

Jari Kämäräinen

Teiden rakenteenparantamismenetelmät

Teiden rakenteenparantamismenetelmät

Jari Kämäräinen
Opinnäytetyö
Kevät 2021
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakentamisen koulutusohjelma, Yhdyskuntatekniikan ylempi AMK insinööri tutkinto

Tekijä(t): Jari Kämäräinen

Opinnäytetyön nimi suomeksi: Teiden rakenteenparantamismenetelmät

Opinnäytetyön nimi englanniksi: Structure improvement methods in roads

Työn ohjaaja(t): Jarmo Erho

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2021

Sivumäärä: 60 + 5 liitettä

Työssä tarkastellaan kirjallisuuden avulla yleisimpiä rakenteenparantamismenetelmiä, kuten sidottujen kerrosten lisäystä, erilaisia remix-menetelmiä, kantavan kerroksen yläosan stabilointimenetelmiä, sekoitusjyrsintää, murskenostoa, lujiteverkkojen käyttöä, tien luiskien loivennusta sekä tierakenteen kuivatuksen parantamista. Pääpaino rakenteenparantamismenetelmien käsittelyssä on rem- ja rem+-menetelmissä sekä remix-stabilointimenetelmässä.

Tien rakenteenparantamissuunnittelua varten rakenteen alustavat tarkastelut tehdään rekisteritietojen pohjalta. Pääasiallisina lähteinä käytetään kuntotietorekisteriä ja tierekisteriä. Rekisteritiedoista saadaan selville tielle tehdyt edelliset toimenpiteet ja alustava arvio tierakenteen vaurioitumistavasta. Esiselvitysvaiheen jälkeen kohteesta määritetään päällystevauriot, urautuminen, routavauriot ja tierakenteen kantavuus.

Työssä käsitellään Lapin tiepiirin alueella vuonna 2007 toteutettua rakenteenparannusurakkaa Vt.21:llä välillä Pekanpää- Kolari. Kohteen kokonaispituus oli noin 150 km, josta uudelleen päällystettiin noin 100 km. Kohteella käytettiin lähes kaikkia rakenteenparantamismenetelmiä raskaasta rakenteenparantamisesta kevyeen rem- pintaukseen. Tarkempaan tarkasteluun kohteelta on valittu 14 km pituinen tieosuus väliltä Ylitornio-Pello. Esimerkkikohteelta on esitetty tieosittain rakenteenparantamissuunnittelun perus-lähtötiedot, kuten tien poikki-leikkaus, liikennemäärät, vauriosummat, urat ja kantavuus.

Asiasanat: Tierakenteenparantaminen, rakenteenparantamissuunnittelu, stabilointi

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree programme in civil engineering

Author(s): Jari Kämäräinen
Title of thesis: Structure improvement methods in roads
Supervisor(s): Jarmo Erho
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2021
Pages: 60 + 5 appendices

This thesis reviews current literature relating to the most common structure improvement methods, such as addition of paved layers, different remix-methods, top of road's supporting layer's stabilisation methods, blend routing, gravel addition, usage of supporting nets, flare of road's slopes and road structure's drainage improvement.

The initial plans for road structure improvements are made based on the information available from various registries. The main sources are the condition register and the road register. From registry information it is possible to find out information relating to historical operations and to make an initial assessment of the potential damage type that exists in the roads structure. After preliminary evaluation phase, the pavement damages, road's groove depths, road's frost damages and road's load bearing capacities are measured.

Furthermore, this thesis studies the 2007 structure improvement contract for main road 21 between Pekanpää-Kolari in Lapland road district. The contractual length was about 150 km, of which approximately 100 km was re-paved. On this site, almost every structural improvement method, from heavy improvement to light rem-surfacing, was used. A 14 km section of road between Ylitornio and Pello was chosen for further investigation.

Keywords: Road structure improvement, structure improvement planning, stabilisation

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 TIEN RAKENTEENPARANTAMISMENETELMÄT	7
2.1 Sidottujen kerrosten lisäys	7
2.2 Remix-menetelmät (REM ja REM+)	8
2.3 Stabilointi	10
2.4 Sekoitusjyrsintä	17
2.5 Muut rakenteenparantamismenetelmät	18
3 RAKENTEENPARANTAMISSUUNNITTELUSSA KÄYTETTÄVÄT ESISELVITYKSET	20
3.1 Esiselvityksen lähtötiedot	20
3.2 Esiselvitykseen käytettävät rekisterit	20
3.3 Vauriosumma ja vaurioitumisnopeus	21
3.4 Maastoinventoinnit ja haastattelut	22
4 KOHTEEN TUTKIMUKSET JA LISÄSELVITYKSET	24
4.1 Pudotuspainolaitemittaukset	24
4.2 Maatutkaluotaus	25
4.3 Näytteenotto tierakenteesta ja tiestöstä tehtävät mittaukset	26
5 VT.21 PEKANPÄÄ-KOLARI KOHTEEN LÄHTÖTIEDOT	28
6 TILAAJAN ESITTÄMÄT JA URAKASSA TOTEUTUNEET TYÖMENETELMÄT	31
7 TYÖMENETELMIEN VALINTAPERUSTEET	34
8 JOHTOPÄÄTÖKSET	38
LÄHTEET	39
LIITTEET	40

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia päällystettyjen teiden rakenteenparantamismenetelmiä ja niiden valintaperusteita. Otin työhöni esimerkkityömaaksi Skanska Industrial Solutions Oy:n kesällä 2007 tekemän valtatie 21 perusparannustyömaan välillä Pekanpää-Kolari, jolla toimin työnjohtotehtävissä. Kohde sopi erittäin hyvin esimerkkikohteeksi, koska siihen tehtiin monia erilaisia rakenteenparantamistoimenpiteitä, välillä lyhyinkin jaksoin ja joihinkin osiin ei tehty mitään toimenpiteitä. Tie oli edellisen kerran päällystetty pääosin 1990-luvulla ja siinä oli AB-päällyste, joka oli paikoin kulunut ja urautunut, sekä paikoin tierakenteen kantavuuksissa oli ongelmia. Kohteen kokonaispituus oli noin 150 km ja siitä päällystettiin uudelleen noin 100 km. Tarkempaan tarkasteluun olen valinnut urakasta osan, joka mielestäni edustaa parhaiten koko urakkaa. Tämän noin 14 km osan tarkastelun perusteella olen tutkinut erilaisten rakenteenparantamismenetelmien valintaperusteita.

Maanteiden rakenteenparantaminen on Suomessa erittäin ajankohtainen rakennustoimenpide, koska pääosa maamme liikenneväylistä on rakennettu 1950–70-luvuilla. Väylien ikääntyessä ja liikennemäärien kasvaessa on väylien kunnostus- ja parantamistarve kasvanut. Rakenteellisen kunnan säilyttäminen ja parantaminen nykyisiä vaatimuksia vastaaviksi on yksi keskeisistä tien- ja kadunpidon tehtävistä. (RIL 1988, 228.)

Liikenneturvallisuuden visiona on, ettei kenenkään tarvitse kuolla tai vakavasti loukkaantua liikenteessä. Päällystetyn tiestön kunnan heikkeneminen on saatu parin viime vuoden aikana pysähtymään ja osittain jopa paranemaan lisäämällä tiestön ylläpitoon ja peruskorjauksiin kohdistettua rahoitusta. Tiestön kunnossapitoon käytetään vuosittain noin 400 M€, mistä noin 120 M€ käytetään rakenteenparantamiseen. Suomessa parannetaan teitä noin 3000 km vuodessa. (Tiehallinto 2005 b, 17, 30, 35.)

2 TIEN RAKENTEENPARANTAMISMENETELMÄT

2.1 Sidottujen kerrosten lisäys

Sidottujen kerrosten lisäyksellä tarkoitetaan tien kantavuuden parantamista sidottuja päällystekerroksia lisäämällä. Sidotuilla kerroksilla tehtävä kantavuuslisäys on suositeltava toimenpide silloin, kun sidottuja kerroksia on entuudestaan yli 15 cm tai ohuemmilla päällysteillä, kun poikkileikkauksen muodonmuutokset ovat pieniä. (Tiehallinto 2005 a, 47.)

Kuvassa 1 on Skanska Industrial Solutions Oy:n levittäjä tekemässä massapintausta, eli lisäämässä sidottua kerrosta vanhan päällysteen päälle.



Kuva 1. Skanska Industrial Solutions Oy:n levittäjä tekemässä massapintausta (kuva: Pentti Katermaa, Skanska Industrial Solutions Oy).

2.2 Remix-menetelmät (REM ja REM+)

Remix-pintaus (REM) on menetelmä, jossa vanha asfalttipäällyste kuumennetaan tiellä kulkevilla kuumentimilla, jyrsitään irti, sekoitetaan uuden massan kanssa ja levitetään takaisin tielle. Vanhan asfalttipäällysteen kuumennus on tehtävä tasaisesti siten, että alustan pintalämpötila kuumentimien jälkeen on <250 °C. Lisämassana käytetään vastaavaa tai laadukkaampaa massaa kuin käsiteltävä massa. Lisämassan menekki on yleensä 10–20 kg/m². Jyrsinrouhe elvytetään joko mäntyöljypiellä (MÖP), bitumilla B650/900 tai tästä tehdyllä emulsiolla. Massaseos levitetään ja tiivistetään normaalisti. Remix-menetelmä on vakiintunut yleiseen käyttöön päällysteen kunnostuksessa. Se sopii kaikille teille, joilla on vähintään kaksi päällystekerrosta. Tiellä ei saa olla kantavuuspuutteita tai suuria epätasaisuuksia. Menetelmällä voidaan kunnostaa kulunut päällystekaista koskematta muihin poikkileikkauksen osiin. Pitkä työskentelyalue ja kuumentimien käyttö rajoittavat menetelmän käyttöä taajamissa. Pitkärunkoinen remixer-kone tasaa jonkin verran myös pitkittäisiä epätasaisuuksia. Remix-pintauksella päällyste voidaan nykyisen tiedon mukaan kunnostaa ainakin kaksi kertaa peräkkäin samassa kohteessa. (Tielaitos 1997, 16.)

Kuvassa 2 on Skanska Industrial Solutions Oy:n remix-kone Roadmix 4 tekevässä REM-pintausta. Toinen kaista on jo käsitelty ja välissä oleva ohituskaista jää käsittelemättä. Kuvasta huomaa, kuinka paljon tummempaa uusiokäsiteltyä päällyste on vanhaan verrattuna sekä, että uuden ja vanhan päällysteen välinen sauma on laadukas

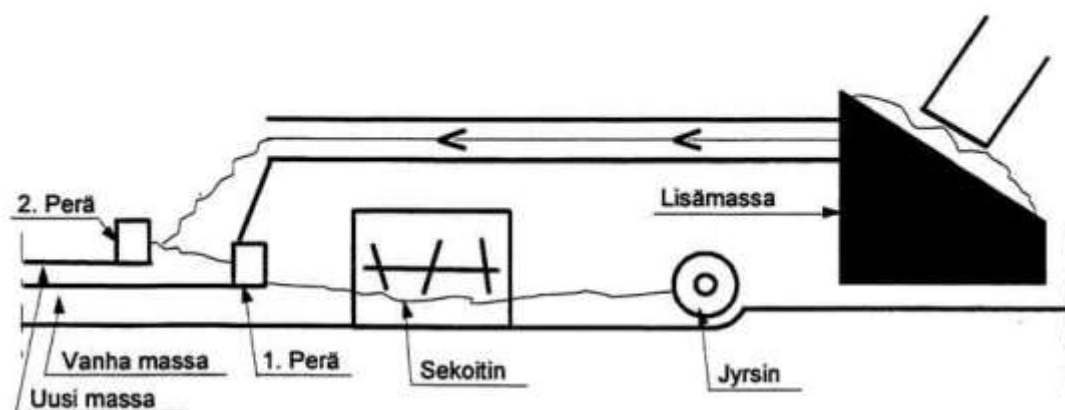


Kuva 2. Skanska Industrial Solutions Oy:n Roadmix 4 remix-kone tekemässä REM-pintausta.

Remix+-pintausta (REM+) tehdään kaksoisperällä varustetulla remixer-kalustolla, jolla lisämassa levitetään kahtena kerroksena siten, että uusiomassa tulee alle ja lisämassa päälle. Lisämassana käytetään tällöin mahdollisimman hyvälaatuisesta kivistä tehtyä asfalttimassaa, jonka menekki on yleensä 30–40 kg/m². Menetelmä soveltuu vilkasliikenteisille teille samoihin kohteisiin kuin REM-menetelmä, mutta se mahdollistaa kulutusta kestävämpää pintalaatan tekemisen. (Tielaitos 1997, 17.)

Kuvassa 3 on esitetty REM+-menetelmän toimintaperiaate. Lisämassaa syötetään kuvan oikeassa laidassa olevaan tuuttiin, josta se annostellaan suoraan 2. perän eteen. Koneen alla oleva jyrsin jyrä vanhasta päällysteestä käsiteltävän osan, joka sekoitetaan elvyttimen kanssa sekoittimessa. Tämän jälkeen elvytetty massa tasataan 1. perällä uuden massan alle.

REM+ -TOIMINTAPERIAATE (ESIM. SMA 16/40/REM+)



Kuva 3. REM+-menetelmän toimintaperiaate (Tielaitos 1997, 17).

2.3 Stabilointi

Stabilointi on tierakenteenparantamismenetelmä, jossa tien jakava tai kantava kerros tai kantavan kerroksen yläosa sidotaan bitumilla, sementillä tai masuunihiekkalla. Stabiloinnilla parannetaan tien kuormituskestävyyttä. Stabiloinnin vaikutuksesta päällysrakenteen yläosan jäykkyys kasvaa ja kuormitus jakaantuu laajemmalle alueelle. Tämä pienentää myös pohjamaan taipumaa. (Tiehallinto 2002, 8.)

Stabilointimenetelmät jaetaan bitumistabilointiin (BST), komposiittistabilointiin (KOST), masuunihiekkastabilointiin (MHST) ja sementtistabilointiin (SST). Bitumistabilointi (BST) voidaan tehdä vaahtobitumistabilointina, bitumiemulsiostabilointina tai Remix- stabilointina. (Tiehallinto 2002, 10.)

Vaahtobitumistabilointimenetelmässä (VBST) sekoitetaan vettä kuumaan bitumiin ylipaineessa ja seoksen annetaan purkautua alempaan paineeseen. Seoksen purkautuessa sekoituskammioista normaaliin ilmanpaineeseen vesi höyrystyy hyvin nopeasti ja saa aikaan bitumin vaahtoutumisen. Bitumin tilavuus kasvaa vaahtoutuessa vähintään 15-kertaiseksi alkuperäiseen tilavuuteen verrattuna. Vaahdotus laskeutuu nopeasti vesihöyryn poistuttua. Vaahdon maksimitilavuus puoliintuu noin 25 sekunnissa. Sekoitukseen tulee tapahtua tänä aikana, koska silloin sideaineen pinta-ala on suurimmillaan. Kun vaahdotettu bitumi sekoittuu kylmään

ja kosteaan kiviainekseen, se sitoo hienoaineksen. Bitumin vaahtoutumista kuvataan tilavuuden laajenemiskertoimella ja puoliintumisajalla. Tilavuuden laajenemiskerroin on vaahton tilavuuden suhde alkuperäisen bitumin tilavuuteen. Vaahton puoliintumisaika on aika, mikä kuluu vaahton maksimitilavuuden puoliintumiseen. Kun vettä sekoitetaan kuumaan bitumiin 2–3 painoprosenttia bitumimäärästä, saadaan noin 15–20-kertainen vaahtoutuminen. Bitumin lämpötilan merkitys vaahtoutumiselle on ratkaiseva. Mikäli bitumin lämpötila on $<140\text{ °C}$, vaahtoutuminen heikkenee tai sitä ei tapahdu lainkaan. (Tiehallinto 2002, 11.)

Kuvassa 4 on Andament Oy:n Stabilointijyrsin Cutter 4200 tekemässä vaahtobitumistabilointia Tupoksella tiellä numero 18670.



Kuva 4. Andament Oy:n stabilointijyrsin tekemässä vaahtobitumistabilointia

Bitumiemulsiostabilointi (BEST) tarkoittaa menetelmää, jossa bitumiemulsio lisätään kylmään ja kosteaan kiviainekseen. Emulsiossa bitumi on jakautunut pieniksi pisaroiksi veteen. Joutuessaan kosketukseen kivipinnan kanssa emulsio murtuu. Emulsion murtuessa vesi erottuu bitumista, jolloin bitumipisarot tarttuvat kiviin ja toisiinsa muodostaen sidoksia kivrakeiden välille. Bitumiemulsio valmistetaan emulgoimalla bitumia veteen ja lisäämällä lisäaineita, joilla säädellään murtumisaikaa. Lisäaineena käytetään emulgaattoria, joka pitää bitumihiukkaset erillään toisistaan. Sideaineena käytetään sekä hitaasti että keskinopeasti murtuvia emulsioita riippuen käyttötarkoituksesta, tekniikasta ja kiviaineksestä. Bitu-

miemulsiota käytettäessä tulee olla varma emulsion ja kiviaineksen tarttuvuudesta ja oikeasta murtumishetkestä. Emulsioiden käsittelyssä on varottava enenaikaista murtumista mm. pumppauksen ja lämmityksen yhteydessä. Kylmänä vuodenaikana emulsio on suojattava pakkaselta. Veden jäätyessä emulsio pilaantuu käyttökelvottomaksi. (Tiehallinto 2002, 11.)

Remix-stabilointi on bitumistabilointimenetelmä, jossa sideaineena käytetään bitumiemulsiota. Menetelmässä esilämmitetty vanha päällyste ja kantavan kerroksen hienontunut yläosa jyrsitään, lisätään uutta kiviainesta tarvittava määrä, sekoitetaan bitumiemulsion kanssa, levitetään ja tiivistetään. Sekoitus tehdään tarkoitusta varten rakennetulla jatkuvatoimisella sekoittimella tiellä. Menetelmällä voidaan tehdä myös uudis- ja komposiittirakenteita. Remix-stabiloinnille on ominaista hyvä sekoittuminen sekä käsiteltävän rakenteen homogenisoituminen myös rakenteen poikkisuunnassa. Kosteuden vaihtelujen vaikutus käsitellyn rakenteen jäykkäysmoduuleihin on vähäisempi kuin muissa tien päällä sekoitetuissa bitumistabiloinneissa. Lisäksi remix-stabiloinnille on ominaista hyvä sään ja liikenteen kestävyys ja se sopii erittäin hyvin kohteisiin, joissa on ohut päällyste ja sen alla hienontunut kantavan kerroksen yläosa. Jos kohteessa on paksu päällystekerros (yli 10 cm), se täytyy jyrsiä ohuemmaksi. (Tiehallinto 2002, 11-12.)

Kuvassa 5 on esitetty remix-stabilointilaitteen toimintaperiaate. Seuraavassa on esitetty kuvassa oleville numeroille selitykset:

1. Remix-stabilointilaitteen etupuolella kulkeva säteilylämmitin (kuvan ulkopuolella), joka lämmittää tienpinnan vaadittuun lämpötilaan.
2. Säteilylämmittimellä lämmitetty vanha päällystekerros.
3. Kantavankerroksen yläosa.
4. Lisäkiviaines, joka tuodaan remix-stabilointilaitteen tuuttiin ja annostellaan sieltä tien pinnalle.
5. Lisättävän sideaineen ruiskutus jyrsimen eteen. Lisäsideaine tai osa siitä voidaan ruiskuttaa myös sekoittimeen.

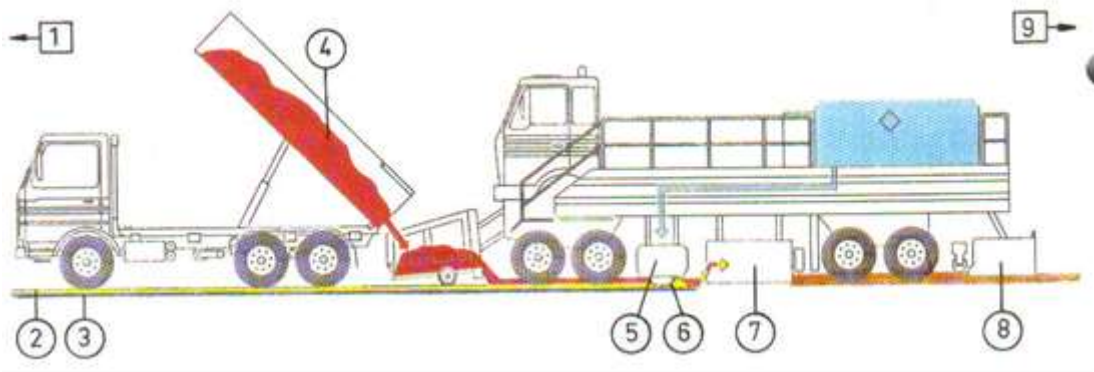
6. Lämmitetyn päällysteen ja kantavankeroksen yläosan jyrsintä ja samalla esisekoitus lisäkiviaineksen ja lisäsideaineen kanssa.

7. Materiaalien sekoitus homogeeniseksi massaksi jatkuvatoimisella sekoittimella, joka vastaa tehoiltaan asfalttiaseman sekoitinta.

8. Massan levitys tielle.

9. Levitetyn massan tiivistys. (tiivistyskalusto ei näy kuvassa).

(Tielaitos 1995, 10–11.)



Kuva 5. Remix-stabilointilaitteen toimintaperiaate (Tielaitos 1995, 10).

Kuvassa 6 on Skanska Industrial Solutions Oy:n remix-stabilointikone työssään. Kuvan etualalla näkyy esilämmitin, joka lämmittää vanhan päällysteen pehmeäksi. Seuraavana kuvassa on murskeauto, joka kippaa lisämursketta stabilointikoneeseen sekoitettavaksi vanhan pinnan ja bitumiemulsion kanssa. Bitumiemulsiosäiliö on koneen etuosassa.



Kuva 6. Skanska Industrial Solutions Oy:n remix-stabilointikone Roadmix VII työ-sään (kuva: Pentti Katermaa, Skanska Industrial Solutions Oy).

Kuvassa 7 on jyrä tiivistämässä remix-stabiloitua tietä. Jyrällä ajetaan riittävä määrä ylityskertoja, jotta saavutetaan vaadittava tiiveys. Jyräyksen aikana pinta on jäähtynyt ja liikenne voidaan päästää heti tielle.



Kuva 7. Remix-stabiloidun tien tiivistys (kuva: Pentti Katermaa, Skanska Industrial Solutions Oy).

Komposiittistabiloinnissa käytetään kahta tai useampaa sideainetta tarkoituksena yhdistää pehmeän ja kovan sideaineen hyvät ominaisuudet. Komposiittistabiloinnilla tarkoitetaan yleensä bitumin ja hydraulisen sideaineen yhdistelmää. Tarkoituksena on yhdistää bitumisen sideaineen joustavuus ja kestävyys epätaaisia painumia ja routanousuja vastaan sekä hydraulisen sideaineen antama jäykkyys rakenteen parhaan mahdollisen kuormituskestävyyden ja kestoian saavuttamiseksi. Bitumi voi olla vaahdotettua bitumia tai bitumiemulsiota. Bitumisena sideaineosana voidaan käyttää myös elvytettyä, juuri jyrskyttä tai murskattua päällysterouhetta. Komposiittistabilointi voidaan tehdä tien päällä sekoituksena tai asemasekoituksena. Tien päällä sekoituksessa esijyrskytytyn, muotoillun ja tiivistetyn kerroksen päälle levitetään sementti tai muu hydraulinen sideaine, minkä jälkeen tehdään normaali bitumistabilointi vaahdotetulla tai emulgoidulla sideaineella. (Tiehallinto 2002, 12.)

Masuunihiekkastabilointi on menetelmä, jossa sideaineena käytetään terästeollisuuden sivutuotetta masuunihiekkaa. Masuunihiekan kemiallinen koostumus on samantapainen kuin sementillä ja sen sitoutumisominaisuuksien avulla saadaan aikaan rakenne, joka ominaisuuksiltaan muistuttaa sementtistabilointia. Tarvittaessa aktivointiaineena käytetään sementtiä sitoutumisreaktion nopeuttamiseksi. Sementin lisäyksellä voidaan tarvittaessa myös vähentää hienoainespitoisen stabiloitavan materiaalin deformatiivisuutta tai humuksen vaikutusta. Masuunihiekan sitoutumisreaktio on sementtiä hitaampi, joten stabiloidun kerroksen työaika on pidempi sementtistabilointiin verrattuna. Masuunihiekalla on myös kyky sitoutua uudelleen. Pitkä sitoutumisaika mahdollistaa tarvittaessa pidemmän työskentelyajan. Masuunihiekkastabiloinnin lyhenne on MHST, kun sideaine on pelkkää masuunihiekkaa ja kun aktivointiaineena käytetään sementtiä (yleensä 0,5-1,5 % runkoaineen kuivapainosta), käytetään lyhennettä MHST- A. Masuunihiekkastabilointi tehdään yleensä tien päällä sekoituksena. (Tiehallinto 2002, 12.)

Kuvassa 8 on kuorma- auto levittämässä masuunihiekkaa tielle sirottimen avulla.



Kuva 8. Masuunihiekan levitys tielle. (Salmijärvi 2004, 20).

Kun masuunihiekka on levitetty tielle, voidaan siihen lisätä aktivointiaineksi sementtiä. Jos sitä ei kuitenkaan tehdä, vaan tehdään pelkkä MHST, sekoitetaan masuunihiekka ja vanha tierakenne esim. stabilointijyrsimellä (kuva 9). Tämän jälkeen suoritetaan esitiivistys välittömästi.



Kuva 9. Andament Oy:n Stabilointijyrsin tekemässä masuunihiekkastabilointia (Salmijärvi 2004, 22).

Sementtistabiloinnissa sekoitetaan keskenään sementtiä, vettä ja kiviainesta siten, että vesi muodostaa yhdessä sementin kanssa sementtiliiman, joka kovettuessaan sitoo kiviainesrakeet toisiinsa. Sidoksen lujuus riippuu käytetyn sementin määrästä ja vesi-sementti-suhteesta. Yleisimmin sementtipitoisuus on 3–7 % kiviaineksen kuivapainosta. Sementtistabilointia on Suomessa käytetty pääasiassa kantavassa kerroksessa ja joskus myös jakavassa, mutta sitä voidaan käyttää myös alemmissa rakennekerroksissa tai pohjamaassa. (Tiehallinto 2002, 13.)

2.4 Sekoitusjyrsintä

Sekoitusjyrsinnällä tarkoitetaan kantavan kerroksen homogenisointia lisäämättä sideainetta. Tällöin vain sekoitetaan olemassa olevat materiaalit ja tiivistetään rakenne. Tarvittaessa voidaan lisätä asfalttirouhetta sideainepitoisuuden nostamiseksi, masuunihiekkaa liian hienoaineksen sitomiseksi tai lisäkiviainesta materiaalin rakeisuuden ja/tai tien profiilin parantamiseksi. (Tiehallinto 2002, 10.)

Kuvassa 10 on Skanska Industrial Solutions Oy:n stabilointikone Roadmix VI sekoitusjyrsinyt tien, jonka jälkeen se on tiivistetty pohjajyrällä. Jyrä on kuvassa stabilointikoneen takana. Sekoitusjyrsinnän jälkeen tie jää ajettavaan kuntoon ja ennen päällystystä se pitää vain muotoilla tiehöylällä oikeaan profiiliin.



Kuva 10. Tie on ajettavassa kunnossa sekoitusjyrsinnän ja esitiivistyksen jälkeen.

2.5 Muut rakenteenparantamismenetelmät

Murskenosto on menetelmä, jolla tarkoitetaan kantavan kerroksen murskeen lisäämistä. Kun murskenosto toteutetaan alle 0,4 m paksuisena, pitää nykyinen päällyste poistaa tai rikkoa, koska rakenteeseen ei saa jäädä vettä läpäisemätöntä kerrosta tai painaumia, joihin vesi kerääntyy. Suuremmissa murskenostoissa voi vanha päällyste jäädä kantavaan kerrokseen ehjänä. (Tiehallinto 2005 a, 47.)

Tierakenteeseen voidaan myös asentaa lujiteverkkoja. Lujiteverkot ovat yleensä teräs- tai lasikuituverkkoja. Lujiteverkon vaikutusta kantavuuteen ei voida lasken-

nallisesti määrittää. Verkot ottavat vastaan ja jakavat ulkopuolisesta kuormituksesta aiheutuvia vetojännityksiä. Teräsverkkoja käytetään ensisijaisesti roudan aiheuttamien pitkien ja leveiden halkeamien korjaamiseen. Sekä teräsverkot että lasikuituverkot hidastavat kuormituksesta johtuvaa urautumista. Vaikutukset ovat suurimpia kapeilla jyrkkäluiskaisilla teillä, joiden rakenne on heikko. (Tiehallinto 2005 a, 48.)

Muita rakenteenparantamismenetelmiä ovat luiskien loivennus, ojien putkitus ja kuivatuksen kunnostaminen. Kapean tien reunapainaumilla on vaikutusta vaurioitumisnopeuteen, jota voidaan hidastaa luiskien loivenuksella. Ojan putkituksella on sama vaikutus reunapainaumien syntymisen vähenemiseen ja vaurioitumisnopeuden hidastumiseen kapeilla ja jyrkkäluiskaisilla teillä kuin luiskien loiventamisella. Kuivatuksen kunnostukselle tarkoitetaan tiealueen kuivatuksen rakentamista toimivaksi. Yleisin toimenpide on umpeen kasvaneiden ojien raivaus. (Tiehallinto 2005 a, 48, 64–70.)

3 RAKENTEENPARANTAMISSUUNNITTELUSSA KÄYTETTÄVÄT ESISELVITYKSET

3.1 Esiselvityksen lähtötiedot

Tien rakenteen kunnan alustavat tarkastelut tehdään rekisteritietojen pohjalta. Pääasiallisina lähteinä käytetään kuntotietorekisteriä (KURRE) ja tierekisteriä. Kokonaisuuden arviointia varten tarkistetaan myös onnettomuusrekisterin ja tarvittaessa siltarekisterin tiedot. Rekisteritiedoista saadaan selville tielle tehdyt aikaisemmat toimenpiteet ja alustava arvio vaurioitumistavasta. Rekistereistä ei kuitenkaan saada tietoa tien vaurioitumisen syistä eikä routaheitoista tai painumista. Vaurioiden sijainti ja tarkempi tyyppi tarkistetaan maastoinventoinnin avulla. Routaheitojen määrää ja sijaintia voidaan selvittää myös tien käyttäjien haastattelun avulla. (Tiehallinto 2005 a, 19.)

3.2 Esiselvitykseen käytettävät rekisterit

Tierekisteristä saadaan suunnitteluun ja mitoitukseen vaikuttavia teknisiä tietoja sekä toimenpidehistoriaan liittyviä tietoja, kuten edellisten toimenpiteiden ajankohdat, tien leveystiedot ja päällystetyyppi sekä tiellä vallitsevat liikennemäärät ja nopeusrajoitukset. (Tiehallinto 2005 a, 19.)

Päällystetyillä teillä kuntotietoa on kerättyä 1980-luvun lopusta saakka erityiseen kuntorekisteriin (KURRE). Kuntotiedot ovat rekisterissä 100 metrin jaksoissa. Mittausdataa on rekisterissä ainoastaan tien toiselta kaistalta. (Tiehallinto 2005 a, 20.)

Yleensä päällystetyn tien rakenteen nykytilan arvioinnissa käytetään seuraavia kuntorekisteristä saatavia muuttujia:

– urat (mm):

Rekisterissä on mitatun kaistan syvemmän uran syvyyden ja urien välisen harjanteen korkeuden keskiarvo 100 metrin jaksoissa. Vuodesta 2005 eteenpäin tehtävissä mittauksissa rekisterissä oleva mittausväli on 10 m.

– tasaisuus IRI (mm/m):

IRI- arvo on rekisterissä 100 m jaksojen keskiarvona. Vuodesta 2005 eteenpäin tehtävissä mittauksissa rekisterissä oleva tulostusväli on 10 m. Osalla kohteista on käytettävissä sekä kevät- että kesämittaus. Suuret IRI- arvot ilmentävät epätasaista routimista, painumia tai muita muodonmuutoksia. Yksittäiset epätasaisuudet saadaan parhaimmin selville 10 m tulostusvälin aineistolla. (Tiehallinto 2005 a, 20.)

Onnettomuusrekisteristä saadaan tiedot tiellä tapahtuneiden liikenneonnettomuuksien sijainnista, tyypeistä ja vakavuudesta (Tiehallinto 2005 a. 22).

Jos kohteella on siltoja, voidaan siltarekisteristä tarkistaa sillan hyödyllinen leveys, kantavuus sekä mahdollinen kunnostustarve (Tiehallinto 2005 a, 23).

3.3 Vauriosumma ja vaurioitumisnopeus

Vuoteen 2005 asti on visuaalisen inventoinnin perusteella kirjattu tien molemmilta kaistoilta yksittäiset vauriot. Eryttypisten vaurioiden määristä on taulukossa 1 esitettyjen painokertoimien avulla laskettu vauriosumma. (Tiehallinto 2005 a, 21.)

Vauriosumma ei kuvaa suoraan tien kestävyyttä, vaan sitä kuvaa paremmin vaurioitumisnopeus (VNOP). Vaurioitumisnopeus saadaan, kun vauriosumma (VS) lasketaan taulukosta 1 saatavilla haittakertoimilla ja jaetaan mittaushetkellä vallinneen päällysteen iällä. (Tiehallinto 2005 a, 21.)

Taulukko 1. Eri vauriotyyppien haittakertoimet (Tielaitos 1991, 15).

Vauriotyyppi	Haittakerroin	Mittaustapa
Poikkihalkeamat	0,1 m ² / kpl	kappalemäärä
Pituushalkeamat	0,5 m ² / m	pituus metreinä
Keskisaumahalkeamat	0,1 m ² / m	pituus metreinä
Verkkohalkeamat	1,0	neliömetreinä
Paikkaukset	1,0	neliömetreinä, pituus alle 4 m
Reiät ja purkautumat	1,0	neliömetreinä

Laskennassa käytetään seuraavaa kaavaa (1):

$$VNOP = VS/IKÄ^{1.4} \quad (1)$$

Jossa: VNOP = vaurioitumisnopeus

VS = vauriosumma

IKÄ = päällysteen ikä

Vaurioitumisnopeuden määrittämistä varten päällysteen iän pitää olla vähintään 4 vuotta, mieluummin 6 vuotta. Vaurioitumisnopeutta ei voi laskea kahden viimeisen mittauskerran erotuksen perusteella, koska inventointien epätarkkuus korostuu mittauskertoja verrattaessa. Vaurioitumisnopeuden perusteella tiejaksot jaetaan hitaasti vaurioituviin ja nopeasti vaurioituviin. Vaurioitumisen katsotaan olevan nopeaa, kun päällystetyypeittäin ylittyvät taulukossa 2 esitetyt raja- arvot. (Tiehallinto 2005 a, 21.)

Taulukko 2. Hitaasti ja nopeasti vaurioituvien teiden raja-arvot päällystetyypeittäin (Tiehallinto 2005 a, 21).

Päällystetyyppi:	vaurioitumisnopeus $m^2/v^{1,4}$
AB	> 4
PAB-B	> 5
PAB-V	> 6

3.4 Maastoinventoinnit ja haastattelut

Maastoinventointia tehdessään asiantuntija näkee vaurioitumisen luonteen ja syy-yhteyden yhtäaikaaisesti. Esiselvitysvaiheessa tapahtuvan maastoinventoinnin tarkoituksena on tehdä tielle jaksotus ongelmien laadun suhteen ja tehdä päätökset siitä, voidaanko tielle tehdä pelkkä uudelleen päällystyys vai tarvitaanko kevyt parantaminen, raskas parantaminen vai tien uudelleen rakentaminen. Lisäksi päätetään, miten hanketta viedään eteenpäin. Tarkoituksena on myös alustavasti

arvioida vaurioitumisen syitä. Toimenpidetarpeita määritettäessä inventointi sisältää jaksotuksen lisäksi yksittäisten korjattavien vaurioiden yksilöinnin ja tarkan sijainnin mittauksen. (Tiehallinto 2005 a, 23.)

Tierekisterin tiedoissa on usein virheitä eikä niissä ole yksilöity tehtyjä parantamistoimenpiteitä, joten tiedot on syytä tarkistaa haastattelemalla toimenpidehistoriaa tuntevaa henkilöä. Haastatteluilla selvitetään, onko tie rakennettu vai onko se aikanaan parannettu soratiestä. Tieto tarvitaan etenkin tietä levennettäessä, tai onko tiellä käytetty erityismateriaaleja kuten esimerkiksi maabetonia, bitumistabilointia tai teräsverkkoja. Lisäksi on selvitettävä, onko oletettavissa, että vanha päällyste on alle puolen metrin syvyydessä, onko tiedossa, että alueen kiviaines on heikkolaatuista sekä onko tiealueella salaojia. Lisätietoja saadaan tien kunnossapidosta vastanneilta, alueen liikennöitsijöiltä ja asukkailta sekä eri tuotantolaitoksista. Lisähaastatteluilla selvitetään ainakin paikkauksilla korjatut vauriot sekä muut mahdolliset toimenpiteet esimerkiksi lohkkareiden poisto ja onko tiellä ollut toistuvaa kunnossapitotarvetta. Lisäksi selvitetään routaheittojen paikat, nykyiset raaka-ainekuljetukset ja mahdolliset tulevat kuljetustarpeet sekä onko tien sivuojia jouduttu perkaamaan erityisen usein ja pyydetään haastateltavan arvio tien vaurioitumisen syistä. (Tiehallinto 2005 a, 26.)

4 KOHTEEN TUTKIMUKSET JA LISÄSELVITYKSET

Esiselvitysvaiheen jälkeen on kohteesta tehtävä lisäselvityksiä ja tutkimuksia tien kantavuuden ja päällystevaurioiden määrittämiseksi seuraavissa tilanteissa:

- Verkkohalkeaman silmäkoko on suuri, jolloin kokonaiskantavuus on heikko.
- Tie urautuu voimakkaasti liikennemäärään suhteutettuna.
- Tiellä on paljon reikiä tai purkaumia.
- Tiellä on paljon routaheittoja.
- Tielle suunnitellaan stabilointia.
- Kohteella on painaumia. (Tiehallinto 2005 a, 24-25 ja 27.)

4.1 Pudotuspainolaitemittaukset

Pudotuspainolaitemittauksia käytetään tien rakenteen ja pohjamaan kantavuuden ja tien pituussuunnassa tapahtuvan kantavuusvaihtelun arviointiin sekä heikimpien kerrosten sijainnin selvittämiseen tien rakenteen syvyysuunnassa. Mittaus tarvitaan aina, jos mitoitus edellytetään tehtäväksi määrättyyn tavoitekantavuuteen tai kun halutaan selvittää tien nopean vaurioitumisen syyt. (Tiehallinto 2005 a, 31.)

Kuvassa 11 oleva Heavy Loadman on henkilöauton perävaunuun tai pakettiauton sisätiloihin asennettavissa oleva pudotuspainolaite. Laitteen operointi tapahtuu kannettavan tietokoneen avulla. Heavy Loadman pudotuspainolaitteen mittausperiaatteena on vapaasti putoavan painon aiheuttama kuormituslevyn liike. Pudotuspainon osuessa kuormituslevyyn rekisteröi anturi aiheutuneen kiihtyvyyden. Kuormituslevyn aiheuttama painuma mitataan joko kuormituslevyn keskellä sijaitsevan kiihtyvyydasanturin tai geofonin eli seismisen anturin avulla. (Siika 2006, 19.)



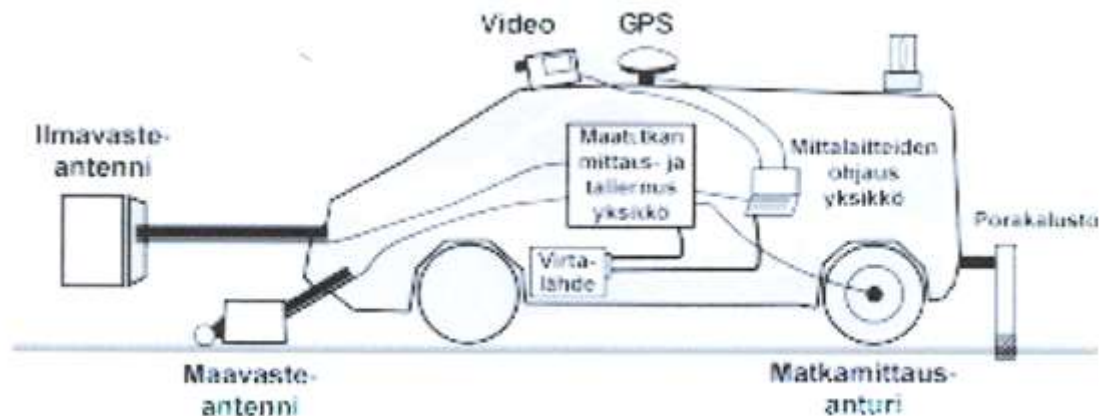
Kuva 11. Heavy Loadman pudotuspainolaite (Siika 2006, 20).

4.2 Maatutkaluotaus

Maatutkaluotauksen avulla selvitetään tien kerrosrakenne, eri kerrosten paksuus, pohjamaan vaihtelu, kerrosrajojen tasaisuus sekä eri kerrosten suhteellinen kosteuspitoisuus. Mittausten tilausvaiheessa on tärkeää selvittää, mitä tietoja luotauksen avulla haetaan, jotta käytettävä mittausantennin taajuus, mittauslinjat sekä mittausten ajankohta palvelevat mahdollisimman tarkoin oikeanlaisen datan saamista. (Tiehallinto 2005 a, 32.)

Kuvassa 12 on tyypillinen pulssitutkaperiaatteella toimiva tietutkimuksissa käytettävä maatutkakalusto, joka koostuu useasta komponentista. Tutkakaluston tärkeimmät yksiköt ovat antennit, jotka koostuvat itse antennista sekä antennielektroniikkayksiköistä, joissa määrätään lähetettävien pulssien pituudet ja voimakkuudet. Keskusyksikön kautta ohjataan koko tutkayksikön toimintaa. Maatutkakalustoihin kuuluvat kiinteästi erilaiset datatallentimet, sekä näyteenottoa ohjaavat anturit, kuten optiset pulssianturit. Paikannusta ohjaavat ja paikkatietoa tal-

lentavat useimmiten GPS-laitteet sekä nykyisin myös oleellisena osana digitaali-videokalusto. Mittauskalustot tarvitsevat luonnollisesti myös virtalähteen. Tutkayksikön virrankulutus on erittäin pieni, mutta ohjainyksikkö ja tallentimet kuluttavat runsaasti virtaa. (Tiehallinto 2004, 13.)



Kuva 12. Tyypillinen maatutkamittauksessa käytettävä mitta-auto (Tiehallinto 2004, 13).

4.3 Näytteenotto tierakenteesta ja tiestöstä tehtävät mittaukset

Näytteenottokairauksia tarvitaan tien kerrosrakenteiden paksuuden määrittämiseen sekä materiaalien ja pohjamaan maalajin tarkistamiseksi. Kerrosrakenteet saadaan parhaimmin määritettyä putkinäytteenottimen avulla. Poraavalla putkella tehtävä näytteenotto lisää hienoainespitoisuutta 1–2 %-yksikköä, joka on otettava huomioon näytettä analysoidessa. Myös koekuoppia voidaan käyttää erityisesti pienillä kohteilla ja sorateilla. Näytteen-oton avulla varmistetaan myös mahdollista stabilointia varten päällysteen paksuus, stabiloitavan kerrosmaterian kivisyys sekä mahdollinen kantavan kerroksen alla oleva vanha päällyste. (Tiehallinto 2005 a, 33.)

Mahdolliset painumiin tai routanousueroihin liittyvät epätasaisuudet etsitään alustavasti yli ajamalla tai mittaamalla ja raportoimalla IRI-mittaus 5 tai 10 metrin välein. Mittaus tehdään painumien osalta sulan maan aikana ja routheittojen osalta kevättalvella. Tien pinnan korkeusasema kiintopisteeseen nähden on mitattava

silloin, kun parantaminen suunnitellaan tehtäväksi murskenostoilla. Tällöin voidaan suunnitella mahdolliset parannukset tasausviivaan ja tielle pystytään rakentamaan oikean paksuiset rakennekerrokset. (Tiehallinto 2005 a, 33-34.)

5 VT.21 PEKANPÄÄ-KOLARI KOHTEEN LÄHTÖTIEDOT

Opinnäytetyön esimerkkikohteena on Vt.21 välillä Pekanpää-Kolari. Kohde oli osa Lappi 1 AB/2006–2007 nimistä tienpäälystysurakkaa, jonka tilaajana oli Tiehallinnon Lapin tiepiiri ja urakoitsijana Skanska Industrial Solutions Oy.

Työmaa sijaitsi Valtatie 21:lla välillä Pekanpää-Kolari. Liitteessä 1 on esitetty yleiskartat työmaa-alueesta. Kartoista ilmenee kohteen tieosanumerot sekä ko-neasemien paikat. Urakka oli kaksivuotinen ja Vt.21 Pekanpää-Kolari väli tehtiin kesällä 2007.

Kohteella oli haastavuutta, sillä se oli kokonaispituudeltaan noin 150 km, josta uudelleen päällystettiin noin 100 km. Lisäksi kohteella käytettiin melkein kaikkia työmenetelmiä raskaasta rakenteenparantamisesta kevyeen rem- pintaukseen.

Urakka-alueella tien leveys vaihteli 6,5 m:stä aina 12 m:iin asti. Keskiavuorokausiliikenne vaihteli 930–3800 ajoneuvon välillä. Näistä raskaiden ajoneuvojen osuus oli 84–230 ajoneuvoa.

Työmaa oli jaettu kolmeen osaan; Pekanpää-Ylitornio, Ylitornio-Pello ja Pello-Kolari. Koko työmaa oli päällystetty AB-päällysteellä.

1. Pekanpää-Ylitornio

Kohde alkoi tieosalla 112, paalulla 5935 ja päättyi tieosalla 117, paalulla 5065. Kohteen kokonaispituus oli 25464 m, josta uudelleen päällystettiin 14198 m.

2. Ylitornio-Pello

Kohde alkoi tieosalla 118, paalulla 821 ja päättyi tieosalla 129, paalulla 1030. Kohteen kokonaispituus oli 54448 m, josta uudelleen päällystettiin 38183 m.

3. Pello-Kolari

Kohde alkoi tieosalla 130, paalulla 500 ja päättyi tieosalla 144, paalulla 30. Kohteen kokonaispituus oli 68048 m, josta uudelleen päällystettiin 48778 m.

Liitteessä 2 on ote kuntorekisteristä. Rekisteristä ilmenee tierekisteriosoitteet, edellinen tienparannusajankohta, sekä onko kohteelle asennettu teräsverkkoja. Lisäksi rekisterissä on tieosan vauriosumma, uran syvyys ja kantavuus. Olen liittänyt taulukkoon kuntorekisteriin kuulumattomina tietoina tilaajan ehdottaman parannustoimenpiteen sekä urakassa toteutuneen parannustoimenpiteen. Lisäksi olen poistanut rekisteristä opinnäyte työn kannalta epäolennaisia asioita. Tämän taulukon avulla valitsin kohteelta esimerkkitieosuuden, joka parhaiten kuvastaa koko urakkaa. Esimerkkitieosuus sijaitsee Ylitornio-Pello välillä, tieosilla 124–127. Seuraavassa on esitelty tämän esimerkkiosuuden lähtötiedot.

Tieosa 124:

Paaluväli 4300–5059:

Osa on 759 m pitkä ja se on edellisen kerran päällystetty vuonna 1993. Osalla oli vauriosumman keskiarvo 18 m², uran keskisyvyys oli 10,4 mm sekä kantavuuden keskiarvo 277 MPa.

Tieosa 125:

Paaluväli 0–4100:

Tieosa on 4100 m pitkä. Se on edellisen kerran päällystetty vuonna 1993. Tieosan vauriosumman keskiarvo on 32 m², lukuun ottamatta seuraavia paaluvälejä, joiden vauriosumma on huomattavasti keskiarvoa suurempi: 1100–1200, vauriosumma 149 m², 2500–2600, vauriosumma 51 m², 3400–3500, vauriosumma 267 m², 3600–3700, vauriosumma 150 m² sekä 3900–4000, vauriosumma 195 m². Tieosalla urasyvyyydessä ei ollut suuria poikkeamia ja urasyvyyden keskiarvo oli 11,2 mm. Tieosalla kantavuuden keskiarvo oli 341 MPa.

Tieosa 126:

Paaluväli 0–3671:

Tieosa on 3671 m pitkä. Se on edellisen kerran päällystetty vuonna 1993, lukuun ottamatta paaluväliä 1500–1900, joka on edellisen kerran päällystetty vuonna 1994. Tieosalla on vauriosumman keskiarvo 20 m², lukuun ottamatta paaluväliä

1600–1700, jonka vauriosumma oli 110 m² ja paaluväliä 2600–2700, jonka vauriosumma oli 154 m². Tieosalla uran keskisyvyys oli 12,7 mm. Kantavuuden keskiarvo tieosalla oli 306 MPa.

Tieosa 127:

Paaluväli 0–5400:

Osa on 5400 m pitkä. Paaluvälillä 3900–4400 on osuus, jolle ei tehty mitään toimenpiteitä. Osa on edellisen kerran päällystetty vuonna 1993, lukuun ottamatta paaluväliä 2700–3900, joka on päällystetty vuonna 1991 ja paaluväliä 4400–5400, joka on päällystetty vuonna 1994. Paaluvälille 4400–5400 on asennettu teräsverkkoja vuosina 2002–2004. Vauriosumman keskiarvo oli osalla 13 m², uran keskisyvyys oli 12,3 mm ja kantavuuden keskiarvo oli 330 MPa.

6 TILAAJAN ESITTÄMÄT JA URAKASSA TOTEUTUNEET TYÖMENETELMÄT

Alla olevassa taulukossa 3 on esitetty tilaajan esittämät työmenetelmät esimerkiksi, joka alkaa pisteestä tieosa 124, paalu 4300 ja loppuu pisteeseen tieosa 127, paalu 5400.

Taulukon 3 lyhenteiden selitykset ovat seuraavat:

To = tieosa

PI = paalu

SJYR 200 mm = 200 mm:in syvyyteen tehtävä sekoitusjyrsintä

AB16/150 = Asfalttibetoni, jossa raekoko on 0–16 mm ja kerrosvahvuus 150 kg/m²

Taulukko 3. Tiehallinnon esittämät työmenetelmät

Tierekisteriosoite					Tilaajan esittämä työmenetelmä
Alku		Loppu		Pituus	
To	PI	To	PI	m	
124	4300	125	130	889	REM- pinta
125	130	125	244	114	Teräsverkot + SJYR 200 mm + AB16/150
125	244	125	1090	846	REM-pinta
125	1090	125	1205	115	Teräsverkot + SJYR 200 mm + AB16/150
125	1205	125	2550	1345	REM- pinta
125	2580	125	2660	80	Teräsverkot + SJYR 200 mm + AB16/150
125	2660	125	3425	765	REM- pinta
125	3425	125	3710	285	SJYR 200 mm + AB16/150
125	3710	125	3860	150	REM- pinta
125	3860	125	3970	110	Massanvaihto + AB16/150
125	3970	127	1390	5191	REM- pinta
127	1390	127	1505	115	SJYR 200 mm + AB16/150

127	1505	127	3900	2395	REM- pinta
127	4400	127	5400	1000	REM- pinta

Alla olevassa taulukko 4:ssa on esitetty urakassa toteutuneet työmenetelmät edellisessä kappaleessa esitetyle esimerkkiosalle.

Taulukon 4 lyhenteiden selitykset ovat seuraavat:

To = tieosa

PI = paalu

REST 100 mm = 100 mm:in syvyyteen tehty remix-stabilointi

REM+ 70 kg/m² = Rem+- menetelmällä tehty pinta, jossa lisämassaa on lisätty 70 kg/m².

AB16/100 = Asfalttibetoni, jossa raekoko on 0–16 mm ja kerrosvahvuus 100 kg/m².

Taulukko 4. Urakassa toteutuneet työmenetelmät.

Tierekisteriosoite					Urakassa toteutuneet työmenetelmät
Alku		Loppu		Pituus	
To	PI	To	PI	m	
124	4300	125	130	889	REM- pinta
125	130	125	260	130	Teräsverkot + REST 100 mm + AB16/100
125	260	125	1070	810	REM- pinta
125	1070	125	1219	149	Teräsverkot + REST 100 mm + AB16/100
125	1219	125	2580	1361	REM- pinta
125	2580	125	2680	100	Teräsverkot + REST 100 mm + AB16/100
125	2680	125	3425	745	REM- pinta
125	3425	125	3720	295	REST 100 mm + AB16/100
125	3720	125	3860	150	REM- pinta
125	3860	125	3970	110	Massanvaihto + AB16/100

125	3970	126	1520	1650	REM- pinta
126	1520	126	1888	368	REM+ 70 kg/m ² - pinta
126	1888	127	1380	3163	REM- pinta
126	1380	127	1517	137	REST 100 mm + AB16/100
127	4400	127	5400	1000	REM- pinta

Taulukoita 3 ja 4 vertailemalla selviää, että urakassa kaikki SJYR- menetelmällä tehtävät kohteet on vaihdettu REST- menetelmällä tehtäviksi ja niiden pituuksia on muutettu maastokatselmuksien perusteella. Lisäksi urakassa tehty AB16-päälysteet on vaihdettu 150 kg/m²:stä 100 kg/m². Tämän lisäksi on urakkaan lisätty rem+- menetelmällä tehtäviä pätkiä, sekä uusia REST- kohteita ja joitakin SJYR- kohteita on vaihdettu rem- menetelmällä tehtäviksi. Kappaleen 7 loppupuolella on käsitelty urakkakohteen menetelmämuutoksien perusteita.

7 TYÖMENETELMIEN VALINTAPERUSTEET

Päällystettyjen teiden kunnolle pintakuntoa koskevia ja palvelutasomittauksilla mitattavia kriteereitä ovat tasaisuus, urien syvyys ja pinnan eheys (reiät, purkaumat, halkeamat). Tienpitäjä on myös kiinnostunut tien rakenteellisesta kunnosta. Tämän vuoksi päällysteen uusimista suunniteltaessa selvitetään, mitkä edellä mainittujen kriteerien alituksista johtuvat tienpinnan normaalista kulumisesta ja mitkä tierakenteen heikkoudesta. (Luiro 2008.)

Tierakenteen heikko kantavuus ja routimisesta aiheutuvat vauriot ilmenevät seuraavista syistä:

- Tierakenteen reunapainaumat ja selvästi normaalikulumista suuremmat urat aiheutuvat heikosta kantavuudesta.
- Tierakenteen pituussuuntaiset epätasaisuudet voivat johtua pysyvistä painaumista tai routimisesta. Nämä vauriotyyppien aiheuttajat täytyy erottaa toisistaan, koska näiden vaurioiden parantamistoimenpide on täysin erilainen.
- Tierakenteen pituussuuntaiset halkeamat johtuvat lähes aina routimisesta.

Vauriotyypit eivät useinkaan ole näin selkeät. Varsinkin vähäliikenteisillä teillä on monia vauriota "päällekkäin ja peräkkäin". (Luiro 2008.)

Työmenetelmä valitaan kohdekohtaisten lisätutkimusten perusteella. Lisätutkimuksia on esimerkiksi maatutkaus, materiaalinäytteet tien rakennekerroksista sekä mahdolliset routanousuvaaitukset. Routimisesta johtuvien vaurioiden poistamiseen tarvitaan usein raskaimpia rakenteenparantamistoimenpiteitä. Routanousun aiheuttama pituussuuntainen halkeama voidaan lievissä tapauksissa estää geoverkoilla, joiden tilalla on alhaisemman hinnan vuoksi käytetty pääsääntöisesti teräsverkkoa. Geoverkkoa ei kannata käyttää sellaisissa tapauksissa, joissa routanousu on suuri tai se on pituussuunnassa epätasainen. (Luiro 2008.)

Yleensä raskaammat rakenteenparantamistoimenpiteet kohdistuvat yksittäisiin vauriokohtiin hyvin lyhyelle matkalle, kun taas kevyttä rakenteen parantamista tehdään pitkilläkin yhtäjaksoisilla tieosuuksilla. Kun kysymys on hyvin vanhasta

päällysteestä voi kantavuuden parantamistarve tai muu rakenteenparantamisen tarve olla vähäinen. Päällyste on kuitenkin voinut muokkautua epätasaiseksi pienten routanousujen ja roudan sulamisvaiheen laskujen vuoksi. Tällöin halvin uusimismenetelmä, joka on yleensä remixer-pintausta, ei tule kyseeseen. Korjaustoimenpiteeksi valitaan yleensä seuraavaksi halvin menetelmä, joka on yleensä sekoitusjyrsintä hyvin vähäisellä murskeen lisäyksellä ja tien uudelleen päällyttäminen. (Luiro 2008.)

Kantavuuspuutteen korjaaminen suunnitellaan aina tiellä jo olevia kerroksia mahdollisimman hyvin hyödyntäen, eli menetelmä voi vaihdella rakennekerroksista ja kantavuuden lisästarpeen määrästä johtuen. Myös eri materiaalien muuttuvat hintasuhteet ja niiden kuljetuskustannus vaikuttavat ratkaisuun. Viime aikoina käytettyjä edullisimpia menetelmiä ovat olleet pelkkä murskesoran lisäys, sekoitusjyrsintä, jota erityisesti alempiasteisella tiellä on tehty paljon, ja vanhan päällysteen sekä alapuolella olevan kantavan kerroksen yläosan stabilointi. (Luiro 2008.)

Tiehallinnon nykyisen toimintatavan mukaan sopimuksissa edellytetään vaurioiden poistamista. Yleensä urakoitsija voi esittää Tiehallinnon suunnitelmasta poikkeavan työmenetelmän, jonka kaikissa suhteissa tulee laadultaan vastata alkuperäisiä vaatimuksia. Näin Tiehallinto saa taloudellisempia tarjouksia, koska mm. materiaalien hintasuhteiden vaihteluita voidaan käyttää paremmin hyväksi. (Luiro 2008.)

Kuivatuspuutteet, esimerkiksi sivuoijien ja laskuojien perkaus sekä rummut, pyritään parantamaan jo ennen rakenteenparantamistoimenpiteitä ja päällysteen uusimisista. Tavoitteena on, että hoitourakoitsija korjaisi ne jo rakenteenparantamista edeltävänä kesänä. (Luiro 2008.)

Valittaessa työmenetelmää pidetään yhtenä näkökohtana myös tien elinkaarta. Tällä tarkoitetaan sitä, kuinka pitkäikäiseksi parantamistoimenpiteen vaikutukset halutaan. Siihen vaikuttaa milloin ja millainen on seuraava parantamistoimenpide. Muutamia vilkasliikenteisempiä päätteitä lukuun ottamatta on syytä olettaa, että seuraavaa parantamistoimenpidetarvetta ei yleensä aiheuta päällysteen ku-

luminen vaan tierakenteen rasittuminen ja muokkautuminen. Lapissa päällysteiden keskimääräinen uusimisväli on 20 vuotta. Viilkailla teilla keskimääräinen uusimisväli on 6–10 vuotta ja vähäliikenteisillä teilla, joissa tierakenne on kohtuullisen hyvä jopa yli 30 vuotta. Tulevaisuudessa ilmastonmuutos voi vaikuttaa tähän, koska tienpintaa suojaava jääpolanne on lyhyemmän aikaa talvella tai poistuu peräti kokonaan. Lisäksi märkä päällyste kuluu 2,5–3 kertaa nopeammin kuin kuiva päällyste. (Luiro 2008.)

Opinnäytetyön esimerkikohteessa, Vt.21 Pekanpää-Kolari, urakoitsija esitti rinnakkaisessa tarjouksessaan SJYR- menetelmän vaihtoehdoksi REST- menetelmää. Tilaaja hyväksyi menetelmän vaihdoksen, koska tarjottu vaihtoehto vastasi teknisiltä ja toiminnallisilta ominaisuuksiltaan tilaajan alkuperäistä suunnitelmaa. Työmenetelmän vaihtamiseen liittyy samalla kulutuskerroksen ohentaminen. Lapin tiepiirillä on kokemusta vastaavista töistä. Vanhin vastaavalla tavalla tehty vertailukohde on ollut käytössä yli 10 vuotta. Vertailukohteessa RESTin päällä on käytetty päällysteen määränä 80 kg/m². Vertailukohteessa oli asfalttiaseman sekoitinta vastaavalla sekoittimella ja lämmittimellä tehty bitumistabilointi, jossa on sideainetta vähintään 3 % eli saman verran kuin pehmytasfalttipäällysteessä. Stabiloitu kerros ja sen päälle rakennettava päällyste toimii kokemusten perusteella yhtenä laattana. Urakoitsija ehdotti menetelmän vaihtoa, koska näin saatiin edullisempi lopputulos. (Luiro 2008.)

Vt.21:n päällystettä uusittiin kaikkiaan noin 100 km. Välillä Pekanpää-Kolari oli kolme pääkohdetta, jotka olivat varsin pitkiä yhtäjaksoisia osuuksia. Pitkät yhtäjaksoiset osuudet ovat taloudellisesti perusteltavissa, vaikka niihin sisältyykin kohtia, joissa päällysteen uusimista Tiehallinnon kriteerien mukaan olisi voitu lykätä 1–2 vuotta. Näiden pitkien yhtäjaksoisten osuuksien väliin sijoittui lyhyitä yksilöllisesti tehtyjä rakenteenparantamiskohteita. Pitkien yhtäjaksoisesti tehtävien osuuksien välissä päällyste oli pääsääntöisesti hyvä, mutta niitä parannettiin paikallisesti jonkin päällysteessä olevan rakennevian vuoksi. Koko osuudella vanhan päällysteen ikä ja kunto vaihteli melkoisesti. Osuudella oli myös joitakin 2–5 vuotta vanhoja yksittäisiä paikkauskohtia, joiden pituus oli lyhimmillään muutamia kymmeniä metrejä ja pisimmillään noin 500 metriä. Lyhimmat näistä kohteista päällystettiin uudelleen, koska remixeria ei kannata pysäyttää alle 100 metrin

kohteilla. Pysäyttämien tulee kalliimmaksi kuin uudelleenpäällystys. Tiehallinnon tarkoituksena oli korjata tieosuus siten, ettei siellä tarvitse tehdä uudelleenpäällystämistä 4–5 vuoteen, eli tieosuudella päällystämättä jääneet kohdat kestäisivät näin kauan. Urakka oli kaksivuotinen ja päällystettävät osuudet määriteltiin syksyllä 2005. Urakkaan tehtiin jonkin verran lisäyksiä kohteiden maastotarkastuksessa keväällä 2007. (Luiro 2008.)

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tehdessäni tätä työtä olen tutustunut rakenteen parantamismenetelmiin ja tierakenteen tutkimusmenetelmiin sekä yleisellä tasolla, että käsiteltävän esimerkki-kohteen avulla. Rakenteenparantamisella pyritään vaikuttamaan tien kantavuuteen ja ajomukavuuteen. Lisäksi sen avulla lisätään liikenneturvallisuutta.

Valtatiellä 21 rakenteen parantaminen oli erittäin tarpeellinen, sillä tie oli paikoin huonokuntoinen ja sillä on kohtuullisen vilkas liikenne. Tien stabiloinnilla parannettiin tien kantavuutta. Samalla parani myös ajomukavuus tasaisuuden myötä. Oikeisiin kohtiin asennetuilla teräsverkoilla ehkäistään routanousujen aiheuttamia halkeamia. REM-pintauksen avulla uusittiin kulunut päällyste ja saatiin tie urattomaksi.

Urakoissa kannattaa tehdä huolellisia maastokatselmuksia sekä tierakenteen tutkimuksia. Niiden perusteella, mikäli mahdollista ja aiheellista voi tehdä vaihtoehtoisia tarjouksia työmenetelmistä. Vt.21:n työmenetelmä muutoksista hyötyi tilaaja kustannussäästöjen myötä. Tilaaja päätti käyttää syntyneet kustannussäästöt lisäämällä päällystettäviä kohteita.

Suomen tiestö on suurimpia pääteitä lukuun ottamatta ikääntynyttä ja paikoin huonokuntoista. Uusia teitä ei rakenneta nykyaikana paljoa, vaan pääpaino on vanhojen teiden rakenteenparantamisessa ja kunnossapidossa. Rakenteenparantamismenetelmät ovat monipuolisia ja kohteella tehtävien esiselvitysten sekä tutkimusten avulla jokaiselle kohteelle löytyy oikea menetelmä. Avainasemassa on talous, joka useinkaan ei mahdollista ennaltaehkäisevää tierakenteenparantamista, vaan rahat riittävät ainoastaan kohteisiin, jotka ovat liikenneturvallisuuden ja liikenteen sujuvuuden takia pakko korjata. Materiaalien, varsinkin öljytuotteiden hinnannousun takia tilanne on vain kiristynyt. Tämän takia on erityisen tärkeää, että rakenteenparantamismenetelmien valintaan paneudutaan tarkasti sekä menetelmiä pyritään kehittämään pitkäikäisemmiksi ja taloudellisemmiksi.

LÄHTEET

Luiro Kalevi, Tiehallinnon Lapin tiepiiri. Haastattelu 31.3.2008.

RIL 1988 Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. RIL 165-2 Liikenne ja väylät II. Vammalan kirjapaino Oy, Vammala.

Salmijärvi Eero 2004. Masuunihiekkastabiloinnin puristuslujuuksien vaihtelu työmaa- aineiston perusteella. Opinnäytetyö Rovaniemen ammattikorkeakoulun Tekniikan ja liikenteen yksikössä.

Siika Teemu 2006. Katurakenteiden staattinen ja dynaaminen kantavuus. Opinnäytetyö EVTEK-ammattikorkeakoulun kemiantekniikan koulutusohjelmaan.

Tiehallinto 2002. Stabilointiohje. Edita Prima Oy, Helsinki

Tiehallinto 2004. Rakenteen parantamissuunnittelua edeltävät maatutkatutkimukset ja tulosten esitystapa – menetelmäkuvaus. Edita Prima Oy, Helsinki

Tiehallinto 2005 a. Rakenteen parantamisen suunnittelu. Edita Prima Oy, Helsinki.

Tiehallinto 2005 b. Tiefakta 2005. Edita Prima Oy, Helsinki.

Tielaitos 1991. Rakenteen parantaminen. Valtion painatuskeskus, Helsinki.

Tielaitos 1995. Remixerstabilointi. Oy Edita Ab, Helsinki.

Tielaitos 1997. Päälysteiden suunnittelu. Oy Edita Ab, Helsinki.

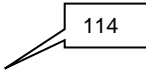
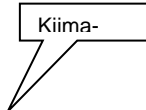
LIITTEET

Liite 1; Kartat Vt.21 väliltä Pekanpää-Kolari

Liite 2; Ote kuntorekisteristä

Liite 1

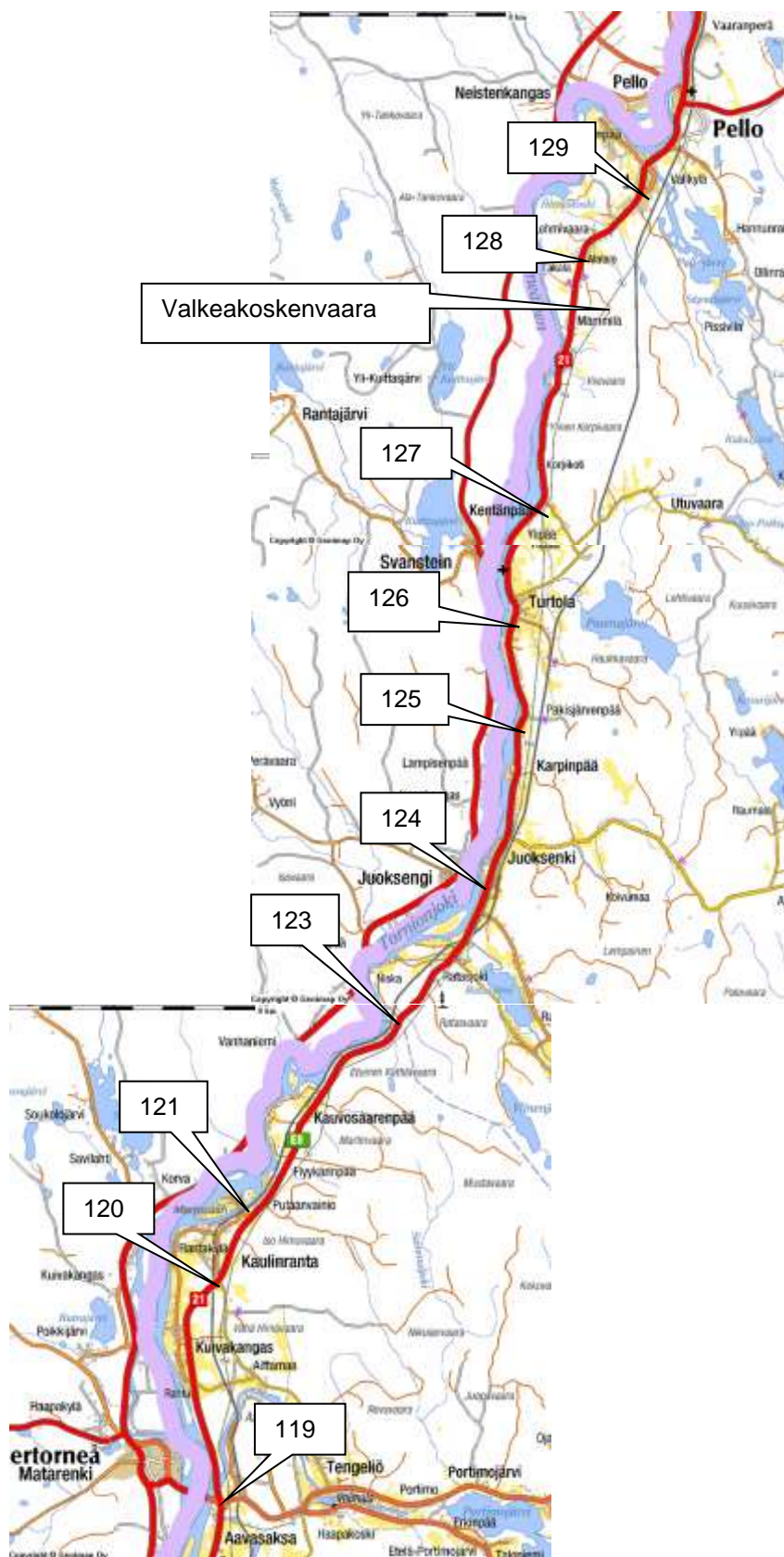
Kartat Vt.21:Itä väliltä Pekanpää-Kolari

-  = Tieosan 114 alkupiste
-  = Asemapaikan nimi

Vt.21 väli Pekanpää-Ylitornio



Vt.21 väli Ylitornio-Pello



Vt.21 väli Pello-Kolari



Liite 2

Ote kuntorekisteristä

Tie	Aosa	Akt	Loasa	Let	Painus	Verkko	vuosi	Tp	pvm	Tp	pitäisi	Tp	työnimi	Vaar	Ura	Kant	Ehd.	tm	Tot	tm	Tie	Tien numero
21	124	4300	124	4400	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	10	10.4	293	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	124	4400	124	4500	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	5	10.6	273	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	124	4500	124	4600	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	15	11.4	282	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	124	4600	124	4700	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	8	10.7	287	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	124	4700	124	4800	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	10	9.1	314	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	124	4800	124	4900	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	7	8.8	218	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	124	4900	124	5000	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	40	10.2	268	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	124	5000	125	0	59			29.7.1993		AB	LTA	LTA	50	12.1	282	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	0	125	100	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	8	8.4	420	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	100	125	200	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	39	11.8	420	Verkot+SJR200+AB16/150	Verkot+REST100+AB16/100	Verkot+REST100+AB16/100	Verkot+REST100+AB16/100	Verkot+REST100+AB16/100		105m ajohuviteesa
21	125	200	125	300	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	34	9.8	297	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	300	125	400	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	22	9.2	297	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	400	125	500	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	23	11.1	297	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	500	125	600	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	42	11.5	297	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	600	125	700	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	7	10.2	297	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	700	125	800	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	26	8.7	315	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	800	125	900	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	23	8.5	337	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	900	125	1000	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	16	7.1	359	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	1000	125	1100	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	17	5.5	386	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	1100	125	1200	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	149	14.6	382	Verkot+SJR200+AB16/150	Verkot+REST100+AB16/100	Verkot+REST100+AB16/100	Verkot+REST100+AB16/100	Verkot+REST100+AB16/100		105m ajohuviteesa
21	125	1200	125	1300	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	15	6.8	330	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	1300	125	1400	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	9	9	298	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	1400	125	1500	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	23	8.6	285	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	1500	125	1600	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	44	9.3	284	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	1600	125	1700	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	35	12.4	278	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	1700	125	1800	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	32	12.4	291	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	1800	125	1900	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	68	12.7	311	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	1900	125	2000	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	35	10.9	324	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	2000	125	2100	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	35	12.6	349	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	2100	125	2200	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	24	10.6	373	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	2200	125	2300	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	10	9.7	411	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	2300	125	2400	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	35	13.8	414	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	2400	125	2500	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	29	14.7	421	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	2500	125	2600	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	51	11.7	428	Verkot+SJR200+AB16/150	Verkot+REST100+AB16/100	Verkot+REST100+AB16/100	Verkot+REST100+AB16/100	Verkot+REST100+AB16/100		105m ajohuviteesa
21	125	2600	125	2700	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	82	11.9	440	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	2700	125	2800	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	12	12.2	432	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	2800	125	2900	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	21	15	409	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	2900	125	3000	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	85	13.7	386	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	3000	125	3100	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	9	12.3	346	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	3100	125	3200	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	22	9.4	340	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	3200	125	3300	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	15	10.7	318	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	3300	125	3400	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	34	10.4	296	REM	REM	REM	REM	REM		105m ajohuviteesa
21	125	3400	125	3500	100			29.7.1993		AB	LTA	LTA	287	19.3	285	SJR200+AB16/150	REST100+AB16/100	REST100+AB16/100	REST100+AB16/100	REST100+AB16/100		105m ajohuviteesa

Tie Tien numero
Aosa ajohuviteesa
Akt ajohuviteesa
Loasa ajohuviteesa
Let ajohuviteesa
Painus ajohuviteesa
Verkko ajohuviteesa
vuosi
Tp ajohuviteesa
Tp pitäisi ajohuviteesa
Tp työnimi ajohuviteesa
Vaar ajohuviteesa
Ura ajohuviteesa
Kant ajohuviteesa
Ehd. tm ajohuviteesa
Tot tm ajohuviteesa
Tie Tien numero
Aosa ajohuviteesa
Akt ajohuviteesa
Loasa ajohuviteesa
Let ajohuviteesa
Painus ajohuviteesa
Verkko ajohuviteesa
vuosi
Tp ajohuviteesa
Tp pitäisi ajohuviteesa
Tp työnimi ajohuviteesa
Vaar ajohuviteesa
Ura ajohuviteesa
Kant ajohuviteesa
Ehd. tm ajohuviteesa
Tot. Tien Tiennumero ajohuviteesa
Tie Tien numero
Aosa ajohuviteesa
Akt ajohuviteesa
Loasa ajohuviteesa
Let ajohuviteesa
Painus ajohuviteesa
Verkko ajohuviteesa
vuosi
Tp ajohuviteesa
Tp pitäisi ajohuviteesa
Tp työnimi ajohuviteesa
Vaar ajohuviteesa
Ura ajohuviteesa
Kant ajohuviteesa
Ehd. tm ajohuviteesa
Tot. Tien Tiennumero ajohuviteesa

Tie Aosa	Ast	Loosa	Let	Pituu	Verkko_vuosi	Tp_pvm	Tp_pinta	Tp_tyomen	Vaur	Ura	Kant	End_tm	Tot_tm
21	126	3500	125	3600	100	29.7.1993	AB	LTA	69	10.3	258	S.Y.R200+AB16/150	REST100+AB16/100
21	126	3600	125	3700	100	29.7.1993	AB	LTA	150	18.1	278	S.Y.R200+AB16/150	REST100+AB16/100
21	126	3700	125	3800	100	29.7.1993	AB	LTA	22	9.7	298	REM	REM
21	126	3800	125	3900	100	29.7.1993	AB	LTA	108	9.1	336	REM	REM
21	126	3900	125	4000	100	29.7.1993	AB	LTA	195	12.6	420	Massanvalitto+AB16/150	Massanvalitto+AB16/100
21	126	4000	125	4100	100	29.7.1993	AB	LTA	37	15.4	420	REM	REM
21	126	0	126	100	100	29.7.1993	AB	LTA	15	11	455	REM	REM
21	126	100	126	200	100	29.7.1993	AB	LTA	10	11.3	450	REM	REM
21	126	200	126	300	100	29.7.1993	AB	LTA	6	8	413	REM	REM
21	126	300	126	400	100	29.7.1993	AB	LTA	45	10.3	378	REM	REM
21	126	400	126	500	100	29.7.1993	AB	LTA	54	11.9	339	REM	REM
21	126	500	126	600	100	29.7.1993	AB	LTA	16	11	271	REM	REM
21	126	600	126	700	100	29.7.1993	AB	LTA	15	10	271	REM	REM
21	126	700	126	800	100	29.7.1993	AB	LTA	6	9	270	REM	REM
21	126	800	126	900	100	29.7.1993	AB	LTA	13	11.6	269	REM	REM
21	126	900	126	1000	100	29.7.1993	AB	LTA	7	11.2	268	REM	REM
21	126	1000	126	1100	100	29.7.1993	AB	LTA	7	12.7	266	REM	REM
21	126	1100	126	1200	100	29.7.1993	AB	LTA	14	10.3	266	REM	REM
21	126	1200	126	1300	100	29.7.1993	AB	LTA	38	12.9	263	REM	REM
21	126	1300	126	1400	100	29.7.1993	AB	LTA	51	16.1	261	REM	REM
21	126	1400	126	1500	100	29.7.1993	AB	LTA	69	13.8	259	S.Y.R200+AB16/150	REM
21	126	1500	126	1600	100	3.10.1994	AB	LTA	83	13.5	255	REM	REM+70
21	126	1600	126	1700	100	3.10.1994	AB	LTA	110	15.7	255	REM	REM+70
21	126	1700	126	1800	100	3.10.1994	AB	LTA	62	14.8	253	REM	REM+70
21	126	1800	126	1900	100	3.10.1994	AB	LTA	23	11.5	251	REM	REM+70
21	126	1800	126	2000	100	29.7.1993	AB	LTA	5	11.4	249	REM	REM
21	126	2000	126	2100	100	29.7.1993	AB	LTA	7	10.6	245	REM	REM
21	126	2100	126	2200	100	29.7.1993	AB	LTA	12	11.7	246	REM	REM
21	126	2200	126	2300	100	29.7.1993	AB	LTA	13	14.2	254	REM	REM
21	126	2300	126	2400	100	29.7.1993	AB	LTA	10	15.6	261	REM	REM
21	126	2400	126	2500	100	29.7.1993	AB	LTA	15	16.1	269	REM	REM
21	126	2500	126	2600	100	29.7.1993	AB	LTA	16	16	283	REM	REM
21	126	2600	126	2700	100	29.7.1993	AB	LTA	154	22	285	REM	REM
21	126	2700	126	2800	100	29.7.1993	AB	LTA	55	13.5	304	REM	REM
21	126	2800	126	2900	100	29.7.1993	AB	LTA	10	10.3	322	REM	REM
21	126	2900	126	3000	100	29.7.1993	AB	LTA	7	13.6	341	REM	REM
21	126	3000	126	3100	100	29.7.1993	AB	LTA	7	13.8	375	REM	REM
21	126	3100	126	3200	100	29.7.1993	AB	LTA	14	11.8	374	REM	REM
21	126	3200	126	3300	100	29.7.1993	AB	LTA	8	11.7	364	REM	REM
21	126	3300	126	3400	100	29.7.1993	AB	LTA	10	11.9	354	REM	REM
21	126	3400	126	3500	100	29.7.1993	AB	LTA	5	13.6	345	REM	REM
21	126	3500	126	3600	100	29.7.1993	AB	LTA	6	14	327	REM	REM
21	127	0	127	0	71	29.7.1993	AB	LTA	13	10.2	420	REM	REM
21	127	100	127	100	100	29.7.1993	AB	LTA	10	11.6	271	REM	REM
21	127	200	127	200	100	29.7.1993	AB	LTA	16	14.5	240	REM	REM
21	127	300	127	300	100	29.7.1993	AB	LTA	5	11	250	REM	REM

Tie: Tien numero
Aosa: alustus tieosa
Aster: alustus etäisyys
Loosa: alustus tieosa
Let: Lopeus etäisyys
Pituu: tarkastettavan
Verkko_vuosi: Terasverkon
asennusvuosi
Tp_pvm: Edellisen
tömpäryksen teko ajankohhta
Tp_pinta: Edellisen
tömpäryksen palitystyyppi
Tp_tyomen: Edellisen
tömpäryksen työmeneetelmä
Vaurio: Vauriosumma.
Ura: Kantavuus ylläni.
Kantavuus: Ehdotettu työmeneetelmä
End_tm: Ehdotettu työmeneetelmä
Tot_tm: Toteutunut työmeneetelmä
Ura: Uravävyys

Tie	Aosa	Aet	Losa	Let	pituus	Verhko_vuosi	Tp_pvm	Tp_pinta	Tp_lyomen	Vaur	Ura	Kant	Ehd_tm	Tot_tm.
21	127	300	127	4100	100		29.7.1993	AB	LTA	7	9,4	273	REM	REM
21	127	400	127	500	100		29.7.1993	AB	LTA	16	8,6	347	REM	REM
21	127	500	127	600	100		29.7.1993	AB	LTA	12	9,9	417	REM	REM
21	127	600	127	700	100		29.7.1993	AB	LTA	8	10	292	REM	REM
21	127	700	127	800	100		29.7.1993	AB	LTA	6	12,7	320	REM	REM
21	127	800	127	900	100		29.7.1993	AB	LTA	5	14,5	298	REM	REM
21	127	900	127	1000	100		29.7.1993	AB	LTA	16	17,6	273	REM	REM
21	127	1000	127	1100	100		29.7.1993	AB	LTA	19	13,2	308	REM	REM
21	127	1100	127	1200	100		29.7.1993	AB	LTA	22	16,4	293	REM	REM
21	127	1200	127	1300	100		29.7.1993	AB	LTA	10	15,3	270	REM	REM
21	127	1300	127	1400	100		29.7.1993	AB	LTA	6	19,6	282	REM	REM
21	127	1400	127	1500	100		29.7.1993	AB	LTA	29	19	256	REM	REM
21	127	1500	127	1600	100		29.7.1993	AB	LTA	27	14	269	REM	REM
21	127	1600	127	1700	100		29.7.1993	AB	LTA	14	14,1	352	REM	REM
21	127	1700	127	1800	100		29.7.1993	AB	LTA	3	13,8	410	REM	REM
21	127	1800	127	1900	100		29.7.1993	AB	LTA	8	22,6	235	REM	REM
21	127	1900	127	2000	100		29.7.1993	AB	LTA	10	19,2	292	REM	REM
21	127	2000	127	2100	100		29.7.1993	AB	LTA	19	18,2	320	REM	REM
21	127	2100	127	2200	100		29.7.1993	AB	LTA	29	17,6	379	REM	REM
21	127	2200	127	2300	100		29.7.1993	AB	LTA	19	11,8	319	REM	REM
21	127	2300	127	2400	100		29.7.1993	AB	LTA	10	9,4	342	REM	REM
21	127	2400	127	2500	100		29.7.1993	AB	LTA	14	8,8	290	REM	REM
21	127	2500	127	2600	100		29.7.1993	AB	LTA	16	10,4	347	REM	REM
21	127	2600	127	2700	100		29.7.1993	AB	LTA	12	12,2	456	REM	REM
21	127	2700	127	2800	100		31.10.1991	AB	LTA	3	10,5	424	REM	REM
21	127	2800	127	2900	100		31.10.1991	AB	LTA	8	9,9	395	REM	REM
21	127	2900	127	3000	100		31.10.1991	AB	LTA	10	8,9	364	REM	REM
21	127	3000	127	3100	100		31.10.1991	AB	LTA	10	8,6	397	REM	REM
21	127	3100	127	3200	100		31.10.1991	AB	LTA	20	10,6	485	REM	REM
21	127	3200	127	3300	100		31.10.1991	AB	LTA	5	10,6	376	REM	REM
21	127	3300	127	3400	100		31.10.1991	AB	LTA	10	12,9	401	REM	REM
21	127	3400	127	3500	100		31.10.1991	AB	LTA	13	11,7	533	REM	REM
21	127	3500	127	3600	100		31.10.1991	AB	LTA	18	12,6	533	REM	REM
21	127	3600	127	3700	100		31.10.1991	AB	LTA	13	10,7	380	REM	REM
21	127	3700	127	3800	100		31.10.1991	AB	LTA	10	9,6	349	REM	REM
21	127	3800	127	3900	100		31.10.1991	AB	LTA	32	11,2	337	REM	REM
21	127	4400	127	4500	100	2002	29.6.1994	AB	LTA	11	9,2	322	REM	REM
21	127	4500	127	4600	100	2002	29.6.1994	AB	LTA	8	6,5	291	REM	REM
21	127	4600	127	4700	100	2004	29.6.1994	AB	LTA	23	5,9	258	REM	REM
21	127	4700	127	4800	100	2004	29.6.1994	AB	LTA	5	9,8	320	REM	REM
21	127	4800	127	4900	100	2003	29.6.1994	AB	LTA	24	13	241	REM	REM
21	127	4900	127	5000	100	2002	29.6.1994	AB	LTA	12	9,8	303	REM	REM
21	127	5000	127	5100	100	2002	29.6.1994	AB	LTA	5	10,3	256	REM	REM
21	127	5100	127	5200	100	2002	29.6.1994	AB	LTA	5	11,1	270	REM	REM
21	127	5200	127	5300	100	2003	29.6.1994	AB	LTA	5	11,4	257	REM	REM
21	127	5300	127	5400	100	2002	29.6.1994	AB	LTA	8	11,8	267	REM	REM

Tie= Tien numero
Aosa= alottus teosa
Aet= alottus etäisyys
Losa= alottus teosa
Let= lopetus etäisyys
Pituus= torjastotavan
Verhko_vuosi= Terasvetkon
asennusvuosi
Tp_pinta= Edellisen
teipparinnuksen teko ajankohtra
Tp_lyomen= Edellisen
teipparinnuksen tyomenetelma
Vaur= Vauriosumma
Ura= Kantavuus (Näim)
Ehd_tm= Ehdotettu tyomenetelma
Tot_tm= Totuhtunut tyomenetelma
Ura= Uraisyys

