

Tielaitos

Tiekaidejohteiden iskukestävyys

**Tielaitoksen
sisäisiä
julkaisuja**

29/1993

Helsinki 1993

Kehittämiskeskus

Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja
29/1993

Tiekaidejohteiden iskukestävyys

Tielaitos
Kehittämiskeskus

Helsinki 1993

TIEL 400040
Painatuskeskus Oy
Helsinki 1993

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

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

Tiekaidejohteen iskukestävyys. (Impact Test to Evaluate Guardrail Durability to Hits by Maintenance Vehicles). Helsinki 1993, Tiehallitus. Tielaitoksen sisäisiä selvityksiä 29/93. 13 s. TIEL 4000040.

Asiasanat: kaiteet, auras

Tielaitoksen toimeksiannosta Helsingin Teknillinen Korkeakoulu kehitti laitteen, jolla tiekaidetta voidaan lyödä eri suunnista. Tarkoituksena on kuvata lumivallinleikkauksessa tai niitossa kaiteen yläreunaan kohdistuvia iskuja sekä auruksessa johteen etupintaan kohdistuvia iskuja. Laitteen iskuosana on tiehöylän terä, joka on valmistettu erikoislujasta Imabor teräksestä. Terä painoineen kaadetaan nivelen varassa paikalleen tuetun kaidejohteen päälle. Kaiteeseen kohdistuvan iskun voima on 637 N.

Johteen ylä- ja etureunaan lyödään laitteella viidesti samaan kohtaan. Iskujen jälkeen mitataan ylä- ja etureunaan syntyneet lovet. Ensimmäisen iskun jälkeen mitattu lovi ei kuvaa yhtä hyvin kaiteen pitkäaikaista kestävyyttä.

Tutkitut tuotteet olivat Suomessa käytetyt 3 mm ja 4 mm paksuiset W-muotoiset kaidejohteet, sekä pyöreä putki, jonka halkaisija on 90 mm ja ainepaksuus 3 mm. Lisäksi tutkittiin nelikulmaista putkea, jonka tienpuoleisen sivun leveys on 40 mm ja vaakasuorien sivujen leveys 80 mm ja ainevahvuus 2 mm.

Testattu tuote muoto, leveys/ ainepaksuus (mm)	Lovi ylä- pinnassa (5 iskua)	Lovi etu- pinnassa (5 iskua)	Johteen taipuma ylhäältä lyötäessä
W-230/4	26 mm	7 mm	39 mm
W-310/3	42 mm	18 mm	46 mm
O-90/3	23 mm	12 mm	35 mm
80x40/2	> 100	29 mm	333 mm

Kokemusten mukaan lumivallien leikkaus ja niitto ovat vaurioittaneet 3 mm paksuisten johteiden yläreunaa, mutta 4 mm johteet ovat täysin ehjiä. Tästä syystä raja tulisi asettaa 26 ja 42 mm väliin paikoissa, joissa lumivalleja on niitettävä.

Kokemusten mukaan auras, erityisesti jään höyläys kaiteen vierestä, on aiheuttanut erittäin pahoja lommoja 3 mm johteen etupintaan, mutta 4 mm johteet ovat täysin ehjiä. Tästä syystä raja tulisi asettaa 7 ja 18 mm väliin paikoissa, joissa lunta poistettava höyläämällä.

Normaalitilanteessa johteiden kiinnitys pylväisiin estää haitallisen suuret taipumat.

Suomen tielaitoksen toimeksiannosta Helsingin Teknillinen Korkeakoulu on haastatellut kunnossapitäjiä Pohjois-Norjassa, Pohjois-Ruotsissa ja Suomessa alueilla, joissa on käytetty noin 300 mm levyisiä ja 3 mm paksuisia kaidejohteita.

Impact Test to Evaluate Guardrail Durability to Hits by Maintenance Vehicles. (Tiekaidejohteen iskukestävyys). Helsinki 1993. Tielaitoksen sisäisiä selvityksiä 29/93. 13 p. TIEL 4000040.

Key words: Safety fences, snow ploughing

Helsinki University of Technology developed the test method on a Finnish National Road Administration contract. In the test a guardrail profile may be hit from different directions in order to simulate impacts caused by maintenance operations. When cutting too high snow walls or grass behind a safety fence, the maintenance equipment often hits the upper edge of the rail causing at least visual damage. Removal of snow and ice in front of a safety fence sometimes causes dents in the front side of the rail.

In the test the rail is hit by a blade of a grader. The blade is made of Imabor steel. The blade is fixed by a hinge to an axle around which it may fall freely on the rail. The volume of the load is 637 Newtons. The rail is hit five times at the same point. After the hits the notch is measured. The upper edge and front side are tested separately.

The rails tested are 3 and 4 mm thick steel W-profile and tubular steel pipe with diameter 90 mm and 3 mm steel thickness. They all are used in Finland. Rectangular 2 mm thick steel pipe with 40 mm wide front side and 80 mm wide horizontal sides was tested, too. The results were as follows:

Profile width/ steel thickness	Notch at upper edge (5 hits)	Notch at front edge (5 hits)	Bend after hit to the upper edge
W-230/4	26 mm	7 mm	39 mm
W-310/3	42 mm	18 mm	46 mm
O-90/3	23 mm	12 mm	35 mm
80x40/2	> 100	29 mm	333 mm

Experience and the study referred below show that cutting piled snow walls and grass on the outer side of the fence results in damages to the upper edge of 3 mm thick rails, but 4 mm rails remain undamaged. For this reason the limit for the notch in the upper edge of acceptable rail should be between 26 and 42 mm, in places where snow piles are cut.

Experience and the study show that removal of snow, especially grading of ice close to a fence damages the front side of 3 mm thick rails, but 4 mm thick rails remain undamaged. For this reason the limit for the notch in the front side of acceptable rail should be between 7 and 18 mm, in places where snow and ice are removed by a grader.

Normally the rail is fixed to the posts in a way which prevents too large bends.

Maintenance personnel in Northern Norway, Northern Sweden and Finland were interviewed by Helsinki University of Technology on a Finnish National Road Administration contract. The questionnaire concerned the durability of 300 mm wide and 3 mm thick rails of safety fences.

Further information:

Finnish National Road Administration
Traffic and Road Engineering
Kari Lehtonen
Opastinsilta 12 A
P.O. Box 33
FIN-00521 HELSINKI

Tel.int. + 3580 1487 2317
Fax. 3580 1487 2395

SISÄLLYSLUETTELO

Tiivistelmä	3
Summary	4
1 JOHDANTO	7
<hr/>	
2 JOHTEN ISKUKOKEEN MENETELMÄKUVAUS	9
<hr/>	
2.1 Iskukoe	9
2.2 Koejärjestelyt	10
2.3 Mittaukset	11
3 TULOKSET	12
<hr/>	
3.1 Tutkitut johteet	12
3.2 Johteen yläreunaiskut	12
3.3 Johteen etureunaiskut	12

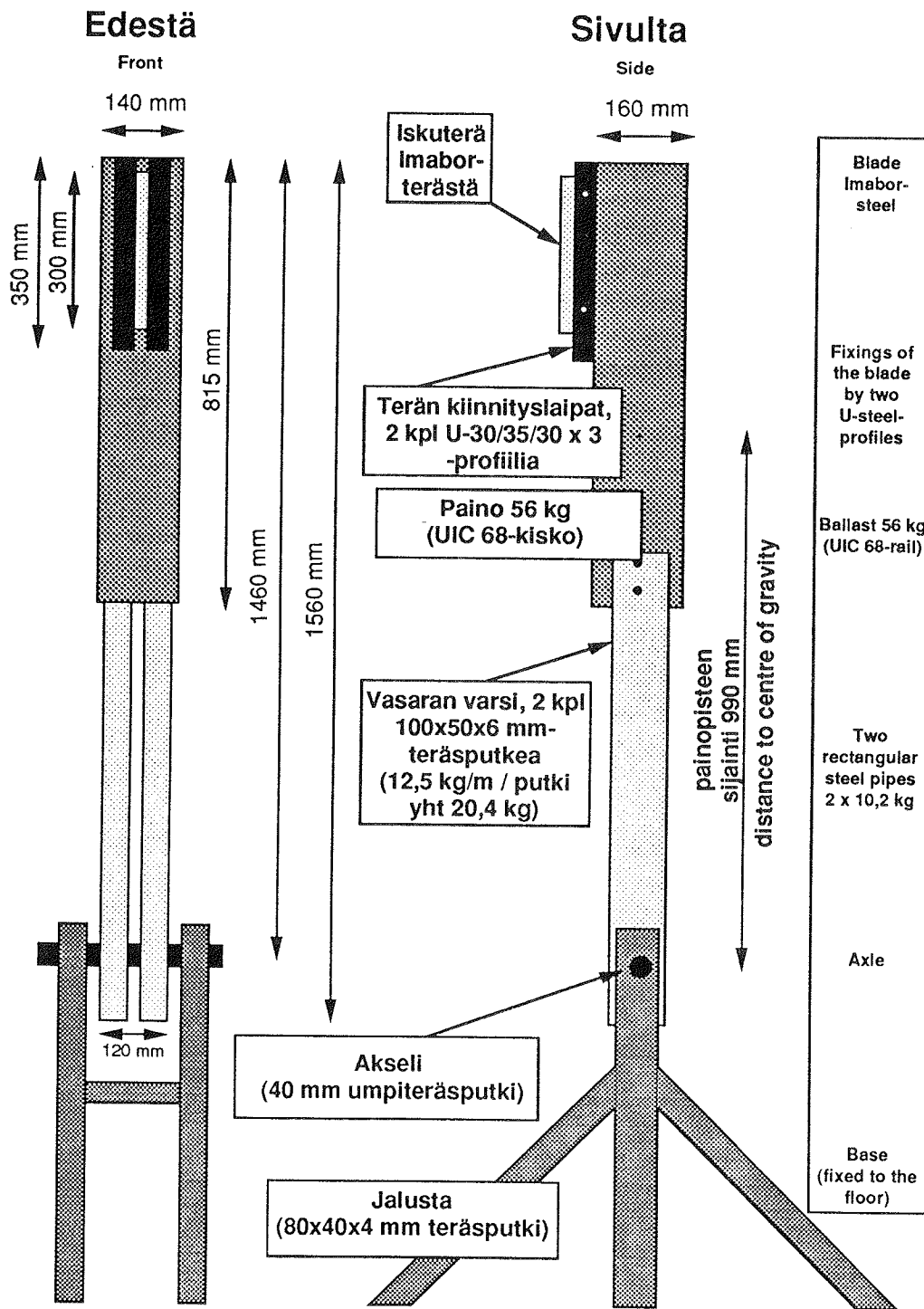
TIEKAIDEJOHTEN ISKUKESTÄVYYS

1 JOHDANTO

Tielaitoksen kehittämiskeskus tilasi Teknillisen korkeakoulun tielaboratoriolta tutkimuksen, jossa selvitetään kaidejohteen materiaalipaksuuden vaikutus kaiteen kestävyuteen. Tutkimuksessa on kehitetty menetelmä, jolla voidaan testata kaidejohteen kestävyys lumivallinleikkauksen, auruksen, niiton ym. kunnossapitotoimien aiheuttamia rasituksia vastaan. Tutkimus palvelee kaidejohteiden CEN-standardointia.

Tutkimuksen päätarkoituksena oli kehittää menetelmä, jossa tiehöylän terää vastaavan terän pudottamisella kaidejohteen päälle aiheutetaan johteeseen kolhu. Iskukoetta on kokeiltu 3 ja 4 mm paksuihin kaidejohteisiin sekä lisäksi kahteen erilaiseen putkijohteeseen. Iskuja on kohdistettu johteen yläreunaan ja etupintaan.

Lisätietoja tutkimuksesta antavat Jarkko Valtonen ja Jari Mustonen Teknillisestä Korkeakoulusta ja Kari Lehtonen tielaitoksen kehittämiskeskuksesta.



Kuva 1. Kaidejohteen iskulaite edestä ja sivulta

2 JOHTEEN ISKUKOKEEN MENETELMÄKUVAUS

2.1 Iskulaite

Iskulaitteen (kuva 1.) suunnittelun lähtökohtana oli kehittää menetelmä, jonka avulla eri kaidejohteiden kovuus mekaanisia rasituksia vastaan saadaan vertailukelpoiseksi. Kaidejohteeseen aiheutetaan iskulaitteella isku, jonka liike-energia kuluu johteessa tapahtuvan muodonmuutoksen syntymiseen. Syntyneiden muodonmuutoksien suuruuden perusteella voidaan arvostella johteiden keskinäisiä kestävyyseroja kunnossapitotoimissa aiheutuvia rasituksia vastaan.

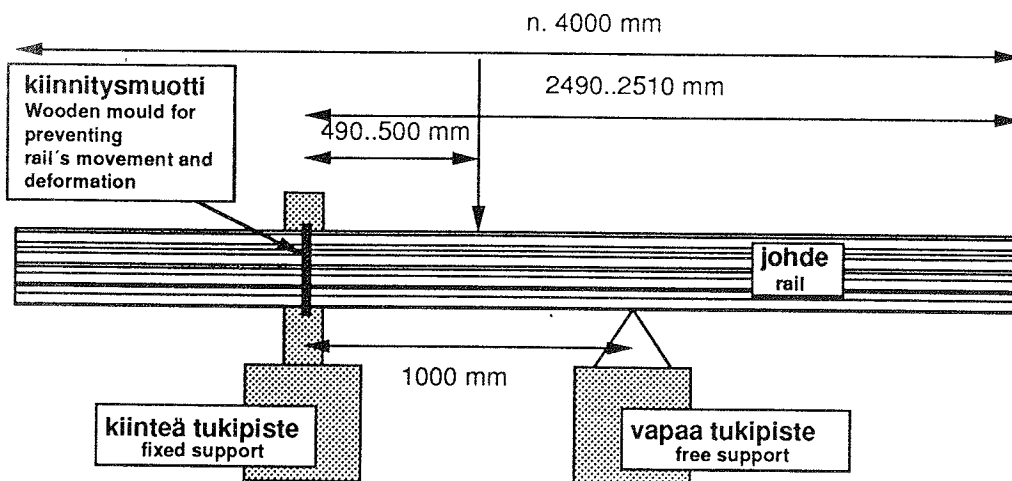
Iskulaitteen osat ovat iskuvasara, jalusta ja kuormitettavan johteen kiinnitysteline. Iskuvasara on kiinni laakeroidun 40 mm-umpiteräsputkesta valmistetun akselin välityksellä jalustassa, joka on kiinnitetty lattiaan neljällä 12 mm -pultilla. Johteen kiinnitysteline on suunniteltu siten, että kuormitettava johde voidaan asentaa sekä pystyettä vaakasentoon.

Iskuvasaran varsi koostuu kahdesta 900 mm pitkästä 100x50x6 mm-teräsputkesta. Varren päähän on putkien väliin hitsattu 815 mm pitkä ja 56 kg painava teräspaino (UIC 68 -ratakisko). Teräspainon alalaippaan on hitsattu kaksi varrensuuntaista U-profiilista teräslaippaa (U-30x35x30/2 mm), joiden väliin on kiinnitetty iskuterä. Iskuterän koko on 300x60x13 mm. Terämateriaali on Imatra Steel Oy:n valmistamaa Imabor -terästä, jota Tielaitos käyttää mm. tiehöyliä terissä. Imabor on seosteräs, jossa kulutuskestävyys- ja kovuusominaisuuksia on parannettu seostamalla teräksen joukkoon 0,3 % booria (seosaineina myös mangaania 1,2 % ja kromia 0,2 %).

Terän iskukohdan etäisyys akselista johteen (normaali kaideprofiili) yläreunaan on 1300 mm. Etäisyys sivureunaan määräytyy johdeprofiilin korkeudesta ja mallista. Iskukohdan etäisyys johteen kiinnitystelineeseen on 500 mm. Iskulaitteen vasaraosa painaa 833 N ja painopisteen etäisyys akselista on 990 mm. Vaaka-asennossa alaspäin suuntautuva voima on iskukohdassa 637 N.

2.2 Koejärjestely

Iskukoe tehdään johteen ylä- ja etureunaan. Yläreunaan tehtävässä kokeessa johde kiinnitetään telineeseen samaan asentoon kuin oikeissa oloissa. Etureunaan tehtävässä iskukokeessa johde on käännetty vaaka-asentoon. Putkikaiteen etureunaan tehtävässä kokeessa on kaksi putkea rinnakkain. Koestettavan johteen pituus on oltava 3900..4100 mm. Ylä- ja etureunaan tehtävissä kokeissa ei käytetä samaa johdetta, joten yhden johdetyypin koestamiseen tarvitaan n. 8 m johdetta. Koestuslämpötila on 16..18°C. Koejärjestelyiden työvaiheet voidaan jakaa johteen kiinnitykseen telineeseen ja iskukokeeseen. Jokaisen iskun välillä mitataan johteen muodonmuutokset.



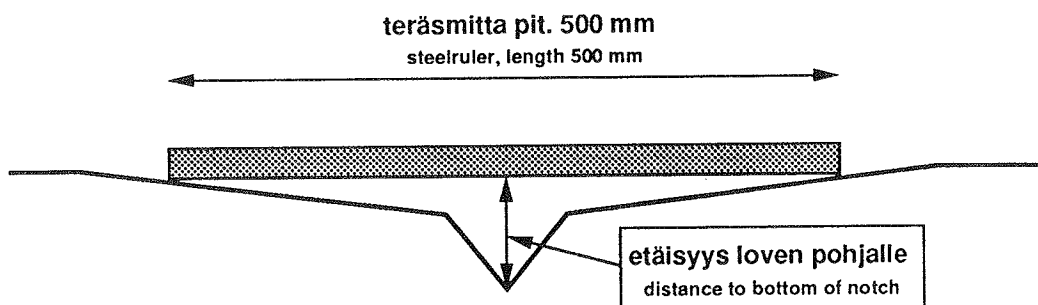
Kuva 2. Johde kiinnitettynä telineeseen yläreunaiskuja varten

1. Johteen kiinnitys telineeseen:
 - asennuskorkeus on valittu siten, että vasaran terä on vaaka-asennossa ensimmäisen iskun tapahtumahetkellä
 - johde on kiinteästi kiinni yhdestä tukipisteestä. Tukeva kiinnitys on varmistettu liimapuusta sahatulla johdeprofiilia mukailevalla muotilla, joka estää kallistumisen, muodonmuutoksen ja siirtymät.
 - etäisyydet kiinteästä tukipisteestä:

-iskukohtaan	490..510	mm
-vapaaseen tukipisteeseen	1000	mm
-johteen vapaaseen päähän	2490..2510	mm
2. Iskukoe
 - vasara nostetaan pystyyn 90° kulmaan terän iskuasentoon nähden
 - vasara pudotetaan johteen päälle ilman alkuvauhtia (eli ennen pudotusta vasaralla on vain potentiaalienergiaa)
 - pudotuksen jälkeen vasara nostetaan takaisin pystyasentoon ja mitataan johteeseen syntyneet muodonmuutokset
 - pudotuksia tehdään samaan kohtaan yhteensä 5 kpl.

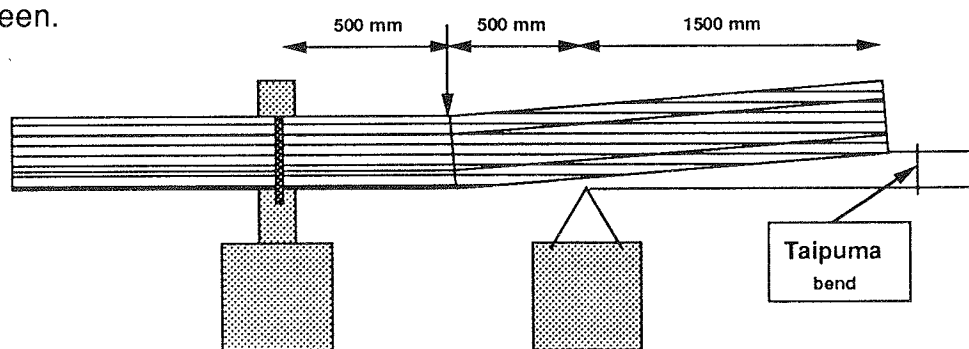
2.3 Mittaukset

Vasaran iskusta kaidejohteen yläreunaan syntyy lovi, jonka syvyys mitataan 0,1 mm tarkkuudella. Mittaus suoritetaan asettamalla ensin loven yläpuolelle 500 mm pitkä teräsmitta, jonka jälkeen digitaalisella työntömitalla mitataan etäisyys loven pohjalle. Mittaustuloksissa on syvyysarvot ensimmäisen ja viidennen pudotuksen jälkeen.

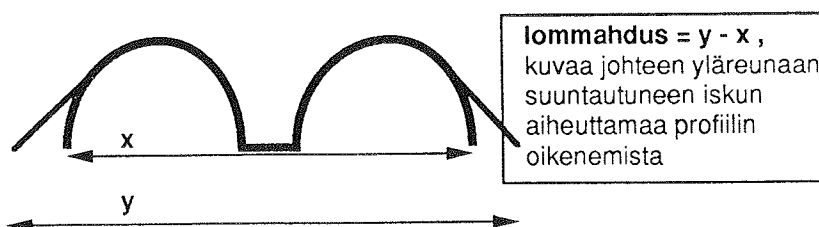


Kuva 3. Loven syvyyden mittaus

Johteen etureunaan suunnatun iskun aiheuttaman loven syvyys mitataan kuten yläreunankin. Jokaisen iskun jälkeen on mitattu myös profiilin korkeus 1 mm tarkkuudella mahdollisen johteen lommahduksen toteamiseksi. Etureunaan suunnatun iskun voimasta johde taipuu, sillä se on kiinteästi kiinni telineessä vain yhdestä tukipisteestä. Kyseinen taipuma on mitattu johteen vapaasti tuetusta päästä. Mittaustuloksissa kaikki em. tulokset on raportoitu ensimmäisen ja viidennen pudotuksen jälkeen.



Kuva 4. Taipuman mittaus



Kuva 5. Lommahdus

3 TULOKSET

3.1 Tutkitut johteet

Iskukokeessa testattiin suomalaista 230/4 mm -johdetta (Rautaruukki Oy) ja 310/3 mm -johdetta. Kyseiset johteet olivat kuumasinkittyä ja kylmämuovattua teräsprofiilia.

Putkikaiteita edusti pyöreä tuiskukaidejohde (Kaide- ja aitatyö M. Kanerva Oy), jonka halkaisija on 90 mm ja seinämäpaksuus 3 mm. Tutkitut pyöreät johteet olivat kuumasinkittyä terästä. Tuiskujohteeseen on hitsattu U-30x35x30/3 -profiili, joka toimii johteen ja pylvään välisenä kiinnityskiskona. Pyöreää putkijohdetta verrattiin 80x40/2 mm -suorakaideputkeen, jonka teräslaji on CR 20 (maahantuoja Algol Oy, hitsattu teräsputki, ei kuumasinkitystä).

3.2 Johteen yläreunaiskut

Taulukko 1. Loven syvyys [mm] 500 mm mitalla 1. ja 5. yläreunaiskun jälkeen

	230/4	310/3	90x3-putki	80x40/2
1. isku	18,0	26,9	8,9	28,4
5. isku	25,8	41,9	23,0	yli 100

Kokemusten mukaan lumivallinleikkaus vahingoittaa 310/3 -johteen yläreunaa, mutta ei 230/4 -johteen yläreunaa. Rajan 5. iskun jälkeen tulee olla jossakin 25,8 mm ja 41,9 mm välissä. Tulosten perusteella ehdotetaan rajaksi 35 mm.

3.3 Johteen etureunaiskut

Taulukko 2. Loven syvyys [mm] 500 mm mitalla 1. ja 5. etureunaiskun jälkeen

	230/4	310/3	90x3-putki	80x40/2
1. isku	1,8	4,4	5,6	5,9
5. isku	7,4	18,4	12,1	29,4

Kokemusten mukaan erityisesti tiehöylällä tehty auraus vaurioittaa 310/3 -johteen etupintaa. Kyseisiä kunnossapidollisia vauriohavaintoja ei ole tehty 230/4 -johteista. Raja (5 iskua) tulee olla 7,4 mm ja 18,4 mm välissä. Rajaksi ehdotetaan 15 mm.

Taulukko 3. Lommahdus

	230/4	310/3
1. isku	0	1
5. isku	3	5

Lommahdus ei ole ollut ongelma kaiteen toiminnan kannalta.

Taulukko 4. Taipuma johteen päässä[mm]

	230/4	310/3	90x3-putki	80x40/2
1. isku	3	3	4	-
5. isku	39	46	35	333

Kokemusten mukaan 310/3 mukaan 310/3 -johteet ovat taipuneet auraksesta silmin nähden enemmän kuin 230/4 -johteet. Taipuma ei kuitenkaan ole haitallinen kaiteen toiminnan kannalta. Ehdotetaan rajaksi 50 mm.

TIELAITOKSEN SISÄISIÄ JULKAISUJA

- 4/1993 Tulosohjauksen kehittäminen kohti tuotantosopimusmenettelyä. TIEL 4000026
- 5/1993 Tielaitoksen henkilöstö 1992. Keskushallinto/yhtymähallinto
- 6/1993 Yleisjohdon neuvottelupäivät, Helsinki 19-20.1993, kokousmuistio
- 7/1993 Yleissuunnittelun pilottiraportti, Länsiväylä välillä Kivenlahti-Suomenoja. Keskushallinto/tiehallinto
- 8/1993 Matkakertomus Ruotsiin ja Norjaan suuntautuneelta talvikunnossapito-matkalta 13-19.12.1992. Tuotannon palvelukeskus, Tampere
- 9/1993 Ympäristövaikutusten arviointi, kokeilu tiehankkeissa I. TIEL 4000027
- 10/1993 Päällystetyn tieverkon kuntomittaukset ja hallintajärjestelmät. TIEL 4000028
- 11/1993 Tulosraportti 1992. TIEL 4000029
- 12/1993 Yleisten teiden ympäristön tilan selvitys; Luonto, maisema, kulttuuri-historia. TIEL 4000030
- 13/1993 Elastisten kulutusterien kulutuskestävyys. Tuotannon palvelukeskus, Tampere
- 14/1993 Ylläpitostrategioiden tietotuki: analyysi HIPS-ohjelmistolla. TIEL 4000031
- 15/1993 Tiehöylän painon merkitys jääpolanteen höyläyksessä. TIEL 4000032
- 16/1993 Tierakenteiden korkeuspoikkeamat. TIEL 4000033
- 17/1993 Tiekaiteiden kunnossapitokestävyys Pohjoismaissa. TIEL 4000034
- 18/1993 Ennusteen seuranta 1992; Ennusteen tarkistaminen 1993 (Liikenne- ja autokantaennuste 1898-2010). Tutkimuskeskus
- 19/1993 Tierekisterin laadunvalvonta 1990 ja 1991. Tutkimuskeskus
- 20/1993 Tierekisteri- ja paikkatietojen yhteiskäytön kehittäminen. Tutkimuskeskus
- 21/1993 Tielaitoksen oma kalusto 1992. TIEL 4000019-93
- 22/1993 Tulosohjauksen ja talouden tietotarpeet. Keskushallinto
- 23/1993 Tiemestaripiirin tulosohjausjärjestelmä. TIEL 4000035
- 24/1993 Yleisrajoitusteiden taustaselvitys. TIEL 4000036
- 25/1993 Ympäristöosaaminen tielaitoksessa 1993. TIEL 4000037
- 26/1993 Ympäristöasioiden yhdyshenkilöt tielaitoksessa. TIEL 4000038
- 27/1993 Talvihoidon poikkileikkauseuranta; työmäärät ja laatu 1992/1993 Tuotannon palvelukeskus, Tampere
- 28/1993 Tiekaideonnettomuudet syksyllä 1992. TIEL 4000039