

Pituushalkeamat osa III

Elävät pituushalkeamat ja niiden syntymistodennäköisyys routivassa tierakenteessa

Elävän halkeaman leveys tai porrastuma kasvaa talvella vähintään 2 mm.



Elävä halkeama heijastuu helposti uuden päällysteen ja ohuen murskeen läpi, minkä vuoksi niitä on vaikea korjata pysyvästi.

Ajokaistan halkeamista 70 % on eläviä. Keskihalkeamista 60 % on eläviä.

Pituushalkeamat yleistyvät jyrkästi, kun tien keskilinjan ja reunan routanousuero ylittää 20 mm.

Aineisto on valittu niin, että n. 50 % poikkileikkauksista on ehjiä. Aineistosta ei voi arvioida halkeamien yleisyyttä tieverkolla.

Tiehallituksen sisäisiä julkaisuja
34/1992

Routavaurio- ja kuivatustutkimus

Pituushalkeamat osa III

Elävät pituushalkeamat ja niiden syntymistodennäköisyys routivassa tierakenteessa

Tielaitos
Tiehallitus, kehittämiskeskus

Helsinki 1992

TIEL 4000017
Valtion painatuskeskus
Pasilan VALTIMO
Helsinki 1992

Julkaisua myy
Tiehallitus, painotuotevarasto

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

ALKUSANAT

Käsilläoleva pituushalkeamatutkimuksen osaraportti III liittyy syksyllä 1987 käynnistettyyn routavaurio- ja kuivatustutkimukseen, jonka tavoitteena on tuottaa tietoa tierakenteen suunnitteluohjeiden ja rakenteen parantamishjeiden kehittämisen perustaksi. Näiden ohjeiden uusiminen on parhaillaan käynnissä Tiehallituksessa.

Routavaurio- ja kuivatustutkimuksessa tarkastellaan tien pituushalkeamia, kallion ja lohkareiden aiheuttamia routanousuepätasaisuuksia ja tierakenteen kuivatuksen toimintaa. Tutkimuksen toteutus perustuu keväällä 1988 valmistuneeseen tutkimussuunnitelmaan.

Pituushalkeamatutkimuksen osassa I havaittiin, miten halkeaman todennäköisyys riippuu tien reunan ja keskilinjan routanousuerosta. Osassa II on tarkasteltu, miten pohjamaan rakeisuus, tien rakenne ja poikkileikkaus vaikuttavat routanousuun. Tässä osaraportissa tarkastellaan, milloin pituushalkeamissa esiintyy vuodenaikojen välillä niin suuria liikkeitä, että halkeamien paikkaaminen on mahdotonta. Routavaurio- ja kuivatustutkimukseen liittyvässä raportissa: Kuivatustutkimus Osa I sekä roudan syvyyshavainnot on tarkasteltu tarkemmin roudan syvyyttä, routanousueroja ja veden liikkeitä tiepoikkileikkauksessa.

Routavaurio- ja kuivatustutkimusta on tehty Tiehallituksen kehittämiskeskuksen toimeksiannosta. Kehittämiskeskuksesta työtä on valvonut dipl. ins. Kari Lehtonen. Insinööritoimisto PSV Oy:stä projektissa ovat työskennelleet tekn. tri Esko Ehrola, tekn. lis. Sakari Lotvonen, dipl. insinöörit Markku Vähäkainu ja Pekka Koskela.

Lapin, Oulun, Keski-Pohjanmaan, Vaasan, Pohjois-Karjalan ja Mikkelin tiepiirit ovat tehneet suurimman osan kenttämittauksista.

Oulussa elokuussa 1992

Esko Ehrola

SISÄLLYS

	Sivu
1. JOHDANTO	1
2. HALKEAMAN ELÄVYYS	2
2.1 Elävät halkeamat ja niiden merkitys	2
2.2 Rajat halkeaman etäisyydelle	2
3. ROUTANOUSUJEN JA PITUUSHALKEAMIEN VÄLINEN YHTEYS	3
3.1 Keskihalkeamat	3
3.2 Ajokaistahalkeamat	6
3.3 Ajoratahalkeamat	8
4. TIEN RAKENNEPAKSUUDEN VAIKUTUS PITUUSHALKEAMIEN SYNTYYN	12
5. YHTEENVETO	15

TIEHALLITUS
Kehittämiskeskus

Routavaurio- ja kuivatustutkimus

PITUUSHALKEAMAT OSA III

Elävät pituushalkeamat ja niiden syntymistodennäköisyys routivassa tierakenteessa

1. JOHDANTO

Tämä osaraportti III on osa pituushalkeamatutkimusta, josta on aikaisemmin vuonna 1991 julkaistu osaraportit I ja II.

Pituushalkeamatutkimuksessa on pyritty selvittämään tien rakenteen routimisesta aiheutuvien pituussuuntaisten halkeamien syntyä, halkeamien syntymiseen vaikuttavia olosuhdetekijöitä ja tien rakenteen vaikutusta pituushalkeamien syntyyn.

Osaraportissa I on selvitetty pituushalkeamien muodostumisen todennäköisyyttä poikkileikkauksen routanousua kuvaavien routanousumuuttujien avulla. Pituushalkeamatutkimuksen toisessa osassa, osaraportissa II on tutkittu tien poikkileikkaustyyppin vaikutusta poikkileikkauksen routanousueroihin ja pituushalkeiluun.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan pituussuuntaisia halkeamia erityisesti korjattavuuden kannalta. Jos halkeaman leveys tai porrastuma kasvaa talvella, halkeama heijastuu helposti uuden päällysteen läpi. Näitä halkeamia sanotaan eläviksi.

Tutkimus perustuu Lapin, Oulun, Keski-Pohjanmaan, Vaasan, Pohjois-Karjalan ja Mikkelin tiepiirin tiestöllä vuosina 1987 - 1989 kerättyyn tutkimusaineistoon, jota on täydennetty Lapin ja Mikkelin tiepiirin osalta vuosien 1990 ja 1991 havaintoaineistolla.

Alkuperäinen vuosina 1987 - 1989 kerätty aineisto on kuvattu pituushalkeamatutkimuksen ensimmäisessä osassa, osaraportissa I.

Aineisto on valittu siten, että noin puolessa tutkimuspoikkileikkauksista on halkeama.

2. HALKEAMAN ELÄVYYS

2.1 Elävät halkeamat ja niiden merkitys

Elävän halkeaman leveys tai porrastuma kasvaa talvella tilapäisesti tai pysyvästi. Elävän halkeaman syynä on yleensä routanousu.

Elävien halkeamien tapauksessa ei normaali uuden kuluskerroksen uusiminen yleensä riitä vaan tien rakennetta on parannettava uudelleen päällystämisen tai ohuen murskekerroksen lisäksi esimerkiksi lujitteilla tai lähes koko päällysrakenne on uusittava.

Uudelleen päällystämisellä voidaan korjata vain kuolleita halkeamia, joiden leveys ei vaihtele vuodenaikojen mukaan, vertaa ohjeen Rakenteen parantaminen (Tiel 2140002) kuva 72:2. Kuolleen halkeaman syynä on yleensä painuma pohjamaassa tai päällysrakenteessa.

Halkeaman elävyys ei vaikuta halkeaman haitallisuuteen liikenteen kannalta. Siihen vaikuttavat halkeaman todellinen leveys tai porrastuma, ei niiden muuttuminen vuodenaikojen mukaan.

2.2 Rajat halkeaman elävyydelle

Pituushalkeamatutkimuksen havaintoaineistossa pääosa mitatuista halkeamaleveyksistä on välillä 1 mm...20 mm ja pääosa halkeaman porrastumista välillä 1 mm...15 mm (osaraportti I kuva 4 ja kuva 5).

Halkeaman haitallisuus on määritelty osaraportin I taulukossa 3. Halkeaman haitta on määritelty pahaksi, mikäli halkeaman leveys on ≥ 40 mm tai halkeaman porrastuma on ≥ 20 mm. Vastaavasti halkeama on määritelty haitattomaksi, kun halkeaman leveys on < 20 mm ja porrastuma < 10 mm.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan myös eläviä halkeamia. Halkeaman elävyys on määritelty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. HALKEAMAN ELÄVYYDEN MÄÄRITYS.

Halkeaman luonne	Määrittely		
	Halk.leveyden muutos mm		Halk.porrastuman muutos mm
Kuollut halkeama	< 2	ja	< 2
Elävä halkeama	≥ 2	tai	≥ 2

Halkeaman elävyyden rajaa valittaessa oli tärkeänä kriteerinä käytännön mittaustarkkuus. Valittu raja-arvo on pääosassa halkeamia 5 %...10 % mitattavan suureen kokonaisarvosta. Tämä asettaa suhteellisen tiukat vaatimukset mittaustyön suorittamiselle.

Lapin ja Mikkelin tiepiirien tutkimusaineiston halkeamista 36 % oli eläviä halkeamia, joista 68 % pelkän leveysmuutoksen, 11 % pelkän porrastumamuutoksen ja 21 % molempien perusteella.

Halkeaman leveyden ja porrastuman mittaus on tehtävä aina täsmälleen samassa paikassa ja samalla menetelmällä. Mittauskohta on merkittävä halkeaman viereen pysyvästi (esimerkiksi ruostumaton naula) ja paikantamisen helpottamiseksi tien reunaan esimerkiksi maalilla tai paalulla. Lisäksi halkeaman leveyden ja porrastuman mittauspaikka tulisi valita siten, että päällysteen murtuminen tms. ei vääristä mittaustuloksia.

3. ROUTANOUSUJEN JA PITUUSHALKEAMIEN VÄLINEN YHTEYS

3.1 Keskihalkeamat

Pituushalkeamien syntymisen todennäköisyyttä selvitetään osaraportin I kappaleessa 2.2 esitettyjen poikkeileikkauksen routanousua kuvaavien routanousumuuttujien avulla.

Taulukkoon 3 on koottu Lapin ja Mikkelin tiepiirien havaintotuloksista keskilinjän routanousun ja keskihalkeamatodennäköisyyden välisestä yhteydestä.

TAULUKKO 3. KESKILINJÄN ROUTANOUSUN JA KESKIHALKEAMATODENNÄKÖISYYDEN VÄLINEN YHTEYS. LAPIN JA MIKKELIN TIEPIIRIEN TUTKIMUSKOhteET.

Routanousu- kl. (mm)	Halkeamatodennäköisyys (%)				Havaintoja
	Haitta paha Elävä halkeama	Elävä halkeama	Haitta paha	Kaikki halkeamat	
< 0	(0%)	(20%)	(0%)	(20%)	5
1 - 20	0%	3%	1%	8%	116
21 - 40	0%	11%	3%	21%	38
41 - 60	4%	20%	10%	29%	51
61 - 100	2%	10%	5%	18%	63
> 100	0%	4%	0%	11%	28
Yhteensä	1%	9%	3%	16%	301

Keskihalkeamista on eläviä 56% (=9%/16%).

Halkeamien tyypit:

- Haitta paha Halk. leveys \geq 40 mm tai
 Halk. porrastuma \geq 20 mm
- Elävä Halk. leveyden muutos \geq 2 mm tai
 Halk. porrastuman muutos \geq 2 mm

Koko aineiston tulos on esitetty osaraportin I taulukossa 8. Otos on jälleen noin puolet koko aineiston määrästä ja rajatun aineiston antamat tulokset tukevat koko aineiston antamia tuloksia.

Keskilinjän routanousun kasvaessa tasolta 1...20 mm tasolle 41...60 mm kasvaa kaikkien halkeamien todennäköisyys 3-...4-kertaiseksi, elävien halkeamien todennäköisyys noin 7-kertaiseksi ja erittäin haitallisten halkeamien todennäköisyys peräti noin 10-kertaiseksi.

Pahoja eläviä halkeamia on nytkin vain 3 kpl, jolloin niiden osalta tuloksesta ei voida tehdä johtopäätöksiä.

Taulukkoon 3 kootut tulokset, kuin myös koko aineiston tulokset osaraportin I taulukossa 8, eivät selitä kriiteeriä, jonka mukaan yli 100 mm:n routanousulla tien rakenne halkeilisi pahoin ja vaatisi välittömiä korjaustoimenpiteitä.

3.3 Ajoratahalkeamat

Tässä kappaleessa selvitetään ajoratahalkeaman syntymistodennäköisyyttä alkuperäisen aineiston ja tämän tutkimuksen yhteydessä saadun vuosina 1990-1991 kootun lisäaineiston perusteella.

Osaraportin I kohdan 4.1 mukaisesti ajoratahalkeamiin kuuluvat ne halkeamat, joiden etäisyys tien keskilinjasta on maksimissaan 2,5 m. Toisin sanoen ajoratahalkeamiin kuuluvat kaikki keskihalkeamat ja ajokaistahalkeamat. Keskihalkeamien korjaustarve on yleensä pienempi kuin ajokaistahalkeamien korjaustarve, koska keskihalkeaman haitta liikenteelle on pienempi ja koska toisaalta keskihalkeaman kautta tierakenteeseen imeytyvien pintavesien määrä on pienempi.

Ajoratahalkeamien syntymistä selvitetään kuten edellä routanousumuuttujien avulla.

Taulukossa 6 on esitetty ajoratahalkeaman syntymistodennäköisyys routanousueron suhteen. Osaraportin I taulukossa 6 on esitetty vastaava yhteys keskihalkeamatodennäköisyyden suhteen ja taulukossa 11 vastaavasti ajokaistahalkeaman suhteen.

TAULUKKO 6. ROUTANOUSUERON JA AJORATAHALKEAMATODENNÄKÖISYYDEN VÄLINEN YHTEYS.

Routanousu- ero (mm)	Halkeamatodennäköisyys (%)		Havaintoja
	Kaikki	Haitta paha	
< 0	16%	3%	31
1 - 10	19%	4%	207
11 - 20	35%	6%	89
21 - 30	65%	20%	49
31 - 40	70%	19%	43
41 - 60	86%	26%	42
> 60	67%	33%	27
Yhteensä	39%	11%	488

Taulukossa 8 on esitetty ajoratahalkeaman syntymistodennäköisyys maksimiroutanousun suhteen koko aineistolla ja vastaavasti taulukossa 9 Lapin ja Mikkelin tiepiirien havaintotulosten perusteella.

TAULUKKO 8. MAKSIMIROUTANOUSUN JA AJORATAHALKEAMATODENNÄKÖISYYDEN VÄLINEN YHTEYS.

Routanousu max (mm)	Halkeamatodennäköisyys (%)		Havaintoja
	Kaikki	Hiitta-paha	
< 0	22%	0%	23
0 - 20	18%	2%	182
21 - 40	14%	4%	102
41 - 60	48%	15%	96
61 - 100	44%	16%	139
> 100	45%	15%	66
Yhteensä	32%	9%	608

Maksimiroutanousu selittää ajoradan pituushalkeamista hieman huonommin kuin routanousuero (taulukko 6).

Ajoratahalkeamienkin tapauksessa halkeaman syntymistodennäköisyys kasvaa merkittäväksi, kun maksimiroutanousu on suuruusluokkaa 41...60 mm.

Taulukossa 10 on esitetty poikkileikkauksen routanousueron vaikutus ajoratahalkeamien syntymiseen erilaisilla tien rakennepaksuuksilla.

TAULUKKO 10. POIKKILEIKKAUKSEN ROUTANOUSUERON JA RAKENNEPAKSUUDEN VAIKUTUS AJORATAHALKEAMIEN TODENNÄKÖISYYTEEN.

ROUTANOUSU- ERO (mm)	RAKENNEPAKSUUS (m)					KAIKKI
	< 0,75	0,75...1,0	1,0...1,25	1,25...1,75	> 1,75	
< 0	10 10%	4 25%	12 8%	4 50%	1 (0%)	31 16%
1 - 20	85 24%	60 15%	82 20%	46 37%	23 35%	296 24%
21 - 40	28 50%	17 71%	24 58%	17 100%	6 67%	92 67%
41 - 60	17 76%	14 100%	4 (50%)	5 100%	2 (100%)	42 86%
61 - 100	10 60%	4 100%	3 (33%)	2 (100%)	0	18 82%
> 100	5 60%	1 (100%)	2 (0%)	0 (0%)	0	8 50%
Yhteensä	155 37%	100 41%	127 19%	74 61%	32 44%	488 39%

Lukuohje:

Aineistossa on 85 kpl sellaista poikkileikkausta, jossa routanousuero on 1...20 mm ja joiden rakennepaksuus on alle 0,75 m. Näistä poikkileikkauksista 24 % on sellaisia, joihin on syntynyt ajoratahalkeama. Routanousuero on tien keskilinjan ja reunan routanousujen erotus.

Routanousuero selittää kaikilla rakennepaksuuksilla erittäin hyvin ajoratahalkeamien syntymistä. Kun routanousuero on vähintään 21...40 mm, on ajoratahalkeaman syntymistodennäköisyys suurempi kuin 50 % rakennepaksuudesta riippumatta.

Verrattaessa taulukkoa 10 osaraportin II taulukkoon 8 havaitaan lisäksi, että ajoratahalkeamien syntymistodennäköisyys on vähintään kaksinkertainen keskihalkeamien todennäköisyyteen verrattuna.

Osaraportin II kohdan 3.1 mukaisesti keskihalkeaman syntymistodennäköisyys paksuissa rakennepaksuuksissa on suurempi kuin ohuissa rakennepaksuuksissa, kun routanousuero on sama. Ajoratahalkeamien tapauksessa ei tulos ole yhtä selvä, mutta halkeamatodennäköisyys on kuitenkin nytkin yleensä suurempi paksuissa rakennepaksuuksissa kuin ohuissa, kun routanousuero on sama.

Taulukoissa 11 ja 12 on esitetty elävien halkeamien syntymistodennäköisyys Lapin ja Mikkelin tiepiirien osalta routanousueron ja rakennepaksuuden suhteen. Taulukossa 11 on käsitelty elävien keskihalkeamien syntymistodennäköisyyttä ja taulukossa 12 elävien ajoratahalkeamien syntymistodennäköisyyttä.

TAULUKKO 11. POIKKILEIKKAUKSEN ROUTANOUSUERON JA RAKENNEPAKSUUDEN VAIKUTUS TIEN ELÄVIEN KESKIHALKEAMIEN SYNTYMISEEN. LAPIN JA MIKKELIN TIEPIIRIEN TUTKIMUSKOhteET.

ROUTANOUSU- ERO (mm)	RAKENNEPAKSUUS (m)					KAIKKI
	< 0,75	0,75...1,0	1,0...1,25	1,25...1,75	> 1,75	
< 0	2 (0%)	4 0%	2 (0%)	1 (0%)	1 (100%)	10 10%
1 - 20	41 2%	34 15%	34 0%	30 10%	26 4%	165 6%
21 - 40	8 13%	7 43%	10 0%	22 9%	4 25%	51 14%
41 - 60	4 0%	4 25%	1 (0%)	4 25%	2 (0%)	15 13%
61 - 100	3 (33%)	5 0%	0	1 (0%)	0	9 11%
> 100	2 (0%)	1 (0%)	0	0	0	3 (0%)
Yhteensä	60 5%	55 16%	47 0%	58 10%	33 9%	253 8%

Lukuohje:

Aineistossa on 41 kpl sellaista poikkileikkausta, jossa routanousuero on 1 - 20 mm ja joiden rak.paksuus on alle 0,75 m. Näistä poikkileikkauksista 2 % on sellaisia, joissa halkeama on elävä.

Osaraportin II taulukon 8 mukaan keskihalkeamatodennäköisyys on paksuissa rakenteissa selvästi suurempi kuin ohuissa, kun tien keskilinjan ja reunan routanousuero on sama. Elävien halkeamien osalta tämä ei kuitenkaan pidä paikkaansa, kuten taulukosta 11 nähdään. Paksuissa rakenteissa on silloin enemmän helposti korjattavia kuolleita keskihalkeamia kuin ohuissa rakenteissa.

TAULUKKO 12. POIKKILEIKKAUKSEN ROUTANOUSUERON JA RAKENNEPAKSUUDEN VAIKUTUS TIEN ELÄVIEN AJORATAHALKEAMIEN SYNTYMISEEN. LAPIN JA MIKKELIN TIEPIIRIEN TUTKIMUSKOHEET.

ROUTANOUSUERON (mm)	RAKENNEPAKSUUS (m)					KAIKKI
	< 0,75	0,75...1,0	1,0...1,25	1,25...1,75	> 1,75	
< 0	2 (0%)	4 0%	2 (0%)	1 (100%)	1 (100%)	10 20%
1 - 20	41 22%	34 18%	34 18%	30 23%	26 4%	165 18%
21 - 40	8 50%	7 71%	10 40%	22 50%	4 25%	51 49%
41 - 60	4 50%	4 75%	1 (0%)	4 100%	2 (0%)	15 60%
61 - 100	3 (67%)	5 40%	0	1 (100%)	0	9 56%
> 100	2 (100%)	1 (0%)	0	0	0	3 (67%)
Yhteensä	60 30%	55 29%	47 21%	58 41%	33 9%	253 28%

Taulukon 10 mukaan ajoratahalkeamien todennäköisyys on paksuissa rakenteissa suurempi kuin ohuissa rakenteissa, kun routanousuero on sama. Elävien halkeamien osalta tämä ei pidä paikkaansa.

Rakennepaksuuskerroksissa < 0,75 m, 1,0...1,25 m ja 1,25...1,75 m suurin osa halkeamista on ajokaistahalkeamia. Tulos saadaan taulukon 12 ja 11 erotuksena.

Elävien ajoratahalkeamien syntymistodennäköisyys on lähes yhtä suuri kuin kaikkien ajoratahalkeamien syntymistodennäköisyys. Täten pääosa (noin 70 %) ajoratahalkeamista on myös eläviä halkeamia, kun elävyys määritellään kohdassa 2.2 esitetyllä tavalla.

5. YHTEENVETO

Tässä osaraportissa III selvitetty tutkimus on osa pituushalkeamatutkimusta, josta on aikaisemmin vuonna 1991 julkaistu osaraportit I ja II, Tielaitoksen sisäiset julkaisut 21/1991 ja 22/1991.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan tien rakennepaksuuden, routanousun ja poikkileikkauksen routanousuerojen vaikutusta pituushalkeamien muodostumiseen. Erityisesti on tarkasteltu eläviä halkeamia, joissa halkeaman leveys tai porrastuma muuttuu yli 2 mm talven aikana. Eläviä halkeamia ei voi korjata pysyvästi ohuella murske- tai päällystekerroksella. Leveys vaihtelee enemmän kuin porrastuma.

Tutkimus perustuu Lapin, Oulun, Keski-Pohjanmaan, Vaasan, Pohjois-Karjalan ja Mikkelin tiepiirin tiestöllä vuosina 1987 - 1989 kerättyyn tutkimusaineistoon, jota on täydennetty Lapin ja Mikkelin tiepiirin osalta vuosien 1990 ja 1991 havaintoaineistolla. Aineisto ja osa-aineisto on valittu siten, että noin puolet tutkimuspoikkileikkauksista on haljennut.

Kappaleissa 3.1...3.3 saadut tulokset tukevat osaraportissa I esitettyjä johtopäätöksiä tiepoikkileikkauksen routanousueron ja maksimiroutanousun merkityksestä halkeamatodennäköisyyteen.

Tulosten mukaan tien keskilinjän ja reunan routanousuero selittää hieman paremmin halkeamatodennäköisyyttä ja myös elävien halkeamien todennäköisyyttä kuin routanousun suuruus.

Kriittiseksi routanousueron suuruudeksi, jonka jälkeen tiepoikkileikkaukseen syntyy merkittäväällä todennäköisyydellä pituushalkeama, voidaan otaksua noin 30 mm. Vastaavasti kriittiseksi routanousun suuruudeksi voidaan olettaa noin 50 mm. Sama tulos koskee eläviä pituushalkeamia. Halkeamista suurin osa on ajokaistoilla.

Kaikista ajokaistojen pituushalkeamista noin 70 % on eläviä. Elävä ajokaistahalkeama on hankala, koska se on kuormien kohdalla ja siitä pääsee vettä tierakenteeseen ja porrastuma haittaa ajamista. Elävää halkeamaa on vaikea korjata pysyvästi.

Tien keskihalkeaman eläminen on selvästi vähäisempää kuin ajokaistalla. Keskikaistan korjaustarve on lisäksi pienempi kuin ajokaistahalkeaman.

Osarapostissa II todettiin, että keskihalkeamia oli paksuissa tierakenteissa enemmän kuin ohuissa, kun routanousu on sama. Elävien halkeamien kohdalla tämä ei pidä paikkaansa. Sen sijaan kuolleiden keskihalkeamien todennäköisyys on paksuissa rakenteissa selvästi suurempi kuin ohuissa rakenteissa, joissa tien keskilinjan ja reunan routanousuero on sama. Sama koskee kuolleita ajokaistahalkeamia.

Pahoja (leveitä) halkeamia aineistossa oli niin vähän, että johtopäätöksiä ei voi näiden osalta erikseen tehdä.

TIEHALLITUKSEN SISÄISIÄ JULKAISUJA

- 18/1992 Tielaitoksen henkilöstö 1991. Henkilöstöhallinto
- 19/1992 Muovisten putkien ja kaivojen asennusohje. TIEL 4000015
- 20/1992 Vanhojen tienrakennekerrosten uudelleen käyttö.
Oulun tuotantotekninen kehitysyksikkö
- 21/1992 Tasoliittymän rakentaminen eritasoliittymäksi ja lossin korvaaminen
sillalla. Tiensuunnittelu
- 22/1992 Suurien ja raskaiden esineiden kuljetusten suoritusmahdollisuudet
eri kuljetusmuodoilla, yhdistetyt kuljetukset. Tutkimuskeskus
- 23/1992 Liikenne- ja autokantaennuste 1989-2010; ennusteen seuranta 1992,
ennusteen tarkistaminen 1992. Tutkimuskeskus
- 24/1992 Talvisuolan esikosteitus; konstit on monet. Tampereen tuotantotekninen
kehitysyksikkö
- 25/1992 Suunnittelun ja rakentamisen teknisen henkilöstön täydennyskoulutuksen
tarveselvitys. Henkilöstöhallinto
- 26/1992 Kalliomurskeiden käyttö sitomattomissa rakennekerroksissa, esiselvitys.
Oulun tuotantotekninen kehitysyksikkö
- 27/1992 Tulohajauksen tietoaineisto. TIEL 4000016
- 28/1992 Tiehallituksen tavoitteet 1992. Hallintopalvelut
- 29/1992 Liuosasemien materiaalit; pinnoitettu, ruostumaton ja haponkestävä
teräs. Tampereen tuotantotekninen kehitysyksikkö
- 30/1992 Kolme päivystyskeskusta: Lieto, Nyköping ja Tukholma. Tampereen
tuotantotekninen kehitysyksikkö
- 31/1992 Autojen nopeudet päätteillä 1991. TIEL 4001836-92
- 32/1992 Sorateiden kelirikkovaurioiden korjaaminen, väliraportti II; Prosessikipsin ja
biotiitin materiaalitutkimukset. Kuopion tuotantotekninen kehitysyksikkö
- 33/1992 Ympäristöosaaminen tielaitoksessa. Kehittämiskeskus
- 20/1991 Routavaurio- ja kuivatustutkimus: Kalliokohdetutkimus. TIEL 4000003
- 21/1991 Routavaurio- ja kuivatustutkimus: Pituushalkeamat osa I; routanousun
vaikutus halkeamatodennäköisyyteen. TIEL 4000004
- 22/1991 Routavaurio- ja kuivatustutkimus: Pituushalkeamat osa II; tien rakenne- ja
olosuhdetekijöiden vaikutus tien routanousuihin. TIEL 4000005
- 34/1992 Routavaurio- ja kuivatustutkimus: Pituushalkeamat osa III, elävät pituus-
halkeamat ja niiden syntymistodennäköisyys routivassa tierakenteessa.
TIEL 4000017
- 35/1992 Routavaurio- ja kuivatustutkimus: Kuivatustutkimus osa I sekä roudan
syvyyshavainnot. TIEL 4000018