

## Rakenteen parantaminen

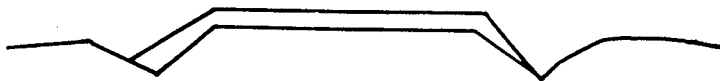
Luonnos koekäyttöön

### Vanhan rakenteen korjaaminen

Paksu uusi päällyste

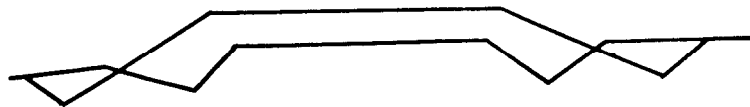


Ohut murske + päällyste

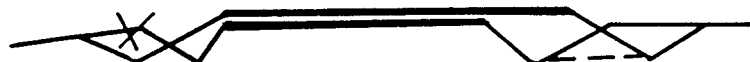


### Raskas rakenteen parantaminen tai leventäminen

Paksu murske + luiskat



Leventäminen



**Teiden suunnittelu IV. Tien rakenne 7**

# **Rakenteen parantaminen**

**Luonnos koekäyttöön**

**Tielaitos  
Tiehallitus**

**Helsinki 1991**

TIEL 2140002  
Valtion painatuskeskus  
Pasilan VALTIMO  
Helsinki 1991

Julkaisua myy  
Tiehallitus, painotuotevarasto

**Tielaitos**  
Tiehallitus  
Opastinsilta 12 A  
PL 33  
00521 HELSINKI  
Puh. vaihde (90) 1541



Tiepiirit

Säädösperusta

Korvaa

RAKENTEEN PARANTAMINEN, SUUNNITTELUOHJE  
(Sts-31/18.2.80) muutokset (Sts-71/3.5.82)Kohderyhmät  
ALUEHALLINTO

Voimassa

1.6.1991 - TOISTAISEKSI

Asiasanat

TIEN RAKENTEEN PARANTAMINEN, SUNNITTELU, OHJE

---

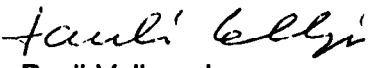
**RAKENTEEN PARANTAMINEN, SUUNNITTELUOHJE**

Julkaisu **Rakenteen parantaminen** kuuluu **Teiden suunnittelu-ohjeiden** osaan IV Tien rakenne (kansio B). Tässä vaiheessa julkaisu on tarkoitettu koekäyttöön. Ohjeesta pyydetään lausunto myöhemmin.

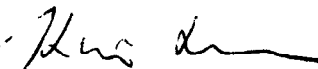
Esisuunnittelu, päällystettyjen teiden kevyt parantaminen ja leventäminen käsitellään perusteellisemmin kuin vanhoissa ohjeissa.

Ohjeessa määritellään toimenpidetyypit: kevyt rakenteen parantaminen, raskas rakenteen parantaminen ja uudelleenrakentaminen. Kahteen ensimmäiseen annetaan mitoitusperusteet oheisessa julkaisussa. Uudelleenrakentamisessa käytetään uusille teille tarkoitettuja ohjeita. Toimenpidetyyppi valitaan esisuunnitteluvaiheessa ottaen huomioon oheisen ohjeen tekniset suositukset, suunnituksen parantamistarve, piirin tavoitteet, rahoitustilanne ym.

Ohjeessa käytetään hyväksi päällystettyjen teiden seurantajärjestelmällä (PMS) kerättyä tietoa, ja ohje toimii osaksi tämän järjestelmän jatkeena. Ohjeen tukena tarvitaan kantavuusmitoituksessa uusien teiden ohjeiden kohtaa 5 Päällysrakenne.

Apulaisjohtaja  
Kehittämiskeskus  
Pauli Velhonoja

Diplomi-insinööri

  
Kari Lehtonen

---

**LISÄTIETOJA**  
Kari Lehtonen  
Tiehallitus, kehittämiskeskus  
puh. (90) 154 2317

---

**JAKELU JA MYYNTI**  
Tiehallitus, painotuotevarasto  
Opastinsilta 12 A tai PL 33  
00521 HELSINKI  
PUH. (90) 1541

## Sisältö

### RAKENTEEN PARANTAMINEN

#### 7.0 Yleistä

##### 7.1 Toimenpiteen valinta

7.11	Suunnittelun vaiheet .....	7
7.12	Esisuunnittelun lähtötiedot .....	7
7.13	Toimenpidetyypit .....	7
7.14	Rakennetut tiet .....	10
7.15	Soratiestä parannetut päällystetyt tiet .....	10
7.16	Rakentamattomat soratiet .....	10

##### 7.2 Päällystetyn tien parantaminen

7.21	Routa- ja painumahejitot .....	11
7.22	Poikkihalkeamat .....	12
7.23	Pituushalkeamat .....	12
7.24	Kantavuuden parantaminen päällystein .....	14
7.25	Sitomattomien kerrosten käyttö .....	16
7.26	Stabilointi .....	16

##### 7.3 Soratien parantaminen

7.31	Routaepätasalsuudet ja halkeamat .....	19
7.32	Kantavuusmitoitus .....	19
7.33	Soratien päällystäminen .....	20
7.34	Parantaminen soratienä .....	20

##### 7.4 Luiskat ja kuivatus

7.41	Luiskat .....	21
7.42	Sivuojat .....	21
7.43	Rummut .....	22
7.44	Viemärointi .....	22

##### 7.5 Leventäminen

7.51	Rakennetun tien leventäminen .....	24
7.52	Rakentamattoman tien leventäminen .....	24
7.53	Toispuolinen tien leventäminen .....	25

##### 7.6 Suuntauksen parantaminen ja erikoistapaukset

7.61	Rakenteen kunnan vaikutus suuntauksen suunnitteluun .....	26
7.62	Oikaisukohtat .....	26
7.63	Uudelleenrakentaminen .....	26

##### 7.7 Vanhan rakenteen tutkiminen

7.71	Toimenpidetyypin vaikutus tutkimustapaan .....	27
7.72	Päällystetyn tien vauriotutkimukset ja mittaukset .....	27
7.73	Soratien vauriotutkimukset ja mittaukset .....	28
7.74	Kantavuuden mittaus .....	28
7.75	Maaperätutkimukset .....	30

## 7.0 Yleistä

Tie- ja rakennussuunnittelussa käytetään uusia teitä koskevia ohjeita (kohdat 1...6) sekä kohtaa 7.6, jos toimenpiteiksi on valittu esisuunnitteluvaiheessa uudelleen rakentaminen. Raskaassa ja kevyessä rakenteen parantamisessa ohjeena käytetään esisuunnitelmaa ja kohtia 7.2...7.7. Tällöinkin tavoitekantavuus, materiaalien E-modulit ja materiaaleja koskevat muut vaatimukset sekä siirtymäkilojen mitoitus saadaan uusien teiden ohjeista.

Toimenpidetyypin valinta tehdään esisuunnitteluvaiheessa ottamalla huomioon tieverkon kehittämistarve, tien rakenne, vauriot ja geometria sekä voimassa olevat tavoitteet ja rahatilanne. Esisuunnittelua koskeva ohjeisto on kohdassa 7.1

Rakenteen parantamisessa on otettava huomioon myös geometrian parantamista, poikkileikkausta, maiseman säilyttämistä ja muita aiheita koskevat ohjeet ja tavoitteet.

## 7.1 Toimenpiteen valinta

### 7.11 Suunnittelun vaiheet

Toimenpidetyyppi valitaan esisuunnitteluvaiheessa. Toimenpidetyyppi voi vaihdella tieosuuksittain, mutta lopputuloksen laatutaso ei saisi vaihdella lyhyin väleihin.

Tie- ja rakennussuunnitelman laatimisessa toimenpidetyyppi tarkentuu tieosuuksittain. Esisuunnitelman lähtöolettamusten osoittautuminen vääräksi ei välttämättä edellytä raskaamman toimenpiteen valitsemista. Esisuunnittelijan kanssa on tällöin sovittava muihin hankkeisiin verrattuna taloudellisen toimenpiteen valinnasta.

Toimenpidetyyppiä ei saa muuttaa olennaisesti rakennusvaiheessa.

### 7.12 Esisuunnittelun lähtötiedot

Esisuunnittelussa tarvitaan rakennekerrosten alustavaa mitoitusta varten tieosuuksittain seuraavat tiedot:

#### Kalkilta teiltä

- geometrian parantamistarve vaihtoehtoisia nopeus- ja ohitusmahdollisuuskriteerejä käyttäen
- maankäytön ja ympäristön asettamat vaatimukset
- tiedot poikkileikkauksen muodosta ja tiealueen riittävydestä kevyen rakenteen parantamisen kannalta
- routaheittojen määrä keväisin kpl/km tai kpl/ 100 m
- alkaisempien toimenpiteiden tyyppi, joka on varmistettava näyttein ainakin levennettävillä teillä
- yleistiedot maaperästä tai maastotyyppi: suo, pelto, kostea metsä, kuiva mäntymetsä, soraharjanne jne.

#### Päällystetyiltä teiltä

- vauriosumma ja päällysteen ikä (päällystettyjen teiden kunnan seurantajärjestelmä tuottaa)
- keväällä, kesällä tai syksyllä mitattu kantavuus ja kevätkantavuuskerroin
- epätasaisuusluku (ei tarvita mitoituksessa vaan kiireellisyysjärjestyksen arviointiin)

#### Sorateiltä

- ajoittain ajokelvottomaksi pehmenneet kohdat, keväisin lievästi pehmenneet osuudet, hyvin kantavat osuudet
- liian helposti kuivuvat osuudet
- kalliiset osuudet (kuvaa routaolosuhteita)

Päällystettyjen teiden rakenteen parantamistarpeen kiireellisyys arvioidaan liikennemäärän, kesän epätasaisuusluvun, urasyvyyden ja vaurioitumisnopeuden perusteella. Erittäin vilkasliikenteisillä teillä vaurioitumisnopeuden tilalla on kantavuus.

Parantamisen rankkuuteen vaikuttavat suuntauksen parantamistarve eri nopeuskriteerillä, vaurioitumisnopeus, kevätkantavuus, routaheittojen määrä, pahat halkeamat sekä vanhan tiealueen riittävyys kevyen parantamisen kannalta.

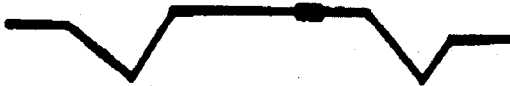
Ennen kuin päätetään tien leventämisestä, on selvitettävä rakennenäyttein tai vaaituksin, pitääkö vanha rakenne purkaa leventämisen yhteydessä halkeamien välttämiseksi.

### 7.13 Toimenpidetyypit

Sivulla 4 ja 5 on esitetty toimenpidetyypit.

0. vanhan rakenteen korjaaminen
1. kevyt rakenteen parantaminen
2. raskas rakenteen parantaminen
3. uudelleenrakentaminen

## 0. Vanhan rakenteen korjaaminen



Yksittäisissä korjauksissa päähuomio asetetaan tien tasaisuuteen.

Asfalttipäällysteiset tiet tulisi kunnostaa ennen verkko-halkeamien syntymistä, mikäli vanhan päällysteen kantavuusominaisuuksia halutaan käyttää myöhemminkin hyväksi.

Öljysoratien tasaisuus voidaan palauttaa karhitsemalla ja massan lisäyksellä, jos vaurioitumisnopeus ei ole ollut erityisen suuri. Toimenpide ei estä pituushal-

keamien syntymistä uudelleen. Vähäliikenteisellä tiellä halkeamat eivät aiheuta kohtuutonta haittaa liikenteelle. Koska liikenteen kannalta tierakenteen tärkein ominaisuus on tasaisuus, paikkaukset tulee tehdä mahdollisimman tasaisiksi.

Soratiellä yksittäiset keväällä ajokelvottomaksi pehmenevät kohdat voidaan korjata erillistoimenpiteillä esimerkiksi massanvaihdon avulla. Tien tasaisuus ylläpidetään höyläämällä.

Yksittäiset haitalliset routaheitot korjataan siirtymäkiloilla.

## 1. Kevyt rakenteen parantaminen ja päällystäminen (kunnostus)

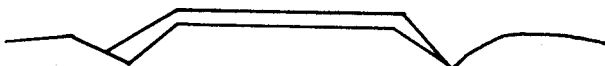
Tavoitteena on yleensä pysyä vanhalla tiealueella, jolloin

- tiesuunnitelman laatimisessa, sivuojen ja johtojen siirrosta ym. säästetään,
- toimenpiteenä on paksuhko sidottu kerros, stabiointi tai ohut murskekerros ja päällyste
- tarvittaessa vanhan rakenteen yläosaa leikataan vähän ja avo-oja korvataan salaojilla
- vastaavalle uudelle tielle asetettua tavoitekantavuutta ja luiskakaltevuutta ei tarvitse ahtaissa paikoissa välttämättä saavuttaa, mikä voi edellyttää painorajoitusten käyttöä keväällä.

a) Paksu uusi päällyste



b) Ohut murske + päällyste



Kevyen rakenteen parantamisen kustannustaso on noin 30...40 % uuden tien rakentamiskustannuksista (v. 1988 0,4...0,7 milj.mk/km).

Päällystetyillä teillä

- kantavuusmitoitus tehdään ensisijassa vaurioitumisnopeuden mukaan

- routaheitot on helppo havaita ja torjua siirtymäkiloilla
- haitalliset halkeamat torjutaan ensisijassa lujittein (6 mm betoniteräsverkko tai vastaava). Lopputuloksen kestoikä on yleensä 10...20 vuotta
- pelkillä päällysteillä tehtävä parannus on työnaikaisen liikenteen kannalta hyvä ratkaisu.

Sorateilla

- kantavuusmitoitus tehdään pehmenemishavaintojen ja kantavuusmittausten perusteella; pahasti pehmenneissä kohdissa ohut murske ei riitä
- havaitut routaheitot korjataan, osa heitoista jää usein huomaamatta
- päällystämisen jälkeen silteisillä alueilla ja kapeilla, jyrkkäluiskaisilla osuuksilla esiintyy joskus suuria pituushalkeamia
- päällystäminen lisää ainakin aluksi onnettomuuksia, jos geometria on liian vaihteleva ja luiskat ovat jyrkät
- lopputuloksen kestoikä on 10...20 vuotta, jos lähtötilanne on hyvä; muuten 1...10 vuotta.

Pyrittäessä pitkäikäiseen ratkaisuun vanhalle rakenteelle asetetaan seuraavat vaatimukset

- kantavuus vähintään 60...100 MN/m<sup>2</sup>
- riittävän leveä ja loivaluiskainen poikkileikkaus.



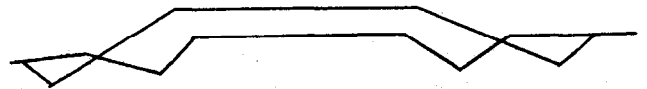
## 2. Raskas rakenteen parantaminen tai leventäminen

Tavoitteena on käyttää vanhaa rakennetta hyväksi jolloin

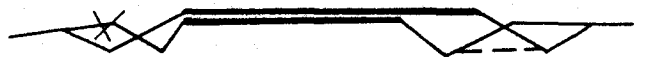
- vanha rakenne puretaan vain korjaamista vaativien routaepätasaisuuksien kohdalla
- kantavuusmitoitus tehdään kantavuusmittausten ja vauriohavaintojen perusteella, uusille teille asetetut kantavuustavoitteet on saavutettava
- havaitut routaheittot torjutaan siirtymäkiilloin, sora-teillä seurannan on oltava erityisen huolellista
- haitallisten pituushalkeamien kohdalla routivia rakennekerroksia voidaan joutua leikkaamaan; sora-teillä pituushalkeamille alttiit osuudet ennustetaan routanousun (reunan ja keskittien routanousuero yli 50 mm) tai maalajin perusteella (esim. märkä siltti Itä- ja Pohjois-Suomessa)
- luiskista tehdään loivat, koska tiealuetta levennetään ja silvuoja silrretään joka tapauksessa
- rakentamattomilla teillä suurin osa rummulista on uusittava jatkamisen yhteydessä
- ajamista selvästi haittaavat kaarteet ja tasausviivan puutteet poistetaan parantamisen yhteydessä, mutta muilla osuuksilla geometrinen element-

tien käyttö ei saa aiheuttaa merkittäviä lisäkustannuksia.

### a) Paksu murske + luiskat



### b) Leventäminen



Leventäminen tai keskilinjan siirto yli 1 m:llä

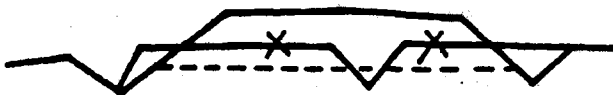
- rakentamattoman, mahdollisesti kevyesti parannetun tien leventämisestä saattaa syntyä haitallisia vaikeasti korjattavia pituushalkeamia, ellei levennystapaa osata valita oikein ja vanhan tien routanousu on yli 50 mm
- rakennettujen taiden 1- tai 2-puolinen leventäminen onnistuu yleensä hyvin, kun pohjamaana ei ole pehmeikkö ja vanha oja käsitellään oikein.

Raskaan rakenteen parantamisen kustannustaso on noin 50...70 % uuden tien rakentamiskustannuksista (v. 1988 0,7...1,2 milj.mk/km).

## 3. Uudelleenrakentaminen

Vanha rakenne puretaan ja viereen tai tilalle tehdään kokonaan uusi tierakenne, jolloin

- tielle suunnitellaan ohjearvojen mukainen suuntaus ja poikkileikkaus
- tien keskilinjaa tulisi siirtää vähintään 5 m vaikka geometria olisi tyydyttävä, muutoin työnaikaisen liikenteen hoidon järjestämiseksi joudutaan raken-



tamaan puoli tietä kerrallaan. Tämä heikentää lopputulosta ja lisää rakentamiskustannuksia.

- kantavuusmitoitus tehdään pohjamaan tai penger-täytteen rakeisuuden ja märkyden perusteella

- roudan torjunnan tarpeellisuus arvioidaan kuten uusia teitä suunniteltaessa; vanhasta tiestä saatavien vauriotietojen perusteella mitoitusta voidaan kuitenkin tarkentaa
- kallioisella alueella myös uudelleenrakennettuun tiehen tulee helposti routaepätasaisuuksia.
- tien kantavuuden ja tasaisuuden ylläpito on halpaa ja tietä voidaan tarvittaessa myöhemmin helposti leventää.

Uudelleenrakentamista tarvitaan lyhyillä routavaurio-osuuksilla myös muiden toimenpidetyyppien yhteydessä.

Uudelleenrakentaminen maksoi v. 1988 noin 1,2...2,0 milj.mk/km.

Valinta tehdään erityyppisillä teillä seuraavasti:

### 7.14 Rakennetut tiet

Rakennetulla tiellä tarkoitetaan teitä, jotka on rakennettu pääpiirteissään vuoden 1964 tai uudempien suunniteluohjeiden mukaan.

Jos ainoat viat ovat kulumisurat ja yksittäiset painumat, riittää toimenpiteiden korjaus (0). Lievä mittauksin havaittu kantavuuspuute ei ilman muuta edellytä kantavuuden parantamista kun KVL on alle 6000 ajon/d. Jos ongelmana on vaurioitumisnopeuden perusteella havaittu tai huomattava kantavuusmittauksessa todettu kantavuusvajaus, mutta tiessä ei ole muita puutteita, edullisin toimenpide on yleensä kevyt rakenteen parantaminen päällysteellä (1a). Kevyen parantamisen yhteydessä voidaan korjata myös yksittäinen routaheitto (kiilat) ja osa pituushalkeamista (lujite). Liian kapeat ja jyrkkäluiskaiset tiet korjataan raskaalla parantamisella (2b). Sillä voidaan korjata myös suurehkoja epätasaisia painumia (2a). Suuntauksen puutteet ja osuudet joilla on epätasaisia routanousun aiheuttamia halkeamia, korjataan uudelleenrakentamisella (3).

Kaikissa edellä esitetyissä tapauksissa toimenpide jotta normaalisti hyvään laatutasoon. Edellä esitettyä raskaammasta toimenpiteestä ei ole sanottavaa hyötyä.

### 7.15 Soratiestä parannetut päällystetyt tiet

Näillä teillä vanha routiva tierakenne aiheuttaa paikoin epätasaisista routanousua. Kantavuusmitoituksessa, geometriassa ja poikkileikkauksessa on usein puutteita. Lievän kantavuuspuutteen ja yksittäisten routaheittojen ja halkeamien poistamiseen voidaan käyttää kevyttä parantamista (1a ja 1b). Jos tiealue ei riitä tai luiskat ovat ennestään liian jyrkät tulee valita raskaan rakenteen parantaminen (2a tai 2b). Näillä toimenpiteillä saadaan yleensä riittävä kantavuus ja paremmat routaepätasaisuudet voidaan poistaa. Sen sijaan pieniä epätasaisuuksia tielle syntyy helposti vähitellen lisää. Myös myöhempi leventäminen voi olla vaikeaa. Raskaaseen rakenteen parantamiseen liittyy usein myös pieniä mutkien oikaisuja.

Varmimmin hyvä laatutaso saadaan uudelleenrakentamisella (3). Epätasaisesti routvilla osuuksilla se on ainoa keino hyvän laatutason saavuttamiseksi. Uudelleenrakentaminen voi olla taloudellista koko tielläkin, kun seuraavista ehdoista vähintään kaksi toteutuu:

- a) tie on liian mäkkinen tai mutkainen
- b) epätasaisesti routivia osuuksia on paljon
- c) tien liikennemäärä on suurehko (1000 ajon/d) tai merkitys tieverkossa on tärkeä
- d) routivaa tietä on levennettävä

Uudelleenrakentamisen yhteydessä tien geometriasta ja poikkileikkauksesta on tehtävä hyvä. Jos uudelleenrakentaminen on liian kallis, mutta kevyellä tai raskaalla rakenteen parantamisella ei uskota saatavan pitkäikäistä lopputulosta, tiestä poistetaan vain pahimmat vauriot ja tasaisuutta yritetään ylläpitää kunnossapidon keinoin(0).

### 7.16 Rakentamattomat soratiet

Rakentamattomat tiet ovat sorapintaisia ja ne ovat syntyneet vähitellen. Rakenne on yleensä routivaa materiaalia.

Soratien päällystämisen kannattavuutta arvioidaan yleensä liikennemäärän perusteella (esim. KVL > 350 ajon/d). Normaalia korkeampi liikennemääräraja on kuitenkin perusteltu,

- kun tie on kalliiossa maastossa, jossa routaepätasaisuuksien torjunta on kallista ja vaikeaa
- kun tien geometria on epätasalaatuinen ja päällystäminen nostaisi vaarallisesti nopeuksia

Normaalia alhaisempi liikennemääräraja on perusteltu

- kun tie on kuvalla hiekka- tai moreenialueella, jossa tien liika kuivuminen on ongelma ja jossa päällysteen vaatima kantavuus on helppo saavuttaa
- kun tie on tasalaatuisella savikolla ja tien geometria on hyvä
- kun pölyäminen haittaa kohtuuttomasti asutusta
- parantaminen soratienäkin edellyttäisi kauttaaltaan yli 0,4 m sorakerrosta
- kysymyksessä on yksinäinen soratie kaukana kunnossapidon tukikohdasta.

Kevyt rakenteen parantaminen tulee kysymykseen vain hyvin kantavilla osuuksilla. Silloinkaan tie ei saa olla kovin kapea. Kalliiossa tai muuten epätasaisessa routivassa maastossa vaihtoehtona ovat yleensä korjaus soratienä (0) tai uudelleenrakentaminen. Uudelleenrakentaminen tulee kysymykseen myös muissa kohdassa 7:15 luettelussa tapauksissa. Tasaisesti routivilla, paikoin pahasti pehmenevillä teillä saadaan yleensä tyydyttävä tulos raskaalla rakenteen parantamisella.

## 7.2 Päälystetyn tien parantaminen

### 7.21 Routa- ja painumaheittot

Haitalliset routaheittot korjataan siirtymäkilloin. Tarvittaessa raja-arvot voidaan valita taulukosta 72:1. Routaheiton syytä ei välttämättä tarvitse selvittää, rummut on kuitenkin merkittävä muistiin.

**Yleensä routaheiton haitallisuus voidaan arvioida ilman mittauksia yli ajamalla.**

Sellaiset roudan tai painumisen aiheuttamat epätasaisuudet, jotka eivät tasoitu kesällä, voidaan korjata tasottamalla tien pinta. Epätasaisuuden syyhyn (noussut lohcare, rakennekerrokseen sekoittunut savi, painuva tien reuna) on kuitenkin puututtava, jos epätasaisuus kasvaa todennäköisesti nopeasti.

*Taulukko 72:1 Yksittäisen heiton korjaustarve. Heitto on korjattava, jos 60 km/h nopeudella auton runkoon kohdistunut pystykiihtyvyyden itseisarvo (m/s<sup>2</sup>) ylittää taulukon arvon. Taulukko koskee routaheittoja, joiden pituus on vähintään 2 m. (luonnos)*

Nopeus <sup>1</sup> tärkeät muut tiet	muut tiet	Routaheitto		Ympäri vuotinen heitto	
		raskas rp	kevyt rp	raskas tai kevyt rp	korjattava heti
100		2	2	≤ 2	2 tai 4
80	100	2	2 tai 4	≤ 2	4
60	80	2 tai 4	4	≤ 2	4 tai 6
50	60	4	4 tai 6	2 tai 4	4 tai 6

1) Korkein nopeus, joka sallitaan mitoitustiän kuluessa. Perusnopeuden teillä geometrian määräämä nopeus.

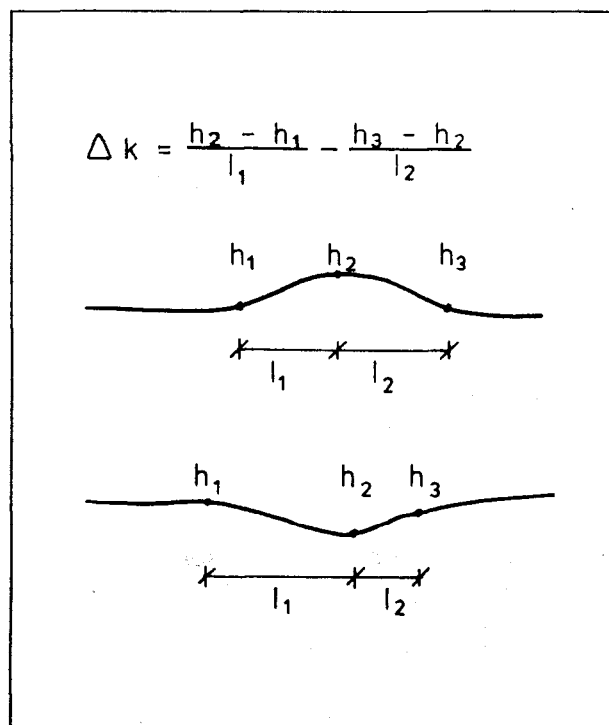
2) Vilkasliikenteiset (1000 ajon/d) tai pitkämatkaisen liikenteen tiet

3) Vaihtoehtoisesta kiihtyvyydsarvosta valitaan halutun laatutason ja kunkin routaheiton korjaamisen helppouden kannalta sopivampi. Esimerkiksi yksittäiseen routaheittoon voidaan soveltaa tiukempaa rajaa kuin useaan peräkkäiseen. Liittymien lähellä voidaan sallia suurempi epätasaisuus.

Kunnostuksen yhteydessä ei tarvitse korjata sellaisia sivukaltevuuden virheitä, jotka eivät haittaa liikennettä tai kuivatusta.

Tasausviivan nosto 0,5 m:llä pienentää routanousueroja 30...60 % ja voi poistaa kokonaan pelkästään kylminä talvina esiintyviä heittoja. Vasta 1...1,5 m tasausviivan nosto poistaa tavanomaiset routaheittot, minkä vuoksi muut keinot ovat yleensä parempia.

Kunnostuksen yhteydessä rumpujen routaheittoja voidaan poistaa myös korvaamalla vanha routimattomalla materiaaililla ympäröity rumpu, plenihaikaisijaisella routivalla maalla ympäröidyllä rummulla.



Kuva 72:1.  
Pystykiihtyvyys (a) voidaan laskea vaaitustuloksista kaavalla

$$a = 1,2 \times \Delta k (\%)$$

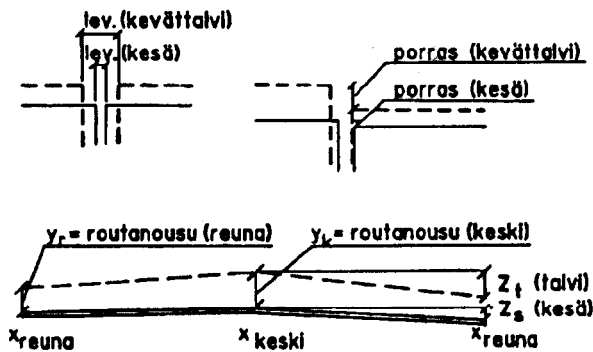
Piste h<sub>1</sub> on heiton alussa, h<sub>2</sub> keskellä ja h<sub>3</sub> lopussa. Jänteen l<sub>1</sub> ja l<sub>2</sub> on kuitenkin aina oltava vähintään 1 m. Loivassa heitossa oleva jyrkkäpiirteisempi kohta mitataan erikseen.

## 7.22 Poikkihalkeamat

Poikkihalkeamia ei tarvitse yleensä korjata erikseen. Poikkeuksia ovat tiet, joilla poikkihalkeamasta routivaan kantavaan kerrokseen pääsevä vesi aiheuttaa märkinä talvina pieniä mutta teräviä kohoumia poikkihalkeamien kohdalle. Tällöin korjausvaihtoehdot ovat: kumibitumipäälyste, halkeamien tiivistäminen joustavalla materiaalilla (sitkeä vesitiivis matto uuden päälysteen alle) tai kantavan kerroksen uusiminen.

Jos porrastuma ei kasva talvella tai kesällä, syynä on todennäköisesti epätasainen painuma, jonka korjaaminen ei edellytä yleensä rakenteen purkamista.

Jos lyhyehkö halkeama ei kasva talvella, se korjaantuu yleensä pitkäksi ajaksi uudella päälysteellä tai murskeen lisäyksellä.



Kuva 72:2

Pituushalkeama heijastuu todennäköisesti uuden päälysteen ja murskekerroksen ( $< 0,7$  m) läpi, jos  
a) halkeama on pitkä (40 m) ja leveä (100 mm)  
b) halkeaman leveys kasvaa talvella  
c) porrastuma kasvaa talvella  
d) keskiviivan ja reunan routanousuero on yli 50 mm.

Halkeaman leveys ja porrastuma mitataan kevättalvella ja kesällä tarkasti merkitystä kohdasta. Halkeaman kehitys voidaan todeta myös paikan avulla.

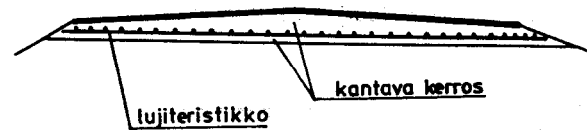
Kohdassa d routanousueroon ( $y_k - y_r$ ) sijasta voidaan mitata keskiviivan ja reunan korkeusero ( $z_t - z_s$ ) kevättalvella ja kesällä sitomatta tuloksia kiintopisteeseen. Mittauspisteet on kummassakin tapauksessa merkittävätiehen

Tavallinen uudelleen päälystäminen ja murskeen lisäys korjaa poikkihalkeamat joksikin ajaksi. Osa halkeamista on koko päälysrakenteen kutistumishalkeamia eikä niitä voida torjua. Ne esiintyvät tyypillisesti 40 m välein ja ne ulottuvat luiskiini asti.

## 7.23 Pituushalkeamat

Päälysteessä oleva halkeama on korjattava pysyvästi, jos pystysuora porrastuma on yli 20 mm. Eriksään on korjattava myös muut ajokaistalla olevat yli 20 mm levyiset ja keskellä tai reunassa olevat yli 40 mm levyiset halkeamat. Viikasilikenteisillä teillä ja raskaassa rakenteen parantamisessa korjataan pienempiäkin halkeamia.

Talvella haitallisesti porrastuvat tai kasvavat pituushalkeamat voidaan korjata pysyvästi vain poistamalla routanousuero aiheuttava syy. Kuvan 72:4 kohdissa a-h on esitelty tyypillisiä pituushalkeamien syitä ja niiden korjaustoimenpiteitä.



Kuva 72:3.

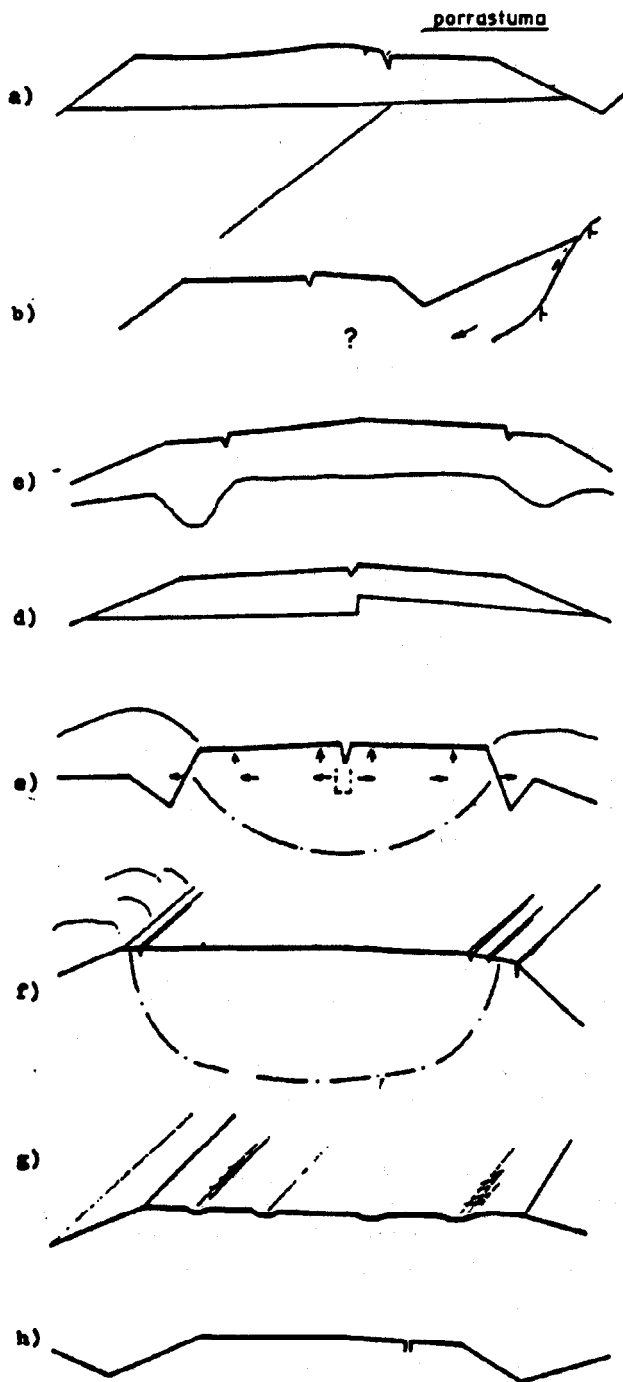
Betoniteräsverkon käyttö pituushalkeaman korjauksessa.

Verkon tulee ulottua tien toisesta reunasta toiseen reunaan. Tien pituussuuntaisia saumoja ei saa tehdä.

Tien poikkisuuntaisista saumoista ei ole haittaa. Verkkoja ei tarvitse limittää tai liittää toisiinsa.

Tien poikkitaissuuntaisten harjaterästen paksuus on 6...7 mm ja välimatka 150...200 mm. Pituussuuntaisten harjaterästen paksuus on 5...6 mm ja välimatka 150...300 mm. Teräkset hitsataan toisiinsa. Ruostuminen torjuntaa ei välttämättä tarvita.

Helpointa on asentaa verkko sitomattoman kantavan kerroksen sisään. Verkko voidaan asentaa myös paksun päälystekerroksen sisään, mutta tällöin verkon lämpölaajeneminen voi aiheuttaa ongelmia (varsinkin jos verkon reunat naulataan kilniin alustaan).



Kuva 72:4 Tyypillisiä pituushalkeamia.

a) ja b) Kevätaivella porrastuvan halkeaman syynä on alusrakenteen muutoskohta. Pysyvä korjaus saadaan lämpöeristeellä tai maalaatikolla. Kunnostuksen yhteydessä tapauksessa b voidaan kokeilla pohjavesivirtauksen katkaisemista syväsalaojalla, mutta ratkaisu ei aina tehoa. Lievästi porrastuneita halkeamia voidaan korjata lujitteilla (6 mm betoniteräsverkko tai vastaava).

c) ja d) Kevätaivella porrastuvan halkeaman syynä on vanhan routivan rakenteen rajakohta. Pysyvä korjaus edellyttää yleensä vanhan rakenteen purkamista. Jos kohtien a...d halkeama ei tasoitu yhtään keväällä syynä on pelkkä jälkitilivistymä.

e) Keskihalkeamien syynä on tien reunan ja keskiliinjan suuri routanousuero ja kapeilla jyrkkäluiskaisilla teillä koko tierakenteen leveneminen. Kapealla tiellä keskihalkeamat voivat kasvaa nopeasti. Rakentamaton kerran kevyesti parannettua tietä parannettaessa saadaan korjaus purkamalla vanha rakenne ja tekemällä tilalle uusi leveä loivaluiskainen rakenne. Onnistumismuuta voidaan parantaa vaativissa kohdissa uusien teiden routamitoituksella. Keskittien routanousua voidaan rajoittaa lämpöeristeellä, joka on paksuin (50 mm) tien keskellä. Kunnostettavilla teillä voidaan käyttää koko ajoradan yli ulottuvaa lujitetta (6 mm betoniteräsverkko tai vastaava), jos halkeaman korjaus on tarpeellista. Leveillä teillä keskihalkeamat ovat yleensä haitattomia, koska leveä loivaluiskainen rakenne hidastaa halkeaman levenemistä.

f) Tien reunaosien halkeamat liittyvät kevyesti parannetuilla teillä huonoon kantavuuteen ja suureen routanousuun tai liian jyrkkiin luiskiin. Kantavuuden parantaminen ja luiskien loiventaminen korjaa vauriot pysyvästi, ellei kysymyksessä ole tapaus c, jossa porrastuma kasvaa talvisin, mutta pienenee kesällä.

g) Urien pohjalla olevat pituushalkeamat ovat kantavuusvajauksen aiheuttamia. Vesi pääsee halkeamista rakennekerroksiin suurimman kuormituksen kohdalle, mistä seuraa verkkohalkeamia ja urien painumista. Asfalttipäällysteiset tiet pitäisi kunnostaa heti pituushalkeamien ilmestyttyä, mikäli päällysteen kantavuutta halutaan käyttää myöhemminkin täysipainoisesti hyväksi.

h) Muut ajokaistolla olevat pituushalkeamat arvioidaan kuvan 72:2 periaatteiden mukaan.

## 7.24 Kantavuuden parantaminen päällystein

Uusien teiden tavoitekantavuus on saavutettava seuraavissa kevyen rakenteen parantamiskohteissa:

- osuudet (200...1000m), joilla vauriosumma on kasvanut kuvan 72:6 mukaan nopeasti
- osuudet (ÖS), joilla raiteet ovat painuneet nopeasti
- kohdat, joissa vanha päällyste on halkeillut ja purkautunut pahasti
- osuudet, joilla em. vauriot on peitetty ohuella päällysteellä
- osuudet, joilla käytetään sitomattomia kerroksia ja tila riittää
- tiet, joilla raskaan liikenteen määrä kasvaa huomattavasti parantamisen yhteydessä
- tiet, joiden liikennemäärä on yli 3000...6000 ajoneuvoa päivässä (vaurioitumisnopeutta ei voi laskea).

Päällystettäessä muita kuin edellä esitettyjä (a...g) osuuksia tavoitekantavuudeksi kevyessä parantamisessa riittää 80 % uusille teille asetetusta vaatimuksesta. Tavoitekantavuus lasketaan parantamisen jälkeisten 15...20 vuoden raskaan liikenteen määrän mukaan.

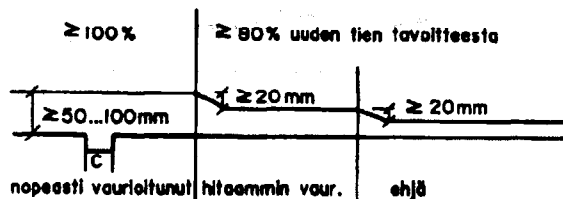
Varsinkin tapauksissa f ja g tavoitekantavuuteen on edullista pyrkiä vaiheittain 40...50 mm kerroksin, jotka tehdään 4...6 vuoden välein. Ensimmäisen kerroksen tulisi olla muita paksumpi.

Jos AB-tiessä on kuvan 72:4 tapauksen g mukaisia halkeamia raiteiden pohjassa tie pitäisi päällystää pian, jos vanhan päällysteen kantavuutta halutaan hyödyntää täysimittaisesti.

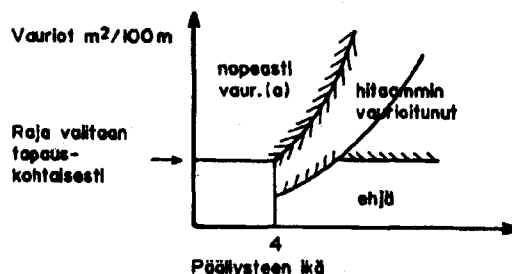
Tapauksissa a ja c (pahasti tai nopeasti vaurioitunut osuus) vanhan päällysteen päälle on tehtävä vähintään 50...100 mm uutta asfalttipäällystettä tai kantava kerros on uusittava, vaikka ennen parantamista mitattu kantavuus olisi hyvä.

Kantavan kerroksen uusiminen tarkoittaa uuden kantavan kerroksen tekemistä vanhan kantavan kerroksen tai päällysteen päälle, vanhan kantavan kerroksen stabiloimista tai vanhan kantavan kerroksen leikkaamista ja korvaamista uudella sidotulla tai sitomattomalla kerroksella. Vanhan kantavan kerroksen poistamista tai stabiloimista vaurio-osuuksilla puoltaa kerroksen suuri (yli 12 %) hienoainespitoisuus.

Mitoituksen tavoitekantavuutena on



C = pahasti vaurioitunut kohta korjataan ensin



Kuva 72:5

Mitoituksen tarkoituksena on, että päällysteen paksuus vaihtelee vaurioitiheyden mukaan.

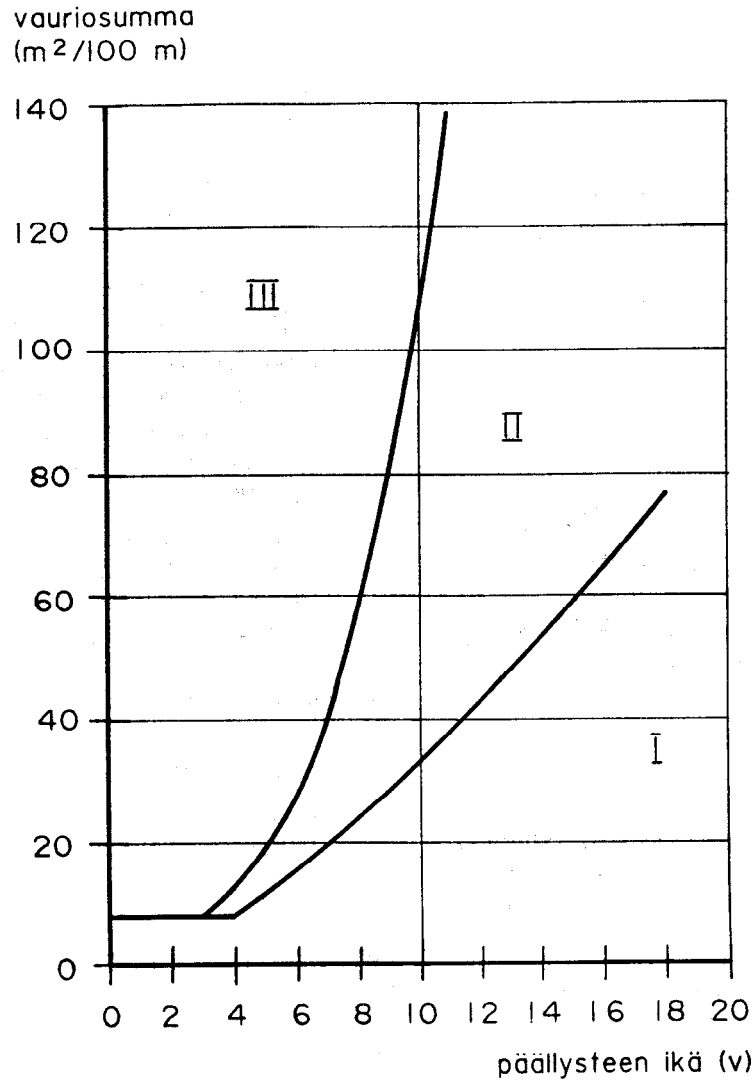
Tapauksessa c poistetaan murentunut päällyste ja korvataan uudella massalla ennenkuin päälle tehdään uusi päällyste. Poistettavan materiaalin kantavuus otetaan huomioon kantavuusmitoituksessa. Halkeilleen AB:n tai BS:n E-moduli on 1000...1500 MN/m<sup>2</sup>.

Nopeasti urautuneilla AB-osuuksilla tulisi selvittää päällysteen deformaation osuus. Jos ajourien kohdalla on näyttöjen perusteella paksuhkoja ja erityisen deformaatioherkkiä tasausmassa- tai öljyssorakerroksia, nämä tulisi mahdollisuuksien mukaan korvata paremmalla materiaalilla ainakin ajourien kohdalla.

Jos halkeamista vuotaa keväisin vettä, on tarkistettava, pääseekö päällysrakenteen vesi luiskatäyteen läpi silvuojiin. Tarvittaessa luiska kalvetaan auki 20 m välein ja täytetään soralla tai sepeillä ja ojien viettävyys tarkistetaan.

Jos reunimmainen raide painuu tai vaurioituu selvästi keskimmäistä raidetta nopeammin, voidaan harmita tien reunaosien leikkaamista ja varustamista uudella kantavalla kerroksella tai keskittää paksummalla päällysteellä, jos luiskaa ei voi loiventaa tilanpuutteen vuoksi. Avo-oja voidaan korvata salaojalla.

Myös vanhoja öljysorateita voidaan parantaa pelkin AB-, KAB- ja BS-kerroksin, kun routanousu on tasaista, tie on muutenkin tasainen ja toimenpide on halvempi kuin murskeen ja uuden öljysoran tekeminen.



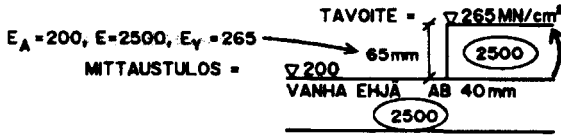
**Kuva 72:6 Päällystetyn tien vaurioitumisnopeus**  
 Ik I hyvin hitaasto vaurioitunut päällyste  
 Ik II melko hitaasti vaurioituva päällyste  
 Ik III nopeasti vaurioitunut päällyste

Päällystetyn tien vaurioitumisnopeus voidaan määrittää päällysteen iän ja vauriosumman perusteella kuvan 72:6 periaatteen mukaisesti. Yleisillä teillä vauriosumma koostuu 100 metrin perusjaksolle seuraavasti:

Vauriotyyppi	Haittakertoim	Mittaustapa
poikkihalkeamat	0.1 m <sup>2</sup> /kpl	kappalemäärä
pituushalkeamat	0.5 m <sup>2</sup> /m	pituus metreinä
keskisaumahalkeamat	0.1 m <sup>2</sup> /m	pituus metreinä
verkkohalkeamat	1.0	neliömetreinä
paikkaukset	1.0	neliömetreinä, pituus alle 4 m
reiät ja purkautumat	1.0	neliömetreinä

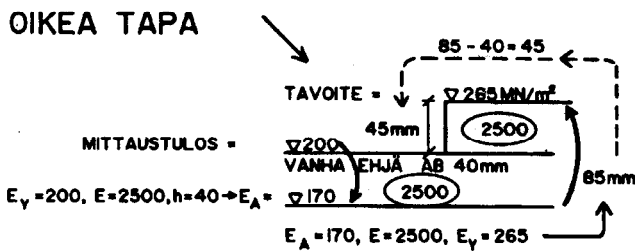
Vauriosummaksi saadaan suoraan haittakertoimella painotettu vaurioiden yhteisumma m<sup>2</sup>/100 m. Tämä kuva korvataan päällysteiden seurantajärjestelmän (PMS) uusimmalla vastaavalla kuvalla.

AB:N KANTAVUUSMITOITUS VANHAN EHJÄN  
AB:N PÄÄLLE



VÄÄRÄ TAPA

OIKEA TAPA



Kuva 72:7

Kun uudet AB-, BS- tai KAB-kerrokset liimataan suoraan vanhan ehjän AB-, BS- tai KAB-kerroksen päälle, vanhat ja uudet kerrokset on laskettava mitoituksessa yhdeksi kerrokseksi.

Oikea tulos saadaan myös vähentämällä kuvan väärällä tavalla lasketusta uuden päällysteen paksuudesta 20 mm. Sääntöä ei sovelleta silloin, kun alustana on öljysora tai urien kohdalta halkeillut päällyste.

## 7.25 Sitomattomien kerrosten käyttö

Sitomattomien kerrosten käyttöä edellyttävät routavaurioiden syihin kohdistuvat korjaukset ja suurehkot tien tasauksen ja tasaisuuden korjaukset.

Silloin, kun sitomattomien kerrosten päälle mitoitetaan uusia päällysteitä, päällysteen tavoitekantavuus valitaan ja vaiheittainrakentaminen tehdään kuten uusilla teillä. Kevyessä rakenteen parantamisessa voidaan ahtaissa paikoissa tyytyä normaalia alhaisempaan tavoitekantavuuteen.

Sitomattomien kerrosten käytön taloudellisuutta kantavuuden parantamiseen huonontavat seuraavat seikat:

- Sitomattomat kerrokset nostavat tasausta niin paljon, että tierakenne levenee, penkereiltä on levennettävä, sivuoja on siirrettävä ja tiealuetta on levennettävä, vaikka tämä ei muuten olisi tarpeen. Pelkillä sidotuilla kerroksilla tätä ei tarvita.
- Sitomattomien kerrosten käyttö haittaa liikennettä ja lisää työmaan yleiskustannuksia.
- Mursketta käytettäessä vaiheittainrakentamista on vaikea käyttää. Pelkkiä sidottuja kerroksia käytettäessä, päällysteitä voidaan tehdä useassa vaiheessa, jolloin samalla voidaan korjata kulumisuria.
- Murskeen päälle tulee yleensä ohut päällyste. Se vaurioituu yleensä nopeammin kuin samaan kantavuuteen johtavat suoraan vanhan päällysteen päälle tehdyt paksut sidotut kerrokset.

Sitomattomien kerrosten käytön etuja ovat:

- pienten halkeamien heijastuminen vähenee
- levennettävillä tai luiskiltaan loivennettavilla teillä murskeen käyttö on usein halvempaa
- tasauksen aaltoilua on helppo korjata.

Pelkkä murskeen lisääminen (esim. 0,5 m) ei yleensä korjaa pysyvästi pituushalkeamia, joiden leveys vaihtelee kesän ja talven välillä tai jotka liittyvät routanousueroon.

Vanhan ja uuden päällysteen väliin ei saisi tehdä liian ohutta murskekerrosta. Murske jää kahden kovan kerroksen väliin ja voi hienontua nopeasti. Muutenkin kerroksen kuivattaminen on vaikeaa, ellei vanhaa päällystettä rikota. Sidottujen kerrosten väliin jäävän murskekerroksen suositeltava vähimmäispaksuus on 150 mm, jos kiviaines on lujaa ja uuden päällysteen paksuus on vähintään 100 mm. Muuten suositeltava vähimmäispaksuus on 300 mm. Mursketta käytettäessä ainakin ohut vanha päällyste kannattaa poistaa.

## 7.26 Stabiointi

Vanhan kantavan kerroksen stabiointi sementillä, bitumiemulsiolilla tai vaahtobitumilla on edullisinta, kun vanhan rakenteen hienoainespitoisuus on suuri (10...15 %) eikä tasausviivaa voi nostaa. Stabiloitavassa materiaalissa ei saisi olla yli 60 mm kiviä. Bitumisella aineella stabiiloitaessa vanha öljysora saa jäädä sekaan.



Vaihtoehtoisesti stabilointi voidaan tehdä asemasekoitteisella materiaalilla kuten uusilla teillä.

### Esimerkki 72:1

Vanhan lievästi halkelleen ÖS- tai AB-tien kantavuuden parantaminen.

Tien leveys on 8 m, mikä riittää tässä. Luiskakaltevuus on 1:2,5...1:3, mikä on tyydyttävä.

Suuntaus kelpaa. Pahoja routavaurion aiheuttamia vaurioita ei ole. Tarkasteltavan tieosuuden kantavuus on  $80 \text{ MN/m}^2$ , muilla osuuksilla kantavuus on hieman suurempi.

Parannusvaihtoehdot ovat:

Vaihtoehdot I ja III ovat halvimmat. Vaihtoehto I on kantavuuden kannalta kestävin, mutta sen puutteena ovat jyrkät luiskat. Vaihtoehdossa II AB-päällyste ei ole verkkohalkeamien kannalta kovin kestävä.

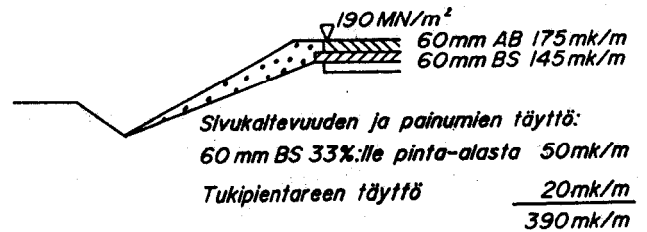
Vaihtoehto IV soveltuu erityisesti silloin kun tasaus ei saa nousta ja vanha kantava kerros on huonolaatuinen. Bituminen stabilointi sietää suurempia routa-epätasuuksia. Mitoitus ja hinta riippuu stabilointityypistä.

Vaihtoehtoihin II ja III kannattaa lisätä luiskien loiventaminen, mikä lisää rakennuskustannuksia 50 mk/m, mutta joka parantaa selvästi laatua.

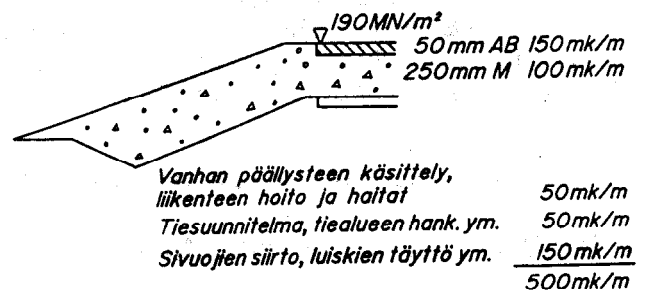
Vaihtoehdossa I luiskien loiventaminen lisää kustannuksia 250 mk/m, koska mukaan on otettava tiesuunnitelman, sivuojen siirron ym. aiheuttamat kustannukset.

Maabetonia käytettäessä vanhan tien routanousu ei saa olla kovin suuri. Stabilointimenetelmien käytön edellytykset ja mitoitus on esitetty erillisissä ohjeissa.

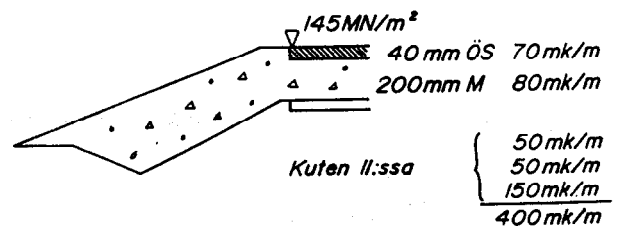
#### I PAKSU AB TAVOITEKANTAVUUS $190 \text{ MN/m}^2$



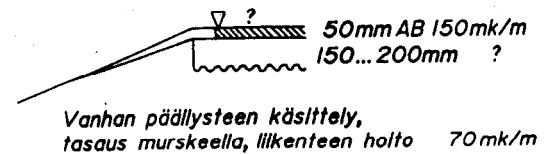
#### II MURSKKE TAI OHUT AB TAI KAB TAVOITEKANTAVUUS 190 TAI 170 MN/m<sup>2</sup>



#### III MURSKKE TAI ÖS TAVOITEKANTAVUUS $145 \text{ MN/m}^2$



#### IV STABILOINTI JA AB TAI KAB



## Esimerkki 72:2

### Vaiheittain parantamisen taloudellisuus.

Tien kantavuus on  $220 \text{ MN/m}^2$  ja se on tarkoitus parantaa tavoitekantavuuteen  $365 \text{ MN/m}^2$ , joka on laskettu parantamisen jälkeen 20 vuoden kuormituskertaluvun perusteella. Ehjällä tai hyvin hitaasti vaurioituvalla osuudella riittäisi 80 % tavoitekantavuudesta, mutta tässä on valittu 100 %.

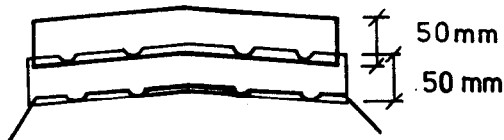
Tien leveys on 9 m ja liikennemäärä 6000 ajon/d. Päälyste AB 20 kestää kulumista 6 vuotta ja AB 25 7 vuotta.

Halkelleella osuudella tarvittava AB- tai BS-päälystepaksuus on 100 mm ( $E = 2500 \text{ MN/m}^2$ ,  $E_A = 220 \text{ MN/m}^2$ ,  $E_Y = 365 \text{ MN/m}^2$ ). Ehjällä osuudella riittää 20 mm vähemmän eli 80 mm (kuva 72:5).

Kun tie parannetaan, kulumisurat ovat todennäköisesti 10 mm syvemmät kuin kantavuudenmittaushetkellä. Plastisen deformaation vähentämiseksi uria ei täytetä tasausmassalla, vaan urien välit jyrsitään. Tällöin koko tien leveydellä tarvitaan keskimäärin 10 mm paksumpi päälyste kuin mitoituksessa on saatu eli 90 mm. Jyrksinnällä voidaan palauttaa myös tien oikea sivukaltevuus.

Tarkastellaan seuraavia vaihtoehtoja ehjillä osuuksilla:

### I Tehdään päällysteet vaiheittain

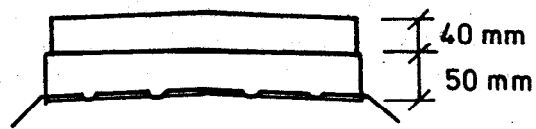


Tekovuosi	Toimi	Hinta	Nykyarvo
2004	kunnostus	-	-
1997	50 mm AB 25	170	113
1997	jyrsintä 10 mm	33	22
1990	50 mm AB 25	170	170
1990	jyrsintä -10 mm	33	<u>33</u>
			338 [mk/m]

Vuonna 1990 on saavutettu vaadittu päällysteen lisäys 80 mm ja kulumisen ja jyrksinnän vaikutus 20 mm otettu huomioon. Vaihtoehto I sisältää kulumisurien hoitokustannukset vuoteen 2004 asti.

Nykyarvo saadaan kertomalla hinta korkotekijällä, joka on  $1,06^{(1990\text{-tekovuosi})}$ , mikä vastaa 6 %:n korkoa.

### II Tehdään päällysteet kerralla



Tekovuosi	Toimi	Hinta	Nykyarvo
2004	kunnostus	-	-
2000	urapalkkaus	40	20
1996	urapalkkaus	40	28
1990	40 mm AB 20	140	140
1990	50 mm BS	140	140
1990	jyrsintä - 10 mm	33	<u>33</u>
			361 [mk/m]

Urapalkkaus tai muut kulumisurien korjauskustannukset vuoteen 2004 asti on laskettava mukaan, koska myös vaihtoehto I sisältää ne.

Vaihtoehto I on hiukan halvempi ja kulumisurien korjauksen kannalta parempi ratkaisu.

Raiteiden kohdasta halkelleilla osuuksilla alemmaa päällystekerrosta on paksunnettava 20 mm molemmissa vaihtoehtoissa.

## 7.3 Soratien parantaminen

### 7.31 Routaepätasaisuudet ja halkeamat

Päälystettävien sorateiden pintaa on seurattava 3 vuoden ajan kevättaivisten routaheittojen toteamiseksi. Tätä varten sorakulutuskeros on kunnostettava mahdollisimman tasaiseksi syksyllä ja keväällä on vältettävä routaepätasaisuuksien tasoittamista höylällä ennen tarkastuksia.

Routaheittojen seurannassa erityishuomio on kiinnitettävä kallioisille osuuksille ja rumpuihin. Tavallisessa rakenteen parantamisessa kallion pintaa ei tutkita, vaan siirtymäkilla, lämpöeriste, maalaatikko tai syvä salaoja tehdään havaittujen heittojen kohdalle. Näin onnistutaan torjumaan ainakin haitallisimmat routaheittot, jos seuranta on ollut riittävän pitkäaikainen. Tällä tavalla suunnitellulle tielle saattaa syntyä kuitenkin pienempiä routanousueroja, jotka aiheuttavat joskus halkeamia päälysteeseen. Nämä korjataan tarvittaessa päälystämisen jälkeen teräsristikolla, syväsalaojalla, lämpöeristeellä tai maalaatikolla. Joskus kohoutumat ja halkeamat voidaan nähdä jo soratien pinnasta tien ollessa jäässä.

Seuraavilla keinoilla voidaan torjua myös pienemmät routaepätasaisuudet ja halkeamat:

a) Sellaisilla kallioisilla osuuksilla, joilla routaepätasaisuuksia on havaittu paljon ja joilla tien geometria on näkemien kannalta huono, selvitetään kallion pinta kairauksin. Tällöin suntausta voidaan korjata routaheittojen torjumisen helpottamiseksi. Kalliopinnan ja lohkaraiden tutkiminen on tarpeen myös silloin, kun tasaisella alueella olevia kumpareita leikataan geometrian parantamiseksi.

b) Osuuksilla, joilta on ennenkin poistettu lohkaraita, etsitään jäljelle jääneet lähellä tienpintaa olevat lohkaraitat (esim. jyräimällä täryjyrällä soratien kosteaa pintaa). Löytyneet lohkaraitat poistetaan, ja kuoppa täytetään ympäristöä vastaavalla maalla.

c) Pahoissa routapuhkeamakohdissa homogenisoidaan kohdat, joissa pohjamaasta nousseen savien ja korjauksissa käytetyn soran muodostamat silmäkkeet vuorottelevat.

d) Alavilla alueilla tulisi vaaita tien keskikohdan ja reunan routanousu tai routanousuero normaalina talvena 50 m välein. Jos keskikohdan ja reunan routanousuero

on yli 50 mm, tien ajoradalle tai keskelle syntyy todennäköisesti pituushalkeama. Kapealla, jyrkkäluiskaisella tiellä halkeama voi leventyä nopeasti. Halkeaman syntymisen kannalta ei ole suurta merkitystä sillä, lisätäänkö routimattomia kerroksia 0,3 vai 0,6 m. Päälystetyille teille tarkoitettuja korjauskeinoja voidaan käyttää halkeamien ennaltaehkäisyyn.

e) Sivukaltevassa rinteessä voidaan mitata routanousu 20 m välein tien keskeltä ja reunalta. Jos tien sivu- tai pituussuunnassa on jyrkkiä routanousueroja, käytetään lämpöeristettä, syväsalaojaa tai maalaatikkoa kuten uusilla teillä.

Toinen menettely halkeamien ja pienempien epätasaisuuksien ennaltoimiseksi on päälystää soratie pintauksella 5 vuotta ennen varsinaista päälystämistä. Tällöin kallit roudantorjuntakeinot on helppo kohdistaa oikeisiin paikkoihin. Pintauksen kustannukset voitaneen katata soratien kunnossapidossa saatavilla säästöillä ja muiden tutkimusten vähentymisellä. Menettely sopii vain ennestään hyvin kantaville osuuksille.

### 7.32 Kantavuusmitoitus

Tavanomaisessa rakenteen parantamisessa vanhan rakenteen kantavuus arvioidaan soratien pehmenemistä seuraamalla ja kantavuusmittauksin.

Joinakin keväänä lähes ajokelvottomaksi pehmenneiden kohtien lähtökantavuudeksi valitaan enintään 35 MN/m<sup>2</sup>, vaikka kantavuusmittauksilla saataisiin suurempi tulos.

Kantavuudeksi tulisi valita enintään 65 MN/m<sup>2</sup>, jos tien pinta pehmenee keväällä tai tiellä on taipumus painua pohjamaahan siten, että pohjamaa nousee ojien kohdalla.

Joka kevät hyvin kantaville, mutta routivasta materiaalista tehdyille teille valitaan mitoituksen lähtökantavuudeksi enintään 90 MN/m<sup>2</sup>.

Vaikka soratie koostuu routivista materiaaleista, sen rakennekerrosten ja pohjamaan yläosan materiaalien hienoainepitoisuus, kuivatus, tiiviys ja E-moduli on yleensä huomattavasti parempi kuin uusien teiden ohjeissa on routivalle pohjamaalle esitetty. Tästä syystä soratien tarpeetonta leikkaamista on vältettävä. Rakennetuilta sorateiltä tulisi poistaa savinen pintaosa ennen murskeen lisäystä ja päälystämistä. Routapuhkeamakohdissa vanhan rakenteen arvo on pieni.

Raskaassa rakenteen parantamisessa kerrokset mitotetaan uuden tien tavoitekantavuuteen. Kevyessä parantamisessa tähän ei päästä kaikilla osuuksilla, jos tiealuetta ei levennetä. Tällöin on varauduttava ennenaikaisiin kantavuusvaurioihin tai keväisiin painorajoituksiin, jotka tulisi aloittaa heti, kun alueen sorateillä alkaa pintakellirikko. Kerrosten ohentaminen on parempi ratkaisu kuin luiskien tekeminen liian jyrkiksi.

Päällysteen alle tehdään aina uusien teiden vaatimukset täyttävä kantava kerros. Kevyessä parantamisessa kerros voi olla hiukan ohuempi. Työnaikainen liikenne hoidetaan jakavan kerroksen päällä. Soratien ja jakavan kerroksen väliin on tehtävä suodatinkerros tai -kan gas seuraavissa tapauksissa:

- soratien pinnan hienoainepitoisuus on yli 35% tai
  - soratien kantavuus alittaa seuraavat jakavan kerroksen 2mm seulan läpäisyprosentteja vastaavat arvot
- |          |                   |                        |
|----------|-------------------|------------------------|
| yli 50%  | alle 2 mm rakeita | : 30 MN/m <sup>2</sup> |
| 25...50% | -----             | : 40 MN/m <sup>2</sup> |
| alle 25% | -----             | : 60 MN/m <sup>2</sup> |

Vanhan soratien pintaa voidaan tasoittaa myös routivalalla materiaalilla.

Kivettömään, kohtullisen hyväkuntoiseen soratiehen voidaan sekoittaa sementtiä tai bitumia hienoaineksen sitomiseksi tai kantava kerros voidaan tehdä sidottuna. Näin voidaan välttää tasausviivan nousua. Jäykkää maabetonilaattaa ei kuitenkaan pitäisi käyttää osuuksilla, joiden routanousu on yli 100 mm.

### 7.33 Soratien päällystäminen

Soratien päällystämisen taloudellisuutta on käsitelty kohdassa 7:16.

Rakenteen parantamisessa sopivin päällyste on ÖS. Routa- ja kantavuusmitoituksen puuttelien aiheuttamat epätasaisuudet ja reikiintyminen voidaan tällöin korjata palkkaamalla ja karhittamalla. Pienet halkeamat korjaantuvat itsestään. SOP vaurioituu ylikuormituksessa helpommin ja sitä on vaikeampi palkata. Kun KVL ylittää 1000 ajon/d, päällysteeksi tulisi valita KAB tai AB.

### 7.34 Parantaminen soratienä

Pahasti pehmenneissä, märissä tai muuten huonosti (alle 50 NM/m<sup>2</sup>) kantavissa kohdissa tehdään alimmaiseksi 150...500 mm soraa ja hiekkaa. Tämän päälle tehdään hienoainepitoisemmasta materiaalista sidekerros (0...35 mm) ja kulutuskerros (0...16 mm) joiden yhteispaksuus on 100 mm, helposti kuivuvilla palkoilla enemmän. Myös muissa tasausviivan nostotapauksissa voidaan käyttää samanlaista rakennetta.

Mullilla osuuksilla kantavuus parannetaan soralla, moreenilla tai murskeella, jonka hienoainepitoisuus on 5...15 %. Päälle tehdään sidekerros ja kulutuskerros.

Aurinkoisilla, helposti kuivuvilla osuuksilla sidekerroksen ja kulutuskerroksen yhteispaksuuden tulisi olla vähintään 200 mm.

Soratien tavoitekantavuus on yleensä 80 MN/m<sup>2</sup>.

Haitallisimpien routahelittojen kohdalle voidaan tehdä siirtymäkallat, joiden pituudeksi riittää 10 m, jos tietä ei myöhemmin päällystetä.

## 7.4 Luiskat ja kuivatus

### 7.41 Luiskat

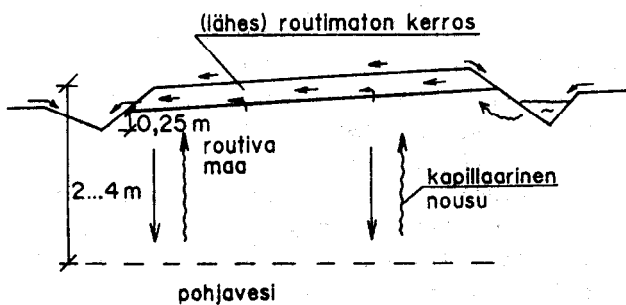
Raskaassa rakenteen parantamisessa sivuoja muotoillaan kuten uusilla teillä. Sisäluiskan kaltevuus on 1:4 tai 1:3, ojan pohjan leveys 1 m tai 0 ja ulkoluiskan kaltevuus 1:2, johon tulee pyöritys (Ty 3/102).

Kevyessä parantamisessa sisäluiskan kaltevuuden tulisi olla 1:2,5 tai loivempi. Pakottavassa tapauksessa voidaan hyväksyä 1:2, vähäliikenteisillä teillä 1:1,5 ei kuitenkaan sisäkaarteessa. Tarvittaessa rakennekerroksia ohennetaan tai sivuojaa madalletaan, jos tiealuetta ei voi leventää.

Routivaa luiskatäytettä voidaan käyttää samoin perustein kuin uusilla teillä. Tällöin rakennekerrosten luiskakaltevuus on kapella teillä 1:2,5 leveillä 1:1,5 tai loivempi. Kuivatuksen varmistamiseksi vesitiiviiseen luiskatäytteeseen on tehtävä 10...50 m välein aukko, joka täytetään soralla.

### 7.42 Sivuojat

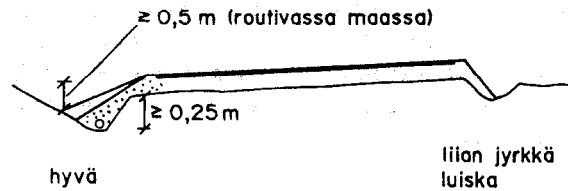
Sivuojan tärkein tehtävä on estää vesien kertyminen lammikoiksi tien viereen. Siivuoista poistetaan padotavat kivet ja muut esteet tai vettä keräävät painanteet täytetään tiiviillä maalla.



Kuva 74:1. Routimattomat ja lähes routimattomat kerrokset kuivataan yleensä sivuojalla, joka ulottuu 0,25 m kerroksen alapuolelle. Syvälläkään avo-ojalla ei voida estää veden kapillaarista nousua routiviin kerrokseen talvella pohjavedestä. Veden täyttämä oja voi jopa pahentaa tilannetta. Routivasta maasta sulamisvesi valuu enimmäkseen alaspäin.

Jos sivuojan vesi on ennenkin imeytynyt nopeasti maaperään, riittää kuvassa 74:1 esitettyä matalampi oja.

Monissa tapauksissa ympäristön kuivatus tai ojien virtaamien järjestely voi vaatia syvemmän ojan kuin edellä on esitetty. Ahtaissa paikoissa avo-oja korvataan hyvin viettävällä salaojalla.

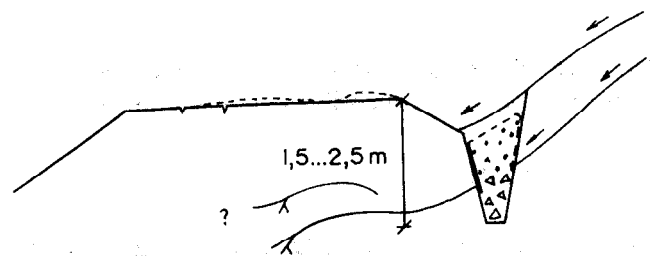


Kuva 74:2 Sivuojan korvaaminen hyvin viेतetyllä salaojalla on edullista ahtaissa paikoissa. Vaihtoehtona syvä avo-oja voi pakottaa tinkimään kerrospaksuudessa tai luiskakaltevuudessa.

Jos päällystetyn tien halkeamista nousee keväällä vettä, vesien virtausta sivuojiin on edistettävä vaihtamalla luiskanäytteeksi soraa 5 m matkalla 5...20 m välein. Veden virtaus ajoradalta sivuojaan varmistetaan. Loivaluiskaisella tiellä päällysteen reunaan voidaan upottaa kennosalaoja, joka puretaan sopivin välein sivuojaan.

### 7.43 Rummut

Raskaassa rakenteen parantamisessa tierakenne levenee niin paljon, että rumpuja pitää yleensä jatkaa. Käy-



Kuva 74:3 Sivukaltevassa rinteessä routaepätasaisuuksien syynä voi olla veden virtaus tierakenteen alle. Tien sivuun louhittu tai kaivettu virtauksen katkaiseva sala- tai suoto-oja korjaa 50...70 % sivukaltevien paikkojen routaepätasaisuuksista, jos laskujohdosta tulee kunnollinen. Etuna on, ettei tierakennetta tarvitse kaivaa. Kuivatus voi parantaa myös siirtymäkiilojen toimintaa. Sora tai sepelitäyttö ympäröidään suodatinkankaalla.

tännössä vain siirtymäkiilasyvyyden alapuolella olevia tai siirtymäkiiloin varustettuja hyvin toimivia tai muuten varmasti ongelmattomia rumpuja voidaan jatkaa. Tästä

syystä useimmat rakentamattomien teiden rummuista joudutaan uusimaan. Yleensä käytetään kuvan 74:5 siirtymäkällisiä rakenteluita 1a ja 1b. Pleni-halkaisijaisessa muov- tai teräsputkessa voidaan käyttää vähäliikenteisellä tiellä myös rakennetyyppejä 2, 3 tai 4, kun peltesyvyys on vähintään 1 m tai pohjamaan hienoainespitoisuus on alle 35%.

Kevyessä rakenteen parantamisessa uusitaan vain rou-taheittoja aiheuttavat, saumoistaan auenneet tai muu-ten huonosti toimivat rummut. Vähäliikenteisillä teillä voidaan muov- ja teräsputkina käyttää myös siirtymä-killattomia rakennetyyppejä 2, 3 ja 4.

Uusi rumpu tulisi tehdä vanhan rummun paikalle tai aivan viereen. Tällöin uusi siirtymäkilla ulottuu myös vanhan sora-arinan kohdalle. Kokonaan poistettavien rumpujen sora-arina ja ojan turve on poistettava myös luiskan alta mahdollisimman tarkasti ennen täyttöä pohjamaata vastaavalla materiaalilla. Poistetun rum-mun kohdalle voidaan tehdä myös siirtymäkilla.

Tärkeimpien välttämismellollisten liittymien sivuojarum-puihin tehdään siirtymäkilla, jonka kaltevuus on 1:10. Tonttiliittymissä voidaan käyttää rakennetyyppejä 2 ja 5, jotka voivat aiheuttaa pienen rou-taheiton tai tyyppejä 3 ja 4, jossa vaarana on putken päiden nouseminen. Sivuojarumpu sijoitetaan 2...10 m sivuun sivuojalinja-sta.

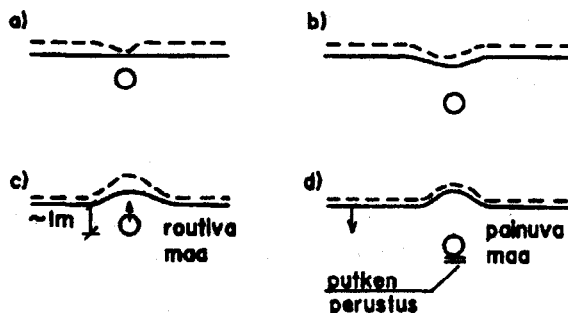
Helposti umpeen jäävät rummut tulisi korvata hyvin viettävällä muoviputkella tai rummun yläpuolelle teh-dään tulvaputki, jonka halkaisija on 200 mm. Talvisin paantavat salaojavedet tulisi viedä tien all omassa put-keessaan.

Nopeasti tukkoon liettyihin rumpuihin auttaa laskuojan perkaus ja putken pituuskaltevuuden suurentaminen.

## 7.44 Viemärointi

Vanhojen viemäreiden kohdalla olevat epätasaisuudet korjataan samalla tavalla kuin rumpujen kohdalla kuva 74:4 tapauksissa a, b ja d. Ongelmallisoin on tapaus a, jos viemäri on tiensuuntainen ja sijaitsee ajoradalla, jos epätasaisuus on jyrkkä.

Sadevesiviemäroidyillä teillä lammikoituminen on torjut-tava uudelleenpäällystyksen yhteydessä. Tienkäyttäjän kannalta lammikoituminen on vakava puute.



Kuva 74:4

Rummun kohdalla olevien epätasaisuuksien korjaami-nen, kun muut syyt eivät edellytä rummun uusimista. Talvinen tienpinta on esitetty katkoviivalla.

Kohdassa a rumpu uusitaan rakennetyypiksi 1 (varmin), 2, 3 tai 4.

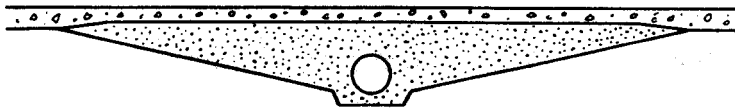
Kohdassa b painanne täytetään.

Kohdassa c rumpu uusitaan rakennetyypiksi 1 (varmin), 2 tai 4 siten, että sora-arina ulottuu (lähes) siirtymäkii-lasyvyteen. Pelkkä tienpinnan tasaaminen tuo ehkä vain tilapäisen korjauksen, sillä routa voi edelleen nostaa putkea.

Kohdassa d kohouma tasoitetaan. Tarvittaessa korjauk-sen kohdalle tehdään normaalia paksumpi päällyste jyrkintävaraksi.

Rakenteen parantamisen yhteydessä rakennetaan myös uusia viemäreitä. Erityisesti ahtaissa paikoissa sadevesiviemärointi voi olla tarpeen. Routaepätasai-suuksien välttämiseksi tien pituussuuntaiset viemärit on syytä sijoittaa välikaistan alle tai ajoradan alle sel-västi siirtymäkii-lasyvyden alapuolelle, jolloin putken päälle ja sivulle tulee kivettömiä kaivumassoja. Tällöin kaivot sijoitetaan ajolinjojen ulkopuolelle, koska kaivo-ten kohdalla routanousu on ympäristöä pienempi. Yk-sittäiset poikkisuuntaiset viemärit voidaan varustaa siir-tymäkii-loin. Varmin keino routanousuerojen välttäm-i-seksi on rakentaa tie uudelleen käyttäen paksua lähes routarajaan ulottuvaa routimatonta rakennetta. Jos vanhan tien routanousu on aina alle 50 mm, ajoradan kohdalle tehty viemäri-kaivanto ei yleensä aiheuta rou-taheittoa, vaikka kaivanto täytettäisiin routimattomalla maalla.

1a Siirtymäkilla routimattomasta hiekasta tai sorasta



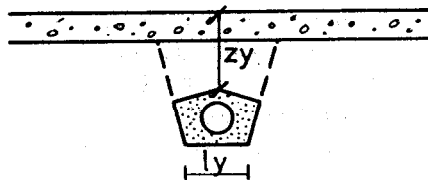
-ei routaheiltoa, jos  
riittävän pitkä killa  
-putki voi nousta vähän <sup>1)</sup>

1b Siirtymäkilla lämpöeristeestä



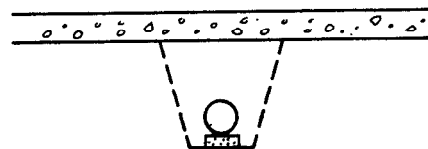
-ei routaheiltoa, jos  
riittävän pitkä killa

2 ei siirtymäkillaa, putken kapea ympärystäyttö soraa, lopputäyttö kaivumassalla <sup>3)</sup>,  
putken alla paksu sora-arina <sup>4)</sup>



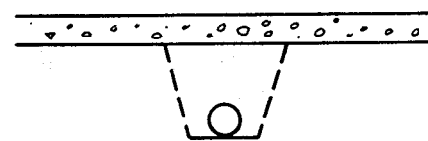
-routaheitto on mahdollinen,  
kun  $zy < S + 0,3ly$  <sup>2)</sup>  
-putki voi nousta vähän

3 ei siirtymäkillaa, täyttö kaivumassoilla <sup>3)</sup>, putken alla paksu sora-arina <sup>4)</sup>



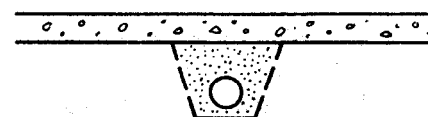
-routaheitto on mahdollinen,  
kun  $D > 0,5 m$  <sup>2)</sup>  
-putki voi nousta <sup>1)2)</sup>

4 ei siirtymäkillaa, täyttö kaivumassoilla <sup>3)</sup>, ei sora-arinaa



-routaheitto on mahdollinen,  
kun  $D > 0,5 m$  <sup>2)</sup>  
-putki, erityisesti putkien  
päät, voivat nousta nopeasti <sup>2)</sup>

5 ei siirtymäkillaa, täyttö soralla tai routimattomalla hiekalla



-routaheitto on todennäköinen  
-putki voi nousta hitaasti <sup>1)</sup>

1) Riskiä ei ole, jos arina ulottuu (lähes) siirtymäkilaasyvyyteen ( $S$ ) tai pohjamaa on (lähes) routimatonta tai rummussa virtaa talvellakin vesi

2) Riski on suurin kun peitesyvyyks on pieni ja pohjamaana on  $S_i$  tai  $S_{iMr}$

3) Tai routimisominaisuuksiltaan (0,02 mm, 0,074 mm, 2mm) vastaavalla materiaalilla

4) Arinan paksuus on ajoradan kohdalla 0,2 m, luiskien kohdalla 0,4 m, savisulku

Kuva 74:3 Rumpujen rakennevaihtoehdot routivalla maalla.

## 7.5 Leventäminen

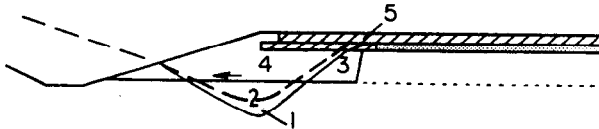
### 7.51. Rakennetun tien leventäminen

Pääpiirteissään uusien teiden ohjelden mukaan rakennetulla tiellä levennykseen tulee routareunaerojen välttämiseksi samanlainen rakenne kuin vanhassa rakenteessa. Myös alusrakenteesta pyritään tekemään vanhaa vastaava.

Levennyksessä alusrakenteen pinta viettää ulko-kaarteessakin lähimpään sivuojaan.

Alusrakenteen tiivistämisestä huolimatta pehmeällä pohjamaalla on varauduttava siihen, että levennysosa painuu päällystämisen jälkeen. Palnuma korjataan täyttämällä. Helpointa on, jos levennyssauma jää pientareelle.

Levennyksen päällysrakennetta on vaikea tiivistää, jos alustana on kalteva kantava pinta. Tätä varten vanhaa luiskaa tulisi leikata. Tiivistämistä helpottaa myös se, että kerralla tiivistettävän osan leveys on vähintään 3 m.

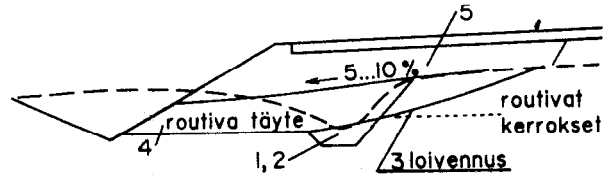


Kuva 7.51 Rakennetun tien leventäminen

1. Ojasta ja luiskasta poistetaan turve ja liete
2. Oja täytetään pohjamaata tai vanhaa pengertäytettä vastaavalla materiaalilla vanhan alusrakenteen pintaan asti ja tiivistetään mahdollisimman hyvin
3. Vanha tukipiennar leikataan sivuun, jolloin levennyssaumaan syntyy luiska, joka on jyrkempi kuin 1:1,5.
4. Levennyksosaan tehdään vanhaa rakennetta vastaavat rakennekerrokset ja mahdollinen luiskatäyte. Ohut hiekka, sora tai murskekerros voidaan yhdistää, jolloin käytetään hyvin tiivistyvää murskettä ja tarvittaessa suodatinkangasta.
5. Vanhan päällysrakenteen ja levennyksen päälle tehdään tarvittavat sidotut tai sitomattomat lisäkerrokset.

### 7.52 Rakentamattoman tien leventäminen

Jos rakentamattomia sorateitä ja näistä kevyesti parannettuja päällystettyjä teitä levennetään kuvan 75:2 mukaisesti routimisominaisuuksiltaan vanhaa vastaavilla kerroksilla ja perattu sivuoja täytetään vanhaa alusrakennetta vastaavaksi, vältetään yleensä haitallinen routanousuero levennyssaumassa. Hienoainespitoisten kerrosten ja alusrakenteen kohdalla levennyksen ja uuden rakenteen rajan tulisi olla mahdollisimman loiva. Näin voidaan loiventaa mahdollisia routanousuja painumaeroja. Levennystäyteen rakeisuuskäyrän, erityisesti hienoainesmäärän, tulisi olla sama kuin vanhoilla routivilla kerroksilla. Jos vanha rakenne koostuu sivuojan pohjan tasoon asti vain yhdestä materiaalista, vanhan rakenteen yläosa voidaan leikata levennykseksi. Vanhaa soratietä ja pohjamaata vastaavien hienoainespitoisten yli (20 %) materiaalien leikkaus, kuljetus ja tiivistys ei kuitenkaan käytännössä onnistu talvella eikä märkänä aikana.



Kuva 75:2 Rakentamattoman tien leventäminen routivala materiaalilla.

1. Ojasta ja luiskasta poistetaan turve ja liete
2. Oja täytetään pohjamaata vastaavalla täytteellä
3. Vanhan rakenteen reunan viistäminen on suositeltavaa
4. Vanhojen routivien kerrosten kohdalle tulee samalla tavalla routiva levennystäyte ja routimattomien kerrosten kohdalle vastaava hyvin tiivistyvä täyte.
5. Vanhan päällysrakenteen ja levennyksen päälle tehdään tarvittavat sidotut ja sitomattomat lisäkerrokset.

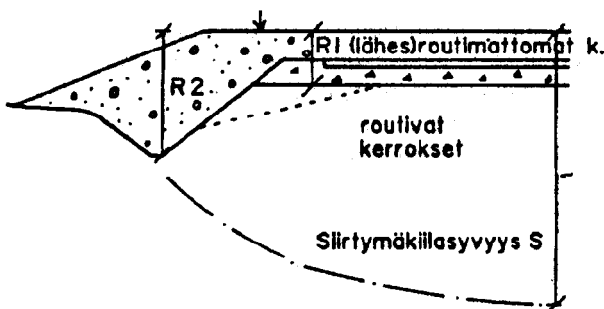
Työ on tehtävä kuivana kesäkautena.



Jos routivien rakennekerrosten kohdalla käytetään routimatonta levennystäytettä, levennysrajaan voi syntyä talvisin kuvan 72:3 kohdan c mukainen liikennettä haittaava routanousuero ja halkeama, jonka pysyvä korjaaminen edellyttää levennyksen tai koko tien uudelleenrakentamista. Lisäksi voi syntyä jälkitiivistymisen aiheuttama painuma, joka ei tasoitu kesällä.

Routimattoman levennystäytteen etuna on se, että työ voidaan tehdä myös talvella ja märkinä aikoina. Menettelyä voidaan käyttää vain silloin kun vanhan rakenteen kerrokset eivät aiheuta suurta routanousua tai, kun tien reuna siirtyy alle 0,5 m, jolloin mahdollinen porrastunut halkeama jää aivan reunaan.

Varmimmin routanousuero ja jälkitiivistymä voidaan välttää korvaamalla vanha kapea tie kokonaan uudella tierakenteella.



Kuva 75:3

*Routivan tierakenteen leventäminen soralla tai murskeella.*

*Nuolen kohdalle syntyy todennäköisesti talvisin routanousuero ja halkeama, jos vanhan rakenteen routanousu on suurehko ja routimattomien kerrosten paksuus (R2) levennyksessä on paljon suurempi kuin vanhassa rakenteessa (R1). Routanousuero loivenee, jos routivan rakenteen yläpinta viistetään syksyllä katkoviivan mukaisesti. Samalla keskihalkeamariski voi suurentua.*

## 7.53 Toispuolinen tien leventäminen

Toispuolisessa leventämisessä raivaus ja maansiirto-työ voidaan tehdä jonkin verran tehokkaammin kuin kaksipuolisessa. Lisäksi vältetään sivuojen ja ulkopuolisten laitteiden siirto tien toisessa reunassa.

Yksipuolinen 3 m levennys on helpompi tiivistää kuin kaksipuolinen 1,5 + 1,5 m. Sen sijaan yksipuolista 1 m levennystä ei ole helpompi tiivistää kuin 0,5 + 0,5 m levennystä, sillä jälkimmäisessä tiivistystulokselle ei tarvitse asettaa yhtä tiukkoja vaatimuksia.

Pehmeällä pohjamaalla (F,G) levennysosa painuu ainakin vähän. Tällöin levennys tulisi suunnitella siten, että levennyssauma jää pientareelle tai ajokaistan rajalle. Geotekninen suunnittelu on yleensä tarpeen.

Toispuolisessa leventämisessä tien keskiviiva siirtyy. Kaksipuolisen 3 %:n sivukaltevuuden keskitalteen siirtämiseksi 1 m:llä tarvitaan 60 mm:n ylimääräinen päällystekerros levennyspuolelle. Tällä päällystekerroksella korjataan myös levennyspuolen halkeama. Keskitäite saisi olla enintään 1 m keskiviivasta sivussa.

Toispuolista leventämistä tehdään myös pienissä kaarteiden oikaisuissa. Kapeilla pientareettomilla teillä on tärkeä välttää epätasainen painuminen ja routanousu-erot oikaisuissa, sillä levennyssauma jää ajokalstalle.

## 7.6 Suuntauksen parantaminen ja erikolstapaukset

### 7.61 Rakenteen kunnan vaikutus suuntauksen suunnitteluun

Uudelleenrakentamisessa ja kohdissa, joissa routaepätasaisuuden pysyvä korjaaminen tai tasauksen lasku edellyttää vanhan rakenteen purkamista, tien keskivivaa tulisi siirtää vähintään 5 m. Näin liikenne ja rakennustyö aiheuttavat vähemmän haittaa toisilleen. Samalla tien suuntauksesta tehdään muutenkin mahdollisimman hyvä.

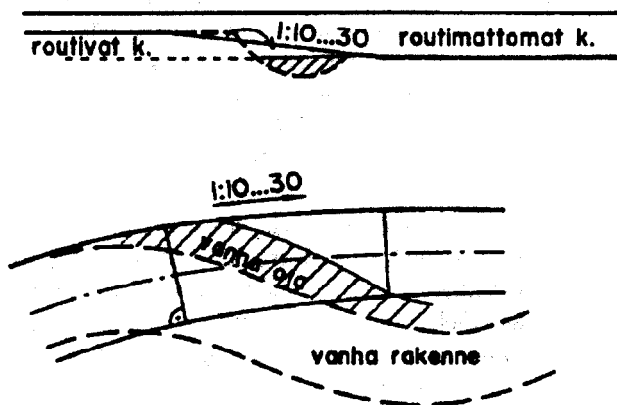
Rakentamattomilla teillä ja pehmeiköillä pieni 1...5 m:n suuruinen keskilinjan siirto aiheuttaa helposti routanousu- ja painumaeroja ajoradalle, varsinkin, jos työ on tehtävä talvella. Tästä syystä näissä tilanteissa tulisi välttää pieniä kaarteiden loivennuksia.

Tavanomaisessa vähäliikenteisen tien parantamisessa uutta tasausta ei tarvitse suunnitella elementein, jos tasaus on ajodynamiikan ja näkemien kannalta tyydyttävä tulevalla mitoitusnopeudella ajettaessa. Riittää, kun uusi tasaus merkitään numeroin 20 m:n välein ottaen huomioon uusien kerrosten vaatima korotus. Suurpiirteinen mitoituselementtien käyttö tasausta suunniteltaessa johtaa turhaan massameneektiin, jos todellista tasauksen parantamistarvetta ei ole. Myös käytännössä havaitut kinostumisongelmat voivat olla syynä tasauksen nostamiseen. Turhaan tasausta ei tule nostaa, koska se huonontaa tien ulkonäköä.

Turhaa tasauksen laskemista tulisi välttää, koska tasausta laskettaessa koko rakenne joudutaan uusimaan. Kuitenkin routaepätasaisuuksien korjauskohdeissa ja asutuksen vuoksi ahtaissa kohdissa tasauksen laskeminen voi olla eduksi, vaikka geometriset syyt eivät tasauksen laskemista edellyttäisikään.

### 7.62 Oikaisukohtat

Lyhyetkin oikaisukohtat suunnitellaan uusien teiden ohjeiden mukaisesti rakenteen ja geometrian osalta. Poikkileikkauksen ja päällysteen tulee vastata viereisillä parannusosuuksilla käytettyjä, jos oikaisukohta on lyhyt.



Kuva 76:1

#### Oikaisukohdan aloitus.

*Vanhasta ojasta poistetaan turve ja liete. Oja täytetään pohjamaata vastaavalla täytteellä. Routivan ja routimattoman maan rajapinta ei saa olla jyrkempi kuin siirtymäkiilan kaltevuus 1:10...30. Yleensä siirtymärakenne on tietä vasten kohtisuora.*

### 7.63 Uudelleenrakentaminen

Uudelleenrakennettavien osuuksien rakenne suunnitellaan yleensä uusien teiden ohjeiden mukaan. Vanhassa rakenteessa ilmenneet routaepätasaisuudet voivat kuitenkin edellyttää paksun routamitoitetun rakenteen käyttöä tai alusrakenteen käsittelyä, vaikka uusien teiden ohjeet eivät tätä normaalisti edellyttäisi. Toisaalta vanhasta rakenteesta saadut hyvät kokemukset voivat perustella uusien teiden ohjeita kevyemmän mitoituksen käytön.

Purettaessa vanhoja rakenteita kelvolliset materiaalit on otettava talteen. Jos uusi rakenne tulee puoleksi vanhan rakenteen päälle, uusi ja vanha alusrakenne tulisi saada samaan tiivytteeseen. Tarvittaessa vanhan rakenteen alustaa löyhdytetään ja tiivistetään uudelleen. Samalla poistetaan mahdolliset lohkareet. Silloin kun uusi rakenne tulee aivan vanhan puretun rakenteen kohdalle, rakentaminen joudutaan yleensä tekemään puoli tietä kerrallaan, jos kiertotietä ei ole. Tällöin on varottava, ettei tiehen tule kuvassa 73:1 d) esitettyä vauriota.

## 7.7 Vanhan rakenteen tutkiminen

### 7.71 Tolmenpidetyypin vaikutus tutkimustapaan

Kevyessä ja raskaassa rakenteen parantamisessa kantavuus arvioidaan vaurioiden ja kantavuusmittausten perusteella. Roudantorjunta mitoitetaan vaurioiden ja routanousuerojen perusteella.

Olkaisukohdissa ja uudelleenrakentamisessa kantavuus arvioidaan pohjamaan perusteella. Roudantorjunta mitoitetaan vaurioiden, pohjamaan laadun, pohjaveden ja kalliopinnan perusteella.

Ennen tolmenpidetyypin valintaa tarvitaan kohdassa 7.1 luetellut tiedot.

### 7.72 Päälystetyn tien vaurio- tutkimukset ja mittaukset

**Esisuunnitteluvaiheessa** vauriosumma, urasyvyys ja kesän epätasaisuuskulku tutkitaan yleensä keskitetysti, jotta saadaan vertailukelpoista tietoa. Tulokset koskevat tavallisesti 100 m tieosuuksia, vaurioiden tarkkaa sijaintia ei merkitä muistilin. Tutkimustulos ei saisi olla yli 3 vuotta vanha, ellei vaurioiden kehittymistä osata ennustaa. Vaurioitumisnopeus kuvaa yleensä hyvin tien kuormituskestävyyttä (vauriot/päälysteen ikä), kun liikennemäärä on alle 3000...6000 ajon./d.

Haitallisten routahelittojen määrä (kpl/km, kpl/100 m) tulee myös koota yhtenäisten kriteerien perusteella. Mittaukset keskitetään vuosin, jolloin epätasaisuuksia on mahdollisimman paljon. Uusi mittaus tulos korvaa vanhan silloin, kun uusi tulos on suurempi kuin vanha. Routahelittojen määrä voidaan arvioida karkeasti vähentämällä kevään määrästä kesällä havaittujen helittojen määrä. Mittauksiin sopii pystykiilthyvyysmittari, joka tulostaa automaattisesti sijainnin, ajonopeuden, pystykiilthyvyysrajat ( $m/s^2$ ) ja tulostaa vain yli 2 m:n pituiset helitot. Edellä esitettyjä tietoja tarvitaan toimenpidetyyppiä valittaessa. Raskaassa ja erityisesti kevyessä rakenteen parantamisessa vaurioiden sijainti, haitallisuus ja tyyppi (suureneeko talvella) arvioidaan tarkemmin.

**Tie- ja rakennussuunnitteluvaiheessa** alkukevään vauriotarkastus tehdään suurimman routanousun aikana tai heti lumen ja jään lähdettyä päälysteestä. Tällöin todetaan yliajamalla, pystykiilthyvyysmittarilla, oikolaudalla tai vaaitsemalla haltalliset routaepätasaisuudet kuvan 72:1 mukaisesti.

Suurten pituushalkeamien leveyden ja porrastuneisuuden mittausta (mittatilkulla) on tarpeen, jos halkeaman korjaustapa ei ole muuten selvä. Mittauspisteet merkitään tarkasti päälysteeseen ja samat kohdat mitataan uudestaan kesällä. Joskus vaurioitumisyyteen selvittämiseksi voi olla tarpeen mitata myös routanousun suuruus halkeaman kummaltakin puolelta. Tällöin tarvitaan myös kiintopisteet.

Alkukevään vauriotarkastus tulisi tehdä vähintään kahdena keväänä. Keskimääräistä tasaisempaan keväänä saadut tulokset eivät riitä suunnitteluperusteiksi, vaan tarkastus on toistettava epätasaisempaan keväänä. Tästä syystä tarkastukset tulee aloittaa vähintään 3 vuotta ennen varsinaista suunnittelua.

Poikkileikkauksen vaaitus

1. Sivukaitevuuden mittaukseen riittää mittaus reunasta ja keskeltä
2. Keskiinjan ja reunan routanousuero saadaan, kun em. mittaus tehdään kesällä ja kevättalvella, kiintopistettä ei tarvita
3. Jos em. mittaukset sidotaan kiintopisteeseen, saadaan routanousun suuruus keskeltä ja reunasta (Katso myös kuva 72:2)

Loppukevään vauriotarkastuksissa täydennetään routaepätasaisuuksia ja halkeamia koskevia havaintoja. Erityistä huomiota kiinnitetään seuraaviin seikkoihin; onko syntynyt uusia routaepätasaisuuksia, toimiiko kivi- ja vuotaako halkeamista vettä, missä kohdissa esiintyy alkavaa, missä pitkälle kehittyneitä verkkohalkeilua, onko poikkihalkeamista haittaa. Samalla arvioidaan ympäristöä tarkkailemalla vaurioiden syitä. Tarkastuksia tehdään useita eri keväänä. Tien kunnossapitäjä voi tehdä suuren osan tarkastuksista.

Kesällä tai syksyllä tarkastetaan onko keväällä havaittujen haittojen kohdalla enää epätasaisuuksia, arvioidaan ovatko lohkat alheuttaneet kohoutumia ja mitataan uudestaan alkukevällä mitatut halkeamat. Lisäksi vaaitaan sivukaltevuuden virheitä, sekä tehdään mahdollisten routanousuvaikutusten toinen mittaus. Samalla voidaan mitata koko poikkileikkaus. Yksittäisiä reikiä ja painumia ja lyhyitä halkeamia ei merkitä muistiin vaan tie jaetaan vaurioltihyden perusteella 50...1000 m:n pituisiksi homogeenisiksi osuuksiksi. Yksittäiset lyhyetkin vaurioltihentymät voidaan silti erotella. Suuret pituushalkeamat, routa- ja painumakohdat merkitään muistiin.

### 7.73 Soratien vaurioltutkimukset ja mittaukset

Tarkastusta edeltävänä syksynä tien pinta tasoitetaan hyvin ennen tien pinnan jäätymistä. Alkukevällä tarkastetaan silmämääräisesti haitalliset epätasaisuudet.

Tarkastus joudutaan tekemään 2-4 kertaa kevään aikana sitä mukaa kun tien lumipeite ohenee. Kaikki epätasaisuudet ovat routanousun aiheuttamia, jos tien pinta on tasoitettu syksyllä hyvin.

Loppukesällä seurataan 3-5 tarkastuskerralla soratien pinnan pehmenemistä ja merkitään muistiin ajokelvottomaksi pehmenneet, lievästi pehmenneet ja hyvin kantavat kohdat, sekä edeltävän ajan painorajoitukset tai mahdolliset säännölliset raaka-ainekuljetukset. Mitotusperusteeksi valitaan kunkin tienkohdan huonoin tilanne. Tarkastusten tulee kattaa kolme kevättä. Tietoja tarvitaan jo esisuunnittelussa.

Sorateilla päällystämisen jälkeisiä pituushalkeamia voidaan ennustaa vaaitusten avulla kuvan 72:2 mukaisesti. Ainakin kapeilla teillä kannattaa mitata syksyn ja keski-talven välinen kaltevuuden muutos 50...400 m:n välein merkityistä kohdista.

Yleensä mittaukset kannattaa sítua johonkin kiintopisteeseen. Tällöin saadaan selville myös routanousun suuruus, joka on hyödyllinen tieto varsinkin levennettävillä teillä.

Sorateilla ensimmäinen vaaitus tehdään loppusyksyllä ennen lumen tuloa tien pinnan jäädyttyä. Toinen mittaus tehdään tien pinnan paljastuttua jäädästä. Höyläys ja tien pinnan kuluminen aiheuttavat virheitä tuloksiin

Virheen suuruutta voidaan arvioida käyttämällä esimerkiksi kulutuskerrokseen upotettua tilienpalaa mittauspisteinä joissakin kohdissa. Jos keväällä osoittautuu, että talven routanousu on ollut keskimääräistä pienempi, tuloksia on vaikea käyttää.

### 7.74 Kantavuuden mittaus

Parannettavien teiden kantavuus mitataan pudotuspainolaitteella tai benkelman-palkilla. Sorateilla tulee kysymykseen myös levykuormituslaite.

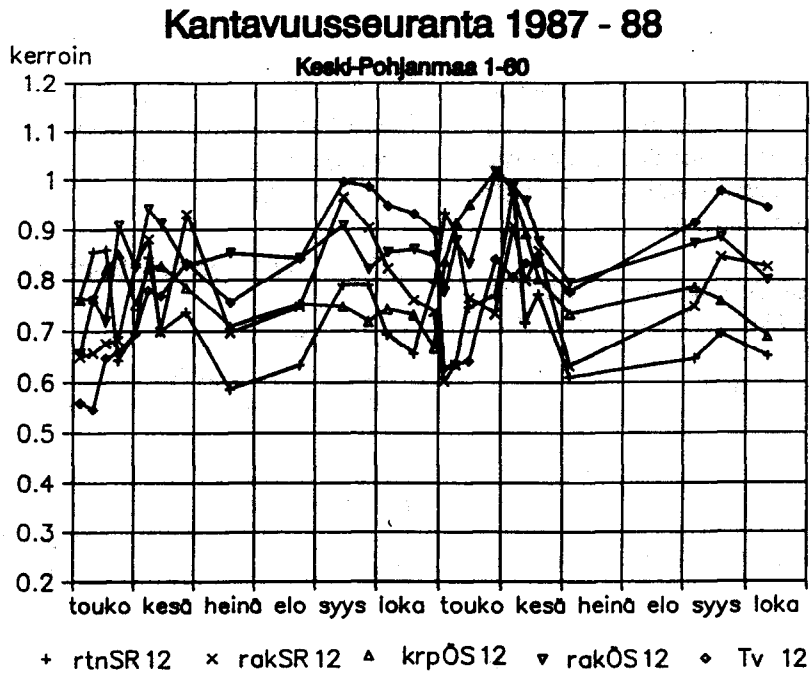
Kantavuus mitataan roudan sulamiskauden lopulla, merkänä kesänä tai syksyllä. Näin saatu tulos kerrotaan kevätkantavuuskertoimella (k), jonka suuruus on rakennetulla AB-teillä 0,8...1,0, kevyesti parannettavilla päällystetyillä teillä 0,6...0,8 ja sorateilla 0,4...0,8.

Rakentamattomilla ja kevyesti parannetuilla teillä kerroin ei voi olla 1,0 koska eri mittauspisteiden välillä kevätkantavuuskerroin vaihtelee. Kuvana kesänä mitattuja tuloksia ei voida käyttää, koska kerroin voi olla jopa 0,2. Esimerkkejä kantavuusvaihteluista on kuvissa 77:1 ja 77:2. Eri vuosina ja eri alueilla vaihtelu on erilais-ta. Kuvana keväänä kerroin on pieni.

Varsinaisessa mitoituksessa tie jaetaan homogeenisiin osiin, jonka kantavuudeksi valitaan kantavuus, jonka enintään 25 %:n osuuden kevätkantavuuskertoimella korjatuista kantavuusmittaustuloksista alittaa. Esimerkiksi 10:stä peräkkäisestä tuloksesta valitaan kolmanneksi pienin. Tämäkin arvo voidaan pyöristää alaspäin rakennetaulukossa esitettyyn kantavuuteen.

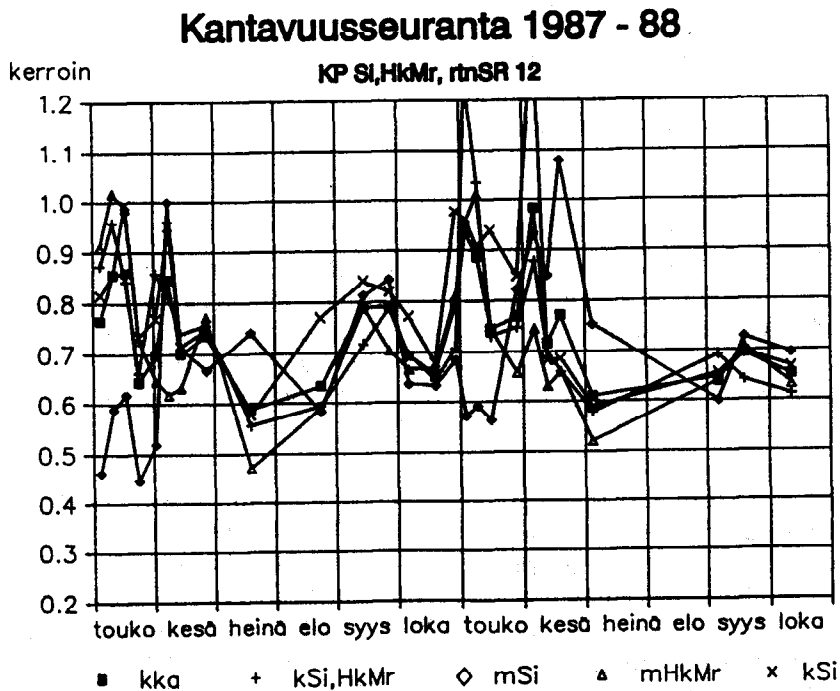
Sorateilla kantavuusmittaustuloksia verrataan aina pitkäaikaisin silmämääräisiin havaintoihin kohdan 7.33 mukaisesti. Lähes ajokelvottomaksi pehmenneitä kohtia ei tarvitse mitata. Jos kantavuutta ei voida mitata sopivana aikana huonokuntoisen soratien kantavuus voidaan arvioida silmämääräisestikin:

- jonakin keväänä lähes ajokelvottomaksi pehmenneet kohdat 20 tai 35 MN/m<sup>2</sup>
- lievästi pehmenneet kohdat 50 tai 65 MN/m<sup>2</sup>
- joka kevät hyvin kantavat 75 tai 90 MN/m<sup>2</sup>.



Kuva 77:1

Kevätkantavuuskertoimen vaihtelu Keski-Pohjanmaan piirin seurantakohteissa vuonna 1987-88. Kukin viiva kuvaa 12 pisteen keskiarvoa. Pisteet jakaantuvat 4:lle eri tieosuudelle. Kevätkantavuuskerroin on suurin rakennetuilla öljysorateilla (rakÖs) ja pienin rakentamattomilla sorateilla (rtnSR). Turveosuuksilla (Tv) kantavuus on huonoin ja kevätkantavuuskerroin suurin syksyllä. Muut tieosuudet ovat routivilla moreeni- ja silttimailla.



Kuva 77:2

Kevätkantavuuskertoimen vaihtelu neljällä rakentamattomalla soratieosuudella. Kukin viiva kuvaa kolmen peräkkäisen pisteen keskiarvoa. Pohjamaana on kuva siltti (kSi), märkä siltti (mSi) tai hiekkamoreeni (hkMr). Päälystetyillä teillä kevätkantavuuskertoimen hajonta on huomattavasti pienempi.

Päällystetyillä teillä kantavuus pitäisi mitata ainakin kahdesti: Kerran esisuunnitteluvaiheessa 100...500 m välein ja kerran tie- ja rakennussuunnitteluvaiheessa 50...100 m välein. Näistä kevätkantavuuskertoimella korjatuista tuloksista valitaan pienempi.

Kantavuus mitataan yleensä ulommasta raiteesta. Mittauskohdassa ei saa olla lätäköitä eikä irtosoraa. Benkelman-palkilla saadut tulokset muunnetaan vastaamaan levykuormituslaitteen  $E_2$ -arvoa

$$\text{kaavalla } E_B = \frac{160 \text{ MN/m}^2}{T \text{ [mm]}}$$

$T$  = benkelmanpalkilla 50 kN kuormalla saatu taipuma, johon on tehty lämpötilakorjaus.

Pudotuspainolaitteen tuloksista kirjataan suunnitteluaineistoon ainakin  $E_2$  arvoa vastaava  $E_p$ , joka lasketaan kuormituskeskipisteestä 50 kN kuormalla havaitun taipuman  $D_0$ :n avulla. Pudotuspakolaitteella saadun taipumasuppilon muotoa voidaan kuvata arvojen  $D_0$  ja  $D_{450}$  avulla. Päällysterakenteen yläosan kantavuusominaisuuksia voidaan arvioida erotuksen  $D_0$ - $D_{450}$  avulla. Jos erotus on suuri (kuormituksesta riippuen yli 0,5 tai 1,0), rakenteen yläosan kestävyys on huono. Vastaavasti suuri  $D_{450}$  kuvaa heikkoa pohjamaata. Taipumasuppilon muoto voidaan kuvata myös suhteen  $D_{450}/D_0$  avulla. Tyypillinen  $D_{450}/D_0$  on kesällä ja syksyllä 0,4. Roudan sulamiskauden alussa suhde on usein 0,3. Suhde on pieni kun taipumasuppilo on jyrkkä ja rakenteen yläosa on heikko.

Kantavuusmitoituksessa lähtökantavuudeksi voidaan valita arvo  $E_A = k \times E_p + (D_{450}/D_0 - 0,4) \times E_p$ ,

kun mittaus on tehty loppukevällä tai syksyllä.

Kaikista kantavuusmittaustuloksista ilmoitetaan mitauspäivämäärä ja kevätkantavuuskerroin ( $k$ ).

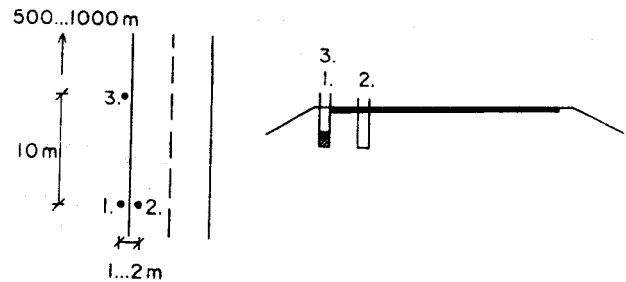
Vanhan rakenteen kantavuus voidaan laskea myös pohjamaasta ja vanhoista rakennekerroksista otettujen näytteiden perusteella. Sorateillä ja ohutrakenteisilla päällystetyillä teillä tulos riippuu lähes pelkästään pohjamaalle valitusta  $E$ -modulista. Käytettäessä uusien teiden ohjeissa esitetyjä  $E$ -moduleja laskemalla saatu tulos on näillä teillä 20...60 % pienempi kuin keväällä heikompaan aikaan saatava kantavuusmittaustulos. Syynä on se, että pohjamaa on usein keväälläkin kuivempaa, tiivimpää ja karkearakeisempää kuin tälle pohjamaaluokalle uusien teiden ohjeissa on otaksuttu.

Tästä syystä materiaalinäytteiden perusteella laskettua kantavuutta käytetään vain uudelleenrakentamisessa, oikaisukohdissa ja muissa paikoissa, joissa vanha rakenne puretaan.

## 7.75 Maaperätutkimukset

Uudelleenrakentamisessa ja oikaisukohdissa koko mitoitus perustuu pohjamaasta ja vanhoista kerroksista otettuihin näytteisiin sekä kallion pinnan kairauksiin.

Kevyet ja raskaat rakenteen parantamiset voidaan suunnitella periaatteessa ilman maaperänäytteitä, jos kantavuus ja vauriot tunnetaan. Vanhojen kerrosten, pohjamaan laadun ja kalliopinnan selvittäminen on kuitenkin yleensä tarpeen kohdissa, joihin tehdään rumpu tai joissa harkitaan tasausviivan laskua, sekä pehmeiköllä. Levennettävillä teillä vanha rakenne ja pohjamaa tulisi tutkia kuvan 77:5 mukaisesti. Tietoa tarvitaan jo esisuunnitteluvaiheessa 500...1000 m:n välein.



Kuva 77:3

*Rakennekerrosten tutkiminen levennettävällä tiellä. Rakennekerrosten paksuudet tutkitaan pisteistä 1, 2 ja 3, materiaalinäytteet tutkitaan ainakin pisteestä 1. Jos (lähes) routimattomien kerrosten paksuus on pieni, tai jos päällysrakenteen paksuuden ero on suuri pisteiden 1 ja 2 tai 1 ja 3 välillä, levittäminen on valkeaa.*

Routaheittojen kohdalta ei yleensä tarvita näytteitä, sillä heitto korjataan yleensä siirtymäkillalla syystä riippumatta. Myöskään halkeamien kohdalta ei yleensä tarvita erikseen näytteitä. Pituuskaltevassa paikassa sekä erityisen pitkien halkeamien kohdalta rakennekerrosten paksuuden, pohjamaan ja kalliopinnan tutkiminen on kuitenkin hyödyllistä. Tällöin tutkimuskohteet on valittava halkeaman kummaltakin puolelta. Vielä tarkempi tulos saadaan kaivamalla rakennekerrokset näkyviin toisen ajokaistan alta.

Osuuksilla, jolla on paljon verkkohalkeamia, tulisi tutkia ainakin päällysteen paksuus ja kantavan kerroksen laatu, lähinnä hienoainespitoisuus ja kivisyys. Tietoa tarvitaan kantavan kerroksen uusimistarpeen ja paikallia stabilointimahdollisuuden selvittämiseksi.

Maatutkaa voidaan käyttää uudelleenrakennettavilla teillä kairauspisteiden valinnassa ja kairauspisteiden välialueiden interpoloinnissa. Maatutka paljastaa hyvissä olosuhteissa myös päällysrakennepaksuuden vaihtelut tien pituussuunnassa, mitä tietoa tarvitaan painumien arvioinnissa ja tien leventämisen suunnittelussa. Maatutkalla ei saa suoraan selville kerrospaksuutta eikä maa-ainesten laatua.