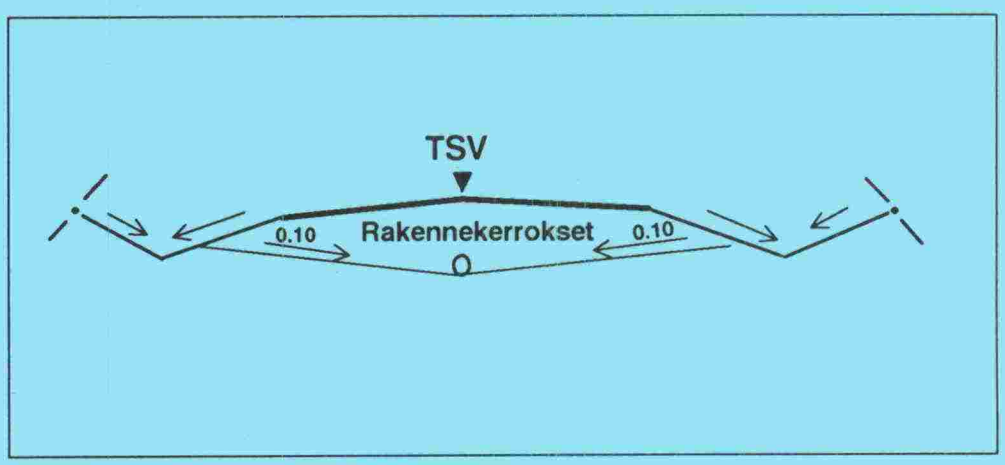
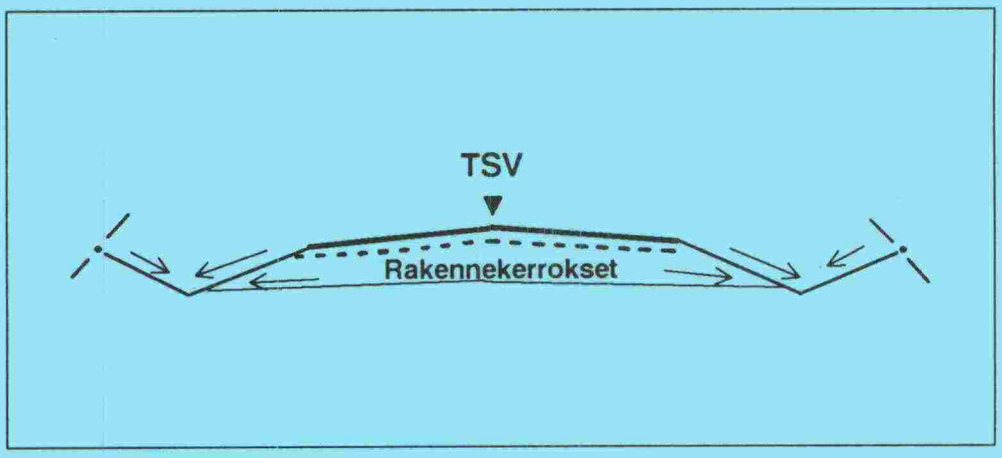
Tielaitos

Martti Heikkinen

V-poikkileikkaus ja teräsverkot tierakenteessa

Tulokset V-poikkileikkauksen ja teräsverkkojen käyttökokeista tien pituussuuntaisten halkeamien ehkäisyssä





Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja

32/1993

Oulu 1993

Geokeskus
Oulun kehitysyksikkö

08 TIEL

Tielaitos
Kirjasto

Doknro: 930922
Nidenro: 931233

Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja
32/1993

Martti Heikkinen

V-poikkileikkaus ja teräsverkot tierakenteessa

Tulokset V-poikkileikkauksen ja teräsverkkojen käyttökokeista tien pituussuuntaisten halkeamien ehkäisyssä

Tielaitos
Geokeskus, Oulun kehitysyksikkö

Oulu 1993

TIEL 4000043
Painatuskeskus Oy
Helsinki 1993

Julkaisua myy
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus,
painotuotemyynti
Telefax (90) 1487 2652

Tielaitos
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puh. vaihde (90) 148 721

Geokeskus
Oulun kehitysyksikkö
Kansankatu 47
PL 261
90101 OULU
Puh. (981) 310 9383

HEIKKINEN Martti, V-poikkileikkaus ja teräsverkot tierakenteessa. Tulokset V-poikkileikkauksen ja teräsverkkojen käyttökokeista tien pituussuuntaisten halkeamien ehkäisyssä. Oulu 1993, Tielaitos, Geokeskus, Oulun kehitysyksikkö, Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 32/1993, 18 s. + liitt. 4 s., TIEL 4000043

Asiasanat routa, poikkileikkaus, teräsverkot

TIIVISTELMÄ

Keski-Pohjanmaan tiepiirissä perusparannettiin kesällä 1989 roudan vaurioittamaa tietä kolmea eri menetelmää käyttäen. Osassa vauriokohteita käytettiin ns. V-poikkileikkausta + salaojaa ja osassa pelkkää salaojaa tai teräsverkkoja.

V-poikkileikkauksen keskimääräiset kokonaiskustannukset olivat noin 640 mk/tie-m (71 mk/päällyste-m^2) ja teräsverkkorakenteen noin 202 mk/tie-m (22 mk/päällyste-m^2). Salaojarakenteen kokonaiskustannuksia ei selvitetty, mutta materiaalikustannukset olivat noin 25 mk/tie-m.

Osa suunnitelluista verkkokohteista jäi ilman verkkoa työteknisten ongelmien vuoksi. Näissä kohteissa ensimmäisen seurantavuoden aikana vaurioita todettiin 4% pituudesta. Neljän vuoden kuluttua parantamisesta edellisissä kohteissa oli vaurioita 92 % ja V-poikkileikkauskohteissa 40 % rakenteesta. Sen sijaan toteutuneet teräsverkkorakenteet olivat vaurioitumattomia. Salaojakohde oli koko pituudeltaan vaurioitunut.

V-poikkileikkauksissa vaurioiden uusiutumiselle ei löydetty yksikäsitteistä selitystä. Kuitenkin riittävän suuri tien pituussuuntainen kaltevuus pienentää vaurioitumisriskiä V-poikkileikkauksessa. Tosin salaojien toimivuusvertailu jäi puutteelliseksi, koska ojat olivat mutkaisia ja ilman tarkastuskaivoja.

Tämän selvityksen perusteella varmin tapa tien pituussuuntaisten halkeamien eliminoimiseksi on rakenteeseen laitettu teräsverkko.

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO 9

2 VALITUT RAKENNERATKAISUT 10

2.1 V-poikkileikkaus + salaoja 10
2.2 Teräsverkkorakenne 10
2.3 Salaojarakenne 11

3 KOEKOHTEET 12

3.1 Vt 4 välillä Keski-Suomen piirin raja - Emolahti 12
3.2 Mt 7693 välillä Maaselkä - Haapamäki 13

4 TOTEUTUS 14

4.1 V-poikkileikkaus + salaoja 14

4.1.1 Työmenetelmä 14
4.1.2 Kustannukset 14
4.1.3 Työnaikaiset havainnot 14

4.2 Teräsverkkorakenne 14

4.2.1 Työmenetelmä 14
4.2.2 Kustannukset 15
4.2.3 Työnaikaiset havainnot 15

4.3 Salaojarakenne 15

4.3.1 Työmenetelmä 15
4.3.2 Kustannukset 15
4.3.3 Työnaikaiset havainnot 16

5 SEURANTATULOKSET 17

6 LIITELUETTELO 18

1 JOHDANTO

Teiden pituussuuntainen halkeama on yleinen vaurio päällystetyillä teillä. Usein teillä esiintyy lisäksi kantavuusongelmia ja yksittäisiä heittoja.

Tien kantavuuden parantaminen ei yleensä poista halkeamia, vaan ne ilmaantuvat noin 2 - 4 vuoden kuluttua tien parantamisesta ja suurenevat vuosittain. Monesti halkeamat ulottuvat tienrakenteen läpi aina routasyvyyteen saakka.

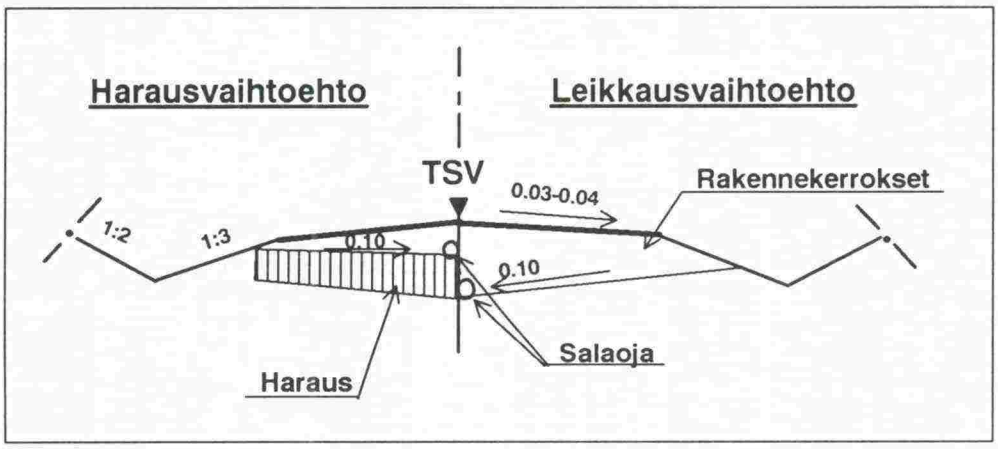
Perinteisesti routavaurioita on ehkäisty tekemällä massanvaihto tai käyttämällä eristelevyjä. Kesällä 1989 Keski-Pohjanmaan tiepiirissä rakennettiin ns. V-poikkileikkausta kohteisiin, joissa oli sekä halkeamia että kantavuusongelmia. Pelkän halkeaman torjuntaan käytettiin joko teräsverkkoja tai keskitien salaojitusta.

Tämän tutkimuksen on tehnyt rkm. Martti Heikkinen Keski-Pohjanmaan tiepiirin toimeksiannosta tavoitteena selvittää työmenetelmät ja kustannukset sekä suorittaa jälkiseurantaa koerakenteiden myöhemmästä käyttäytymisestä. Tutkimus liittyy osana laajempaan tielaitoksen suorittamaan routavauriotutkimukseen.

2. VALITUT RAKENNERATKAISUT

2.1 V-poikkileikkaus + salaoja

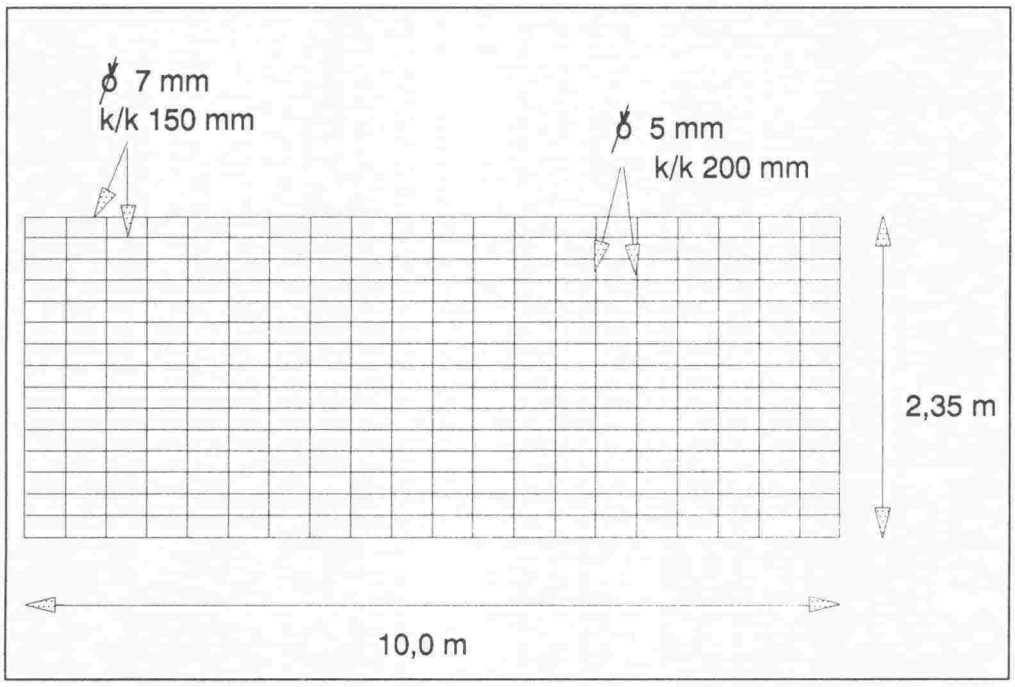
V-poikkileikkauksella tarkoitetaan rakennetta, jossa pohjamaa leikataan ja muotoillaan tien reunoilta keskitielle päin laskevaksi. Kaltevuusprosentti on noin 10 ja leikkauksen taitepisteeseen laitetaan salaoja. Vanhat kerrokset siirretään luiskille ja alla oleva pohjamaa joko leikataan siirtymäkiilasyvyyteen tai harataan/homogenisoidaan.



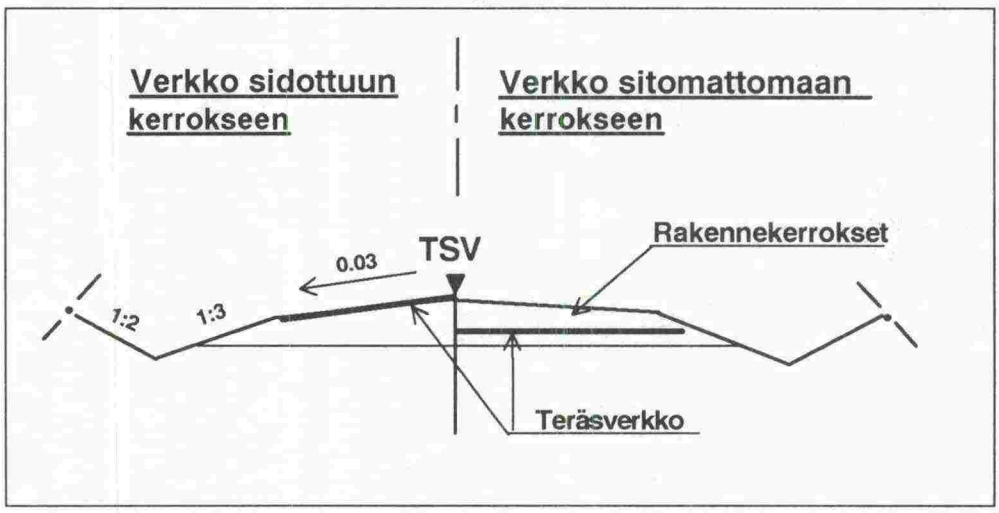
Kuva 1: Kaaviokuva V-poikkileikkausrakenteista.

2.2 Teräsverkkorakenne

Raudoitusverkkoja (B 500 K/F 30 7/5 - 150/200 - 10000/2350) laitettiin sekä sitomattomaan että sidottuun kerrokseen. Verkkojen asennussyvyys sitomattomissa kerroksissa vaihteli noin 0,15 - 0,60 m.



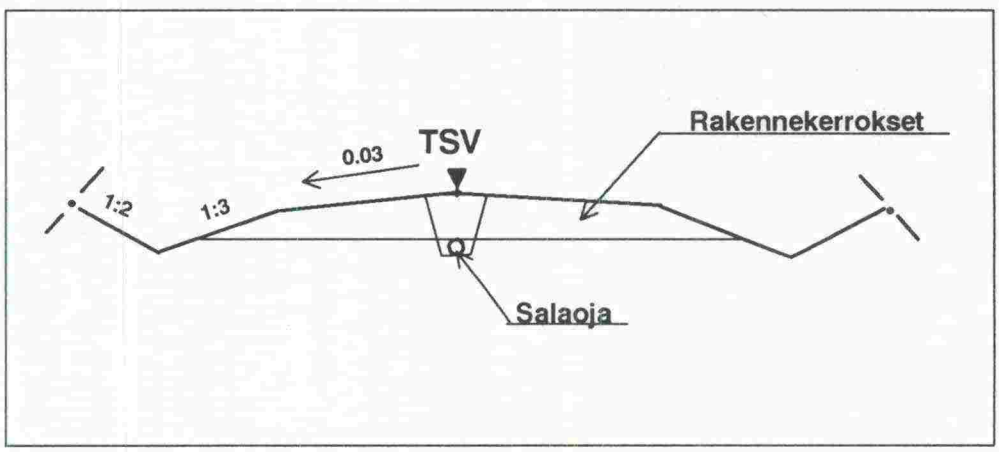
Kuva 2: Teräsverkkolevy päältä



Kuva 3: Kaaviokuva teräsverkkojen sijainnista rakenteessa.

2.3 Salaojarakenne

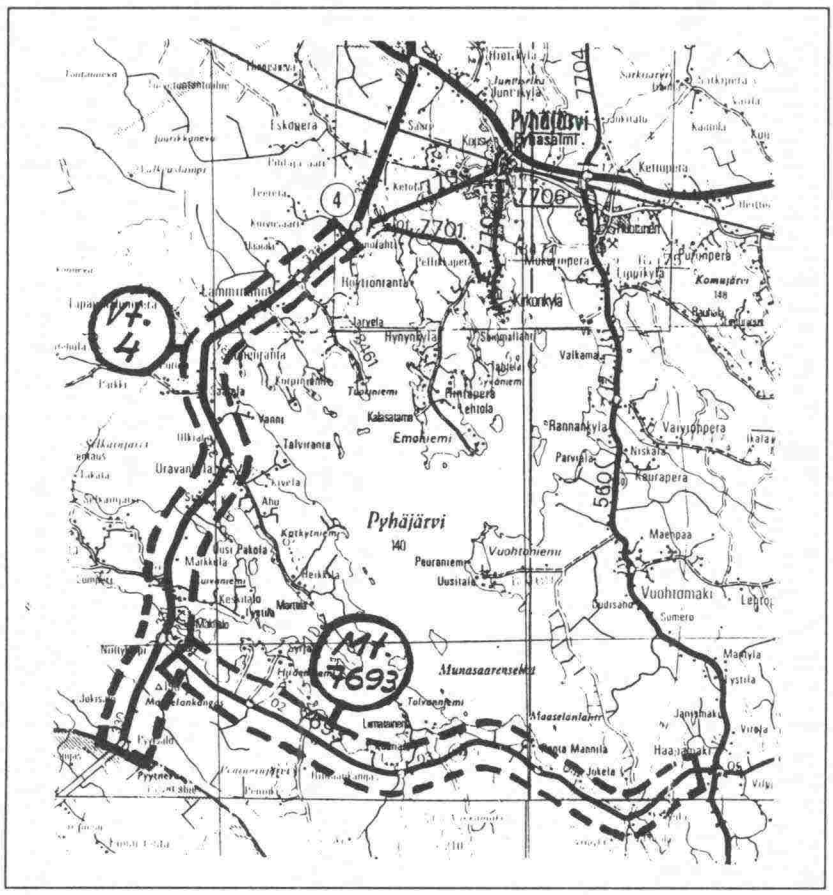
Pelkkää salaojaa rakennettiin siten, että keskitielle tehtiin pohjamaahan ulottuva kaivanto, minkä pohjalle laitettiin "Veto-kookos" Ø 80 mm:n salaojaputki.



Kuva 4: Kaaviokuva salaojarakenteesta.

3 KOEKOHTEET

Kohteet sijaitsevat nykyisessä Oulun tiepiirissä, Pyhäsalmen kaupungissa valtatiellä nro 4 välillä Keski-Suomen piirin raja - Emolahti ja maantiellä nro 7693 välillä Maaselkä - Haapamäki.



Kuva 5: Kartta tieosista, joilla koekohteet sijaitsevat.

3.1 Vt 4 välillä Keski-Suomen piirin raja - Emolahti

Perusparannettavalla tieosalla oli päällysteessä pituus-, poikittais- ja verkkohalkeamia. Halkeamien eliminoimisen lisäksi työhön kuului tien leventäminen kahdeksasta metristä kymmeneen metriin. Tien liikennemäärä (KVL) oli 2200 ajoneuvoa/vrk.

Koekohteiden pituudet vaihtelivat noin 50 - 300 m ja niitä tuli yhteensä seuraavasti:

- V-poikkileikkausta+salaojaa	617	tie-m	3 kpl
- Teräsverkkoa	1454	tie-m	13 kpl
- Salaojaa	97	tie-m	1 kpl

Esimerkkejä vauriokohteista on liitteissä 1 ja 2.

Lisäksi tieosalle oli suunniteltu teräsverkkoja 530 tie-m/8 kpl. Näitä verkkoja ei kuitenkaan asennettu, vaan tie levennettiin ja uudelleen päällystettiin (liite 2).

3.2 Mt 7693 välillä Maaselkä - Haapamäki

Perusparannettavalla tieosalla oli päällysteessä runsaasti pituus- ja verkkohalkeamia sekä yksittäisiä heittoja. Tien liikennemäärä (KVL) oli 150 ajoneuvoa/vrk. Tien leveys on 6,0 m.

Yleisesti tiellä esiintyvistä kantavuus- ja routavaurioista johtuen parantamistoimenpiteenä käytettiin vain V-poikkileikkausrakennetta yhteensä 1681 m. Kohteita oli 8 kpl ja niiden pituudet vaihtelivat noin 100 - 300 m.

Esimerkkejä vauriokohteista on liitteissä 3 ja 4.

4 TOTEUTUS

4.1 V-poikkileikkaus + salaoja

4.1.1 Työmenetelmä

Työ suoritettiin puoli tietä kerrallaan siten, että ensin vanhat rakennekerrokset siirrettiin luiskalle ja pohjamaa leikattiin noin 10 %:n kaltevuuteen reunoilta keskitielle päin. Tämän jälkeen kerrokset siirrettiin takaisin kaivantoon ja suoritettiin kantavan kerroksen lisäys. Salaojaputki asennettiin ennen jälkimmäisen puolikkaan täyttämistä. Lisäksi maantiellä nro 7693 suoritettiin yli 35 cm:n kivien poisto ja pohjamaan haraus/homogenisointi noin metrin syvyyteen leikkauksen pohjan tasosta (liitteet 1, 3 ja 4).

4.1.2 Kustannukset

Kustannusvertailujen tekemiseksi tehtiin kolmen työvuoron pituinen lisäaikatutkimus silloin, kun leikkaussyvyys oli noin kaksi metriä. Lisäksi kirjattiin materiaalien keskimääräinen menekki rakennettua yksikköä kohti.

Taulukko 1: Keskimääräiset rakennuskustannukset (leikkaussyvyys n. 2 m).

Kustannuslaji	Kustannus	
	mk/tie-m	mk/päällyste-m^2
Konetyö	75,76	8,42
Materiaalit	565,00	62,78
Yhteensä	640,76	71,20

4.1.3 Työnaikaiset havainnot

Rakennusmenetelmästä (puoli tietä kerrallaan) johtuen leikkauspohjan tasoon saattoi tulla keskitiellä 10 - 20 cm:n porrastus, mikä vaikuttaa routimattomien rakennekerrosten paksuuteen poikkileikkauksessa siten, että ajokaistojen routanousut saattavat poiketa toisistaan. Lisäksi porrastus voi vaikuttaa salaojien toimivuuteen. Toimivuuteen voi vaikuttaa myös haraus/homogenisointi, mikä suoritettiin maantiellä nro 7693. Haratessa pohjamaa häiriintyi (kuten yleensä) siinä määrin, että usein hienorakeisena ja ylikosteana sen tiivistäminen vaikeutui. Silloin voi tulla rakenteeseen haitallista jälkitiivistymistä. Salaojiin ei rakennettu tarkastuskaivoja eikä laskuaukkoja, vaan salaojaputken pää suunnattiin suoraan sivuojaan. Tälläisten ojien myöhempi tarkkailu ja kunnossapito on lähes mahdotonta.

4.2 Teräsverkkorakenne

4.2.1 Työmenetelmä

Verkot oli varastoitu nippuina koekohteiden luiskille. Pääosa (1266 tie-m) verkoista asennettiin sitomattomiin kerroksiin ja vain 188 tie-m sidottuun

AB-päällysteeseen. Verkkojen asentamisen suoritti neljä rakennusmiestä levy kerrallaan. Aluksi levyt sidottiin toisiinsa kiinni ja naulattiin alustaansa. Myöhemmin menetelmä todettiin tarpeettomaksi ja osittain haitalliseksikin. Niinpä pääosin verkkolevyt laitettiin vapaasti asennustasoonsa ja peitettiin välittömästi joko murskeella tai päällystemassalla (liite 2).

4.2.2 Kustannukset

Kustannusvertailujen tekemiseksi tehtiin kolmen työvuoron pituinen lisäaikatutkimus. Lisäksi kirjattiin materiaalimenekki rakennettua yksikköä kohti. Kustannuksiin sisältyy kantavan kerroksen lisäys mutta ei päällyste.

Taulukko 2: Keskimääräiset rakennuskustannukset.

Kustannuslaji	Kustannus	
	mk/tie-m	mk/päällyste-m^2
Miestyö	2,61	0,29
Konetyö	6,21	0,69
Materiaalit	192,78	21,42
Yhteensä	201,60	22,40

4.2.3 Työnaikaiset havainnot

Verkkojen asentaminen sitomattomaan kerrokseen onnistui hyvin ja ne tulivat suunnitelman mukaisesti. Sen sijaan sidottuun kerrokseen asennettaessa verkko pyrki rullaantumaan levittimen edessä ja tarttumaan kiinni. Toisaalta liikenteen tärinän vaikutuksesta (lämmin massa ja liian suuri liikennenopeus) verkot nousivat päällysteen pintaan siten, että paikoin oli lisättävä päällystemassaa. Edellä olevista vaikeuksista johtuen jäikin verkkoja asentamatta 530 tie-m.

4.3 Salaojarakenne

4.3.1 Työmenetelmä

Salaoja rakennettiin siten, että kaivukoneella kaivettiin keskitielle kapea oja, mikä ulottui vanhojen rakennekerrosten alle. Tämän jälkeen ojaan laitettiin "Veto kookos" Ø 80 mm:n salaojaputki, minkä laskuaukko suunnattiin suoraan sivuojaan. Kaivanto täytettiin kerroksittain kaivumailla.

4.3.2 Kustannukset

Menetelmästä ei tehty työntutkimuksellista kustannuslaskelmaa, mutta salaojamateriaalit ilman työkustannuksia ovat noin 25,00 mk/tie-m ja 2,78 mk/päällyste-m^2.

4.3.3 Työnaikaiset havainnot

Salaojarakenne toteutui suunnitelmien mukaisesti, mutta koska rakenteeseen ei laitettu tarkastuskaivoja eikä erillistä laskuaukkoa, niin sen myöhempi kunnossapito ja tarkkailu vaikeutuu.

5 SEURANTATULOKSET

Parantamisen jälkeen ensimmäisenä talvena todettiin uusiutuneita halkeamia vain rakentamattomilla teräsverkkojaksoilla 22 m, mikä on noin 4 % ko. rakenteesta. Sen jälkeen vauriot ovat vuosi vuodelta lisääntyneet ja neljän vuoden kuluttua (kevättalvella 1993) vaurioita mitattiin taulukon nro 3 mukainen määrä.

Taulukko 3: Halkeamia neljän vuoden kuluttua rakentamisesta.

Rakenne	Kokonais-	Halkeamia v.1993	
	pituus tie-m	tie-m	%
V-poikkileikkaus + salaoja	2 298	920	40
Teräsverkko, rakennettu	1 454	0	0
Teräsverkko, rakentamaton	530	490	92
Salaoja	97	97	100

V-poikkileikkauksissa vauriot ovat uusiutuneet noin neljäkymmentä prosenttisesti ja pelkän salaojan kohdalla sataprosenttisesti. Sen sijaan rakennetut teräsverkkokohteet ovat säilyneet ehjinä ja rakentamattomat kohteet ovat vaurioituneet lähes kokonaan.

Seurantatuloksia tarkasteltaessa ei ole löytynyt yksikäsitteistä selitystä sille, miksi toiset V-poikkileikkauskohteet ovat kestäneet ja toiset eivät. Kuitenkin näyttää siltä, että jos tiessä on lähes kolmen prosentin pituussuuntainen kaltevuus, niin vauriot eivät ole uusiutuneet. Siellä missä suoritettiin pohjamaan käsittely, routavauriot ovat uusiutuneet eniten ja vauriot ovat pahimmat. Tästä voitaneen päätellä, että rakenteessa on tapahtunut jälkitiivistymistä ja rakennetut salaojat ovat sen seurauksena vaurioituneet. Salaojien toimivuutta ei voitu perusteellisesti tarkastella, koska ojat olivat mutkaisia ja ilman tarkastus- ja huuhtelukaivoja rakennettu. Eräistä putkista on tullut vettä, mutta kuinka etäältä vesi on virrannut, sitä ei tiedetä.

Pituussuuntaisten halkeamien eliminoimiseksi varmin ratkaisu näyttää olevan teräsverkkojen käyttö tienrakenteessa. Aikaisempia ja onnistuneita kokemuksia verkkojen käytöstä on runsaasti tielaitoksessa.

6 LIITELUETTELO

1 V-poikkileikkaus, esimerkki, vt 4

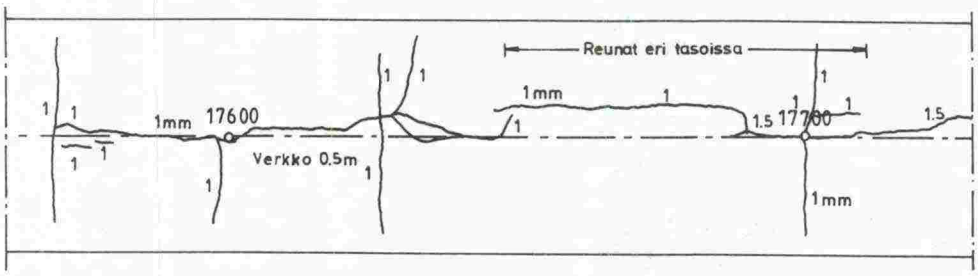
2 Teräsverkot, esimerkkejä, vt 4

3 V-poikkileikkaus, pituuskaltevuus n. 2,7 %, mt 7639

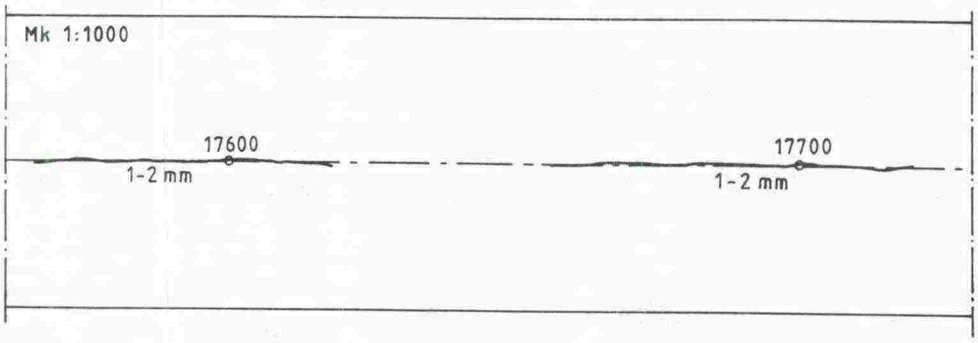
4 V-poikkileikkaus, pituuskaltevuus n. 0,6 %, mt 7639

V-poikkileikkaus, esimerkki, vt 4

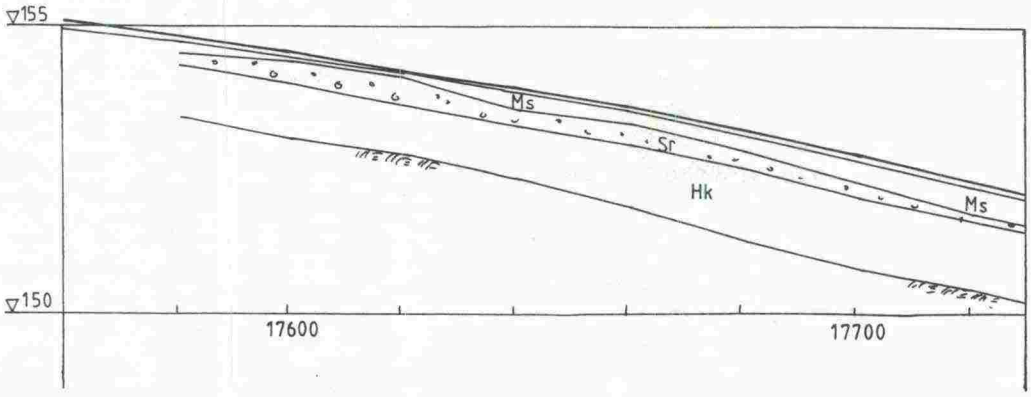
Vauriot ennen parantamista



Vauriot neljän vuoden kuluttua (talvella 1993) parantamisesta

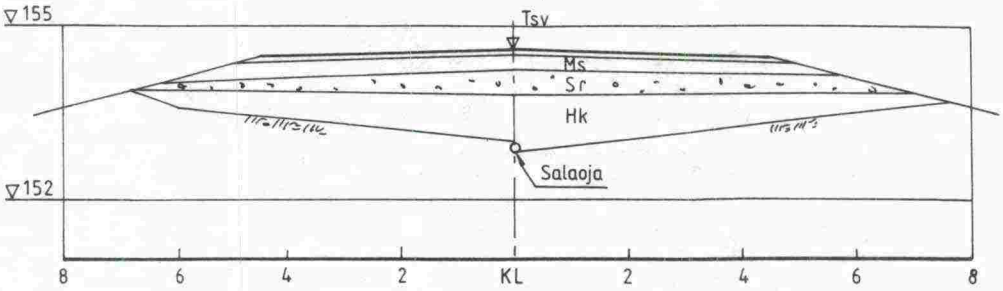


Pituusleikkaus rakenteesta



Poikkileikkaus rakenteesta

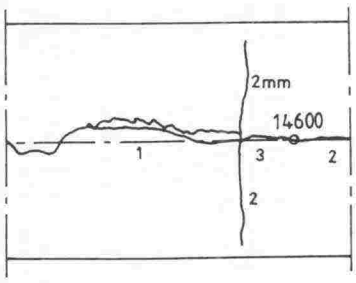
PL 17600



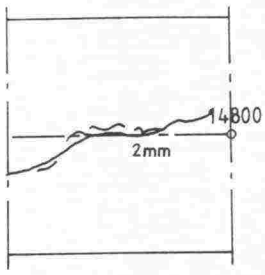
Teräsverkot, esimerkkejä, vt 4

Vt. 4 Teräsverkot asennettiin

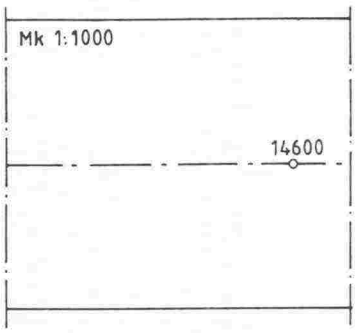
Vauriot ennen parantamista

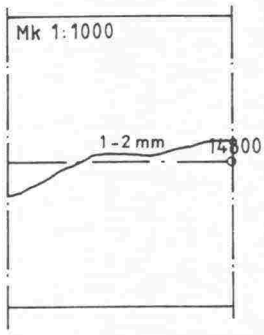


Vt. 4 Teräsverkkoja ei asennettu

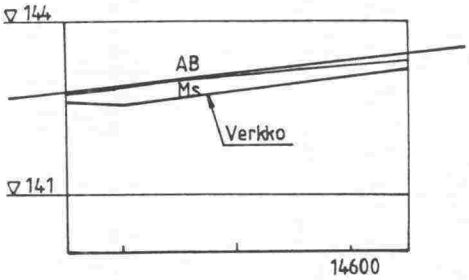


Vauriot neljän vuoden kuluttua (talvella 1993) parantamisesta



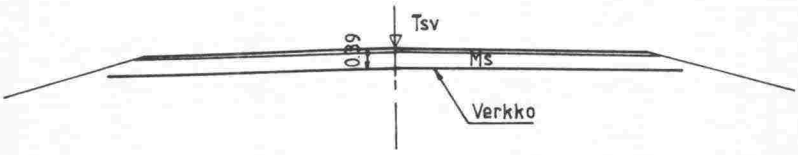


Pituusleikkaus rakenteesta



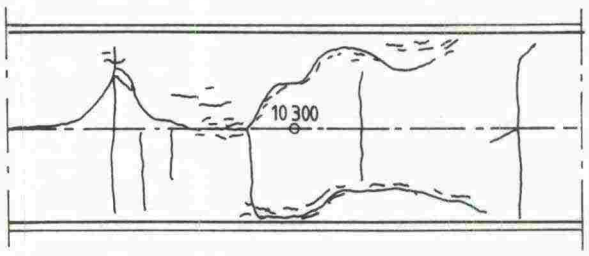
Poikkileikkaus rakenteesta

PL 14580

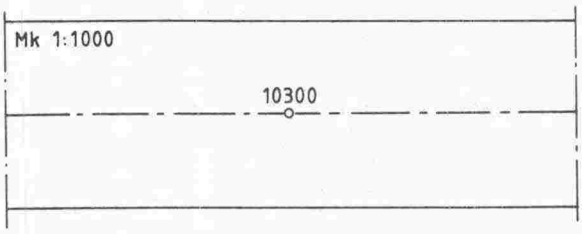


V-poikkileikkaus, pituuskaltevuus n. 2,7 %, mt 7639

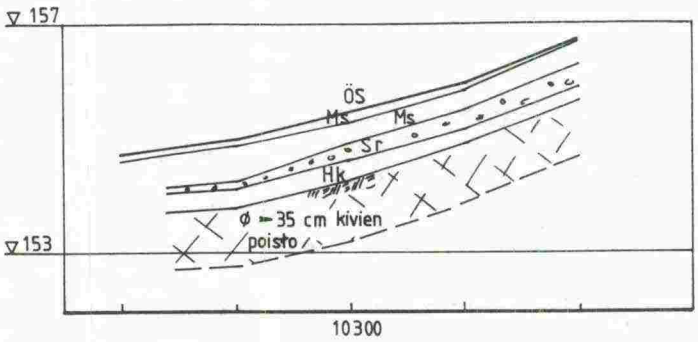
Vauriot ennen parantamista



Vaurioton neljän vuoden kuluttua (talvella 1993) parantamisesta

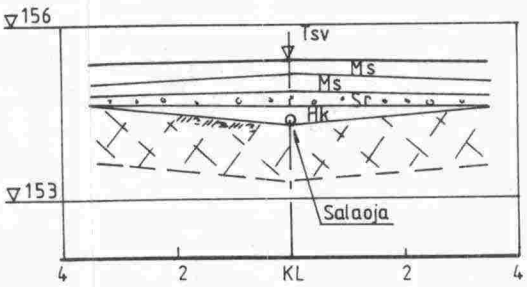


Pituusleikkaus rakenteesta



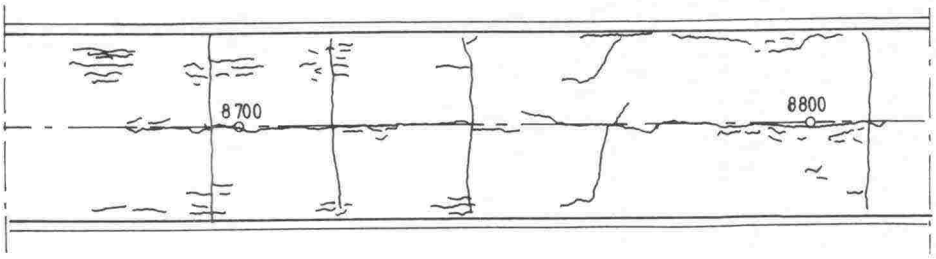
Poikkileikkaus rakenteesta

PL 10300

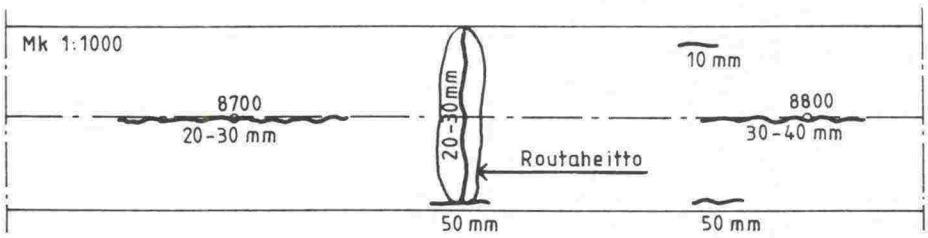


V-poikkileikkaus, pituuskaltevuus n. 0,6 %, mt 7639

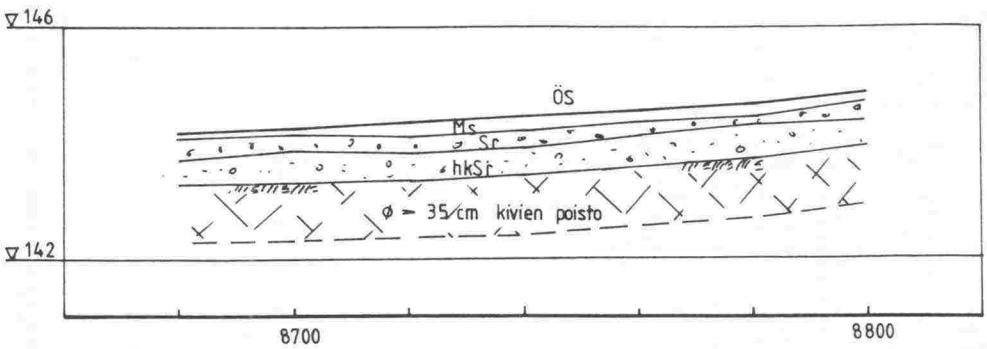
Vauriot ennen parantamista



Vauriot neljän vuoden kuluttua (talvella 1993) parantamisesta

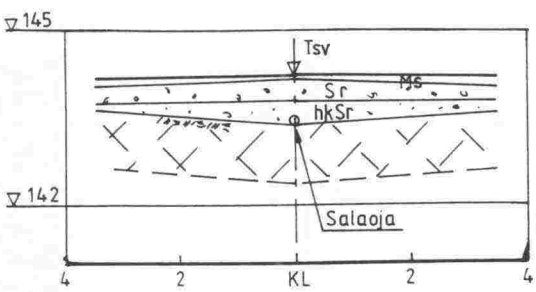


Pituusleikkaus rakenteesta

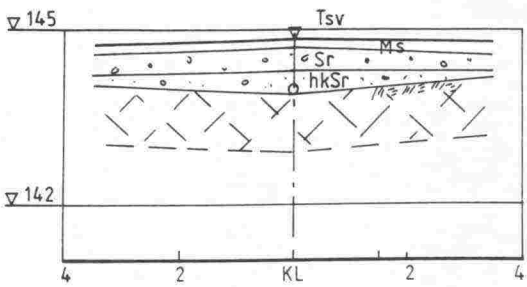


Poikkileikkauksia rakenteesta

PL 8700



PL 8800



TIELAITOKSEN SISÄISIÄ JULKAISUJA

7/1993 Yleissuunnittelun pilottiraportti, Länsiväylä välillä Kivenlahti-Suomenoja. Keskushallinto/tiehallinto

8/1993 Matkakertomus Ruotsiin ja Norjaan suuntautuneelta talvikunnossapitomatkalta 13-19.12.1992. Tuotannon palvelukeskus, Tampere

9/1993 Ympäristövaikutusten arviointi, kokeilu tiehankkeissa I. TIEL 4000027

10/1993 Päällystetyn tieverkon kuntomittaukset ja hallintajärjestelmät. TIEL 4000028

11/1993 Tulosraportti 1992. TIEL 4000029

12/1993 Yleisten teiden ympäristön tilan selvitys; Luonto, maisema, kulttuurihistoria. TIEL 4000030

13/1993 Elastisten kulutusterien kulutuskestävyys. Tuotannon palvelukeskus, Tampere

14/1993 Ylläpitostrategioiden tietotuki: analyysi HIPS-ohjelmistolla. TIEL 4000031

15/1993 Tiehöylän painon merkitys jääpolanteen höyläyksessä. TIEL 4000032

16/1993 Tierakenteiden korkeuspoikkeamat. TIEL 4000033

17/1993 Tiekaiteiden kunnossapitokestävyys Pohjoismaissa. TIEL 4000034

18/1993 Ennusteen seuranta 1992; Ennusteen tarkistaminen 1993 (Liikenne- ja autokantaennuste 1898-2010). Tutkimuskeskus

19/1993 Tierekisterin laadunvalvonta 1990 ja 1991. Tutkimuskeskus

20/1993 Tierekisteri- ja paikkatietojen yhteiskäytön kehittäminen. Tutkimuskeskus

21/1993 Tielaitoksen oma kalusto 1992. TIEL 4000019-93

22/1993 Tulosohjauksen ja talouden tietotarpeet. Keskushallinto

23/1993 Tiemestaripiirin tulosohjausjärjestelmä. TIEL 4000035

24/1993 Yleisrajoitusteiden taustaselvitys. TIEL 4000036

25/1993 Ympäristöosaaminen tielaitoksessa 1993. TIEL 4000037

26/1993 Ympäristöasioiden yhdyshenkilöt tielaitoksessa. TIEL 4000038

27/1993 Talvihoidon poikkileikkausseuranta; työmäärät ja laatu 1992/1993 Tuotannon palvelukeskus, Tampere

28/1993 Tiekaideonnettomuudet syksyllä 1992. TIEL 4000039

29/1993 Tiekaidejohteiden iskukestävyys. TIEL 4000040

30/1993 Kevyen liikenteen onnettomuudet vuosina 1989-1991. TIEL 4000041

31/1992 Tiehöylä- ja kuorma-autorenkaiden kitkaominaisuuksien vertailu. TIEL 4000042

TIEL 4000043