen ajouria ojanpohjilta ja luisista. Puuston poisto tehtiin erillisessä urakassa tilaajan toimesta. (Kuva 9.)



KUVA 9. Sivuojan perkausta

## Rummut

Kohteen kaikki päätierummut käytiin läpi ja tarkastettiin, tarvitseeko rumpu puhdistaa huuhtelemalla. Suurin osa rummuista oli tukkeutuneita. (Kuva 10.)



*KUVA 10. Tukkeutunut päätierumpu*

Kohteella jouduttiin jatkamaan useita päätierumpuja levennyksen yhteydessä. Ennen rumpujen jatkamista huuhtelimme kohteen kaikki päätierummut imupaineautolla. (Kuva 11.)



*KUVA 11. Imupaineauto huuhtelee tukkeutunutta päätierumpua*

Vanhat betonirummut jatkettiin teräksisillä rummunjatkkoilla. Valtaosa kohteen rummuista oli halkaisijaltaan 800 mm, mutta myös 600 mm, 1 000 mm, 1 200 mm ja 1 600 mm halkaisijaltaan olevia rumpuja jatkettiin. Teräksiset rummunjatkot tilattiin mittatilaustyönä ja niihin oli tehty liitosholkki valmiiksi tehtaalla. Kaiteettomille osuuksille tulleet rummut piti olla päistä viistettyjä. Myös viisteet oli tehty tehtaalla valmiiksi. (Kuva 12.)



*KUVA 12. Teräksisellä rummunjatkolla jatkettu päätierumpu*

## **4.2 Kaapelit**

Tien vasemmalla puolella (paalutus- ja tieosanumeroinnin kasvavaan suuntaan) tien luiskassa oli useita telekaapeleita. Kaapelit olivat levennystyön esteenä ja ne oli siirrettävä kauemmaksi tien reunasta. Laitteiden omistajat olivat laatineet oman kaapeleiden siirtosuunnitelman ja kaapelit siirrettiin erillisessä urakassa pois levennystyön edestä. Ennen kaapeleiden siirto- ja levennystyön aloittamista pidettiin laitesiirtopalaveri ja katselmus, johon osallistuivat tilaaja, laitteiden omistajat, kaapeliurakoitsija ja levennystyön toteuttava urakoitsija. Tässä palaverissa yhteensovitettiin töiden aikataulutusta ja etenemistä. Kaapeli urakoitsija jätti kaapelit pintaan kohdissa, joissa tehtiin rummunjatkoja tai louhintaa. Näissäkin kohdissa kaapeliurakoitsija asensi rumpujen jatkamisen, ja louhintatöiden jälkeen kaapelit luiskaan määräysten mukaisesti. (Kuva 13.)



*KUVA 13. Telekaapelit jätetty ns. hankikaapeleiksi, koska kohta louhittiin ennen kuin kaapelit saatiin asennettua vaadittuun syvyyteen*

### **4.3 Tien sivukaltevuuuden korjaus jyrsimällä**

Ennen kuin itse reunan levennystyö päästiin aloittamaan, korjattiin kohteen sivukaltevuuksia. PTM-mittauksen (palvelutasomittaus) pohjalta oli laadittu korjaussuunnitelma kaistojen liian pienistä tai suurista kaltevuuksista. (Taulukko 2.)

TAULUKKO 2. Kaltevuuden korjaussuunnitelma, jossa on esitetty paaluväli, päällysteenpaksuus ennen jyrshintää, aikaisempi sivukaltevuus, suunniteltu sivukaltevuus, jyrshinnän syvyys syvimmästä kohdasta, päällysteen paksuus jyrshinnän jälkeen ja arvio asfalttirouheen määrästä (Hätinen 2021.)

														= ALKUPERÄINEN SUUNNITELMA								
														Suunniteltu kaltevuus		Päällysteen paksuus jyrshinnän jälkeen						
														Päällysteen paksuus	Sivukaltevuus oikea	oikea	Ero	Jyrshintä				
4	x	y																				
5																						
						PTM									neliöt	t	TAS t	HOX				
27	3542427	6872253	139	210	220	185	-1,9	-3,0	-1,1	-42	143	38	1,9									
28	3542427	6872263	139	220	230	186	-1,8	-3,0	-1,2	-46	140	38	2,1									
29	3542426	6872273	139	230	240	184	-1,8	-3,0	-1,2	-46	138	38	2,1									
30	3542426	6872283	139	240	250	190	-1,8	-3,0	-1,2	-46	144	38	2,1									
31	3542425	6872293	139	250	260	186	-1,7	-3,0	-1,3	-49	137	38	2,3									
32	3542425	6872303	139	260	270	176	-2	-3,0	-1,0	-38	138	38	1,7									
33	3542425	6872313	139	270	280	178	-2,4						0,0									
34	3542424	6872323	139	280	290	168	-2,4						0,0									
35	3542424	6872333	139	290	300	174	-2,5						0,0					-2,8				
36	3542423	6872343	139	300	310	190	-2,2	-2,5	-0,3	-11	179	38	0,5									
37	3542423	6872353	139	310	320	190	-1,5	-2,5	-1,0	-38	152	38	1,7									
38	3542422	6872363	139	320	330	205	-1,5	-2,5	-1,0	-38	167	38	1,7									
39	3542422	6872373	139	330	340	186	-1,5	-2,5	-1,0	-38	148	38	1,7									
40	3542421	6872383	139	340	350	169	-1,6	-2,5	-0,9	-34	135	38	1,6									
41	3542421	6872393	139	350	360	184	-1,5	-2,5	-1,0	-38	146	38	1,7									
42	3542421	6872403	139	360	370	181	-1,5	-2,5	-1,0	-38	143	38	1,7									
43	3542420	6872413	139	370	380	187	-1,6	-2,5	-0,9	-34	153	38	1,6									
44	3542420	6872423	139	380	390	173	-1,6	-2,5	-0,9	-34	139	38	1,6									
45	3542419	6872433	139	390	400	165	-1,7	-2,5	-0,8	-30	135	38	1,4					-2,5				
46	3542419	6872443	139	400	410	157	-2,1	-2,5	-0,4	-15	142	38	0,7									
47	3542418	6872453	139	410	420	150	-2,3	-2,5	-0,2	-8	142	38	0,3									
48	3542418	6872463	139	420	430	163	-2,5	-2,5	0,0	0	163	38	0,0									
49	3542417	6872473	139	430	440	160	-2,3	-2,5	-0,2	-8	152	38	0,3									
50	3542417	6872483	139	440	450	174	-1,7	-2,5	-0,8	-30	144	38	1,4									
51	3542416	6872493	139	450	460	181	-1,1	-2,5	-1,4	-53	128	38	2,4									
52	3542416	6872503	139	460	470	162	-1	-2,5	-1,5	-57	105	38	2,6									
53	3542415	6872513	139	470	480	151	-1,6	-2,5	-0,9	-34	117	38	1,6									
54	3542415	6872523	139	480	490	166	-2,4	-2,5	-0,1	-4	162	38	0,2									

Tierekisteriin sidottu korjaussuunnitelma merkattiin maastoon maalaamalla korjaus kohdan alku paalu ja loppu paalu sekä tavoite kaltevuus (kuva 14).



KUVA 14. Tasausjyrshintäkohdat merkattiin maastoon kaltevuudenkorjaussuunnitelman mukaisesti

Tielle tehtiin jyrshintä- ja tasausmassakorjauksia kohdissa, joissa tien sivukaltevuus oli liian pieni tai liian suuri. Kohdat, joissa sivukaltevuus oli liian suuri, korjattiin kaltevuutta tasausmassoilla ja tämä tehtiin reunanlevennyksen jälkeen ennen pintalaatanvetoa. Tien kohta, jossa kaista oli liian kalteva, korjattiin tasausmassalla. Tien ulkoreunaan levitettiin paksumpi kerros massaa verrattuna tien harja kohtaan. Tasausmassakorjauksista lisää luvussa 4.8.2 sivukaltevuuden korjaaminen tasausmassoilla.

Kohdat, joissa sivukaltevuus oli liian pieni, korjattiin ennen levennytyötä kylmäjyrsimellä. Jyrsin jyrsi vanhaa päällystettä enemmän tien ulkoreunasta verrattuna tien harjakohtaan. Tavoitekaltevuuden saavuttamiseksi käytettiin jyrsimen kallistusautomaattia. Tasausjyrshintä täytyi tehdä ennen levennytyötä, koska reunantäyttömurskeen taso määräytyi tien päällysteen tason mukaan. (Kuva 16.)



KUVA 15. Tasausjyrshintä kylmäjyrsimellä

#### 4.4 Tien reunan leventäminen

Reunan leventäminen tehtiin aukaisemalla tiehöylällä tien reuna suunniteltuun syvyyteen ja leveyteen aloittaen vanhan päällysteen reunasta. Tiehöylässä oli tähän työhön suunniteltu ja rakennettu reunan aukaisuterä, joka leikkasi päällysteen reunan terävästi ja siirsi maamassaa tien ulkoluiskaan. (Kuva 17.)



KUVA 16. Tiehöylä varustettuna reunan aukaisuterällä

Kun tiehöylä aukaisi tien reunaa, oli tärkeää, että päällysteen reuna saatiin leikattua suoraksi eikä saumakohtaan jäänyt maa-aineksia. Tällä tyylillä tehdessä saavutettiin monin kertainen teho verrattuna kaivinkoneella tehtävään aukaisuun. Lisäksi siirretystä maamassoista saatiin tehtyä vastapenger ulkoluiskaan uuden kantavankerroksen tukipenkereeksi. (Kuva 18.)



KUVA 17. Tiehöylällä tien reuna saatiin avattua nopeasti ja laadukkaasti

Aukaistu reuna täytettiin työhön suunnitellulla ja rakennetulla MAFI-merkkisellä reunantäyttökoneella. Reuna täytettiin KaM 0/56 mm:n murskeella. Reunantäyttökoneessa on suppilo eli tuutti, johon kuorma-autot tyhjentävät kuormansa ja tuutin pohjassa oleva kuljetinhihna vie murskeen aukaistuun reunaan. (Kuva 19.)



*KUVA 18. Tiehöylällä aukaistu reuna täytettiin reunantäyttökoneella*

Reunantäyttökoneen jälkeen reuna kasteltiin vesiautolla ja vesiauto hoiti samalla reunan tiivistämistä. Reunaa tiivistettiin myös murskeautojen renkailla. Lisäksi murskeautoissa oli vielä kuorma päällä, joka tehosti tiivistymistä. Kun tiehöylä sai reunaa tarpeeksi aukaistua, se siirtyi vesiauton perään tasaamaan ja tiivistämään levennettyä ja täytettyä reunaa. Tällaisen kumipyörätiivistyksen on havaittu olevan toimiva tiivistyskeino tämän kaltaiseen reunanlevennykseen. Havaittiin, että 6–7 yliajokertaa vesiautolla ja 2–3 yliajokertaa höylällä riittivät vaaditun tiiveyden saavuttamiseen. Jyrällä tiivistäminen ei tällaisessa tapauksessa onnistu, koska levennettävä osuus on niin kapea. Reunan tiiveyttä seurattiin Loadman pudotuspainolaitteella. Tästä lisää luvussa 6 laadun varmistaminen. (Kuva 20.)



KUVA 19. Reunan tiivistämisessä käytettiin ns. kumipyörätiivistystä

#### 4.5 Kallioleikkausten avartaminen

Kohteella oli kymmenen kallioleikkaus kohtaa, joita avarrettiin louhimalla. Louhiminen toteutettiin räjäytyslouhinnalla. Tällä parannettiin mahdollisen suistumistilanteen törmäysturvallisuutta. Lisäksi louhinnalla saatiin tila siirretyille kaapeleille uudessa poikkileikkauksessa.

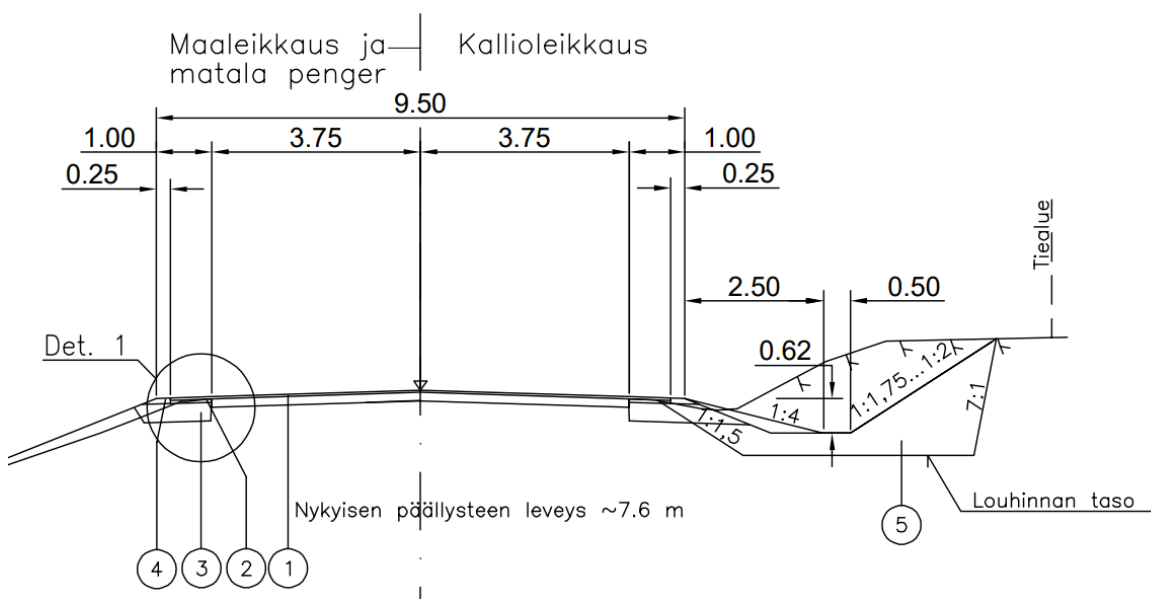
Louhinnan kävi tekemässä aliorakoitsija, joka toimitti töistä räjäytys- ja louhintatyön turvallisuus-suunnitelman. Suunnitelmassa kerrottiin mm. työn tilaaja, työn suorittaja, työmaan tiedot, räjäytystyönjohtaja, panostaja, työmaan yleiskuvaus, Lisäksi kerrottiin, vaaditaanko räjäytyksessä peittäminen, miten pölyn torjunta toteutetaan sekä miten ympäristöä informoidaan. Lisäksi ilmoitettiin työajat, tarvittavat luvat/ilmoitukset ja vaarallinen alue.

Ennen louhinnan aloittamista puhdistettiin louhittavat kohdat pintamaista. Tällä saatiin louhittavan alueen kallion pinta esille ja selvisi lopullinen louhinnan laajuus. Pintamaiden poisto suoritettiin kairavinkoneella. (Kuva 21.)



KUVA 20. Pintamaiden poistoa kaivinkoneella

Pintamaiden poiston jälkeen päästiin aloittamaan louhintatyöt. Puhdistettuun kallion pintaan merkattiin louhintatasot, jotka kertoivat, kuinka syväälle porarin tulee porata reiät, jotta pohja saatiin haluttuun tasoon. Tulevan louhinnan taso määräytyi suunnittelijan laatimasta rakenteellisesta poikkileikkauksuvasta kallioleikkauksen kohdalla. (Kuva 22.)



KUVA 21. Rakenteellinen poikkileikkauksukuva, jossa oikealla puolen on esitetty periaate kallioleikkauksen kohdalla (Hätinen 2021.)

Poraamisessa käytettiin kauko-ohjattavaa DINO-merkkistä poravaunua. Jos poravaunu ei yltänyt poraamaan tienlaidasta, täytyi sille rakentaa kaivinkoneella peti louhikkoon, koska poravaunu ei ole kovin hyvä etenemään epätasaisessa maastossa tela-alustasta huolimatta. (Kuva 23.)



KUVA 22. Poravaunu DINO 400 RI työssään

Kun reiät saatiin porattua, panostaja aloitti reikien panostuksen ja täkkäämisen. Kun panostaja sai reiät panostettua ja täkättyä, kenttä suojattiin huolellisesti kumimatoilla. Panostaja suunnitteli ja toteutti räjäytykset siten, etteivät irtoavat kalliolohkareet pääsisi lentämään kaistalle. Tämä tarkoitti sitä, että räjäytettävät kentät pidettiin maltillisen kokoisina ja kumimattoja käytettiin suojaamisessa tarpeeksi. Kumimatot nosteltiin räjäytettävän kentän päälle kaivinkoneella panostajan ohjeiden mukaisesti. Kun kenttä saatiin suojattua, liikenne katkaistiin molemmista suunnista 300 metrin päähän räjäytyksestä. Vaarallinen alue tyhjennettiin ihmisistä ja koneet ajettiin suojaan tarpeeksi kauas. Panostaja laittoi räjäytyksestä kertovan äänimerkin soimaan ja ampui kentän turvallisesti. (Kuva 24).



*KUVA 23. Kaivinkone nostaa suojaamisessa käytettävää kumimattoa paikoilleen*

Louhinnan jälkeen louheet kuljetettiin kuorma-autolla läjitykseen. Kaivinkone lastasi louheet kuorma-auton lavalle ja samalla kaivoi louhinnan pohjan esille. Kun pohja saatiin kaivettua auki, kaapeliurakoitsija asensi kaapelit suojattuna louhittuihin kohtiin. Tämän jälkeen tehtiin maatäyttö ja maisemointi. Maatäytössä käytettiin työmaalta syntyneitä hyvälaatuisia leikkausmassoja sekä ki- viainespaikan kallion pintomisesta syntyneitä maa-aineksia. Yksi kallioleikkauksen kohta tieosalla 141 vaati suoja-aidan kallioleikkauksen päälle. Tämä kallioleikkauksen kohta näkyy kuvassa 24. Kuvien 24 ja 25 välillä voi verrata, miten kallioleikkauksen kohta muuttui louhinnan myötä. (Kuva 25.)



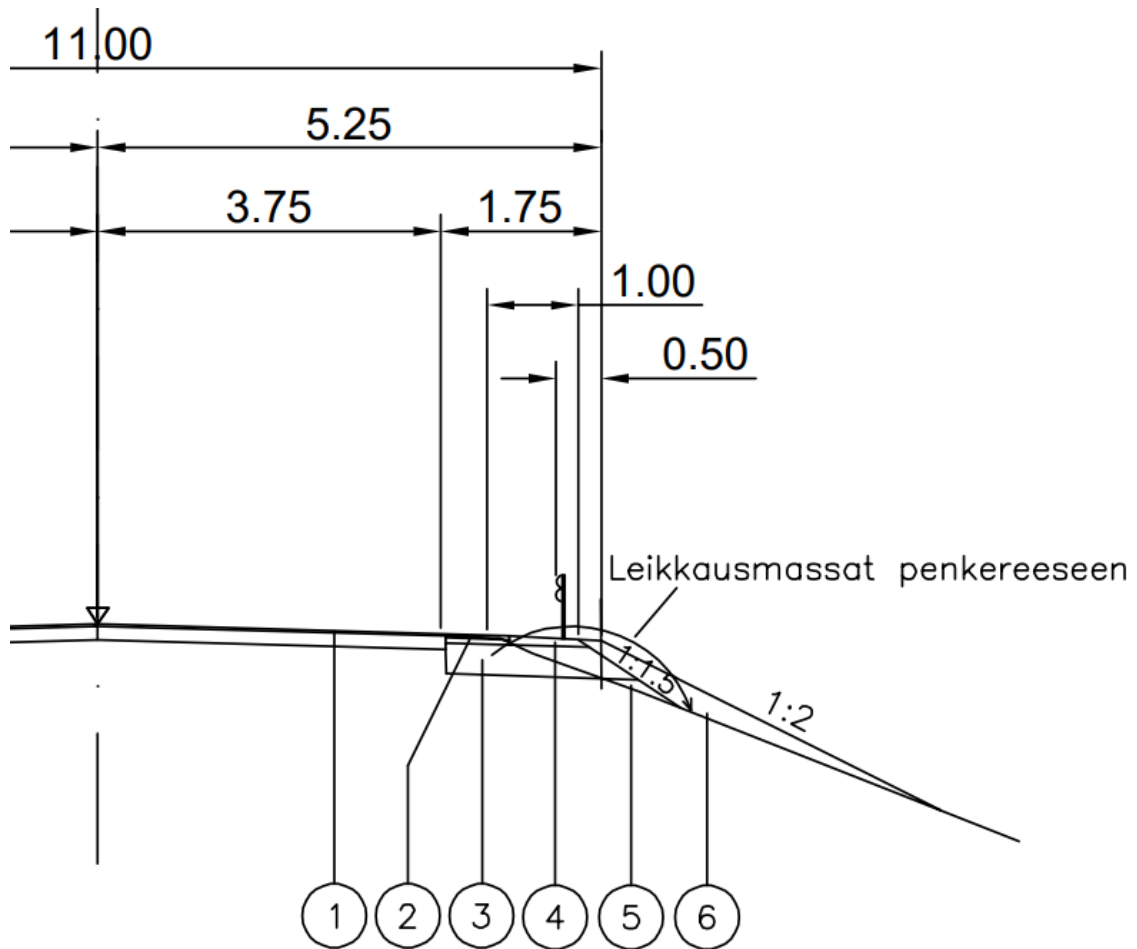
*KUVA 24. Kallioleikkauksen päälle asennettiin suoja-aita estämään mahdollinen putoaminen*

#### **4.6 Kaiteiden asennus**

Kohteelle asennettiin tiekaiteita, koska kohteen luiskat olivat paikoitellen valta-tietasoiselle tielle jyrkkiä ja jyrkkyys lisääntyi ko. kohdissa leventämisen myötä. Kohteella ei ollut aikaisemmin kaiteita. Suunnittelija oli suunnitellut kaiteiden kohdat suunnitteluvaiheessa. Kaiteiden kohdat merkattiin maastoon ennen kaiteiden asennusta, jonka jälkeen tarkistettiin kaiteiden tarkka sijainti yhdessä tilaajan kanssa. Ainoastaan yhtä kaiteen kohtaa täytyi siirtää alkuperäiseen suunnitelmaan nähden.

Urakan asiakirjoissa kaiteista vaadittiin seuraavaa: kaiteiden törmäyskestävyysluokaksi oli asetettu N2 ja toimintaleveys saa olla enintään 2,1 m. Aorauskestävyys luokaksi oli asetettu luokka 4. Kaide tuotteet olivat CE-merkittyjä ja standardin EN1317-5 mukaisia.

Leventämistyön yhteydessä kaiteiden kohdat oli huomioitu siten, että leventäminen tehtiin puoli metriä leveämpänä kaiteiden kohdalla, jotta kaiteen taakse jäi riittävä tukipiennar. Kaiteiden kohdilla kantavankerroksen tuli ulottua 0,25 m kaidejohteen taakse ja tukipiennarta piti olla kaiteen takana 0,5 m kaidejohteen etureunasta mitattuna. Poikkileikkaus kaiteiden kohdalla esitettiin tyypipoikkileikkauksissa. (Kuva 26.)



KUVA 25. Poikkileikkauskuva kaideosuuden kohdalla (Hätinen 2021.)

Kaiteiden asennus eteni siten, että ensimmäisenä merkattiin maastoon kaidepylväiden kohdat. Kun kohdat oli merkattu, asennettiin kaidepylväät paikoilleen. Seuraavaksi kiinnitettiin kaide eli johde kaidepylväisiin. (Kuva 27.)



*KUVA 26. Kaiteiden asennusta*

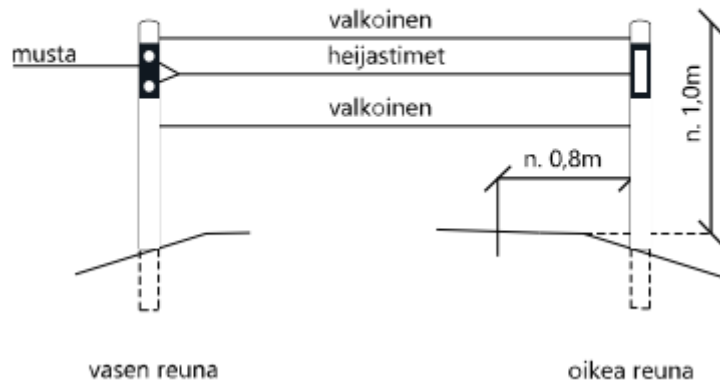
Kaiteet varustettiin kokoonpainuvilla kaiteen päillä, jotka asennettiin kaiteen alkupäähän. Tällä parannettiin mahdollista törmäysturvallisuutta. Kokoonpainuvat kaiteen päät asennettiin standardin draftEN 1317-7 kokoonpainuvat kaiteen päät mukaisesti. (Kuva 28.)



*KUVA 27. Kokoonpainuva kaiteen pää*

## 4.7 Reunapaalut

Kohteelle asennettiin reunapaalut parantamaan optista ohjausta etenkin pimeään aikaan. Reunapaalut asennettiin 60 metrin välein Väyläviraston ohjeiden mukaisesti. (Kuva 29.)



KUVA 28. Reunapaalun sijoitus poikkileikkauksessa (Väylävirasto 2020, 387.)

Kokoonpainuviin kaiteiden päihin asennettiin kolme reunapaalua peräkkäin parantamaan kaiteen alkamiskohdan havainnointia (kuva 30).



KUVA 29. Reunapaalujen asennustapa kokoonpainuvan kaiteen pään kohdalla

#### 4.8 Luiskien viimeistely

Levennysosan aukaisussa tiehöylän terä kuljetti maamassat tien sisäluiskaan. Luiskissa olevat maamassat muotoiltiin Gradall-merkkisellä luiskakoneella, joka oli rakennettu kuorma-auton rungon päälle. Luiskakoneella siistiä luiskaa syntyi nopeasti. (Kuva 31.)



*KUVA 30. Gradall luiskakone viimeistelee tien sisäluiskaa*

Kaikki reunanaukaisussa syntyneet maamassat eivät kuitenkaan mahtuneet luiskiin. Gradall teki ylimääräisistä maista kasoja, jotka kerättiin kaivinkoneella kuorma-auton lavalle ja kuljetettiin jätykseen. (Kuva 32.)



*KUVA 31. Kaivinkone kerää ylimääräisiä maita luiskasta*

## 4.9 Päälystäminen

Valtatien 5 päälystäminen välillä Juva-Joroinen tehtiin vaiheittain siten, että ensin päälystettiin levennetty osuus, seuraavaksi korjattiin ylisuuria sivukaltevuuden kohtia tasausmassoilla, jonka jälkeen levitettiin uusi pintalaatta koko tien leveydelle.

### 4.9.1 Levennysosan päälystäminen

Levennysosan päälystäminen tehtiin asfalttibetoni (AB) päälystellä, AB 16 massalla. Massaa levitettiin 120 kg/m<sup>2</sup> menekillä. Massa levitettiin levennysosaan tavallisella asfaltinlevittäjällä. Työn helpottamiseksi levittäjään rakennettiin metallilevystä sellainen osa, että asfalttimassaa levisi ainoastaan levennysosalle. Metallilevy esti massan leviämisen kaistalle. Levennysosaa päälystettäessä oli tärkeää merkata uuden päälysteen reuna tarkasti, jotta päästiin uudessa poikkileikkauksessa esitettyyn päälysteen leveyteen. Lisäksi oli huomioitava, että levennysosan päälyste levitettiin noin 5 cm leveämpänä, kuin pintalaatta, jotta pintalaatan reunat kestäisivät paremmin. (Kuva 31.)



KUVA 32. Levennysosan päälystämistä

#### 4.9.2 Sivukaltevuuden korjaaminen tasausmassoilla

Kohteelle tehtiin sivukaltevuuden korjauksia kohtiin, joissa tien sivukaltevuus oli liian pieni tai suuri. Kohdissa, missä tien sivukaltevuus oli liian suuri, tehtiin kaltevuuden korjaaminen tasausmassa-korjauksena (TAS).

Ensin tasattaviin kohtiin levitettiin bitumiemulsioliima, jonka jälkeen kohta päällystettiin ohuella päällyste kerroksella siten, että tien ulkoreunaan tuli paksumpikerros massaa verrattuna tien harjakohtaan. Näin tien sivukaltevuus saatiin korjattua suunniteltuun kaltevuuteen. Suunniteltu sivukaltevuus vaihteli tienkohdasta riippuen, pääosin kaistat tehtiin 3 % sivukaltevuuteen. Tasauksissa käytettiin samaa massaa, mitä käytettiin levennyksen päällystämiseen, eli AB 16 massaa. (Kuva 32.)



KUVA 33. Sivukaltevuuden korjaaminen tasausmassalla

#### 4.9.3 Lopullisen SMA-päällysteen levittäminen

Levennyksen päällystämisen ja tasauksien valmistuttua aloitettiin pintalaatan levittäminen. Pintaan tuli kivimastixiasfaltti eli SMA (stone mastic asphalt). Tie päällystettiin koko leveydeltä SMA16

massalla, massaa levitettiin 100 kg/m<sup>2</sup> menekillä, mikä tarkoitti noin 4 cm paksua laattaa tiivistetynä. Kohde päällystettiin MPKJ-menetelmällä (massapinta kuumajyritylle alustalle). Tässä menetelmässä vanha päällyste kuumennettiin erillisillä lämmittimillä, jyrättiin jyrsimellä (rapsu), jossa oli asfaltinlevittimen perä. Rapsu tasoitti kuumen jyrityn asfaltin tasaiseksi pohjaksi, johon uusi pinta tarttuu hyvin. MPKJ-menetelmällä saatiin vanhan tien pinnan urat ja pienet epätasaisuudet oikaistua. Tämä työvaihe vaati saumatonta yhteistyötä koneen käyttäjiltä, että alustan lämpötilat pysyivät vaadituissa lukemissa. Koneen käyttäjät huolehtivat, etteivät lämmittimet karanneet liian kauaksi MPKJ-laitteesta, eikä MPKJ-laite karannut liian kauas asfaltinlevittäjästä. (Kuva 33.)



*KUVA 34. Kuvassa näkyy punainen MPKJ-laite, jonka edessä näkyy lämmitin. MPKJ-laitteen perässä tulee asfaltinlevittäjä, joka levittää lopullisen pintalaatan kuumajyritylle alustalle.*

Pintalaatan levityksessä kaistalle käytettiin tela-alustaista asfaltinlevittäjää. Lisäksi käytössä oli pienempi pyöräalustainen asfaltinlevittäjä ns. lippakone, jota käytettiin kaistakoneen etupuolella liittymien, linja-autopysäkkien, kääntymiskaistojen, väistötilojen, sekä erilaisten levikkeiden päällystämiseen. Tällä tyyllillä päällystettäessä saatiin pienalueiden ja kaistojen saumakohta tehtyä laadukkaasti ja saumattomasti. Kaista koneen perässä tuli vielä tiivistyskalusto. Tiivistäminen hoidettiin kolmella jyrällä. Asfaltin levittäjän lähellä kulki yksi kaksivalssinen jyrä, joka hoiti esijyräystä ja tämän perässä kolmivalssijyrä, joka hoiti tiivistysjyräystä. Viimeisenä letkassa kulki kaksivalssinen jyrä, joka hoiti jälkijyräyksen. Jälkijyräyksen tehtävänä oli poistaa varsinaisessa tiivistysjyräyksessä

syntyneitä jyräysjälkiä. Jyräysjälkien poistamisessa piti huolehtia, että massan lämpötila oli yli 60°C.

Asfaltin levityksessä käytettiin seuraavanlaisia koneita ja laitteita: kuorma-autolla vedettävä kuumennin (grilli), MPKJ-laite (rapsu), pyörialustainen asfaltinlevittäjä (lippakone), tela-alustainen asfaltinlevittäjä (kaistakone), 2 kpl kaksivalssijyriä ja kolmivalssijyriä. Lisäksi käytössä oli liimamopo, jolla levitettiin bitumiemulsioliima massapinnattaville alueille, joihin ei tehty MPKJ käsittelyä, kuten kaikki pienalueet. Pienalueita oli kaikki muut päällystettävät alueet paitsi tien kaistat. Työssä syntyvien jätteiden siivoamiseen sekä aikaisemmin levitetyn päällysteen saumakohdan aukaisuun käytettiin pientä pyöräkuormaajaa, jossa oli lisävarusteena kauha ja harjakone. (Kuva 34.)



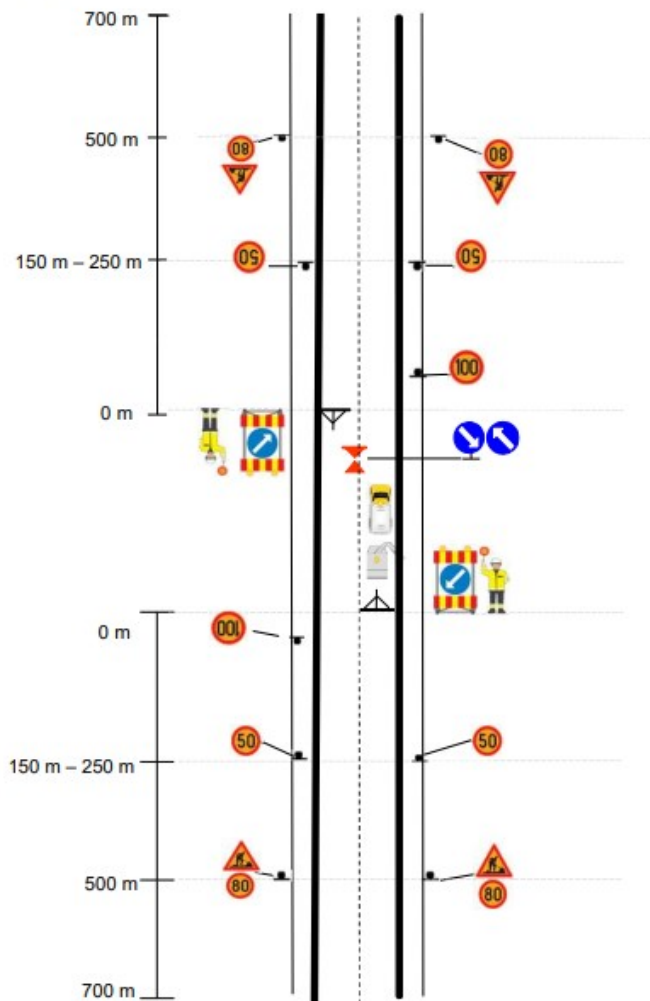
*KUVA 35. Pintalaatan levitystä. Kuvassa näkyy oikeasta reunasta lukien grilli, rapsu, lippakone, kaistakone ja esijyräystä hoitava kaksivalssijyriä. (Kinnari 2022.)*

## 5 LIIKENNEJÄRJESTELYT

Valta-tietasoisella tiellä työskenneltäessä täytyi kiinnittää erityistä huomiota liikennejärjestelyihin. Jokaisesta työvaiheesta tehtiin työvaihekohtainen liikenteenohjaussuunnitelma. Liikenteenohjaussuunnitelmissa noudatettiin Väyläviraston laatimia ohjeita ja järjestelyt työmaalla toteutettiin liikenteenohjaussuunnitelmien mukaisesti. Urakoitsija laati liikenteenohjaussuunnitelmat ennen töiden aloittamista, jonka jälkeen tilaaja hyväksyi suunnitelman, ellei korjattavaa löytynyt. Töitä ei aloitettu ennen kuin tilaaja hyväksyi liikenteenohjaussuunnitelman. (Kuva 35.)

**LIIKENTEENOHJAUSSUUNNITELMA: OJAN PERKAUS kohde 8104 Vt 5 Juva-Joroinen**  
Toimenpide ajoradan reunassa tai luiskassa työ hitaasti liikkuvaa, ohituskohta lyhyt, Tiekohtainen nopeusrajoitus 100, KVL yli 1500 ajon/vrk.

- Liikenteenohjausta /-ohjaajia käytetään aina koneiden työskennellessä ajoradalla.
- Luiskassa työskennellessä ei suljeta ajokaistoja.
- Nopeusrajoitusmerkit pyritään asettamaan siten, että niitä ei tarvitse työvuorossa siirtää
- Tarpeettomat merkit peitetään/kaadetaan työvuoron päätteeksi
- Liikenteenohjausvaunuissa ei käytetä vilkkuja valoisan aikaan



KUVA 36. Esimerkki ojan perkauksen liikenteenohjaussuunnitelmasta (Mehtälä, Lukkari 2022.)

Töitä aloittaessa kohteella oli pääsääntöisesti 100 km/h nopeusrajoitus, lukuun ottamatta muutamia risteysalueita, joissa nopeus oli laskettu 80 km/h nopeuteen. Nopeudet laskettiin aina 50 km/h nopeuteen työskentelyalueelta ja palautettiin takaisin sallittuun nopeuteen, kun työt oli tehty, jos tien kunto salli nopeuden nostamisen.

Levennysosan aukaisun ja kantavan murskeen levityksen jälkeen nopeus jätettiin 50 km/h nopeuteen. Nopeus nostettiin 80 km/h nopeuteen vasta sen jälkeen, kun levennysosa oli päällystetty tien molemmilta puolilta.

## **5.1 Liikenteenjärjestelijät**

Työmaalla oli koko ajan töissä yksi tai kaksi liikenteenjärjestelijää riippuen mitä työvaiheita oli yhtä aikaa käynnissä. Liikenteenjärjestelijän tehtävänä oli huolehtia yhteistyössä työnjohdon kanssa, että työmaalla on kaikki liikenteenjärjestelyt kunnossa. Järjestelijät huolehtivat esimerkiksi siitä, että saattoautoa koskevat opasteet olivat oikeissa paikoissa suorassa ja hyvin havaittavissa, kuten kaikki muutkin liikennemerkit työmaalla. Lisäksi he opastivat liikenteenohjaajat oikeaan paikkaan oikeaan aikaan.

Liikenteenjärjestelijästä oli korvaamaton apu tämän kokoluokan projektissa. Järjestelijällä on aikaa havaita pienetkin puutteet liikennejärjestelyissä ja puuttua niihin nopeasti.

## **5.2 Saattoauto**

Kaikissa työvaiheissa, joissa toinen kaista jouduttiin sulkemaan pitkältä matkalta, käytettiin saattoautoa liikenteenohjaamiseen. Reunanleventämisessä, tasausjyrsinnöissä ja kaikissa päällystystöissä vaadittiin liikenteenohjaukseen saattoauto. Kun liikenteenohjaamiseen käytettiin saattoautoa, suljettiin työskenneltävä alue liikennevaloin varustetuilla sulkuidoilla. Liikennevalot helpottivat sulkuidoilla olevien liikenteenohjaajien työtä ja lisäsivät turvallisuutta. Saattoauto nouti sulkuidalta ajoneuvoletkat ja saattoi ne hallitusti ja turvallisesti työmaan ohi. Saattoauton katolle oli asennettu näyttö, johon kuljettaja valitsi sopivan tekstin. Sulkuidalta työmaalle lähdetessä ajoneuvoletkalle välitettiin teksti ”seuraa minua”. Toisen pään sulkuidalle saavuttaessa kuljettaja vaihtoi tekstiksi ”ohita minut” ja siirtyi tien sivuun antaen tilaa ajoneuvoille jatkaa ohitse.

Saattoauto lisäsi työturvallisuutta merkittävästi tietyömaalla. Sen avulla työmaan läpi kulkevien ajoneuvojen nopeudet saatiin pidettyä alhaisina. Lisäksi saattoauton kuljettaja oli tietoinen, mitä työmaalla tapahtuu ja osasi tarvittaessa esim. antaa tietä asfalttimassaa kuljettavalle tai levittäjältä asfalttiasemalle lähtevälle kuorma-autolle.

### 5.3 Liikenteenohjaajat

Työvaiheissa, joissa ohituskohta oli lyhyt, käytettiin käsiohjausta. Lisäksi käytettiin sulkuaitoja, jos kaista oli kokonaan pois käytöstä töiden takia.

Esimerkiksi kuivatustöissä työskenneltävän osuuden nopeus laskettiin 50 km/h nopeudelle. Liikenteenohjausta ei käytetty, jos kaivinkone pystyi työskentelemään kokonaan tien luiskassa. Jos koneella jouduttiin tulemaan kaistalle, otettiin liikenteenohjaajat tielle. Samalla tyyllillä edettiin myös louhintatöissä, lukuun ottamatta ampumishetkeä, jolloin liikenne pysäytettiin aina liikenteenohjaajien avulla. Työskentelyolosuhteet ja liikennejärjestelyt pyrittiin järjestämään siten, että koneet pysyivät mahdollisimman paljon kaistojen ulkopuolella ja näin ollen aiheutettiin mahdollisimman vähän haittaa tiellä liikkujille. Kaistoja kavennettiin lamellien avulla siten, että liikennettä ei tarvitse pysäyttää, vaan liikenne pääsi kulkemaan turvallisesti työmaan ohitse molempiin suuntiin. Nopeusrajoitus laskettiin 50 km/h nopeuteen. (Kuva 38.)



KUVA 37. Kaistoja kavennettu lamellien avulla

## 6 LAADUN VARMISTAMINEN

Työmaalla tehtävistä töistä laadittiin työvaihekohtainen tekninen suunnitelma, jossa kerrottiin, miten eri työvaiheet suoritetaan ja miten työn laatu varmistetaan. Lisäksi teknisessä suunnitelmassa esitettiin työhön käytettävät koneet ja laitteet sekä niiden kuljettajat. Toimittajat ja aliurakoitsijat olivat myös esitettyinä tässä suunnitelmassa. Suunnitelmat toimitettiin tilaajalle ennen töiden aloittamista hyväksyttäväksi.

Eri työvaiheissa noudatettiin kohteen urakka-asiakirjoissa esitettyä rakennussuunnitelmaa, suunnitelmaselostusta, työselityksiä ja teknisiä ohjeita sekä InfraRYL-ohjeita. Kohde katselmoitiin tilaajan kanssa ennen työvaiheiden aloittamista. Katselmoinneissa käytiin läpi kohteen suunnitelma, sovittiin tehtävät työt, työajat ja toteutus työvaiheittain. Tilajalle annettiin tieto, jos ennen katselmuksia tai katselmuksilla havaittiin lopputulokseen vaikuttavia seikkoja tai sellaisia puutteita, jotka vaikuttavat työn laatuun. Katselmuksista tehtiin aina katselmusmuistio, johon kirjattiin miten mikäkin työvaihe toteutetaan.

### 6.1 Laadunvarmistaminen rakenteenparantamistöissä

Rakenteenparantamistöiden laadunvarmistamiseen ja osoittamiseen liittyvät mittaukset ja testaukset tehtiin voimassa olevien standardien, asfalttinormien ja menetelmäohjeiden mukaisesti. Mittauksista ja testauksista laadittiin tapauskohtaisesti pöytäkirja tai testausseleste. Laadunvarmistelu tehtiin urakka-asiakirjojen mukaisesti. Mikäli syntyi työvirheitä, korjaaminen suoritettiin mahdollisimman hyvin jo työsuorituksen aikana. Työnjohto vastasi työvirheiden tarkkailusta ja korjauksesta. Jos syntyi huomattava työvirhe, siitä tehtiin poikkeamaraportti.

#### Leventämistyön laadunvarmistaminen

Leventämistyössä käytettävät kiviainekset oli testattu kiviainestoimittajan toimesta laboratoriossa. Laboratorio tutkimuksilla osoitettiin, että kiviainekset täyttävät kaikki laatuvaatimukset. Käytettävät kiviainekset piti olla CE-merkittyjä. Lisäksi niistä piti löytyä rakeisuuskäyrä, suoritustasoilmoitus (DoP) ja Los Angeles -luku (LosA). Suoritustasoilmoitus on jokaiselle CE-merkitylle rakennustuot-

teelle pakollinen määrämuotoinen dokumentti. Los Angeles -luku kuvaa kiviaineksen isku- ja kuluskestävyyttä. Mitä pienempi LosA-luku on, sitä kulutus kestävämpi ja kovempi kiviaines on kyseessä. InfraRylin vaatimus kantavankerroksen LosA-luvuksi on enintään 30. (Luokka LA<sub>30</sub>). Käytämämme kiviaineksen LosA-luku oli 23. (Luokka LA<sub>25</sub>)

Levennysosan valmiista kantavasta rakennekerroksesta otettiin rakennenäytteet laatuvaatimusten mukaisesti, jotka urakoitsija tutkitutti itse laboratorioissa ja toimitti tutkimustulokset tilaajalle. Valmiista kantavastakerroksesta otetuilla rakennenäytteillä osoitettiin, että kiviaines on säilyttänyt ominaisuutensa levitys- ja tiivistystyön jälkeen. (Kuva 39.)



*KUVA 38. Valmiin kantavankerroksen rakennenäytteet otettiin lapiolla ämpäreihin, jotka lähetettiin laboratorioon tutkittavaksi.*

Levennysosan tiiveys mitattiin Loadman-merkkisellä pudotuspainolaitteella. Tällä varmistettiin, että tiivistystyössä oli saavutettu vaadittu tiiveysaste. Mittauksia tehtiin vaadittu määrä ja tulokset raportoitiin tilaajalle laatuvaatimusten mukaisesti. Tiiveysasteen piti olla keskiarvoltaan 95 % ja yksittäinen tiiveysasteen mittaustulos sai olla 90 %. Tiiveysasteen saavuttamisessa ei ollut ongelmaa tällä kohteella. Näin voitiin todeta, että ns. kumipyörätiivistys oli toimiva ratkaisu tämän kaltaisessa työssä. Kevyellä pudotuspainolaitteella mitattiin rakennekerroksen painumaa. Mittaus tapahtui laitteen sisällä olevan painon avulla. Paino viritettiin putken yläpään ja pudotettiin nappia painamalla

alas. Rakennekerroksen tiiveysasteen selville saamiseksi tehtiin laitteella pudotussarjoja. Pudotuksia tehtiin niin monta, että laitteen ilmoittama E-moduuliluku vakioitu (saavutti maksimitasonsa). Tiiveysasteen selville saamiseksi tarvittiin yleensä n. 4–6 pudotusta mitattavasta kohdasta. (AL-Engineering Oy 2015.) (Kuva 40.)



KUVA 39. Loadman-merkkinen kevyt pudotuspainolaite

## 6.2 Laadunvarmistaminen päällystystöissä

Ennen massanvalmistuksen aloittamista piti päällystekiviainekset tutkia ja varmistaa, että kiviainekset täyttävät urakka-asiakirjoissa asetetut laatuvaatimukset. Kiviaineksista tutkittiin mm. nastaren-gaskulutuskkestävyys ja litteysluku. Lisäksi kiviaineksista piti olla geologin tekemä petrografinen ku-

vaus. Petrografisessa kuvauksessa saadaan selville kiviaineksen mineraalikoostumus, mikä kertoo, löytyykö kiviaineksestä sellaisia mineraaleja, jotka ovat haitallisia päällystekiviainekselle vai soveltuuko kiviaines päällysteeseen.

Asfalttimassan laatua tarkkailtiin massanteon yhteydessä asfalttiasemalla. Asfaltin valmistuksen aikana laborantti otti näytteitä 500 tn välein. Jos massaan täytyi tehdä muutoksia, näytteitä piti ottaa useammin, että voitiin varmistua reseptin muutosten toimivuudesta. Levityspäässä massan laatua seurattiin jatkuvana tarkkailuna. Jos massassa havaittiin jotain, mitä piti muuttaa, ilmoitettiin siitä välittömästi koneasemalle. Muutoksia reseptiin joudutaan tekemään, jos esim. sideaine nousee pintaan tai pinnassa esiintyy harvoja kohtia.

Valmiista päällysteestä tutkittiin pinnan tasaisuus, alku-urat ja sivukaltevuus palvelutasomittauksella (PTM-mittaus). PTM-mittaus tehdään henkilöautolla, johon on asennettu mittalaitteet. (Kuva 41.)



Kuva 40. Palvelutasomittausauto (Ramboll 2019.)

Tien pinnan tasaisuus ilmoitetaan IRI-arvona. IRI (International Roughness Index) on kansainvälinen epätasaisuusluku. Päällysteen tasaisuutta mitattaessa käytetään kahta IRI-arvoa. **IRI** (tien pituussuuntainen tasaisuus välillä 0,5–50 m) ja **IRI4** (tien pituussuuntainen tasaisuus välillä 0,5–4

m). Tällä kohteella päällysteen tasaisuus arvoitettiin IRI4-arvon mukaan. Kohteella onnistuttiin tekemään tasainen pinta koko välille. (Kuva 42.)



*KUVA 41. Valmis SMA-päällyste. Kuvassa näkyy myös valmiit tiemerkinnot. Tiemerkinnot eivät sisällyneet tähän urakkaan. ELY-keskus tilasi tiemerkinnot suoraan tiemerkinnotä tekevältä firmalta.*

Tien sivukaltevuus arvoitettiin 50 m välein. Aikaisemmin kohteella oli ongelmia sivukaltevuuksissa ja ne onnistuttiin korjaamaan hyvin tasausjyrsintä- ja tasausmassakorjauksin.

PTM-mittauksella saatiin selville myös kohteen alku-urat. Alku-ura on uuden asfalttipäällysteen alkutiivistyminen (mm), joka voidaan mitata 1–6 viikon kuluessa päällysteen valmistumisesta. Kohteen alku-urat täyttivät asetetut laatuvaatimukset.

Kohteelle tehtiin myös tyhjätilamittaus päällystetutkamenetelmällä. Tyhjätila ilmaisee asfalttipäällysteen huokoisuuden. Mitä pienempi tyhjätila, sitä tiiviimpi asfaltti on. Kohteen tyhjätilat täyttivät asetetut laatuvaatimukset.

## 7 LOPPUSANAT

Tehdessäni tätä työtä olen tutustunut yleisellä tasolla tien leventämiseen rakenteenparantamismenetelmänä sekä perehtynyt Vt 5 leventämiseen välillä Juva-Joroinen. Toimin hankkeen rakenteenparantamistyössä työnjohtajana. Tien leventämisellä pyrittiin parantamaan tieosuuden liikenneturvallisuuspuutteita sekä parantamaan sen käytettävyyttä, koska tieosuuden liikenne määrän ennustettiin kasvavan tulevaisuudessa.

Liikenneturvallisuuspuutteet johtuivat mm. liian kapeista pientareista valta-tietasoiselle väylälle sekä tiekaiteiden puuttumisesta tieosuudelta. Lisäksi tieosuudella oli kallioleikkauksia lähellä tietä, jotka aiheuttivat törmäysriskejä. Tiealueella oli puustoa, joka aiheutti näkemäongelmia. Kohteelle suunnitelluilla toimenpiteillä tieosuudesta saatiin hyväkuntoinen ja liikenneturvallinen. Puuston poiston myötä tieosuuden näkemät paranivat huomattavasti. Lisäksi puustonpoisto voi vähentää hirvieläin onnettomuuksia, jotka olivat ongelmana ennen parantamistoimenpiteiden tekemistä. Leventämisen myötä tieosuudelle saatiin väistämistilaa ja parannettiin kevyenliikenteen turvallisuutta päällystetyn pientareen myötä.

Kohteella oli myös kuivatuspuutteita. Niitä yritettiin korjata perkaamalla sivuojia sellaisilta osuuk-silta, joissa kuivatusongelmia esiintyi. Myös kaikki päätie- ja sivuojarummut huuhdeltiin auki. Kuivatuspuutteita korjatessa havaittiin, että ongelmia ei saada kokonaan korjattua, jos laskuojia ei ensin kaivettaisi auki. Laskuojia ei kuitenkaan tässä urakassa lähdetty kaivamaan, koska laskuojat kulkevat tiealueen ulkopuolella ja kaivaminen vaatii näin ollen maanomistajan luvan. Tämän mittaisella tieosuudella se vaatisi niin paljon selvittelytyötä, ettei lupia maanomistajilta lähdetty kyselemään. Kohteelle olisi tulevaisuudessa hyvä suunnitella erikseen kuivatusurakka, jossa kuivatuspuutteiden korjaaminen aloitettaisiin kaivamalla ensimmäisenä laskuojat auki. Tämän jälkeen sivuojista ja rummuista vesi virtaisi paremmin laskuojiin.

Leventämistyön vaiheet saatiin taltioitua hyvin kesän 2022 aikana, kun kohdetta parannettiin. Työvaiheiden raportointi tähän opinnäytetyöhön onnistui hyvin. Leventämistyön vaiheet käytiin läpi siinä järjestyksessä, miten ne toteutettiin, lukuun ottamatta reunapaaluja, jotka asennettiin vasta päällystystöiden valmistuttua. Tässä opinnäytetyössä pyrittiin kuvaamaan työvaiheiden pääpiirteet sekä tärkeimmät laadunvarmistus asiat.

Tieosuuden leventäminen aloitettiin vilkkaimman kesälomakauden aikaa heinäkuussa, joten liikenne aiheutti haasteita työn suorittamisessa. Liikenteenohjaus saattoautolla toimi kohteella hienosti, mutta suuret liikennemäärät aiheuttivat sen, että mursketta kuljettavat kuorma-autot seisoivat pitkiä aikoja ajoneuvoletkoissa. Tästä johtuen leventämistyön tehokkuus laski. Kokeilimme tehdä töitä myös yövuorossa, mutta tehokkuus ei merkittävästi parantunut johtuen pimeydestä ja kuljettajien vireystilasta. Lisäksi pimeys ja kuljettajien huono vireystila huononsivat työturvallisuutta, joten päätimme tehdä leventämistyön päivävuorossa. Leventämistyö saatiin kuitenkin valmistumaan ajallaan, eikä päällystystöitä tarvinnut viivästyttää tämän takia. Päällystystöissä kärsittiin samoista haasteista, mutta liikennemäärät laskivat huomattavasti kesälomakauden päätyttyä. Päällystystöitäkin saatiin valmistumaan ajallaan.

Omat haasteensa leventämistyön etenemiseen asetti myös se, että kaapelien asennusurakkaa tehtiin samaan aikaan levennystyön kanssa. Levennystyö oli riippuvainen kaapeleiden asennuksesta, koska levennettävää osuutta ei voitu aukaista toiselle puolel tietä ennen kuin uudet kaapelit oli saatu käyttöön. Pidimme katselmuksia ja aikataulupalavereita tilaajan sekä kaapeliurakoitsijan kanssa töiden yhteensovittamiseen liittyen. Haasteista selvittiin, koska aikataulujen ja työtapojen yhteensovittaminen erityisesti työmaalla onnistui hienosti leventämistyötä ja kaapeleiden asennusta tekevän urakoitsijan välillä.

Vaikka tieosuuden päällystettä ei levennetty kuin 0,75 m puolelleen, sen vaikutukset liikenneturvallisuuteen ja ajomukavuuteen huomaa tieosuutta ajettaessa. Myös tieosuuden kunnossapito helpottuu tien pinnan tasaisuuden ja leveämmän poikkileikkauksen ansiosta.

Liikennemäärien kasvun ja raskaan kaluston akselipainojen noustessa monet Suomen tiet kärsivät samankaltaisista puutteista, mitä tässä työssä käsiteltävällä tieosuudella oli. Kun tehdään huolelliset esiselvitykset sekä suunnitelmat voidaan teiden käytettävyyttä, kestävyyttä ja liikenneturvallisuutta parantaa jollakin sopivalla rakenteenparantamismenetelmällä kustannustehokkaasti. On tärkeää, että erilaisia rakenteenparantamismenetelmiä käytetään ja kehitetään tulevaisuudessakin, koska niillä voidaan parantaa teiden kuntoa huomattavasti edullisemmin verrattuna uuden tien rakentamiseen. Tällä hetkellä vallitseva energiakriisi ja Suomen tieverkon korjausvelka puhuvat myös tämän puolesta.

## LÄHTEET

AL-Engineering Oy 2015. Loadman käyttöohje. Hakupäivä 23.11.2022.

<https://www.al-engineering.fi/downloads/loadman-k%C3%A4ytt%C3%B6ohje.pdf>.

Hätinen, Heimo & Tiikkainen, Kimmo 2021. Suunnitelmaselostus 2021. Urakan sisäinen asiakirja. Destia ja Pohjois-Savon ELY-keskus.

Kinnari, Markus 2022. Pintalaatan levitystä. Jade Infra Oy. Valokuva.

Liikennevirasto 2018. Tierakenteen suunnittelu. Hakupäivä 12.6.2022.

[https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo\\_2018-38\\_tierakenteen\\_suunnittelu\\_web.pdf](https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2018-38_tierakenteen_suunnittelu_web.pdf).

Mehtälä, Tommi & Lukkari, Ilkka 2022. Liikenteenohjaussuunnitelmat 2022. Urakan sisäisen asiakirja. Asfalttikallio Oy.

Sulonen, Mikael & Äijö, Juha 2019. Uuden tekniikan testaaminen verkkotason PTM mittaukset 2019. Ramboll Finland Oy. Hakupäivä 25.11.2022.

[https://vayla.fi/documents/25230764/0/PTM+verkkotasonmittaus\\_raportti.pdf/78b319e1-c769-4938-9439-d9c0b1d142d7](https://vayla.fi/documents/25230764/0/PTM+verkkotasonmittaus_raportti.pdf/78b319e1-c769-4938-9439-d9c0b1d142d7).

Tiehallinto 2005. Rakenteen parantamisen suunnittelu. Hakupäivä 12.6.2022.

<https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Tiehallinto/pdf/2100035-v-05rakentparantsuun.pdf>.

Väylävirasto 2021. Tien poikkileikkauksen suunnittelu. Hakupäivä 12.6.2022.

[https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo\\_2021-16\\_tien\\_poikkileikkauksen\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2021-16_tien_poikkileikkauksen_web.pdf).

Väylävirasto 2019. Teräsverkkojen ja geovahvisteiden mitoittaminen erilaisissa vauriotilanteissa. Hakupäivä 12.10.2022.

<https://docplayer.se/171487951-Terasverkkojen-ja-geovahvisteiden-mitoittaminen-erilaisissa-vauriotilanteissa.html>.

Väylävirasto 2020. Liikennemerkkien käyttö maantiellä. Hakupäivä 21.11.2022.

[https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo\\_2020-20\\_liikennemerkkien\\_kaytto\\_web.pdf](https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2020-20_liikennemerkkien_kaytto_web.pdf).