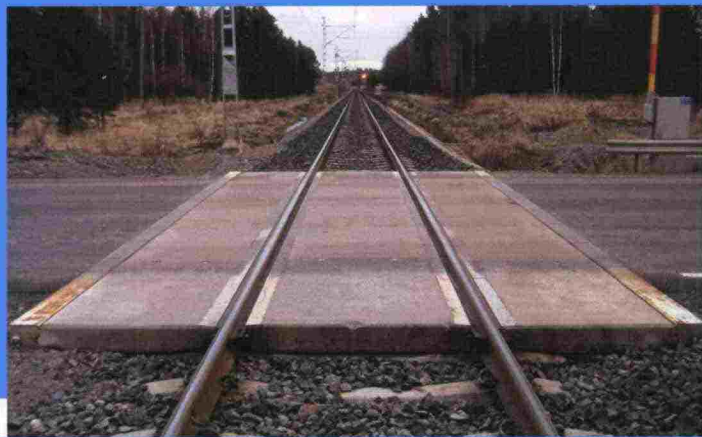


## Tasoristeysten kansirakenteet



Matti Majjala – Markku Nummelin – Tuomo Viitala



Ratahallintokeskuksen  
julkaisu A 6/2008

## Tasoristeysten kansirakenteet

Matti Maijala  
Markku Nummelin  
Tuomo Viitala

Helsinki 2008



**Ratahallintokeskus**

Ratahallintokeskuksen julkaisu A 6/2008

ISSN 1455-2604

ISBN 978-952-445-229-8

Verkkajulkaisu pdf ([www.rhk.fi](http://www.rhk.fi))

ISSN 1797-6995

ISBN 978-952-445-230-4

Kannen ulkoasu: Proinno Design Oy, Sodankylä

Kansikuva: Matti Majjala

Helsinki 2008

**Maijala, Matti – Nummelin, Markku – Viitala, Tuomo: Tasoristeysten kansirakenteet.** Ratahallintokeskus, Rataverkko-osasto. Helsinki 2008. Ratahallintokeskuksen julkaisu A 6/2008. 78 sivua. ISBN 978-952-445-229-8, ISBN 978-952-445-230-4 (pdf), ISSN 1455-2604, ISSN 1797-6995 (pdf).

**Avainsanat:** rautatiet, tasoristeys, tasoristeuksen kansirakenne, laippaurakumi, siirtymäpalkki, asfaltti, kunnossapito.

## TIIVISTELMÄ

Tasoristeysten kansirakenteiden kehittäminen alkoi kesällä 1999. Runsaat kahdeksan vuotta kestänyt kehitystyö on tuottanut useita kansirakenteiden rakenneratkaisuja, jotka on jo otettu tai otetaan valtion rataverkolla normaaliin käyttöön.

Tasoristeysten kansirakenteet ovat vuosittain enemmän volyymituote kuin yksittäinen investointi. Vuonna 2007 uusittiin n. 90 tasoristeyskantta. Tasoristeyskansien kunnossapito ja uusiminen maksoi v. 2007 noin 2 miljoonaa euroa, siis alle prosentti radanpidon vuosibudjetista. Tämä ei millään tavoin vähennä kehitystyön arvoa eikä jatkotarvetta, sillä lähes kaikki kehittämisen perusteet kohdistuvat turvallisuuteen. Tilanne on pikemminkin päinvastoin, sillä suhteellisen pienellä rahallisella panostuksella on saata- vissa ja ylläpidettävissä omalta osaltaan sekä raide- että tieliikenneturvallisuutta. Lisäksi tulevina vuosina vähäliikenteisten ratojen päällysrakenteen uusiminen edellyttää totuttua enemmän kansirakenteiden uusimista.

Tasoristeuksen kannen on aina täytettävä Ratateknisten ohjeiden (RATO) vaatimukset. Kansirakenteet on valmistettava RHK:n piirustusten mukaan tai rakenteella on oltava RHK:n myöntämä käyttöluupa. Muita kansirakenteita ei tilapäisestikään saa käyttää. Laippaurakumia on käytettävä aina, ellei se ole kansirakenteessa jo valmiina lukuun ottamatta urakiskoa ja Krug-elementtiä. Laippaurakumin on oltava yhtenäinen lukuun ottamatta kumikansirakennetta. Kansirakenteen on oltava yhtenäinen, mikäli kannen kokonaispituus on enintään 10 m lukuun ottamatta kumikansia. Raiteen päällysrakenteen vaihdon tulisi ulottua noin 20...30 m:n etäisyydelle kannen päistä. Tie on suositeltavaa asfaltoida noin 10 metriä kansirakenteen reunasta lähtien.

Puinen tasoristeuksen kansirakenne on kaikkiin muihin kansirakenteisiin verrattuna volyymituote. Niitä oli valtion rataverkolla 3160 (87 % kaikista kansista 31.12.2007). Rakennepiirustukset on laadittu kaikille kiskopainoille. Tuote voi olla joko naulattu tai liimattu. Lopputuotteena naulatut ja liimatut rakenteet eivät ole samanarvoisia. Kuluminen naulatulla rakenteella on noin kaksinkertainen liimapuuhun verrattuna. Samoin naulattu rakenne elää enemmän kuin liimattu. Naulatusta rakenteesta ei saa yhtä mittatarkkaa kuin liimatusta. Yhtenäisistä elementeistä lähes kaikki ovat liimapuuta. Liimapuisissa kansirakenteissa on etenkin keskielementeissä noin 20 %:ssa kohteista ollut ongelmia puun kosteuselämisen ja suorana pysymisen suhteen. Tähän odotetaan rakennuskaudella 2008 ratkaisua kertopuusta, jossa haaste on lähinnä valmistuksessa ja hinnassa. Toistaiseksi odotearvo on luottavainen. Puista kansirakennetta ei varauksetta suositella siirtymäkaareen. Puinen kansirakenne on aina varustettava vaelluksen ja ylösnousun estävällä hyväksytyllä ankkurointirakenteella. Vähäliikenteisissä tasoristeyksissä (KVL korkeintaan 100) puinen kansirakenne on siirtymäkaarta lukuun ottamatta käytännössä ainoa vaihtoehto.



RHK on hyväksynyt kaksi kumitasoristeyksen päätyyppiä, jotka tunnetaan valmistajan mukaan. Kotimaisella Teknikum Oy:llä on kolme mallia: normaali tasoristeys, huoltotasoristeys ja laippauraton tasoristeys. Kraiburg GmbH:lla on kolme mallia: normaali Strail-tasoristeys sekä kevyelle ja huoltoliikenteelle PedeStrail- ja InnoStrail-tasoristeykset. Molempien valmistajien tuotteilta edellytetään elementtien nousun ja vaeltamisen estävä hyväksyty ankurointirakenne. Kumisella kansirakenteella tien ja kannen väli ei aina ole hallittu. Uutena tasoristeyskansiin liittyvänä rakenteena on suunniteltu siirtymäpalkki reunaelementtien ja tien liitoskohtaan. Siirtymäpalkin maksimipituus on 12 m. Tavoitteena on saada kannen ja tien liitos hallintaan sekä yhtenäinen tukipinta reunaelementille tien puolella. Tästä syystä kumisten kansirakenteiden kanssa on siirtymäpalkkien käyttö suositeltavaa periaatteessa aina. Poikkeuksen tekevät sellaiset kohteet, joissa liikenne on vähäistä, mutta kumitasoristeys on valittu raidegeometriasta johtuen tai kyse on kevyen liikenteen väylästä. Tällöin tien ja kannen liitos kannattaa tehdä noin 0,5 m:n matkalla 2-kerros-asfaltointina. Kumikansirakenne soveltuu lähes ainoana siirtymäkaareen. Tuotetta on saatavissa kiskopainoille K43, 54E1 ja 60E1. Kumitasoristeys soveltuu käytännössä yhtenä suositeltava vaihtoehtona normaaleihin (KVL 100–2000) ja vilkkaisiin (KVL yli 2000) tasoristeyksiin varsinkin, jos raskaan liikenteen osuus on pienehkö.

RHK on hyväksynyt Parma Oy:n betonikansirakenteen, jossa elementit valmistetaan teräsmuoteissa ja jännitetään jälkepäin. Kansielementit voidaan liittää toisiinsa raiteen suunnassa, mutta liitosta ei saa tehdä siten, että se jäisi tieliikenteen rasitukselle alttiiksi. Liitos voidaan tehdä esim. kohdassa, jossa kaistat on erotettu toisistaan korokkeella. Kansirakenne voidaan toteuttaa yhtämittaisena 11,8 metriin saakka ja jatkeeksi voidaan liittää puinen kansirakenne esim. kevyelle liikenteelle. Betonikansirakenne soveltuu vain suoralle raiteelle kiskopainoille 54E1 ja 60E1 sekä betonipölkyille BP89, B97 ja BP99. Betonitasoristeys on hyvä vaihtoehto vilkkaasti ja raskaasti (KVL yli 2000) liikennöityihin tasoristeyksiin, mutta on varteenotettava vaihtoehto nettonykyarvovertailun perusteella myös normaalitasoristeyksiin (KVL 100–2000).

RHK on hyväksynyt asfalttitasoristeysrakenteen, jossa laippaurana käytetään joko urakiskoa tai Krug-elementtiä. Sitä saa käyttää sivuradoilla ja sivuraiteilla, joilla raiteen suurin nopeus on 50 km/h. Tapauskohtaisesti RHK voi myöntää luvan poiketa edellä mainitusta raiteen suurimmasta nopeudesta, jolloin kyseessä on yleensä pääraide. Rakenne edellyttää betonipölkyt. Krug-elementtiä on saatavissa kiskopainoille K43, 54E1 ja 60E1.

Ratalain mukaan tasoristeystä ei saa ylittää moottorikelkalla ilman radanpitäjän lupaa. Radanpitäjän lupa edellyttää aina moottorikelkkaliikenteelle soveltuvan kansirakenteen. Moottorikelkoille tarkoitettu kansirakenne voi olla joko puinen ja kuminen. Siinä on oleellista, että ylitys tapahtuu noin 25 mm kiskon selän yläpuolella. Puisen moottorikelkkatasoristeyksen rakennepiirustukset on laadittu kaikille kiskopainoille. RHK on hyväksynyt kumisen moottorikelkkatasoristeyksen kiskopainoille K43, 54E1 ja 60E1.

RHK on hyväksynyt kiinteästi kumikanteen toteutetun laippaurattoman kumikansirakenteen. Sitä voi käyttää raiteilla, joilla raiteen suurin nopeus on 50 km/h, ja raiteilla, joilla raiteen suurin nopeus on 80 km/h, RHK:n kohdekohtaisella luvalla. Näillä käyttörajoituksilla RHK on antanut käyttöluvan toistaiseksi vain Teknikum Oy:n laippaurattomalle kansirakenteelle. Rakennetta voidaan käyttää kevyen liikenteen

väylillä varsinkin, jos radan ja väylän välinen kulma poikkeaa suorasta kulmasta. Tuotetta on saatavissa kiskopainoille K43, 54E1 ja 60E1.

Tasoristeyksen kannen kunnossapito kuuluu radanpitäjälle. Radan kunnossapitäjän ja tien kunnossapitäjän vastuualueiden raja on tasoristeyksen kannen ja tien liitoskohdassa. Lumenauraus tasoristeyksen kohdalla kuuluu tienpitäjälle. Vaurioita kansirakenteisiin tulee lähes yksinomaan talvikunnossapidossa, kun auran terät ovat vastoin ohjeistusta jääneet nostamatta. Tilanteet eivät ole vain esteettisiä, vaan monessa tapauksessa on vaarannettu turvallisuutta tai on sattunut vakaviakin onnettomuuksia. Tähän asiaan tulisi kiinnittää entistä enemmän huomiota ohjeiden päivityksen ja tiedotuksen avulla. Neuvotteluja Tiehallinnon ja suurimpien kaupunkien kanssa tulee tiivistää ja sopia esim. aiheuttamisperiaatteen mukaisesta sanktiokäytännöstä.



**Maijala, Matti – Nummelin, Markku – Viitala, Tuomo: Plankorsningskonstruktioner.** Banförvaltningscentralen, Bannätsavdelningen. Helsingfors 2008. Banförvaltningscentralens publikationer A 6/2008. 78 sidor. ISBN 978-952-445-229-8, ISBN 978-952-445-230-4 (pdf), ISSN 1455-2604, ISSN 1797-6995 (pdf).

**Nyckelord:** järnväg, plankorsning, plankorsningskonstruktion, gummi för flänsränna, övergångsbalk, asfalt, underhåll, KVL (keskimääräinen moottoriajoneuvoliikenteen vuorokausiliikenne) = motorfordonstrafiken per dygn i snitt.

## SAMMANDRAG

Utvecklandet av plankorsningskonstruktioner inleddes sommaren 1999. Utvecklingsarbetet, som räckte drygt åtta år, har resulterat i flera konstruktionslösningar, som redan tagits eller kommer att tas i normalbruk på statens bannät.

Plankorsningskonstruktionerna är årligen snarare en volymprodukt än en enskild investering. År 2007 förnyades ca 90 plankorsningskonstruktioner. Underhållet och förnyandet av plankorsningskonstruktioner kostade år 2007 ca 2 miljoner euro, dvs. under 1 procent av banhållningens årsbudget. Det här minskar på inget sätt värdet på utvecklingsarbetet eller det fortsatta behovet, eftersom utvecklandet i allra högsta grad grundar sig på säkerhetsaspekter. Situationen är snarare den omvända, eftersom man med en relativt liten pekuniär satsning kan uppnå och upprätthålla säkerhet inom såväl järnvägs- som landsvägstrafiken. Dessutom förutsätter förnyandet av svagt trafikerade banors överbyggnad under de kommande åren mera förnyelse av plankorsningskonstruktioner än man varit van vid.

En plankorsningskonstruktion ska alltid uppfylla kraven i de Bantekniska anvisningarna (RATO). Plankorsningskonstruktionerna ska tillverkas enligt Banförvaltningscentralens (RHK) ritningar eller så ska konstruktionen ha RHK:s brukstillstånd. Andra konstruktioner får man inte använda ens tillfälligt. Gummi för flänsränna ska alltid användas, om det inte finns redan färdigt i plankorsningskonstruktionen, med undantag av skena med ränna och Krug-element. Gummit för flänsrännan ska vara enhetligt, med undantag av plankorsningskonstruktion av gummi. Plankorsningskonstruktionen ska vara enhetlig, om konstruktionens totala längd är högst 10 m, med undantag av konstruktioner av gummi. Bytet av spårets överbyggnad borde sträcka sig 20–30 meter från konstruktionens ändar. Det rekommenderas att vägen asfalteras på en ca 10 meters sträcka från konstruktionens kant.

Plankorsningskonstruktionen av trä är, jämfört med de övriga konstruktionerna, en volymprodukt. Det finns 3160 plankorsningskonstruktioner av trä (87 % av alla konstruktioner 31.12.2007) på statens bannät. Konstruktionsritningar har uppgjorts för alla rälsvikter. Produkten kan vara antingen spikad eller limmad. Som slutprodukt är de spikade och limmade konstruktionerna inte likvärdiga. Slitaget på en spikad konstruktion är ungefär dubbelt jämfört med motsvarande konstruktion av limträ. Den spikade konstruktionen lever också mer än den limmade. Man får inte heller lika exakt uppmätt den spikade som den limmade konstruktionen. De gemensamma elementen är nästan alla av limträ. I plankorsningskonstruktionerna av limträ har det funnits problem framför allt i mittelelementen i ca 20 % av objekten vad gäller träets fuktbetaende och rakhet. En lösning på problemet väntas under byggperioden 2008 av fanerträ. Vad gäller fanerträ ligger utmaningen närmast i tillverkningen och priset. Tills vidare inger

förväntningsvärdet förhoppningar. Plankorsningskonstruktioner av trä rekommenderas inte utan förbehåll för övergångskurvor. En plankorsningskonstruktion av trä ska alltid förses med en godkänd förankringskonstruktion som hindrar konstruktionen från att röra på sig. I plankorsningar med svag trafik (KVL högst 100) är konstruktionen av trä det enda alternativet i praktiken, med undantag av övergångskurvan.

RHK har godkänt två huvudtyper av plankorsningskonstruktion av gummi, som uppkallats enligt tillverkaren. Inhemska Teknikum Oy har tre modeller: normal plankorsning, serviceplankorsning och plankorsning utan flänsränna. Kraiburg GmbH har tre modeller: normal Strail-plankorsning samt för lätt trafik och servicetrafik PedeStrail- och InnoStrail-plankorsningar. Av båda tillverkarnas produkter förväntas förankringskonstruktion som förhindrar att elementen rör på sig. Med plankorsningskonstruktion av gummi är mellanrummet mellan väg och konstruktion inte alltid under kontroll. Som ny konstruktion till plankorsningskonstruktionerna har planerats en övergångsbalk till fogen mellan kantelementen och vägen. Övergångsbalkens maximilängd är 12 m. Målet är att få fogen mellan konstruktionen och vägen under kontroll samt en enhetlig stödyta för kantelementet på vägsidan. För den skull rekommenderas i princip alltid användningen av övergångsbalkar tillsammans med plankorsningskonstruktioner av gummi. Undantag är sådana ställen där trafiken är svag, och där plankorsningskonstruktion av gummi valts pga. spårgeometrin eller då det är fråga om led för lätt trafik. Då lönar det sig att göra fogen mellan vägen och konstruktionen som 2-våningsasfaltering på en sträcka på ca 0,5 meter. För övergångskurva lämpar sig nästan enbart plankorsningskonstruktion av gummi. Produkten finns för rälsvikterna K43, 54E1 och 60E1. Plankorsningskonstruktion av gummi utgör i praktiken ett rekommendabelt alternativ för normalt (KVL 100–2000) och livligt (KVL över 2000) trafikerade plankorsningar, isynnerhet om den tunga trafikens andel är minimal.

RHK har godkänt Parma Oy:s plankorsningskonstruktion av betong. Elementen tillverkas i formar av stål och spännes efteråt. Konstruktionselementen kan fogas till varandra i spårets riktning. Fogen får dock inte göras så att den blir utsatt för vägtrafikens belastning. Fogen kan till exempel göras på ett ställe där ramperna skiljts från varandra med en plattform. Plankorsningskonstruktionen kan tillverkas som en konstruktion utan fogar upp till 11,8 meter, och som skarv kan tillfogas en konstruktion av trä till exempel för lätttrafik. Plankorsningskonstruktioner av betong lämpar sig endast för raka spår med rälsvikterna 54E1 och 60E1 samt för betongsliprarna BP89, B97 och BP99. Plankorsningskonstruktioner av betong är ett bra alternativ för livligt och tungt trafikerade (KVL över 2000) plankorsningar, men är ett beaktansvärt alternativ även för normala plankorsningar på basis av jämförelsen av nettoanvändningsvärde.

RHK har godkänt plankorsningskonstruktionen av asfalt, i vilken som flänsränna används antingen skena med ränna eller Krug-element. Konstruktionen får användas på sidobanor och bispår med en maximihastighet på 50 km/h. Från fall till fall kan RHK tillåta avvikelser från denna maximihastighet, varvid det i allmänhet är fråga om ett huvudspår. Konstruktionen kräver betongsliprar. Krug-element kan fås till rälsvikterna K43, 54E1 och 60E1.

Enligt järnvägslagen får man inte överskrida en plankorsning med snöskoter utan banhållarens tillstånd. Banhållarens tillstånd innebär alltid att plankorsningskonstruktionen lämpar sig för trafik med snöskotrar. Konstruktionen för snöskotrar kan

vara antingen av trä eller av gummi. Väsentligt är att övergången sker ca 25 mm ovanom rälsöverkanten. Konstruktionsritningarna för snöskoterplankorsning av trä har uppgjorts för alla rälsvikter. RHK har godkänt snöskoterplankorsning av gummi för rälsvikterna K43, 54E1 och 60E1.

RHK har godkänt plankorsningskonstruktion av gummi utan flänsränna som sätts fast i gummikonstruktionen. Den kan användas på spår med en maximihastighet på 50 km/h, samt på spår med en maximihastighet på 80 km/h med separat tillstånd av RHK. Med dessa begränsningar har RHK hittills endast beviljat Teknikum Oy:s plankorsningskonstruktion utan flänsränna användningstillstånd. Konstruktionen kan användas på lättrafikleder i synnerhet om vinkeln mellan banan och trafikleden avviker från den rätta vinkeln. Produkten finns för rälsvikterna K43, 54E1 och 60E1.

Underhållet av plankorsningskonstruktionen hör till banhållaren. Gränsen för banunderhållet och vägunderhållet går vid fogen mellan plankorsningskonstruktionen och vägen. Snöröjningen vid plankorsningen hör till väghållaren. Skador i plankorsningskonstruktionerna uppstår nästan enbart vid vinterunderhållet, när man tvärtemot anvisningarna glömt lyfta upp plogskären. Situationerna är inte endast estetiska, utan många gånger har säkerheten riskerats eller det har även inträffat allvarliga olyckor. Det här borde uppmärksammas mer än tidigare genom uppdatering av anvisningar och genom information. Förhandlingar med Vägförvaltningen och de största städerna borde intensifieras och man borde avtala om t.ex. sanktionsförfarande enligt orsakarprincipen.



**Maijala, Matti – Nummelin, Markku – Viitala, Tuomo: Level crossing slab structures.** Finnish Rail Administration, Rail Network Department. Helsinki 2008. Publications of the Finnish Rail Administration A 6/2008. 78 pages. ISBN 978-952-445-229-8, ISBN 978-952-445-230-4 (pdf), ISSN 1455-2604, ISSN 1797-6995 (pdf).

**Key words:** railways, level crossing, level crossing slab structure, flangeway rubber, transition beam, asphalt, maintenance.

## ABSTRACT

Development of level crossing slab structures started in the summer of 1999. Eight years of development work has created several slab structure solutions which have been or will be put into regular usage on the State rail network.

Level crossing slab structures are annually more like a volume product than a single investment. In 2007 approx. 90 level crossing slabs were replaced. Maintenance and replacement of level crossing slabs cost in 2007 approx. €2 million, i.e. less than one percent of the annual track maintenance budget. This does not in any way reduce the value or need for continued development work because nearly all development requirements are based on safety considerations. The situation is in fact the opposite as with a relatively modest investment rail and road traffic safety is enhanced. In addition, in the coming years renewal of superstructures of lines with low traffic volumes will require replacing more slab structures than before.

Level crossing slabs shall always comply with Technical guidelines for fixed installations of railway (RATO) requirements. Slab structures shall be manufactured in accordance with RHK drawings or the structure shall have licence issued by RHK. Other slab structures cannot be used even temporarily. Flangeway rubber shall always be used unless it is already installed in the slab structure but not, however, channel rail and Krug-element. Flangeway rubber shall be continuous with the exception of the rubber slab structure. The slab structure shall be continuous if the slab total length is at most 10 m with the exception of the rubber slabs. Track superstructure replacement should extend to approx. 20...30 m from slab ends. It is recommended that the road is paved approx. 10 m from the edge of the slab structure.

Wooden level crossing slab structure is a high volume product when compared with all other slab structures. A total of 3160 wooden slabs existed on the State rail network (87 % of all slabs 31.12.2007). Structural drawings have been drawn up for all rail weight classes. The product can be either with nail connections or glued. As end products the nailed or glued structures are not of the same value. Wear and tear with the nailed structure is approximately double that of the glued structure. Similarly the nailed structure moves more than the glued one. Nailed structure cannot be manufactured to be as dimensionally accurate as the glued one. Nearly all uniform elements are glue wood. In glue wood slab structures, in particular centre elements, approx. 20 % of sites have had problems with movement of wood due to moisture and problems to get the structure to stay straight. A solution is expected in the 2008 construction season to be found in laminated veneer lumber with which the challenge is mainly in manufacturing and price. For the time being expectations remain at a confident level. Wooden slab structures cannot be recommended without reservations for transition curves. Wooden



slab structures shall always be equipped with an approved anchoring structure to prevent creeping and upward movement. At level crossings with low traffic volumes (average daily motor vehicle traffic at most 100) a wooden slab structure with the exception of the transition curve is practically the only option.

RHK has approved two main types of rubber level crossing which are known on the basis of the manufacturer. Finnish Teknikum Oy has three models: normal level crossing, maintenance level crossing and level crossing without flangeway. Kraiburg GmbH has three models: normal Strail level crossing and PedeStrail and InnoStrail for light and maintenance traffic. An approved anchoring structure to prevent creeping and upward movement of elements is required from products of both manufacturers. The space between the road and slab is not always controlled with a rubber slab structure. A transition beam at the joint between the edge elements and the road has been designed as a new level crossing slab structure. The maximum length of the transition beam is 12 m. The aim is to gain control of the joint between the slab and the road and a continuous supporting surface for edge elements on the road side. Therefore, it is recommended that transition beams are in principle always used with rubber slab structures. An exception is formed by sites at which traffic volumes are low but a rubber level crossing has been closed due to track geometry or the route in question is a pedestrian and bicycle way. In these cases it is best to make the joint between the road and slab with a length of approx. 0.5 m as double layer asphaltting. The rubber slab structure is virtually the only possibility for the transition curve. The product is available for rail weights K43, 54E1 and 60E1. Rubber level crossings are suitable in practice as one recommendable alternative for normal (average daily motor vehicle traffic 100–2000) and high volume (average daily motor vehicle traffic over 2000) level crossings especially if the percentage of heavy vehicles is low.

RHK has approved Parma Oy's concrete slab structure in which the elements are manufactured in steel moulds and prestressed later. Slab elements can be joined together in the direction of the track but the joint shall not be made so that it remains exposed to wear and tear caused by road traffic. The joint can be made e.g. in a location where the lanes have been separated from each other by a traffic island. The slab structure can be made as continuous up to 11.8 m and an wooden slab structure can be used as an extension for e.g. pedestrian and bicycle traffic. Concrete slab structures are suitable for only straight tracks and rail weights 54E1 and 60E1 and concrete sleepers BP89, B97 and BP99. Concrete level crossings are a good alternative for level crossings with high volume and heavy loads (average daily motor vehicle traffic 2000) but is a viable option on the basis of net present value comparisons also for normal level crossings (average daily motor vehicle traffic 100–2000).

RHK has approved an asphalt level crossing structure in which the flangeway is either a channel rail or Krug element. The structure can be used on secondary lines and sidings on which the maximum speed is 50 km/h. On a case-by-case basis RHK can issue a permit to deviate from the above maximum speed when it is usually a main line. The structure requires concrete sleepers. Krug elements are available for rail weights K43, 54E1 and 60E1.

According to the Track Act a level crossing cannot be crossed by snowmobile without permission from the infrastructure manager. Permission from the infra manager always

requires a slab structure suitable for snowmobile traffic. A slab structure suitable for snowmobiles can be either from wood or rubber. It is essential that the crossing takes place approx. 25 mm above the top of the rail. Wooden snowmobile level crossing structural drawings have been made for all rail weight classes. RHK has approved the rubber snowmobile level crossing for rail weight classes K43, 54E1 and 60E1.

RHK has approved a fixed rubber slab structure without flangeway. The structure can be used on tracks with a maximum speed of 50 km/h, and on tracks with a maximum speed of 80 km/h, by site-specific permission from RHK. Thus far RHK has issued permits with these restrictions only to Teknikum Oy's slab structure without flangeway. The structure can be used on pedestrian and bicycle traffic routes especially if the angle between the track and route deviates from a right angle. The products are available for rail weights K43, 54E1 and 60E1.

Maintenance of the level crossing slab is conducted by the infra manager. Boundaries of responsibility of the track infra manager and road manager lie at the joint of the level crossing slab and road. Snowploughing at level crossings is conducted by the road manager. Slab structures suffer damage nearly exclusively during winter maintenance when plough blades have not been lifted in violation of guidelines. Damages are not merely aesthetic but in many cases safety has been compromised or serious accidents have occurred. More attention should be paid to this matter with updated guidelines and information. Negotiations with the road administration and larger cities shall be intensified and the parties shall agree on e.g. sanctions based on the principle of causation.

## ESIPUHE

Tasoristeysten kansirakenteet ovat oleellinen osa sekä rautatie- että maantieliikenteen turvallisuutta. Kansirakenteet aiheuttavat lisäksi merkittäviä investointi- ja kunnossapitokustannuksia. Kansien kunnossapitoon ja uusimiseen käytetään vuosittain noin kaksi miljoonaa euroa. On tärkeää tietää kansirakenteiden elinkaarikustannukset, jotta kuhunkin paikkaan ja tilanteeseen saadaan valittua kustannuksiltaan ja käytettävyydeltään paras ratkaisu.

Laaja kansirakenteiden kehittämisohjelma aloitettiin jo kesällä 1999. Työssä ovat olleet mukana Ratahallintokeskuksen lisäksi useat yritykset joko konsultteina tai koe-rakenteiden toimittajina: ANSERI-Konsultit Oy, Finnforest Oy, Kraiburg GmbH, Laterakenteet Oy, Luja Oy, Parma Oy, Teknikum Oy, Ukko Oy, Versowood Oy ja Oy VR-Rata Ab. Ratahallintokeskuksessa työtä ovat ohjanneet eri aikoina Markku Nummelin, Kari Ojanperä ja Tuomo Viitala. Tutkimuksen koordinaattorina on toiminut koko työn ajan Matti Maijala Oy VR-Rata Ab:sta. Kunnossapitäjien ja rakentajien puolesta työssä on ollut voimakkaasti mukana Olavi Viitanen Oy VR-Rata Ab:sta. Työn alkuvaiheessa Seppo Kähkönen ANSERI-Konsultit Oy:stä antoi kehittämisohjelmalle tietämystään. Työn aikana on järjestetty mm. neljä kansirakenneseminaaria.

Pitkäaikaisen kehittämis- ja koeohjelman tuloksena tässä dokumentissa julkaistaan useita suosituksia tasoristeysten kansirakenteiden käytöstä. Kehittäminen ei kuitenkaan pääty tähän, vaan jatkuu ja johtanee muutaman vuoden kuluttua päivitykseen. Kuitenkin nyt on saatu aikaan maamme rataverkolla rakenteiden käyttöperiaatteet yhtenäistävä kansirakennepolitiikka.

Helsingissä, toukokuussa 2008

Ratahallintokeskus  
Rataverkko-osasto

## SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ.....	3
SAMMANDRAG.....	6
ABSTRACT.....	9
ESIPUHE.....	12
1 JOHDANTO.....	15
2 KEHITTÄMISEN TAUSTA JA PERUSTEET.....	16
2.1 Ankkurointi.....	16
2.2 Kansirakenteen vahvuus.....	19
2.3 Tiiveys.....	20
2.4 Tien ja kansirakenteen yhtymäkohta.....	21
2.5 Tien tasaus tasoristeyksen molemmin puolin.....	22
2.6 Moottorikelkkojen vaikutukset.....	23
2.7 Raiteen kunnossapitoystävällisyys.....	24
2.8 Betoniratapölkkyjen korotuspalojen paikallaan pysyvyys.....	24
2.9 Tieliikenteen akselipainot.....	24
2.10 Kulumiskestävyys.....	26
3 PUISET TASORISTEYSKANSIRAKENTEET.....	27
3.1 Tausta.....	27
3.2 Laippaurakumi.....	27
3.3 Betoniratapölkkyjen korotuspalojen paikallaan pysyvyys.....	28
3.4 Kannen tiiveys.....	29
3.5 Ankkurointi.....	31
3.6 Puun kosteuseläminen ja suorana pysyminen.....	33
3.7 Puulajivaihtoehtoja.....	35
3.8 Rajoitetun käytön rakenne.....	37
4 KUMISET TASORISTEYSKANSIRAKENTEET.....	38
4.1 Tausta.....	38
4.2 Siirtymäpalkit.....	38
4.3 Teknikum Oy:n tuotteiden kehitys.....	41
4.4 Kraiburg GmbH:n tasoristeys.....	44
4.5 Kumisen tasoristeyskansirakenteen erikoispiirteet.....	44
5 BETONISET TASORISTEYSKANSIRAKENTEET.....	46
5.1 Tausta.....	46
5.2 Betonisen tasoristeysrakenteen kehittäminen.....	46
6 ASFALTTITASORISTEYSRAKENTEET.....	52
6.1 Tausta.....	52
6.2 Kehittäminen.....	52
7 ERIKOISRATKAISTUT TASORISTEYSKANSIRAKENTEET.....	55
7.1 Metalliset tasoristeyskansirakenteet.....	55



7.2	Tasoristeys vaihteen kohdalla.....	55
7.3	Tasoristeyskansien yhdistelmäratkaisut .....	56
8	MOOTTORIKELKKATASORISTEYKSET.....	57
8.1	Tausta.....	57
8.2	Moottorikelkkatasoristeyksen kansirakenne.....	58
9	VAJAA LAIPPAURA JA LAIPPAURATTOMUUS.....	61
9.1	Vajaa laippaura .....	61
9.2	Laippaurattomuus .....	62
9.3	Urakiskon ja normaalikiskon laippauratäyte .....	65
10	NETTONYKYARVOVERTAILU (NNA-vertailu).....	67
10.1	Tausta.....	67
10.2	Nettonykyarvovertailu .....	67
11	TASORISTEYSKANSIEN KUNNOSSAPITO.....	71
11.1	Tausta.....	71
11.2	Kansirakenteiden kunnossapito-ongelmat.....	72
12	YHTEENVETO, SUOSITUKSET JA JATKOKEHITTÄMINEN.....	75
12.1	Yhteenveto ja suositukset .....	75
12.2	Jatkokehittäminen.....	77
	LÄHDELUETTELO .....	78

## 1 JOHDANTO

Tasoristeyksellä tarkoitetaan tien ja radan samassa tasossa olevaa risteystä. Tieliikenne edellyttää tasoristeykseen kansirakenteen, jotta liikennöinti olisi mahdollista.

Valtion rataverkolla on tasoristeyksiä 3634 (tilanne 31.12.2007). Niitä poistuu vuosittain n. 50. Lisäksi tasoristeyksiä on yksityisraiteilla n. 700.

Ohjeet tasoristeysten kansirakenteista on yleisellä tasolla esitetty Ratateknisten ohjeiden (RATO) osassa 9 Tasoristeykset /1/. Lisäksi kaikista kansirakenteista on oltava joko Ratahallintokeskuksen (RHK) hyväksymät tyyppiirustukset tai RHK:n kansirakenteelle antama käyttöluupa. Muita kansirakenteita ei edes tilapäisesti saa käyttää.

Tasoristeys on aina epäjatkuvuustekijä sekä raiteelle että tielle. Se asettaa kansirakenteelle teknisesti haasteen, jotta sekä raide- että tieliikenne kaikissa olosuhteissa olisi turvallista. Raiteen suhteen mahdolliseen epäjatkuvuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Tien suhteen epäjatkuvuutta ei saa esiintyä kansien matkalla, mutta tiellä muuten voi ennen tasoristeystä olla autoilijan huomion lisäämiseksi esim. tärinäraitoja.

Kansirakenteita on materiaaleiltaan ja ominaisuuksiltaan erilaisia. Lähtökohtana on aina oltava turvallisuus. Tästä syystä RHK käynnisti kesällä vuonna 1999 erilaisten kansirakenteiden kehittämisprojektin tavoitteena turvalliset rakenteet ja sen ohella taloudelliset perusteet. Kuluneiden 8 vuoden aikana on tehty kehitystyötä ja saatu kokemuksia useiden materiaalien ja rakenteiden käyttäytymisestä, kestävydestä ja soveltuvuudesta tasoristeyksen kansirakenteeksi. Muutamat kansirakennetyypit tai niihin liittyvät rakennemuutokset ovat jo saaneet RHK:n hyväksynnän.

Kehitystyötä on tehty yhteistyössä materiaalitoimittajien, radan rakentajien ja kunnossapitäjien kanssa. Tasoristeyksen kansirakenteen kunnossapito kuuluu radanpitäjälle lumenaurausta lukuun ottamatta.

Tämä raportti sisältää vuonna 1999 alkaneen kehitystyön sisältäen työn aikana esille tulleet näkemykset, kokemukset, materiaali- ja työtapakokeilut sekä nettonykyarvovertailut päätyen jatkotoimiin ja suosituksiin. Raportissa käsitellään myös sellaiset toimenpiteet, jotka eivät lainkaan tai suoraan johtaneet tuotteeksi tai osarakenteeksi. Raportin jälkeenkin kehitystyö jatkuu ja sen tulokset päivitetään myöhemmin.

## 2 KEHITTÄMISEN TAUSTA JA PERUSTEET

Tasoristeysten kansirakenteille on useita kehittämisperusteita, joista kaikkia tässä esitettyjä on kehitystyössä pyritty käsittelemään ja ratkaisemaan.

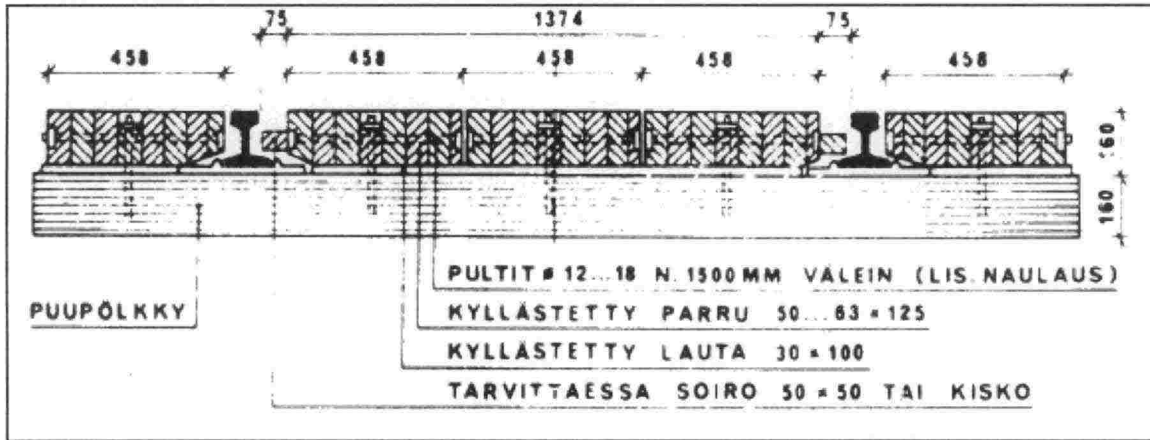
Seuraavassa on kerrottu kehittämisperusteita ja taustaa, joihin palataan lähinnä ratkaisumielessä tarkemmin. Oheinen lista ei ole tyhjentävä, mutta siinä on kuvattu oleelliset epäkohdat tai muuta kehittämisessä huomioon otettavaa.

### 2.1 Ankkurointi

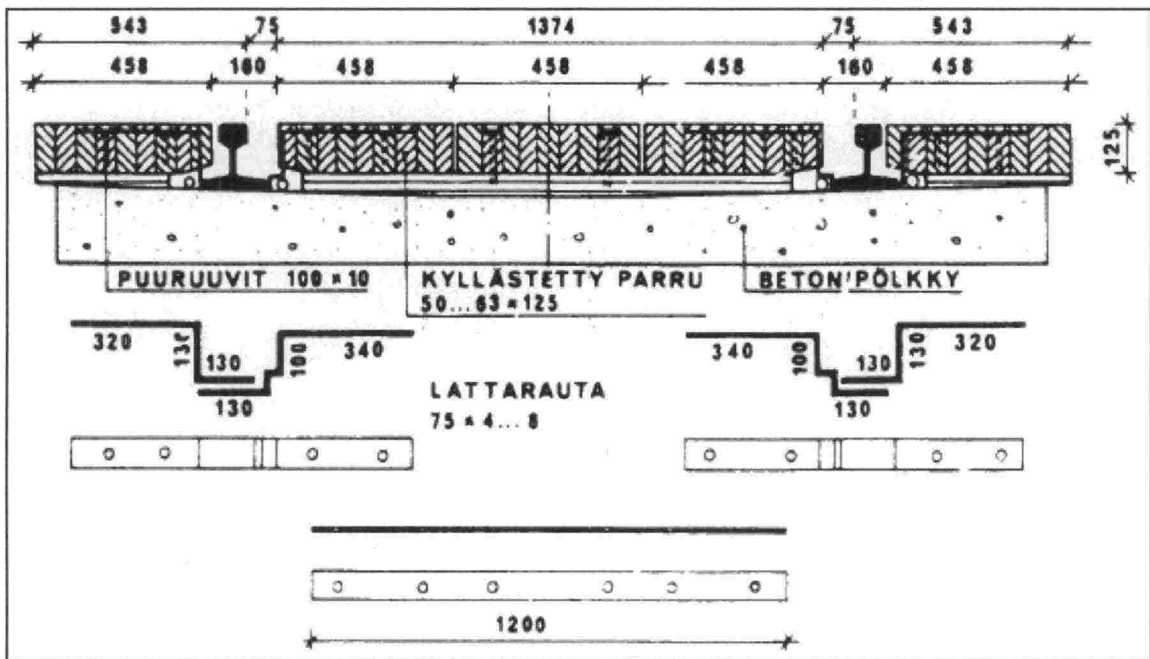
Kansirakenteen on pysyttävä siten paikallaan, ettei ole vaaraa vaeltamisesta raiteen suuntaisesti eikä ylösnousemisesta ulkoisen voiman vaikutuksesta. Ankkuroinnin tulee olla luotettava, eikä se saa löystyessään tai irrotessaan aiheuttaa vaaraa tie- tai juna-liikenteelle. Kannen tulee pysyä aukean tilan ulottuman (ATU) ulkopuolella, mikä tarkoittaa lähinnä pystysuuntaista liikettä. Edellä mainituissa tapauksissa on esiintynyt ongelmia. Samoin ns. vanhan mallinen ankkurointi ei toimi moitteettomasti, koska kiinnitykset ovat epävarmoja. Kiinnitysrautojen kiinnittäminen puuratapölkkyyn täkkiruuveilla päältä ei ole pitkäikäinen ratkaisu. Ruuveilla on taipumus 'kuohua' ylös junien ja autojen aiheuttamasta tärinästä. Läpipulttaus ei sovellu käytettäväksi asennuksen johdosta muualta kuin kannen vapaasta päästä. Kiskon alle taivutetut kiinnitysraudat katkeavat helposti ja kiinnitysruuvit löystyvät, jolloin ajoneuvojen renkaat voivat vaurioitua. Kansirakenne pääsee liikkumaan ja aura voi nostaa kiinnitysraudat ylös, jolloin ne voivat jäädä pystyyn. Tosin auran terät pitäisi nostaa osittain ylös tasoristeuksen kohdalla. Lattarautakiinnitys kannen päältä ei ole toimintavarma. Oheiset kuvat selvittävät tilannetta. Elementtien kiinnitys puuratapölkkyyn päältä upotetuilla isoilla ruuveilla on kertakiinnityksenä toimiva, mutta ei toimi samaan reikään useasti. Betoniratapölkkyjen yleistyessä se tulee mahdollisuutenakin vähenemään.



*Kuva 1. Sideraudat poikki ja ruuvit osittain irti vasemmalla ja auran terät ovat olleet nostamatta oikealla.*

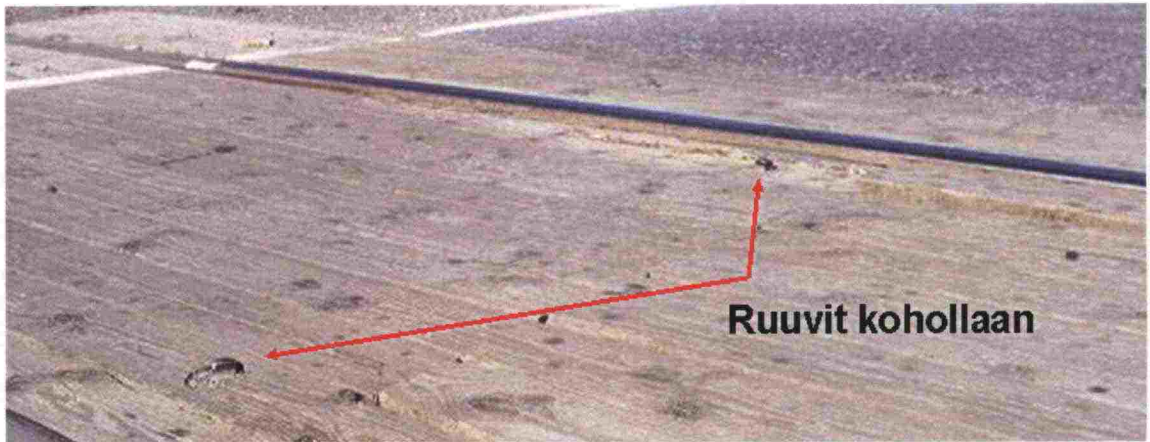


Kuva 2. Vanhanmallinen puuratapölkylle tarkoitettu kansirakenne, jota ei uutena saa käyttää.



Kuva 3. Vanhanmallinen betoniratapölkylle tarkoitettu kansirakenne, jota ei uutena saa käyttää.





*Kuva 4. Ruuvit vaarana autonrenkaille.*



*Kuva 5. Ankkurointi päältä kiinnitettynä ja laippaurakumia haittaavana.*



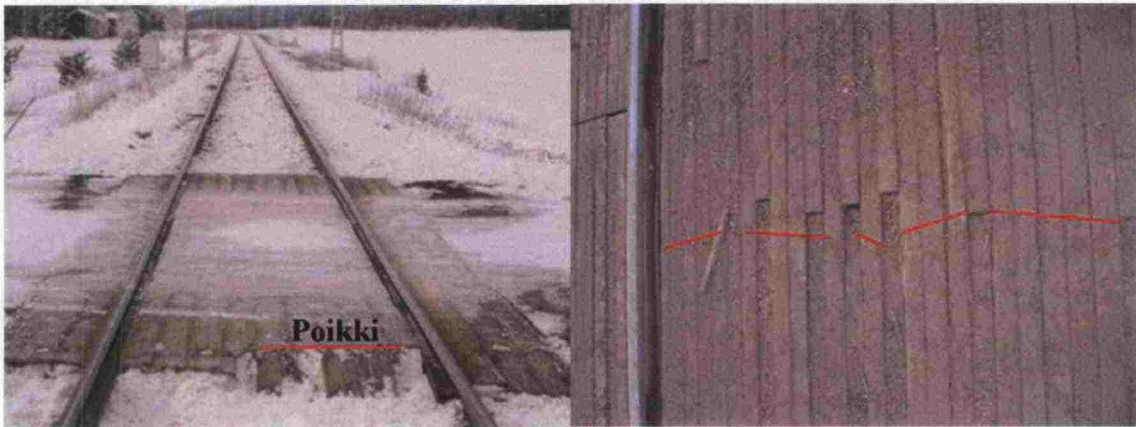
*Kuva 6. Keskikansi ei ole enää turvallinen. Kuminen reunaelementtirivi on vaeltanut.*



*Kuva 7. Nämä ankkurointitavat eivät ole luvallisia.*

## **2.2 Kansirakenteen vahvuus**

Puisia kansirakenteita on aikaisemmin tehty lappeelleen naulatuista lankuista, joiden koko on ollut 75 x 125...150 mm tai jopa vain 63 x 125 mm. Näin on tehty varsinkin viljelys- ja metsätasoristeyksissä. Niissä kulkee raskaita työkoneita (tukkikuormat, leikkuupuimuri jne.), joiden paino ja leveydet ovat vuosikymmenien aikana nousseet. Kansirakenteet eivät aina ole kestäneet. Vahvaltakin näyttävä kansi on monesti katkennut.



*Kuva 8. Kansi on katkennut päästä ja keskeltä. Vasemmalla liian ohut rakenne ja oikealla liikaa jatkoksia samalla kohtaa.*





Kuva 9. Kansilankkujen vahvuutena lappeelleen naulatuissa ei riitä 63...75 mm:n vahvuus.

### 2.3 Tiiveys

Kansirakenteilla, jotka sisältävät saumoja, on taipumus vuotaa veden kanssa ajoneuvojen pyörien mukana tai hiekoituksessa tulevaa hienoainesta tukikerrokseen. Tieltä kulkeva hiekkavelli tukkii sepelien välit ja vesi jäätyy. Hiekoitus on tosin tasoristeyksen alueella kielletty, mutta sitä esiintyy siitä huolimatta. Hienoaines aikaansaa tukikerroksen likaantumisen ja sitä kautta voi joko kansirakenne nousta ja/tai raide routia kuten kuvassa 10. Tasoristeyksen kannen leveyden tulee Ratateknisten ohjeiden /1/ mukaan olla vähintään 0,5 m yli tehollisen ajoradan reunan.



Kuva 10. Routiminen nostaa kantta jopa ATUn sisään.

Laippaurakumin tarkoitus on pitää laippaura puhtaana. Vanhanmallinen laippaurakumi ei toiminut hyvin, koska se ei pysynyt oikealla korkeudella varsinkaan puun kuivuessa ja elementtien leveyden täten pienentyessä. Laippauran leveys vaihtelee puisessa kansirakenteessa puun kosteuselämisen johdosta 10...15 mm, jolloin vanha kuvan 11 mukainen laippaurakumi jäi kannen kuivuessa usein laippauran pohjalle ja kääntyi osittain alaspäin eikä enää noussut ylös ja menetti näin ollen toimintakykynsä.



*Kuva 11. Vanhanmallinen laippaurakumi 'kaatuu' alas eikä nouse. Roskaa ja kiviä pääsee laippauraan, jossa laippaurakumi ei toimi.*

#### **2.4 Tien ja kansirakenteen yhtymäkohta**

Tien ja kannen yhtymäkohta ei aina ole hallittu. Asfaltoidun tien ja kansirakenteen yhtymäkohdan on todettu varsinkin kumisilla kansirakenteilla murtuvan kuvan 12 mukaisesti, jolloin kyseinen kohta laajenee veden ja jään vaikutuksesta.



*Kuva 12. Reunan lohkeamalla on taipumus laajentua.*

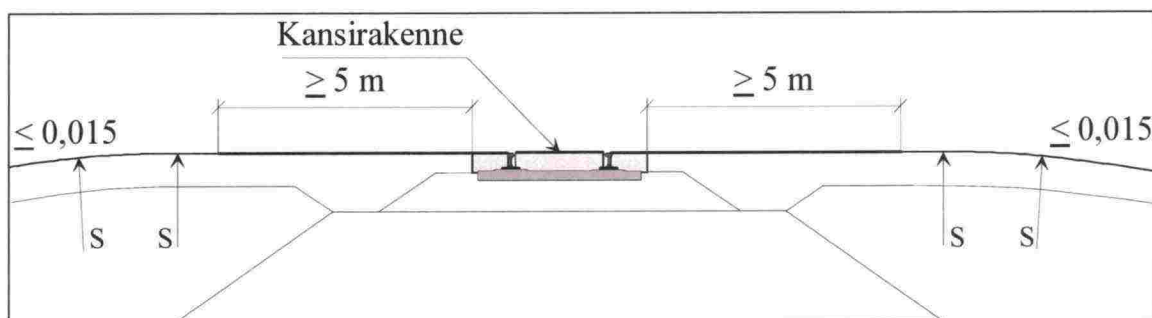




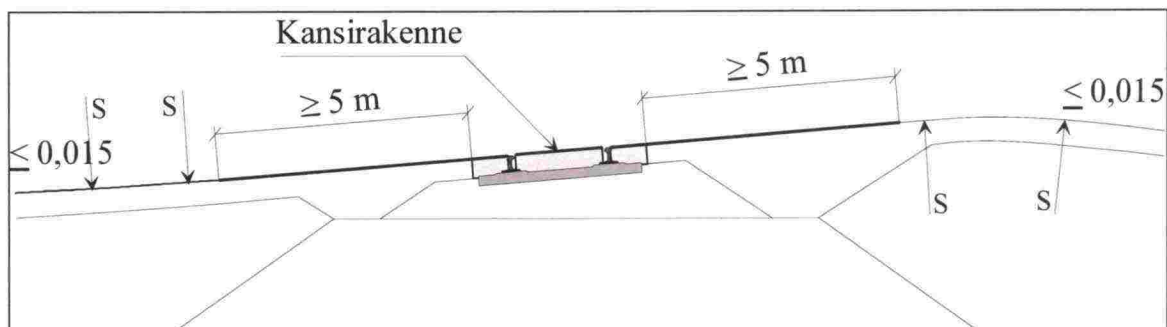
Kuva 13. Kansirakenne, kun perusta ei ole kunnossa.

## 2.5 Tien tasaus tasoristeyksen molemmin puolin

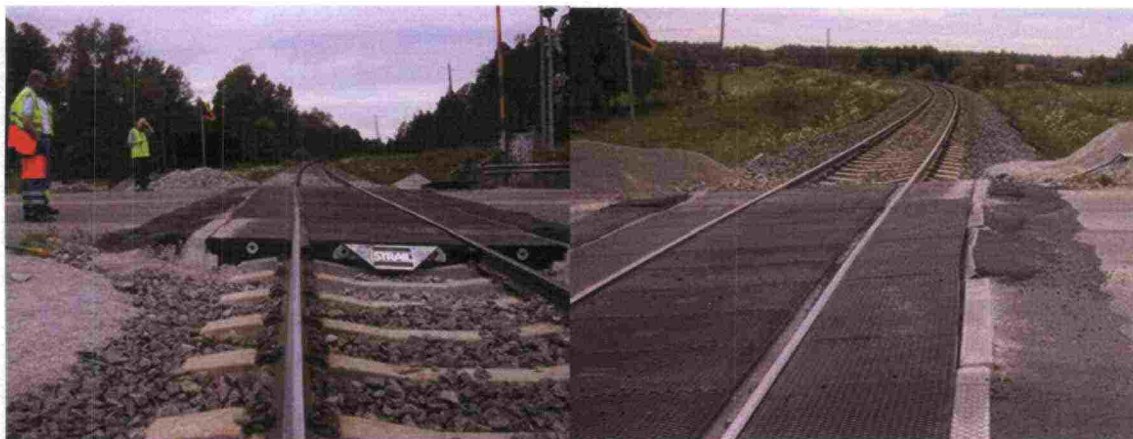
Ratateknisten ohjeiden osa 9 Tasoristeykset /1/ suosittelee oheisten kuvien 14 ja 15 mukaista tasausta, jotta matalalattiaiset ajoneuvot ja lavetit eivät ottaisi kiinni kiskoon. Kuvien 16 ja 17 mukaisia tilanteita on ollut muutamia, jolloin raiteeseen on tullut terävähkö siirtymä tai jopa kiskosta on lähtenyt paloja, jolloin junaturvallisuus on vaarantunut. Tällaisia tilanteita ei autonkuljettaja voi välttämättä havaita, koska ajoneuvokokonaisuuden massa on suuri eikä raiteeseen kosketus tunnu ajaessa.



Kuva 14. Tien tasaus, kun raiteessa ei ole kallistusta.



Kuva 15. Tien tasaus, kun raiteessa on kallistus.



*Kuva 16. Lavettirekka on aiheuttanut raiteeseen siirtymän ja rikkonut siirtymäpalkin.*



*Kuva 17. Raiteen sivusiirtymä voi olla oleellinen ja vaarallinen.*

## **2.6 Moottorikelkkojen vaikutukset**

Kiskojen pintavaurioituminen on ollut suurinta moottorikelkkaliikenteessä. Moottorikelkoilla on ajettu ja ajetaan runsaasti ratojen poikki ilman mitään kansirakenteita, jolloin kiskot vaurioituvat molemmilta puolilta. Normaalin tasoristeyksen käyttäminen moottorikelkkaliikenteessä on kielletty. Koska moottorikelkkaliikenne jatkuvasti lisääntyy niin ammattiin liittyvänä kulkuvälineenä kuin turismiin liittyvinä safareina, on parempi saada ylitykset hallintaan sallimalla ne tietyillä ehdoilla. Moottorikelkka, vaikka onkin pienikokoinen, voi jopa suistaa veturin kiilautuessaan sen alle.





*Kuva 18. Moottorikelkan jättämiä jälkiä kiskossa.*

## **2.7 Raiteen kunnossapitoystävällisyys**

Raiteen kunnossapito (mm. tukeminen ja kiskonhionta) edellyttää tasoristeyksen kansirakenteen poistamista. Tällöin kansirakenteen nopea poistaminen ja asentaminen vapauttavat aikaa päätyölle. Tällä on merkitystä myös taloudellisesti varsinkin, kun työt usein joudutaan tekemään öisin.

## **2.8 Betoniratapölkkyjen korotuspalojen paikallaan pysyvyys**

Betoniratapölkkyt edellyttävät puisilla ja kumisilla (vain kotimaisilla) kansirakenteilla muotoon tehdyt korotuselementit. Ne ovat lähes poikkeuksetta olleet kumisilla, mutta niiden paikallaan pysyvyydessä on ollut ongelmia, jotka tosin ovat olleet harvinaisia. Kyse on myös logistiikasta (pölkkykohtaiset korotuspalat, joita on aina 3 kpl/pölkky), asennustyöstä kohteessa ja kustannuksista, jotka kaikki puoltavat kansikohtaisia muotoon valmiiksi tehtyjä ratkaisuja



*Kuva 19. Kumiset betoniratapölkkyjen korotuselementit eivät aina pysy paikoillaan.*

## **2.9 Tieliikenteen akselipainot**

Kansirakenteen tulee kestää normaali tieliikenteen akselipaino, joka nykyään on maksimissaan 11,5 tonnia. Raskaat erikoiskuljetukset voivat kansirakenteen suhteen

kulkea rajoituksetta yleisten teiden tasoristeysten kautta. Tällöin 20 tonnin akselipaino kattaa käytännössä kyseeseen tulevat kuljetukset. Tehdasalueilla akselipainot voivat nousta jopa 50...80 tonniin saakka myös RHK:n raiteiden tasoristeyksillä.

Akselipainot rasittavat yksittäisiä ratapölkkyjä sitä enemmän mitä vähemmän kansirakenne jakaa kuormia. Raide tuetaan kiskojen molemmin puolin, mutta sitä ei tueta ratapölkyn keskiosalta, jotta ratapölkkyt eivät kantaisi keskeltä. Kansirakenteista myöhemmin kohdassa 6 käsiteltävä betonielementti ei rasita ratapölkkyä keskeltä. Puinen kansirakenne jakaa kuormia usealle ratapölkylle, mutta kuminen kansirakenne ei jaa kuormia juuri ollenkaan.

RHK teetti v. 2000 laskelmat BP-89-betoniratapölkyn kestävydestä tasoristeysten tieliikenteen pyöräkuormille. Laskelmien yhteenvedon mukaan tasoristeysten kansirakenteessa, jossa pyöräkuorma tulee suoraan ratapölkyn päälle (esim. kumielementit), betoniratapölkylle voi sallia korkeintaan 40 kN:n pyöräkuorman. Puinen kansirakenne jakaa kuormia usealle ratapölkylle. Liimapuu on tässä suhteessa naulattua rakennetta parempi. Laskelmien lisäksi pölkkytehtaalla tehtiin koekuormitus uudelle betoniratapölkylle kuormittamalla ratapölkkyä pistekuormalla yhden metrin keskijänteellä. Ensimmäiset havaitut halkeamat syntyivät, kun kuorma oli 60 kN ja halkeamat ulottuivat 80...90 mm ratapölkyn alapinnasta, kun kuorma oli 80...110 kN.

Betoniratapölkkyjä, jotka ovat olleet esim. kumikansirakenteen alla normaaliteliikenteellä 10...20 vuotta, ei ole kattavasti selvitetty. Vuoden 2007 lopulla selvitettiin taivutuskokeilla kahden betoniratapölkyn kestävyys, kun ne olivat olleet kumitasoristeysten alla suhteellisen kovalla liikenteellä n. 2 vuotta.

Taivutuskokeiden tavoitteena oli selvittää, vaikuttaako maantieliikenteestä tasoristeysten alapuolisiin ratapölkkyihin kohdistuva kuormitus ratapölkkyjen kuormankantokykyyn ja käyttöikään.

Taivutuskokeisiin toimitetut kaksi ratapölkkyä poistettiin raiteesta syksyllä 2007 rataosalta Pieksämäki-Iisalmi Airakselan tasoristeyksestä km 437+234, jossa on ollut Kraiburg GmbH:n valmistama kuminen Strailin tasoristeyskansi. Ratapölkkyt oli valmistettu elokuussa 2005 ja asennettu raiteeseen saman vuoden syksyllä, joten ratapölkkyt olivat olleet raiteessa noin kaksi vuotta.

Airakselan tasoristeyksessä on normaalia maantieliikennettä KVL:n ollessa n. 300. Tasoristeysten kautta kuljetettiin poikkeuksellisesti kesällä 2007 noin 130 000 m<sup>3</sup> maaineksia. Kuljetuksessa käytetyn kumipyöräkaluston akselipaino on ollut enimmillään 200 kN.

Ratapölkkyt poistettiin raiteesta tutkinnallisista syistä. Niissä ei ollut silmämääräisesti havaittavia vaurioita lukuun ottamatta ratapölkkyjen keskialueella olleita lieviä hankausjälkiä, jotka olivat mahdollisesti seurausta maantieliikenteen aiheuttamasta kansirakenteen palautuvista muodonmuutoksista.

Molemmille ratapölkkyille tehtiin kolmipistetaivutuskoe. Ensimmäisellä ratapölkkyllä keskilinjan kuormituspiste oli ratapölkyn yläpinnalla ja toisella alapinnalla. Kuormitus tehtiin murtoon saakka.



Koekappale 1

Kuormitus ensimmäiseen halkeamaan:	45 kN
Murtokuorma	97 kN

Koekappale 2

Kuormitus ensimmäiseen halkeamaan:	55–60 kN
Murtokuorma	99 kN

Esijännitetyjen betoniratapölkkyjen teknisissä toimitusehdoissa /2/ ratapölkyn keski-osan taivutuskokeen hyväksymisvaatimukseksi on asetettu, että ratapölkkyyn ei saa muodostua halkeamia alle 33 kN kuormituksella. Molemmat ratapölkkyt täyttivät tämän vaatimuksen.

Murtokuormalle ei ole määritetty vähimmäisvaatimusta. Murtokuorman tulokset vastaavat kuitenkin aikaisemmin tehtyjä raiteissa olleiden betoniratapölkkyjen murtokuormia. Raiteessa muutaman vuoden olleiden ratapölkkyjen murtokuorma on keskimäärin suurempi kuin 7–28 vrk vanhojen ratapölkkyjen.

Tehtyjen taivutuskokeiden perusteella voidaan olettaa, että maantieliikenteen kuormitus ei ole aiheuttanut ratapölkkyihin vaurioita, jotka olisivat heikentäneet ratapölkkyjen mekaanisia ominaisuuksia.

Tilastollisesti otos oli pieni ja alku kattavammalle selvitystyölle. Lisäksi ratapölkkyt olivat olleet raiteessa vasta kaksi vuotta, joskin maantieliikenne kesällä 2007 oli poikkeuksellisen raskasta, minkä olisi voinut olettaa nopeuttavan mahdollisten vaurioiden kehittymistä. Jos tutkimuksia jatketaan, suositeltavaa on suorittaa vastaava koe esimerkiksi 10–20 vuotta raiteessa tasoristeyksen alla sekä niiden läheisyydessä olleilla ratapölkkyillä.

**2.10 Kulumiskestävyys**

Kulumiskestävyys on lähinnä elinikäkustannusasia sitä kautta, että suuri kertainvestointi voi olla esim. 30 vuoden aikajänteellä edullisempi kuin pieni kertainvestointi. Määrärahanpuute pakottaa toisinaan halpaan rakenteeseen, vaikka edullisuus olisikin näennäistä. Tätä käsitellään kohdassa 11 nettonykyarvovertailuna.

### 3 PUISET TASORISTEYSKANSIRAKENTEET

#### 3.1 Tausta

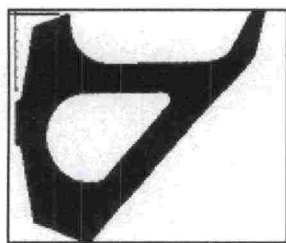
Puisten tasoristeyskansien käytöllä on yhtä pitkät perinteet kuin tasoristeysilläkin. Tasoristeyskannet olivat aluksi vajaan 100 vuoden aikana lähes poikkeuksetta puisia. Niiden osuus on edelleen noin 87 % (3160 kpl) kaikista valtion rataverkon kansirakenteista. Kansirakenteen pituus on yleensä 6...12 m. Tästä poikkeavat ylipitkät jopa 25 metriin ulottuvat kansirakenteet sekä yksityistasoristeysten, mukaan lukien maa- ja metsäteiden tasoristeysten, 4...5 metriä pitkät kansirakenteet. Materiaali on yleensä mäntyä, joko kyllästettynä tai ilman. Laippaurakumia on käytetty arviolta 70 prosenttisesti.

Puukansien ongelmat kulminoituvat pääasiassa puun kosteuselämiseen ja siihen liittyvään suorana pysymiseen, ankkurointiin, tiiveyteen ja laippaurakumin toimivuuteen.

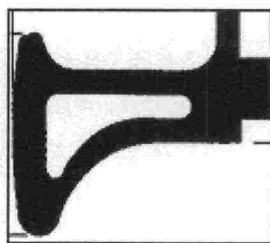
#### 3.2 Laippaurakumi

Laippaurakumin tarkoitus on pitää junaliikenteen avulla laippaura puhtaana sinne kerääntyvistä aineista (mm. lumi, jää, pienet kivet jne.).

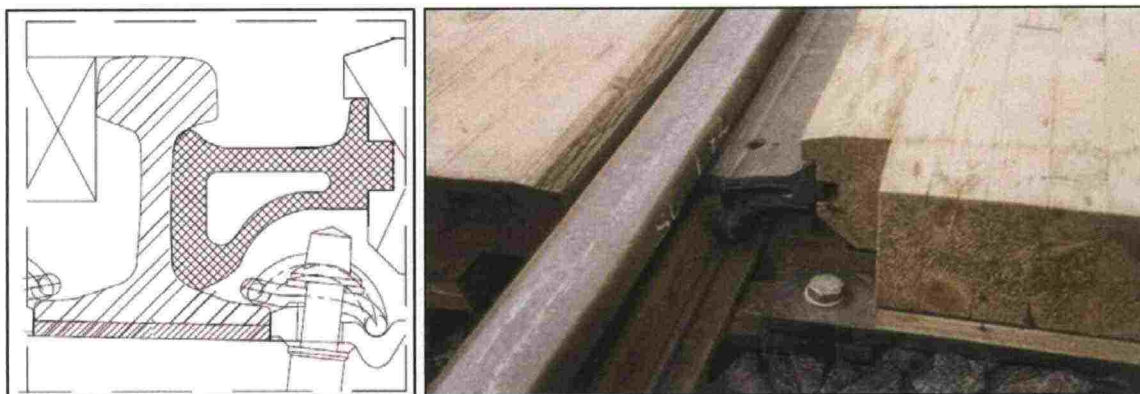
Koska kuvan 20 mukainen vanha laippaurakumi ei ollut toimintavarma, kehitettiin uudenmallinen (kuva 20) laippaurakumi, joka pysyy puun elämisestä riippumatta siinä asemassa, johon se on tarkoitettu. Se ei siis pääse painumaan alas. Uudesta laippaurakumista on mallit K43-, 54E1- ja 60E1-kiskoille, mutta K30-kiskon yhteydessä käytetään vanhanmallista laippaurakumia. Laippaurakumi asennetaan yleensä vetämällä se jo asennettuun keskikanteen. Laippaurakumin tulee olla yksimittainen.



*Kuva 20. Vanha malli*



*Uusi malli*



*Kuva 21. Uusi malli suunnitelmassa ja kohteessa.*

### 3.3 Betoniratapölkkyjen korotuspalojen paikallaan pysyvyys

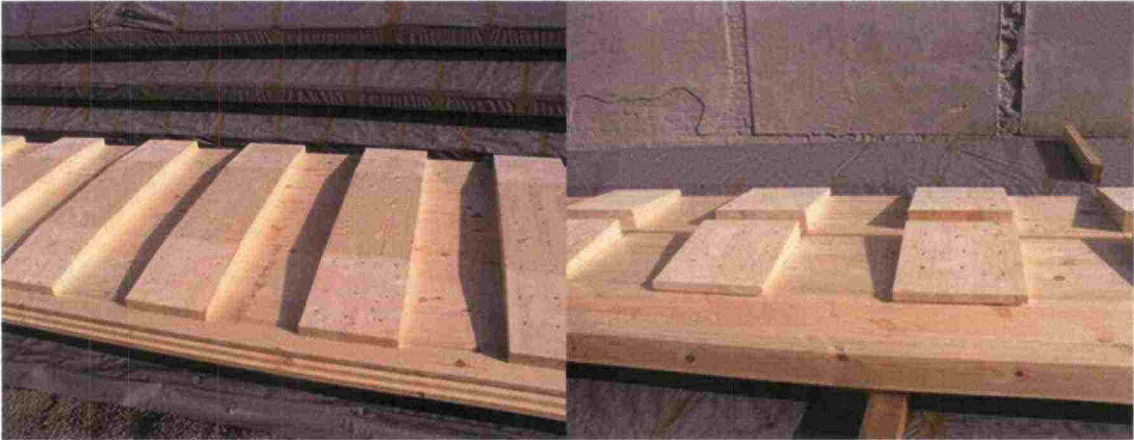
Puisten tasoristeyskansirakenteiden säätäminen oikealle korkeudelle tehdään yleensä eri vahvuisilla vanereilla. Puuratapölkkyjen yhteydessä tämä on helppoa, koska vastinpinta on tasainen. Betoniratapölkkyjen yläpinta ei ole suora, jolloin se on tasattava jollain. Tähän on käytetty kumisia korotuspaloja, joita on tarvittu 3 kpl/ratapölkky. Niiden paikallaan pysyvyys perustuu siihen, että niihin on paistovaiheessa kiinnitetty haarukkaraudat (kuva 22), jotka tukeutuvat ratapölkyn sivuihin. Ne eivät aina ole pysyneet paikallaan, vaan ovat suoristuneet ja täten päässeet liikkumaan.



*Kuva 22. Kumikorotuspalat vasemmalla edellyttävät lähes aina vanerikorotuksen kanteen.*

Puutasoristeukset edellyttävät aina betoniratapölkyn tasausta. Edellä mainittujen kumikorotuspalojen vaihtoehtona kokeiltiin valmiita muotoon tehtyjä puukiiloja.





*Kuva 23. Korotuspalat puusta suoraan valmiina elementeissä.*

Ne toimivat periaatteessa hyvin ja ovat asennusystävällisiä. Rajoittava puoli niissä on, että kannen korkeutta ei voi paikan päällä säätää. Tähän on usein ollut tarvetta. Kumikorotuspaloilla näin voi tehdä, koska puun ja kumin väliin tulee erivahvuisia vanereita. Toinen rajoittava puoli niissä on se, että kansi ei enää ole helposti käytettävissä muille pölkkytyypeille tai kiskopainoille. Tosin tällä rajoitteella ei liene suurta merkitystä ja korkeuden säätökin on ratkaistavissa.

Kokeilua kannattaa jatkaa. Asennusystävällisyyden lisäksi puukiilat helpottaisivat logistisesti, koska kumikorotuspalojen logistiikka on hankala hallita eri betoniratapölkkytyypeille erikseen keskiosan ja päiden suhteen. Kustannusmielessä kumikorotuspalojen osuus on suhteettoman suuri. Se on betoniratapölkystä riippuen lähes puolet kyllästämättömän puukannen metrihinnasta. Lisäksi puukiilat vahvuudesta (= kiskopainosta) riippuen jäykistäisivät puukantta.

Betoniratapölkyn yläpinnan muoto-ongelmasta ja sen aiheuttamasta tasausvaateesta päästään eroon käyttämällä yläpinnaltaan tasaisia betoniratapölkkyjä. Turun Linnan-kadun tasoristeyksessä käytettiin aluslevyllisiä normaalibetonipölkyn pituisia betonisia vaihdepölkkyjä. Koska kohteeseen asennettiin Teknikumin kumielementit, betonivaihdepölkyn päälle asennettiin kovamuoviset tasaiset korotuslevyt. Niiden tarkoitus korotuksen lisäksi on estää kumin ja betonin välisestä kitkasta aiheutuva kuluminen.

Normaalin betoniratapölkyn kehittäminen yläpinnaltaan tasaiseksi on meneillään ja sitä on tarkoitus kokeilla tulevalla rakennuskaudella 2008.

### **3.4 Kannen tiiveys**

Tiiveyttä on kehitetty ottamalla käyttöön mahdollisimman yhtenäinen rakenne, jossa ei ole ylimääräisiä saumoja tien eikä radan suunnassa. Puisilla kansirakenteilla yhtenäisyys ei yleensä ole ongelma.

Yhtenäiset elementit voidaan toteuttaa joko naulaamalla naulauskaavion mukaan (käsin tai koneellisesti) tai liimapuulla. Molemmista on RHK:n hyväksytyt tyyppipiirustukset. Kaikkia on käytännössä kokeiltu ja periaatteessa ne toimivat. Tuotteen paksuus on 140 mm, joka mahdollistaa hyvin laippaurakumin vaatimat urat. Lopputuotteena naulatut ja liimatut rakenteet eivät ole samanarvoisia. Naulattu rakenne kuuluu

nopeammin kuin liimattu, koska naulatulla rakenteella on aina kanttimainen ominaisuus. Kuluminen naulatulla rakenteella on noin kaksinkertainen liimapuuhun verrattuna. Samoin naulattu rakenne elää enemmän kuin liimattu ja on hävityksessä hankalampi kyllästämättömänakin. Naulatusta rakenteesta ei saa yhtä mittatarkkaa kuin liimatusta. Yhtenäisistä elementeistä lähes kaikki ovat liimapuuta.

Ensimmäinen liimapuutasoristeys pituudeltaan 12,5 m asennettiin v. 1999 Tengströmin-kadun tasoristeukseen Turkuun. Tasoristeys oli painekyllästetty kreosootilla liimauksen jälkeen. Keskikansielementti oli todennäköisesti kyllästyksestä johtuen vetänyt ylöspäin kuperaksi n. 20...30 mm, vaikka tavoitteena oli suora pinta. Tämän jälkeen kyllästetyt rakenteet ovat olleet viherkylästeisiä, siis liimattu kyllästetystä puusta, eikä kuperuutta ole ilmennyt uutena. Liimapuussa voidaan käyttää ympäristöystävällistä PRF-liimaa. Liiman osuus tuotteen painosta on vain n. 1 %.



*Kuva 24. Ensimmäinen liimapuukansi vasemmalla ja ensimmäinen yhtenäinen käsin naulattu kansi oikealla.*



*Kuva 25. Suomen pisin yhtenäinen liimapuutasoristeyskansi, jonka pituus oli 22,2 m. Kansi kesti erittäin raskasta liikennettä n. 2 vuotta.*



Tämän koekohteen jälkeen jatkettiin kehitystyötä yhtenäisillä kansilla sekä naulatuilla että liimatuilla rakenteilla. Kannen asennus pituudesta riippumatta ei ole ongelma. Yksi normaali kaivinkone (20...25 tn), joka yleensä muutenkin on työmaalla, pystyy käsittelemään kansielementtejä yksin. Pisimmät kansielementit ovat olleen yli 22 m. Osalla puukansista ongelmana on ollut puun kosteuseläminen ja suorana pysyminen n. 15...20 %:ssa asennetuista kansista, mitä käsitellään kohdassa 4.6. Kansien (keskielementti ja reunaelementit) yhtenäisyys on todettu muuten hyväksi ja toimivaksi.

### 3.5 Ankkurointi

Lähtökohtana oli periaate, että ankkurointi ei saa perustua aktiiviseen pölkkykiinnitykseen. Tasoristeyksen tulee olla helposti ja nopeasti purettavissa. Ankkurointiin kokeiltiin ensin keskielementin osalta sidekiskon avulla tapahtuvaa kiskon varteen kohdistuvaa puristusankkurointia lukituksineen (kuva 26). Reunaelementteihin kokeiltiin kiskon jalan alta ankkuroivaa koukuankkurointia. Raidelevyyttä seurattiin puristusvaikutuksen johdosta.



*Kuva 26. Kuvan mukaisesta ankkuroinnista luovuttiin ja tilalle kehitettiin kuvan 27 ankkurointitapa.*

Kuvan 26 ankkuroinnista luovuttiin, koska kyse on periaatteessa kiskoon kuulumattomasta puristusvoimasta ja vääntömomentista. Jo seuraavalle rakennuskaudelle 2000 kehitettiin uusi ankkurointimenetelmä, joka perustui siihen, että sekä keski- että reunaelementit ankkuroitiin toisiinsa, mutta passiivisesti kiskoon nähden. Keskielementin eläminen on mahdollista, koska kiinnitysraudoissa on pelivaraa. Tätä menetelmää on käytetty yli 300 tasoristeyksessä.



*Kuva 27. Ankkurointimenetelmä, jossa pelivarat saadaan reikien erisuuruudella tai alapuolisella pitkällä rei'ällä.*

Edellä kuvattu ankkurointi on sinänsä toimiva ja sopii sekä puu- että betonipölkyille. Se ei myöskään tukeudu aktiivisesti kiskoon. Koska ankkurointi on passiivinen, se sallii jonkin verran kansielementtien vääntymistä. Lähtökohtaisesti olisi parempi, jos kansielementit saataisiin lukittua asemaansa suorina. Kaikki 3 elementtiä voidaan niputtaa läpimenevällä läpipultatulla ankkuripuulla. Metalliprofiili ei käy, koska se johtaa sähköä. Ankkuripuuta kokeiltiin, kun suunniteltiin uusi puutasoristeysvaihtoehto, jonka tavoite oli saada vähän liikennöidyille esim. viljelys- ja metsätasoristeyksille toimiva ja edullinen malli. Ratkaisu perustui normaalia (140 mm) ohuempaan 90 mm:n kansivahvuuteen. Tällöin jouduttiin luopumaan teknisistäkin syistä laippaurakumista. Näitä asennettiin 2 kpl ja hinta oli n. 50 % normaalirakenteen hinnasta. Tästä ei tule hyväksyttyä tuotetta, ellei siihen saada sovitettua laippaurakumia, joka puolestaan nostaa hintaa vajaaseen 70 %:iin normaalirakenteen hinnasta. Ankkurimenetelmää on sen sijaan jo testattu normaalirakenteessa ja se vaikuttaa toimivalta. Menetelmästä tosin aiheutuu kiskoon aktiivivoima. Se on hyväksyttävissä, koska se vaikuttaa ylöspäin eikä suuruudellaan vaaranna kiskonkiinnityksiä.



*Kuva 28. Ankkurointi yhtenäisellä kiskojen alta menevällä ankkuripuulla 63x125 mm soveltuu myös normaalikansiin.*





*Kuva 29: Läpimenevä ankkurointipuu normaalirakenteessa, jolloin reikäkoossa pitää ottaa huomioon kosteuselämisen pelivarat.*

### **3.6 Puun kosteuseläminen ja suorana pysyminen**

Suurin ongelma puisissa tasoristeyskansissa riippumatta siitä, miten ne on tehty, on edelleen puun kosteuseläminen ja suorana pysyminen. Ongelma kohdistuu keski-elementtiin, jossa eläminen on suurinta ja tila rajallinen. Liimapuu tehdään rakenteeseen nähden ohuista pystysauvoista, mutta se ylittää sen nyrkkisäännön, että tuotteen leveys on korkeintaan 8 kertaa paksuus, jolloin suorana pysymiskyky heikkenee. Tässä tapauksessa se on 9,75 kertaa paksuus. Liimapuun suorana pysymiskyky siis heikkenee. Paksuuden kasvattaminen 170 mm:iin olisi parempaan suuntaan, mutta vain alarajalle. Toisaalta se poistaisi tuuletustilan alapuolelta lähes kokonaan ja sopisi muutenkin huonosti K43-kiskoille eikä sopisi ollenkaan K30-kiskoille. Puun kosteuseläminen edelleen vain lisääntyisi.

Olosuhteet huomioon ottaen puun kosteuseläminen ei ole poikkeuksellista. Keski-elementin nimellisleveys on 1374 mm 75 mm:n laippaurilla. Elementti valmistetaan leveyteen 1365 mm, jolloin turpoamisvaraa jää 9 mm ja kutistumisvaraa alle 21 mm, jonka jälkeen laippaurakumit putoavat alas. Pahimpia ovat pitkät hellejaksot kesällä ja pitkät sadekaudet varsinkin syksyllä. Kutistumisvara yleensä riittää, mutta turpoamisvara ei aina riitä. Tällöin kansi nousee kuperaksi tai koveraksi. Puuta ei voi määrättömästi ankkuroida, sillä se halkeaa jossain vaiheessa.



*Kuva 30. Kansi halkeaa, kun pelivara loppuu tai jos sitä ei ole.*





*Kuva 31. Kannen halkeaminen johtuu tyyppihyväksymättömästä ankkurirakenteesta, josta puuttuu riittävät pelivarat.*

Puun kosteuselämisessä pätee nyrkkisääntö: Kun rutikuiva puu kastuu likomääräksi, se turpoaa syiden suunnassa 8 % ja säteen suunnassa 4 %, mutta pituussuunnassa ei juuri ollenkaan. Puun pituussuuntainen kutistuminen on kaikilla puulajeilla varsin pieni, n. 0,1...0,5 %, josta ei käytännössä ole haittaa. Täten keskielementin rakenteeksi pitää saada ikään kuin turpoamisen esteeksi puuta, jonka syyt ovat tien suuntaiset. Kokonaan tällaisella rakenteella ei keskielementtiä voida tehdä. Se olisi hankala kuljettaa ja käsitellä. Kahdessa kohteessa kokeiltiin 3-kerrosrakennetta liimapuusta. Tämä toimii kosteuselämistä hillitsevänä, mutta on valmistusteknisesti vaikea. Koekohteetkin tehtiin käsiliimauksella ja fyysisellä painopuristuksella. Toinen koekohteista asennettuna hieman aukesi liimauksestaan. Syynä oli ilmeisesti se, että liima levitettiin tasalastalla käsin, jolloin liimaa tuli epätasaisesti ja se pääsi osittain kuivumaan ennen puristusta. Liiman levitys olisi pitänyt tehdä riittävän karkeahampaisella lastalla.



*Kuva 32. Keskielementtien 3-kerrosvalmistus kahdella ristikkäisvaihtoehdolla.*



*Kuva 33. Keskikannen 3-kerrosrakenne.*

Edelleen on ratkaisematta etenkin keskielementin suorana pysyminen ja kosteuseläminen. Tähän voinee olla ratkaisuna kertopuu. Kyse on siis ristikkäisistä puuviilukerroksista (ei vanerista). Kertopuuta on sekä ristikkäistä että syiden suuntaista. Ristikkäisen kertopuun kosteuseläminen on noin kymmenesosa syiden/säteiden suuntaisen liimapuun kosteuselämisestä. Lisätuna on se, että syiden suunta voidaan valita kulutuskerrokseen ja vaikuttaa täten kulumiseen. Toisena lisätuna on laippauranokan oleellinen vahvistuminen, kun nykyinen syiden suuntaan kohtisuora laippauranokka korvautuu ristikkäisellä rakenteella. Suorana pysymisen ennuste kertopuulle on hyvä.

Kertopuuta ei ole vielä kokeiltu, mutta rakennuskaudella 2008 on tarkoitus asentaa muutamaan tasoristeykseen kertopuurakenne. Edellä mainitut neljä etua liimapuuhun ja naulattuun rakenteeseen ovat lupaavia (kosteuselämisen vähyys, suorana pysyminen, laippauranokan vahvistuminen ja syiden suuntavapaus). Kertopuun haasteet ovat lähinnä valmistustekniikassa ja hinnassa. Alustavat neuvottelut valmistajan kanssa on käyty ja ne näyttävät lupaavilta. Kertopuu on käytännössä yhtenäisellä rakenteella tämän hetken käsityksen mukaan viimeinen mahdollinen keino saada puun kosteuseläminen ja suorana pysyminen hallintaan. Kuvassa 28 ja 29 esitetty ankkurointipuuta soveltuu kertopuuhun liimapuuta paremmin, koska kosteuseläminen pienenee noin kymmenesosaan. Ankkurointipuuna on suositeltavaa käyttää yhdensuuntaiskertopuuta, jonka lujuus on yhtenäistä puuta parempi.

Mikäli kertopuu osoittautuu toimivaksi ratkaisuksi, kyllästyskynnystä voitaneen nostaa lähelle 10 vuotta käyttämällä sydänpuun viiluja.

### **3.7 Puulajivaihtoehtoja**

Puiset tasoristeyksielementit valmistetaan pääsääntöisesti männystä. Se on kestävä ja helppotyöstiäinen puulaji ja se voidaan painekyllästää paremman kestoian saavuttamiseksi. Runsasoksainen puu on kulumisen kannalta parempaa kuin oksaton. Sydänpuun suuri osuus lisää kestävyyttä.

Kuusta ei ole käytetty tasoristeyselementtien raaka-aineena. Se on hieman pehmeämpää kuin mänty. Periaatteessa kuusen käyttö ei ole mahdotonta esim. kertorakenteena. Kuusella ei ole näkyvää ja kestävästä sydänpuuta kuin on männyllä. Kuusen solurakenne



on suljetumpi ja vettä torjuvampi kuin männyn. Se on parempaa kuin männyn pintapuu mutta häviää sydänpuulle.

Koivua on käytetty muutamassa tasoristeyksessä kreosoottikyllästettynä ja viherkyllästettynä. Koivu on hieman kovempi puu kuin mänty. Kulumisessa ei ole todettu oleellista eroa perinteiseen mäntyyn.

Yhdessä tasoristeyksessä on kokeiltu kyllästämätöntä lehtikuusta. Se on männyn tapainen puu, mutta on painavampaa ja kovempaa. Lehtikuusi kestää kyllästämättömänä huomattavasti paremmin kuin esim. mänty, sillä se on sydänpuuvaltainen puulaji. Lehtikuusen huono puoli on suorana pysyminen. Se on kotimaisista puulajeista yksi eniten kieroon vetävistä puulajeista. Tässä yhdessä koekohteessa ei tosin ole todettu oleellista eroa perinteiseen mäntyyn. Kansi on pysynyt suorassa.

Yhdessä tasoristeyksessä kokeiltiin yhdistelmäratkaisua päällystämällä runkopuu kovemmalla puulla. Rakenne kesti hyvin kulutusta, mutta kerrosten liimaus ei pitänyt. Osittain irtoaminen johtui valmistustekniikasta ja osittain siitä, että puulajien tiheysero oli lähinnä kosteusolosuhteisiin nähden liian suuri.

Puulajikokeiluista ei saatu vaihtoehtoa perinteiselle kotimaiselle männylle. Odotusarvo oli suurehko, sillä sekä koivun että lehtikuusen materiaalikustannus oli n. 1,5-kertainen mäntyyn verrattuna. Lisäksi lehtikuusen työstäminen (höyläys) on valmistusteknisesti vaativampaa kuin männyn tai koivun.



*Kuva 34. Tasoristeyselementit koivusta.*



*Kuva 35. Tasoristeuselementit lehtikuusesta.*

### **3.8 Rajoitetun käytön rakenne**

Puisia tasoristeyskansi-elementtejä voi edelleen rajoitetusti käyttää rakentamalla esim. keskielementin kierretangoilla kolmesta pienelementistä. Rajoitettu käyttö tarkoittaa sellaisia tasoristeyskansi-elementtejä, joissa liikenne on erittäin vähäistä ja muutenkin poikkeuksellista. Tällaisia ovat esim. viljelysteiden ja metsäteiden tasoristeyskansit, joissa liikennettä on muutama kerta vuodessa. Tällöin edullinen mutta turvallinen ratkaisu on mahdollinen, kunhan se on RHK:n tyyppi- ja piirustusten mukainen. Uudenmallisen laippaurakumin käyttö on näissäkin kohteissa pakollista.



## 4 KUMISET TASORISTEYSKANSIRAKENTEET

### 4.1 Tausta

Kumitasoristeyksiä on Suomessa valtion rataverkolla n. 6 % (219 kpl) ja niitä on kahta tyyppiä, jotka tunnetaan valmistajan mukaan. Ensimmäinen saksalainen Kraiburg GmbH:n Strailin kuminen tasoristeyskansi asennettiin v. 1985 Kilon tasoristeykseen. Samantyyppinen kumitasoristeys normaaliraidelevydele oli asennettu v. 1976 Saksaan sekä v. 1979 Itävaltaan ja Norjaan. Suomessa vuoden 1985 asennuksen jälkeen seuraavat kumitasoristeykset asennettiin vasta 1990-luvulla. Kotimainen Teknikum Oy:n ensimmäinen kumitasoristeyskansi asennettiin v. 1992 Turkuun Linnankadulle. Teknikum Oy:llä on kolme mallia: normaali tasoristeys, huoltotasoristeys ja laippauraton tasoristeys (tarkemmin kohdassa 10.2). Kraiburg GmbH:lla on kolme mallia: normaali Strail-tasoristeys, PedeStrail ja InnoStrail.

Alkuvaiheessa molempien valmistajien kumitasoristeykset olivat keskiosaltaan 600 mm ja reunoiltaan 1200 mm leveitä (raiteen suuntaan) vaakaponttimalleja, jotka kiristettiin koko pituudeltaan tangoilla ja/tai puskukiristykseenä päistä. Kumitasoristeyksen rakenne on edellyttänyt ja edellyttää pääosin vieläkin, että elementtien saumat asettuvat rata-pölkyn keskikohdalle.

Kumitasoristeyksille tyypillisiä ongelmia ovat tien ja kannen yhtymäkohta ja varsinkin keskielementtien routanousut (ei niinkään radan, vaan kannen).

### 4.2 Siirtymäpalkit

Tien ja kannen väli ei aina ole hallinnassa. Tämä kulminoituu etenkin kumisen elementin liittyessä asfalttirakenteeseen, jolloin varsinkin normaalivahvuinen asfaltti lohkeaa oheisen kuvan 36 mukaan.

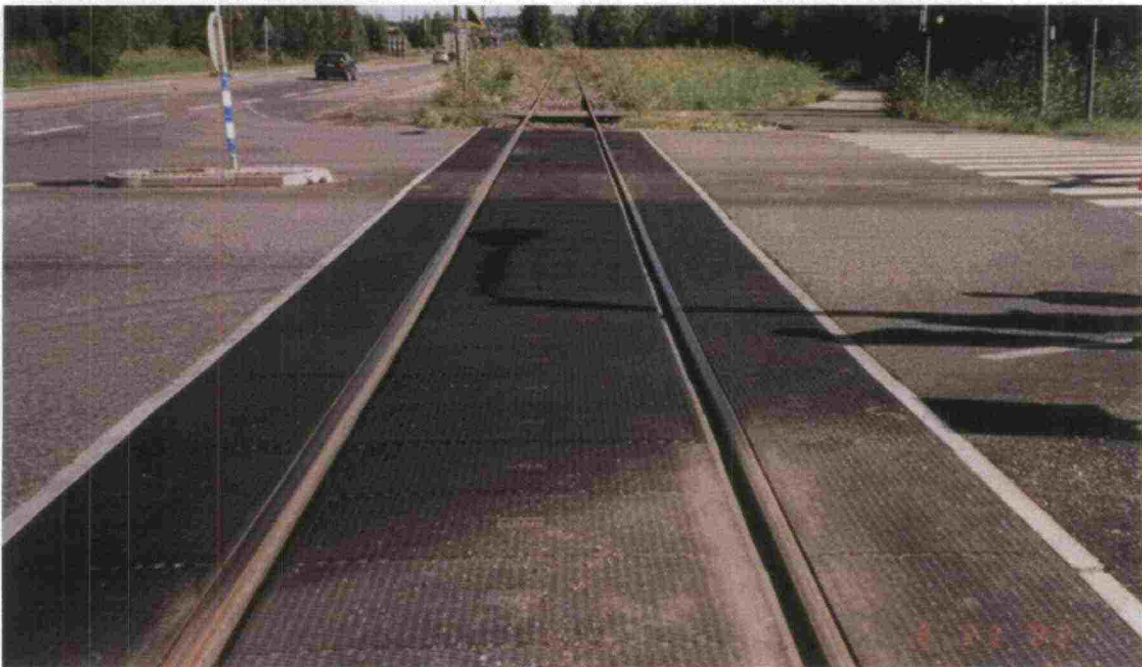


Kuva 36. Normaalivahvuinen asfaltti lohkeaa kumia vasten.

Tien ja kannen välistä ongelmaa oli aiemmin yritetty parantaa käyttämällä kaapelikourun puolikasta, mutta ensimmäinen varsinaisilla siirtymäpalkeilla varustettu taso-

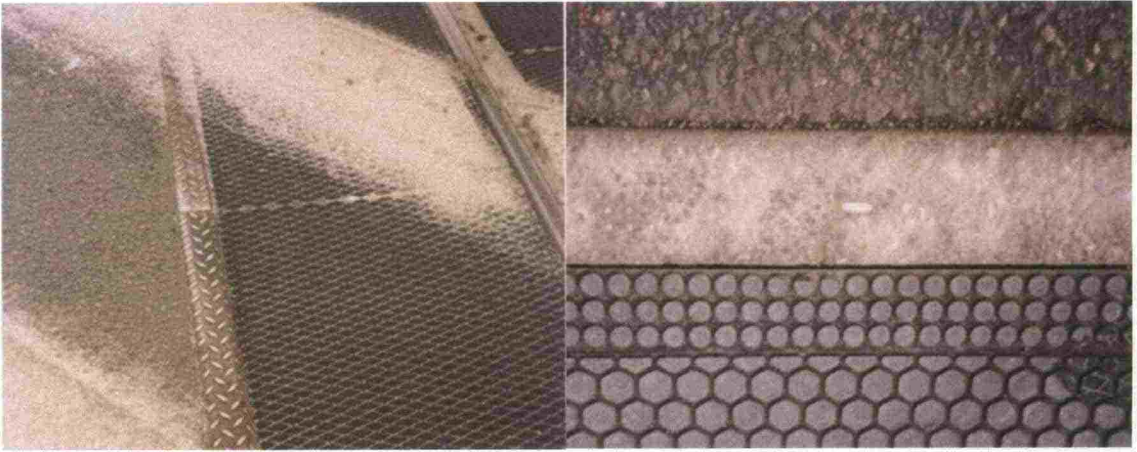
risteys asennettiin v. 2001 Telakkatielle Raisioon (kuva 37). Kyse oli Strailin kumitasoristeyksestä ja siihen liittyvistä 1,2 m pitkistä betonisista siirtymäpalkeista, jotka oli valmistettu Saksassa. Ratkaisu todettiin toimivaksi ja hyväksi. Kehittämisajatukset kohdistuivat lähinnä pituuteen (yhtämittaisessa olisi etuja), kulumiskestävyyteen (betoni suojaamatta) ja monikäyttöisyyteen (eri kansirakenteille sopivuus). Kehittämisessä tähdättiin luonnollisesti kotimaiseen valmistukseen.

Ensimmäinen kotimaassa valmistetuilla siirtymäpalkeilla varustettu tasoristeys asennettiin Kustaviin v. 2002. Siinä kokeiltiin toisella puolella betonipintaisia siirtymäpalkkeja ja toisella puolella n. 5 mm:n vahvuisella muotoon taivutetulla teräslevyllä verhoiltuja siirtymäpalkkeja. Tulos oli ehkä odotettukin, sillä teräslevyverhous osoittautui paremmaksi. Betonipintaisessa alkoivat teräkset näkyä kyseisessä kohteessa 3...4 vuoden kuluttua. Tosin liikenne oli vilkasta (KVL n. 5000). Teräslevyverhous oli aluksi kuvioitua ns. turkkilevyä, mutta nykyään käytetään sileää U-terästä, joka sopii kyseiseen tarkoitukseen yhtä hyvin ja on standardituote. Siirtymäpalkeilla saadaan käytännössä tien ja kannen väli hallintaan. Siirtymäpalkkien asennuksessa kannattaa käyttää kuvan 39 mukaista vaunua apuna, jotta korkeus saadaan oikeaksi. Samoin tasausmurskeen alla on suositeltavaa käyttää suodatinkangasta, jotta hieno murske ei myöhemmin sekoittuisi alapuolisiin kerroksiin. Materiaalin holvautumiseen ei tässä kohdassa ole syytä luottaa.



*Kuva 37. Ensimmäinen 'oikeilla' siirtymäpalkeilla toteutettu tasoristeyskansi.*





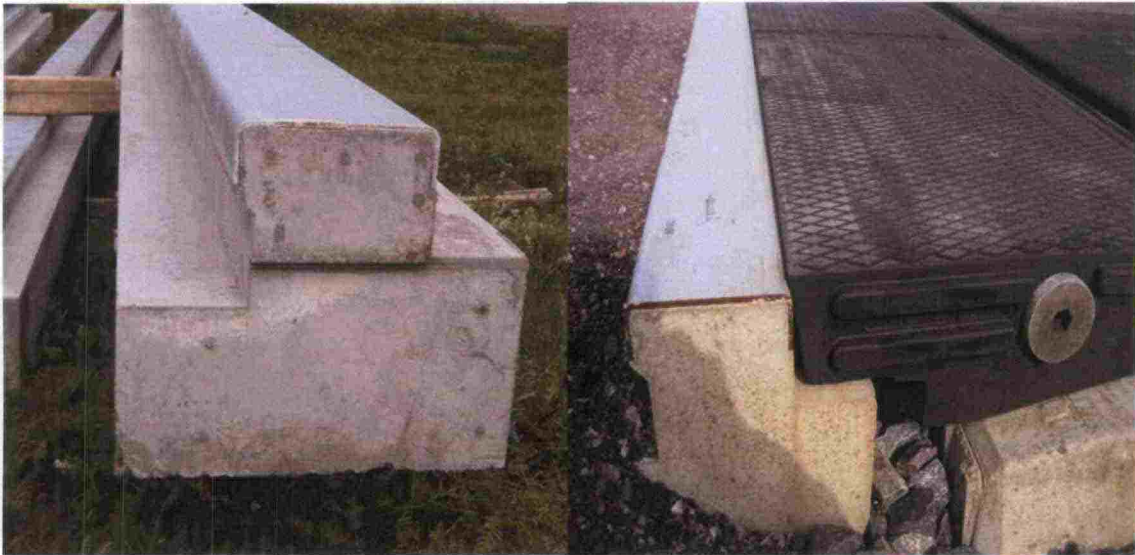
*Kuva 38. Siirtymäpalkki teräsverhoiltuna ja betonisena.*

Saatujen kokemusten mukaan kehittäminen jatkui ja nykyään työmailtakin tulleiden toiveiden mukaan siirtymäpalkit pyritään suorilla osuuksilla hankkimaan yhtämittaisina aina 11,8 metriin saakka. Kaaripaikoissa kumisissa kansirakenteissa joudutaan käyttämään lyhyempiä siirtymäpalkkeja, jolloin palkkien päissä on otettava huomioon kääntyminen.

Kumisten kansirakenteiden kanssa on siirtymäpalkkien käyttö suositeltavaa periaatteessa aina. Poikkeuksen tekevät sellaiset kohteet, joissa liikenne on vähäistä, mutta kumitasoristeys on valittu raidegeometriasta johtuen (siirtymäkaari) tai kyse on kevyen liikenteen väylästä. Tällöin tien ja kannen liitos kannattaa tehdä n. 0,5 m:n matkalta 2-kerros-asfaltointina. Tie kannattaa asfaltoida 10...15 metrin matkalta molemmin puolin rataa hienoaikaisen kulkeutumisen vähentämiseksi kansien päälle ja siitä tuki-kerrokseen.

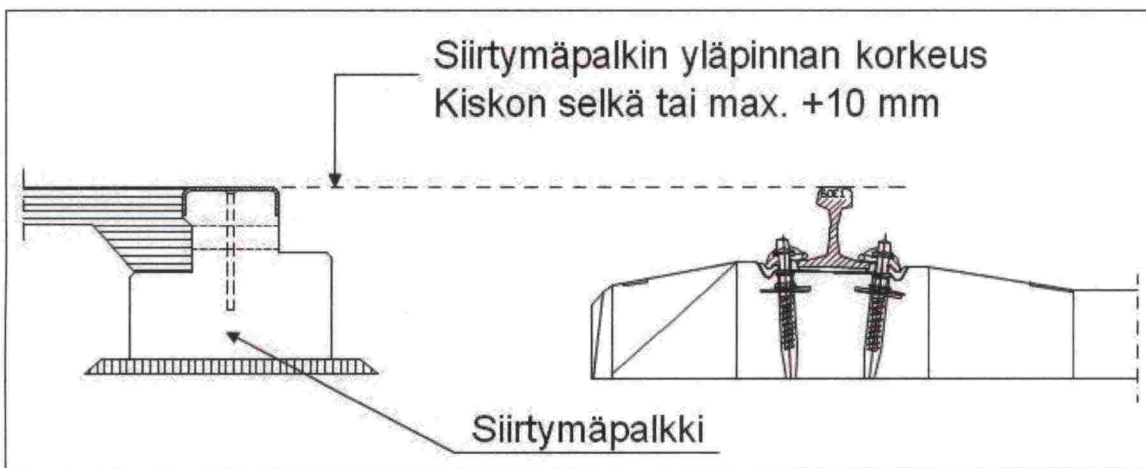


*Kuva 39. Siirtymäpalkin pohjan teko.*



Kuva 40. Sama siirtymäpalkki, vasemmanpuoleisen kuvan vasen puoli betonille ja oikea kumille tai puulle.

Siirtymäpalkkia voidaan käyttää myös puisten kansirakenteiden kanssa, mutta käyttötarvetta esiintyy suhteellisen harvoin. Jos sitä käytetään puisten kansirakenteiden kanssa, myös kaarissa voidaan käyttää yhtämittaisia siirtymäpalkkeja 11,8 metriin saakka. Tämä pitää ottaa huomioon tilauksen yhteydessä ja mitoittaa sisäpuolisen reunaelementin leveys päiden mukaan ja ulkopuolisen reunaelementin leveys keskikohdan mukaan. Puisilla kansirakenteilla on siirtymäpalkin vastintasanteen korkeus 140 mm.



Kuva 41. Siirtymäpalkin poikkileikkaus ja sijoittuminen.

### 4.3 Teknikum Oy:n tuotteiden kehitys

Teknikum Oy on kehittänyt vanhanmallisen vaakaponttisen tilalle ns. pystyponttisen tasoristeysrakenteen. Ensimmäinen pystyponttinen tasoristeys asennettiin v. 2000 Sotkian tasoristeysrakenteeseen. Pystyponttisuus mahdollistaa myös elementtien poistamisen välistä, kun vaakaponttisuus on purettava päästä lähtien puoleen väliin saakka. Elementtien poistamis-/vaihtamistarve välistä on harvinainen eikä ominaisuutta pidetä



oleellisena lukuun ottamatta satunnaisia pitkiä tasoristeyksiä, joista on tarve poistaa elementit osuuksittain.



*Kuva 42. Pystyponttisuus mahdollistaa elementin poistamisen toisten elementtien välistä.*

Kumielementtejä ei tehdä betonipölkkyjen suhteen muotoonsa, vaan käytetään pölkkyjen päälle asennettavia kumikorotuspaloja (kuva 22). Tämä on lievä epäkohta logistiikan ja paikallaan pysyvyyden suhteen.

Elementit olivat aikaisemmin ankkuroitu kuvan 43 mukaisesti vaeltamisen estävällä ankkurilla. Ylösnousun estävää lukitusta ei ollut.



*Kuva 43. Vaeltamisen estävä ankkuri, joka tukeutui pölkkyyn ja elementissä olevaan koloon. Tämä ei ole riittävä.*

Elementtien vaeltamisen ja mahdollisen päästä tapahtuvan ylösnousun estämiseksi on kehitetty kuvan 44 mukainen uusi ankkurointimenetelmä. Tämä estää päiden porrastuksen, mikä vinoissa tasoristeyksissä voisi tulla kyseeseen.



*Kuva 44. Teknikum Oy:n tasoristeyksen ankkurointi.*

Teknikum Oy on viimeiset 7 vuotta toimittanut vain pystyponttiratkaisulla toteutettuja tasoristeyksiä. Asennustyön nopeuttamiseksi ja saumojen vähentämiseksi Teknikum Oy kehitti 1200 mm leveät keskielementit. Näissä ilmeni aluksi ongelmia saumoissa siten, että keskielementtien saumat pyrkivät aukeamaan laippauran kohdalta kuvan 45 tavoin. Tämä ongelma on rakenteellisin muutoksin korjattu. Pystyponttiratkaisu on sinänsä toimiva ratkaisu, mutta saumojen raiteen suuntaista kiristysmahdollisuutta ei käytännössä ole.



*Kuva 45. Keskielementin aukeaminen kiskon vierestä on ratkaistu ja korjattu.*

Teknikum Oy:llä on RHK:n käyttö lupa valtion rataverkolla normaalille Teknicross-tasoristeykselle ja huoltotasoristeykselle. Molemmat ovat pystyponttiratkaisuja ja edellyttävät kuvan 44 mukaisen ankkuroinnin. Rakenne soveltuu suoralle ja kaareen, jonka säde on vähintään 600 m. Mikäli kaaren säde on alle 600 m, säteen suuruudesta ja tasoristeyksen pituudesta riippuen on käytettävä kartioelementtejä. Kaikki Teknikum Oy:n kansityypit ovat liitettävissä toisiinsa. Toimituksiin liittyy kohdekohtaiset asennusohjeet. Elementtien korkeus on 140 mm, joka on siirtymäpalkeissa otettava huomioon.



#### 4.4 Kraiburg GmbH:n tasoristeys

Kraiburg GmbH on kehittänyt vaakaponttista Strail-tasoristeysrakennetta siten, että vaakaponttisuus voidaan kiristää joka toisesta saumasta, jolloin saumat saadaan tiiviiksi. Tämä on selvästi parempi kiristysmenetelmä kuin entinen kerralla kiristys. Elementtejä ei voi yleensä purkaa välistä. Tosin Telakkatien tasoristeyskseen on tehty välikaistalle, jossa ei ole liikennettä, ns. huoltoluukku, josta käsin tasoristeys voidaan purkaa molempiin suuntiin. Huoltoluukku ei voi tehdä liikenteenalaiseen kohtaan, koska rakenne huoltoluukun kohdalla ei ole liikennekelpoinen. Kraiburg GmbH on kehittänyt PedeStrail- ja InnoStrail-rakenteet, jotka poikkeavat normaalirakenteesta siten, että elementtien leveys on 900 mm. Tällöin joka toinen sauma osuu tukikerroksen päälle. Rakenne on tarkoitettu lähinnä kevyen liikenteen väylille, laituri- ja siirtymäalueille ja tasoristeyskseen, joissa raskasta liikennettä on vain satunnaisesti. InnoStrail-rakenne on testattu normaaliliikenteellä, jonka rakenne kesti hyvin.

Kaikki kumikansityypit ovat liitettävissä toisiinsa. Tällä on merkitystä mm. ajoväylän elementtien liittyessä kevyen liikenteen väylään. Normaalielementit soveltuvat raiteen säteen ollessa vähintään 300 m ja tasoristeyskseen pituuden korkeintaan 10 m. Muissa tapauksissa joudutaan käyttämään erikoismitoitettuja elementtejä. Toimituksiin liittyvät kohdekohtaiset asennuskuvat. Elementtien korkeus on 130 mm, joka on siirtymäpaikoissa otettava huomioon.



*Kuva 46. Strailin kumitasoristeys siirtymäpaikoilla varustettuna.*

Kraiburg GmbH:lla on RHK:n käyttöluupa valtion rataverkolla Strailin normaalille tasoristeyskseen ja PedeStrail-tasoristeyskseen (lähinnä kevyelle liikenteelle ja huolto-liikenteelle). Molemmat ovat vaakaponttiratkaisuja ja edellyttävät 1.1.2008 elementtien nousun ja vaeltamisen estävän ankkuroinnin. RHK ei ole toistaiseksi antanut yleistä käyttöilupaa InnoStrail-kansirakenteelle.

#### 4.5 Kumisen tasoristeyskansirakenteen erikoispiirteet

Kumisella tasoristeyskansirakenteella on muihin nähden muutamia erikoispiirteitä. Radan ja tien kulmalla on merkitystä varsinkin, jos tiellä on raskasta liikennettä. Jos ajoneuvojen poistumiskulma tasoristeysksestä on terävä (alle 90 astetta), ajoneuvo-liikenne voi rasittaa kumisen kansirakenteen saumoja niin paljon, että rakenne ei



välttämättä kestä. Rasitus repii saumoja käytännössä auki. Mitä pienempi poistumiskulma on, sitä suurempi on saumoihin kohdistuva rasitus. Jos ajoneuvojen poistumiskulma tasoristeyksestä on yli 90 astetta, rasitus kohdistuu saumoja vasten, siis niitä tiivistäen. Tällöin edellä mainittua vaaraa ei ole, mutta ääritapauksessa tiivistys voi nostaa sauman ylös. Paras ratkaisu on tien ja radan välinen suora kulma.



*Kuva 47. Liikenne tiivistää saumoja (vasen kuva) ja liikenne löystyttää saumoja (oikea kuva).*

Käytännössä saumojen aukeaminen on ollut yhdessä raskaan liikenteen kohteessa niin suuri ongelma, että kansirakennetyyppi on jouduttu muuttamaan toiseksi. Vaikka aukeaminen ei johtaisikaan akuutteihin ongelmiin, se edesauttaa hienoaineksen vuotamista tukikerrokseen aiheuttaen mahdollisesti tätä kautta ongelmia.

## 5 BETONISET TASORISTEYSKANSIRAKENTEET

### 5.1 Tausta

Betonitasoristeyksiä on valtion rataverkolla vajaa 4 % (145 kpl). Ne ovat 1960-luvulta saakka olleet lähes yksinomaan pienelementeistä (600 x 600 mm) rakennettuja (nykyään n. 130 kpl). Rakenne ei ole ollut uutena hyväksytty vuoden 1995 jälkeen. Rakenne on hidas asentaa ja purkaa, siinä on runsaasti vuotavia saumoja eikä laippaurakumi varsinaisesti siihen sovellu. Rakenne on yhtenä elementtinä suhteellisen kevyt eikä sitä ankkuroida millään tavalla.



*Kuva 48. Vanhanmalliset käytöstä poistuvat betonielementit.*

### 5.2 Betonisen tasoristeysrakenteen kehittäminen

Betonisen tasoristeysrakenteen jatkokehittäminen pienelementtien jälkeen sai alkunsa kahdesta Virossa A-Betonin lisenssillä tehdystä jännittämättömistä betonitasoristeyksestä, joista toinen asennettiin Virkkalaan v. 2000 ja toinen Ruonan yhdystielle Raisioon v. 2001. Ne olivat rakenteeltaan tien suuntaan saumattomia, mutta raiteen suuntaan maksimipituus oli n. 5 m. Rakenne edellytti normaalista poikkeavan 543 mm:n pölkkyvälin. Koekohteet olivat sinänsä hyviä ja rohkaisevia.



*Kuva 49. Virkkalan tasoristeyks vasemmalla ja Ruonan yhdystie oikealla.*

Rakenteen suhteen todettiin parannuskohteiksi mm. normaalipölkkyvälin salliminen ja liittyminen kiskoon sekä laippauran että reunaelementin suhteen. Haluttiin myös pidentää raiteen suuntaista yhtämittaisuutta ainakin yli usein esiintyvien pituuksien. Kehittämistä päätettiin jatkaa suunnittelemalla kokonaan uusi tuote sen sijaan, että olisi tehty muutoksia koekohteiden rakenteeseen. Katsottiin, että tällä tavalla saadaan asetetut tavoitteet parhaiten otettua huomioon.

Kehittämistä tarjottiin yhteistyöprojektina v. 2002 molemmille betonipölkkyvalmistajille (Parma Oy ja Lujabetoni Oy) siten, että molemmat osapuolet RHK:n kanssa ovat valmiita myös omaan panostukseen. Parma Oy:n kanssa kehitettiin valmis tuote. Lujabetoni Oy vetäytyi myöhemmin hankkeesta, mutta on jatkanut sitä uudelleen keskittyen ensijaisesti teollisuuskohteisiin.

Tuotteen lähtökohdat:

- Rakenne soveltuu betonipölkkyille BP89, B97 ja BP99.
- Rakenne soveltuu sekä 54E1- että 60E-kiskotyypille.
- Laippaurakumina käytetään puutasoristeykselle kehitettyä mallia.
- Arat kohteet (laippaurakumin suojanokka ja reunaelementin kiskon puoleinen liityntä) suunnitellaan vahvalla lattarautaviisteellä. Varsinkin ulkoviihteen pystymitoitus on tärkeä, koska kaluston pyörä ylittää kiskon ulkoreunan.
- Reunaelementin siirtymäpalkin puoli suunnitellaan asennusystävällisellä avohuuloksella ja estetään täten reunaelementin pystynousu.
- Keskielementti suunnitellaan +5 mm korkeammalle kuin kiskon selän korkeus.
- Reunaelementti suunnitellaan kiskon selän korkeuteen.
- Elementtien (keskielementti, reunaelementit ja siirtymäpalkit) pituustavoitteeksi asetettiin 10...12 metriä.
- Tuote suunnitellaan vain suoralle raiteelle.
- Rakenteen tulee soveltua etenkin kohteisiin, joissa on raskasta liikennettä.

Rakenne suunniteltiin suoraan jännitettynä rakenteena sellaiseksi, että keskielementin tukipinnat ovat pienellä matkalla ennen kiskonkiinnityksiä. Elementti muodostaa siis tien suuntaisen sillan eikä se rasita ratapölkkyä keskeltä. Kaikkien kansirakenteiden ja betoniratapölkyn kosketuspintojen välissä on neopren-kumit, joilla myös säädetään korkeusero kiskotyyppien 54E1 ja 60E1 välillä. Ensimmäinen pilottikohte oli Tampereentien tasoristeys Turussa, jonka liikenne on erittäin vilkas KVL:n ollessa yli 20 000. Siihen asennettiin 9,6 m pitkät elementit molemmille ajosuunnille. Tässä kohteessa käytettiin erikoisratapölkkyjä, joista myöhemmin luovuttiin.





*Kuva 50. Ensimmäisen betonitasoristeyskohteen erikoispölkky.*

Betonitasoristeyksen rakenne edellyttää reunaelementtien tueksi tien puolella siirtymäpalkit, jotka asennuksen johdosta muutettiin 45 asteen avopontiksi 90 asteen sijasta. Tällä on merkitystä etenkin, jos elementti otetaan pois siirtymäpalkin jäädessä paikalleen.



*Kuva 51. Vasemmalla 90 asteen ponttireuna ja oikealla 45 asteen ponttireuna, joka on asennuksessa parempi kuin 90 asteen reuna.*

Kohteessa todettiin ensimmäisen junan jälkeen, että reunaelementtien viiste ei riittänyt. Ensimmäinen juna rikkoi reunaelementtien kiskon puoleiset sivut. Samoin myöhemmin todettiin, että suojarahdat olivat keskielementissäkin liian heikkoja. Toinen lähinnä rakenteellinen hankaluus oli reunaelementtien ahtaus jänneraudoituksen ja muun raudoituksen suhteen.

Toinen pilottikohde oli Lappeenrannassa Kaatopaikan tasoristeys, jolla on tehtaan sisäistä erittäin raskasta liikennettä erittäin vaativissa olosuhteissa. Kyseessä oli kuvan 52 mukainen tilanne liikenteen ollessa akselipainoltaan 50...60 tonnia. Vaikka materiaali oli likaavaa, kansirakenne ei päästänyt tukikerrokseen käytännössä mitään, vaan se oli auki otettaessa kuvan 53 mukaan aivan puhdas. Noin vuoden liikenteellä olleessa betonikannassa ei ollut havaittavissa minkäänlaisia halkeamia ylä- eikä alapinnassa.



*Kuva 52. Kumikansi korvattiin yhtenäisellä betonikannella. Dumpperien akselipaino kuormassa on n. 50...60 tonnia.*



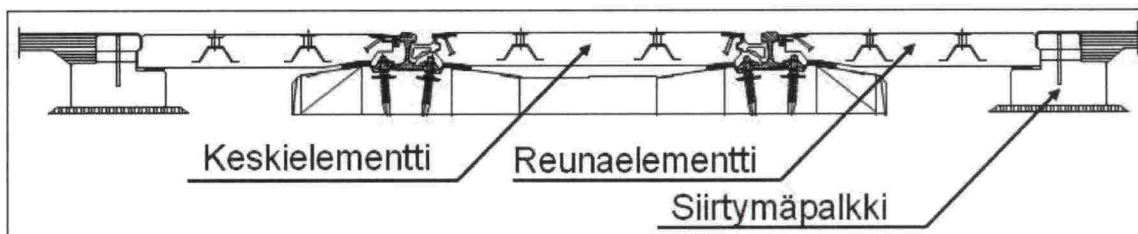
*Kuva 53. Betonikansi laippaurakumineen on suojannut tukikerrosta, vaikka olosuhteet olivat erittäin vaativat.*

Kokemusten perusteella reunaelementin viistettä vahvistettiin ja samalla elementin leveyttä lisättiin n. 500 mm, koska tällä saatiin viisteen vaikutukselle pelivaraa. Tällä tavalla saatiin raide ja siirtymäpalkit selvästi irti toisistaan. Ratkaisulla on myös sopivissa olosuhteissa mahdollista sallia yksi tuentakerta ilman siirtymäpalkkien poistamista ja asfaltoinnin purkamista. Reunaelementin leventäminen antoi myös riittävästi tilaa raudoitukselle. Siirtymäpalkin suhteen tehtiin muutos, joka mahdollistaa palkin käytön myös kumi- ja puutasoristeyksissä. Toisin sanoen palkin tien puoli suunniteltiin sellaiseksi, että se sopii profiililtaan kumielementeille ja puuelementeille niiden edellyttämällä korkeuksilla. Siirtymäpalkki on siis käännettävä. Vaikka betonitasoristeyksessä ei käy kuin suoralle raiteelle, siirtymäpalkissa otettiin huomioon kaarevuus (= monikulmiomaisuus).

Sovittujen muutosten jälkeen betonitasoristeyksestä on saatu tuote, joka toimiakseen vaatii huolellisuutta asennuksessa etenkin reunaelementtien ja siirtymäpalkkien suhteen. Betonitasoristeyselementtejä valmistetaan betoniratapölkyille BP89, B97 ja BP99 sekä kiskotyypeille 54E1 ja 60E1. Valmistus tehdään metallisilla muoteilla, joten



mittatarkkuus on hyvä. Maksimipituus on 11,8 m. Elementtejä ei ankkuroida raiteeseen eikä toisiinsa lukuun ottamatta reunaelementin ja siirtymäpalkin avohuullosta. Paikallaan pysyvyydessä luotetaan massa.



Kuva 54. Betonitasoristeyksen poikkileikkaus.

Elementit voidaan asentaa porrastaen tien ja radan kulman mukaan, jolloin säästetään elementtien pituudessa (kuva 55). Elementtien asentaminen ei ole sidottu pölkkyjakoon.



Kuva 55. Elementit porrastettu ja asfaltointi esimerkillinen.



Kuva 56. Valtion rataverkolla käyttöön hyväksytty uusi betonitasoristeysmalli.



RHK on hyväksynyt Parma Oy:n betonitasoristeyksen käytettäväksi valtion rataverkolla. Kansielementit voidaan liittää toisiinsa raiteen suunnassa, mutta sitä ei saa tehdä siten, että se jäisi tieliikenteen rasitukselle alttiiksi. Liitos voidaan tehdä esim. kohdassa, jossa kaistat on erotettu toisistaan korokkeella. Tavoitteena on ensisijaisesti yhtämittaiset elementit.

## 6 ASFALTTITASORISTEYSRAKENTEET

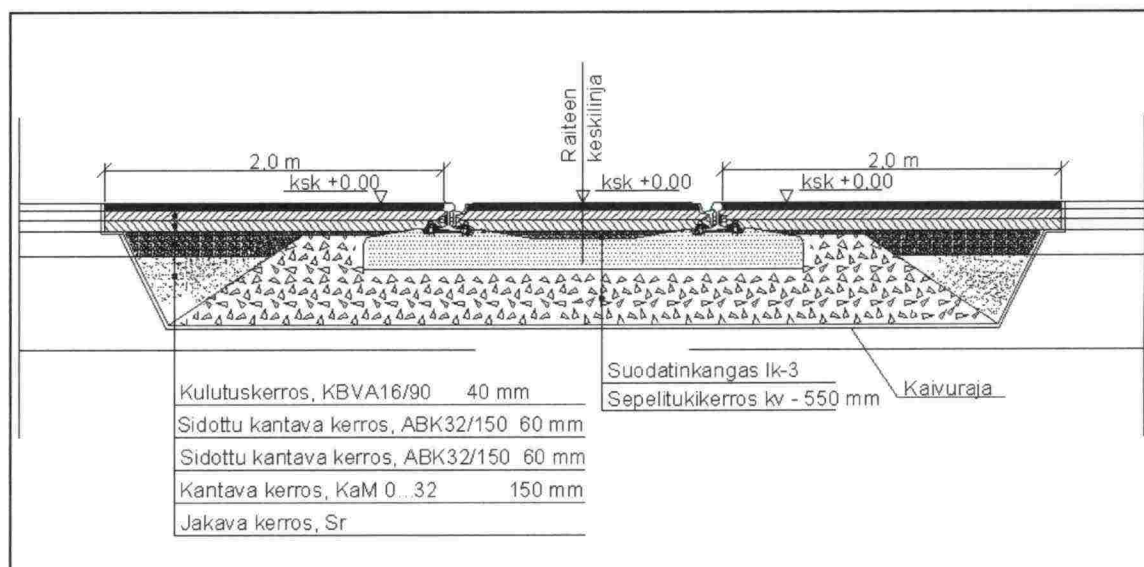
### 6.1 Tausta

Asfalttitasoristeyksiä on käytetty lähinnä sivuraiteilla ja teollisuusalueilla varsinkin silloin, kun on tarvittu ajoneuvoliikennekelpoisia kenttiä, joilla on raiteita. Ne ovat olleet yleensä normaaliasfalttia tai öljysoraa. Asfaltti ei ole pääraiteilla sallittu taso-risteysrakenne ilman radanpitäjän lupaa. Se on aina purettava ja rakennettava osittain uudelleen esim. päällysrakenteen tuennan yhteydessä. Niitä on n. 3 % (110 kpl) valtion rataverkolla.

Laippaura on muodostettu joko käyttämällä urakiskoprofiilia tai erimuotoisten teräsprofiilien avulla. Myös vaakaan käännettyä K30-kiskoa on käytetty. Näistä hyväksytyt rakenne on urakiskoprofiili, jota nykyään voi käyttää betonipölkkyllisenä erikseen sovittavalla pölkkyjaolla. Betoniratapölkkyllinen vaihtoehto on urakiskotasoristeyksissä ensisijainen vaihtoehto aiempaan vetotangolliseen vaihtoehtoon nähden.

### 6.2 Kehittäminen

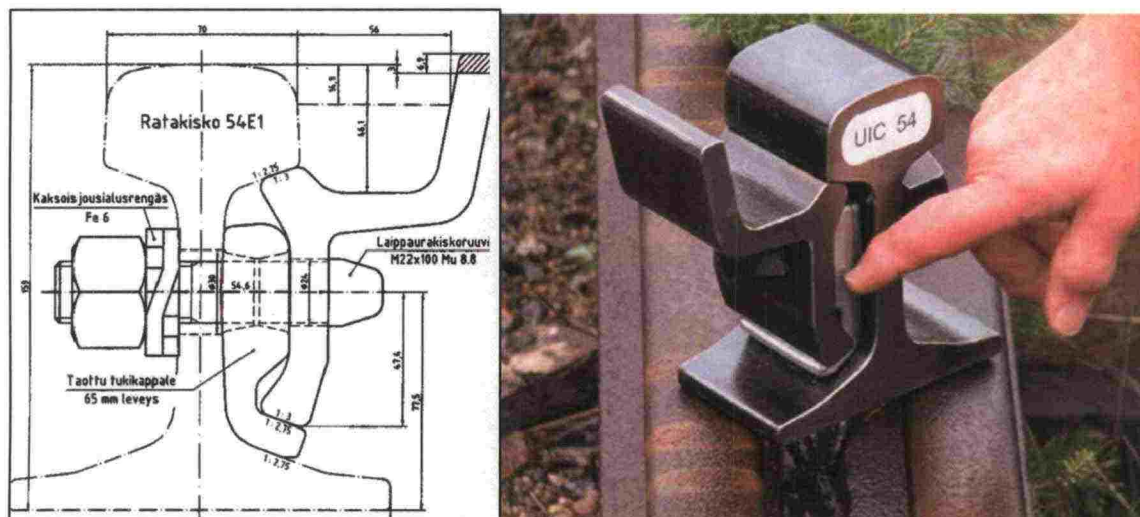
Asfalttitasoristeykselle on kehitetty oheisen kuvan 57 mukainen rakenne, joka on rakennettu 10 kohteeseen. Urakiskorakenteen rinnalle on laippauravaihtoehdoksi tullut ns. Krug-elementti, joka voidaan asentaa K43-, 54E1- ja 60E1-kiskoihin. Krug-elementti on RHK:n käyttöön valmiiksi työstetty siten, että se asennettuna jää n. 3 mm kiskon selän alapuolelle.



Kuva 57. Asfalttitasoristeyksen poikkileikkaus kahdella pohja-asfaltti-kerroksella.

Krug-elementtiin liittyy kuvan 58 mukaiset kiinnityspultit ja välikappaleet kiskopainosta riippuen. Elementit ovat 15 m pitkiä ja pulttausreiät ovat 1500 mm:n välein, mutta tapauskohtaisesti rei'itystä voidaan tihentää. Elementti sopii myös kaareen, jonka säde on vähintään n. 200 m. Asennus tehdään erillisten asennusohjeiden mukaan. Erityisen tärkeää on elementin asennon varmistus ennen asfaltointia.





Kuva 58. Laippaura valtion rataverkolla käytettävällä Krug-elementillä.

Saadut kokemukset edellä mainitulla kuvan 57 rakenteella tehdyistä kohteista ovat olleet pääosin hyviä. Ensimmäinen tasoristeys kyseisellä rakenteella tehtiin Rautaruukille v. 2003 kohteeseen, jonka säde on 198 m ja tieliikenne erittäin raskasta akseliakselipainon ollessa yli 50 tonnia. Kohde on edelleen moitteettomassa kunnossa eikä sille ole tarvinnut tehdä kunnossapidossa mitään (kuva 59). Tämä johtunee kerrosten hyvästä tiiveydestä ja kantokyvystä sekä kumivaluasfaltista, joka paremmin kuin tavallinen asfaltti sulkee elementin ja kiskon ulkoreunan. Kumivaluasfaltti myös joustaa enemmän kuin tavallinen asfaltti. Tästä on kokemusperäistä tietoa. Muutamassa kohteessa on käytetty normaalia asfalttia (hienojakoista), jolloin rakenne on lähtenyt murenemaan vuoden kuluessa elementin ja kiskon ulkoreunan välistä. Asfalttirakenteelle on suositeltavaa asentaa betonipölkkyt, jotka eivät myöskin raskailla akselipainoilla niin kuin puupölkkyt. Tällä on vaikutusta rakenteen ehjänä pysymiseen. Metallinen laippaura on kunnossapidossa (hiekan ja jään puhdistuksessa) haastava, koska se ei myöskin. Puhdistamattomuus voi johtaa suistumiseen varsinkin kaarteissa.



Kuva 59. Rautaruukin Raahen tasoristeys ja oikealla sama tasoristeys 4 vuoden kuluttua.

RHK on hyväksynyt asfalttitasoristeysrakenteeksi kuvan 57 mukaisen rakenteen kohteesta riippuen joko yhdellä tai kahdella pohja-asfalttikerroksella. Laippaurana voidaan tällöin käyttää joko urakiskoa tai Krug-elementtiä. Rakennetta saa käyttää sivuradoilla ja sivuraiteilla, joilla raiteen suurin nopeus on 50 km/h. Tapauskohtaisesti RHK voi myöntää luvan poiketa edellä mainituista raiteen suurimmasta nopeudesta, jolloin kyseessä on yleensä pääraide.



## 7 ERIKOISRATKAISTUT TASORISTEYSKANSIRAKENTEET

### 7.1 Metalliset tasoristeyskansirakenteet

Metallisia tasoristeyskansirakenteita ei uusina rakenteina ole hyväksytty valtion rata-verkolle vuoden 1995 jälkeen. Kuvan mukaisia rakenteita on vielä muutamia. Kyse on ns. Greusin tasoristeyskansirakenteesta. Niiden ongelma on lähinnä siinä, että kumitus ei pysy metallilevyissä, rakennetta on jouduttu paikkamaan hitsaamalla ja se on ollut meluisa.

Mikäli niitä haluttaisiin vielä käyttää, tulisi rakenne suunnitella uudelleen. Uudessa rakenteessa tulisi ottaa huomioon ainakin uudenmallinen laippaurakumi, sähköjohtamaton ankkurointi, meluvaimennus ja kumin pysyvyys metallissa. Metallisilla tasoristeyskansirakenteilla ei ole katsottu olevan kehittämispotentiaalia.



Kuva 60. Metallinen tasoristeyskansirakenne, jota ei uutena hyväksytä.

### 7.2 Tasoristeys vaihteen kohdalla

Tasoristeyskannen reunan on Ratateknisten ohjeiden osan 9 'Tasoristeukset' mukaan oltava vähintään 5 metrin etäisyydellä vaihteen etujatkoksesta. Tämä ei vanhoissa tasoristeyskannoissa aina ole mahdollista, vaan vakiintuneille paikoille rakennetuissa tasoristeyskannoissa joudutaan uusimaan kansirakenne vastoin vaatimuksia.

Kuvan 61 mukaiset tilanteet ovat kansirakenteen suhteen räätälöityjä ja kalliita ratkaisuja. Puu ja kumi kansirakenteena soveltuu vaihteen kohdalle, kunhan se mitoitetaan kohteen mukaan. Kolmas rakenne on asfaltti joskin sillä rajoituksella, ettei kyseessä ole pääraide.



*Kuva 61. Puukansirakenne vaihteen sisällä.*

### **7.3 Tasoristeyskansien yhdistelmäratkaisut**

Tasoristeysten kansirakenteita voidaan yhdistää käyttämällä keski- ja reunaelementteinä eri materiaaleja. Tällä tavalla voidaan saada toimivia ratkaisuja pienemmillä kustannuksilla kuin samaa materiaalia olevat kannet. Tyypillisiä esimerkkejä ovat mm. betonitasoristeys moottoriajoneuvoliikenteen väylällä ja puurakenne kevyen liikenteen väylällä sekä laippauraton kumikansirakenne kiskojen välissä ja puurakenne tai asfaltti kiskojen ulkopuolella.



*Kuva 62. Yhdistelmä rakenne puu-betoni-raiteen suunnassa ja puu-kumi-puu-tien suunnassa.*

Puurakenne yhdistetään pulteilla betonirakenteessa olevaan L-rautaan.



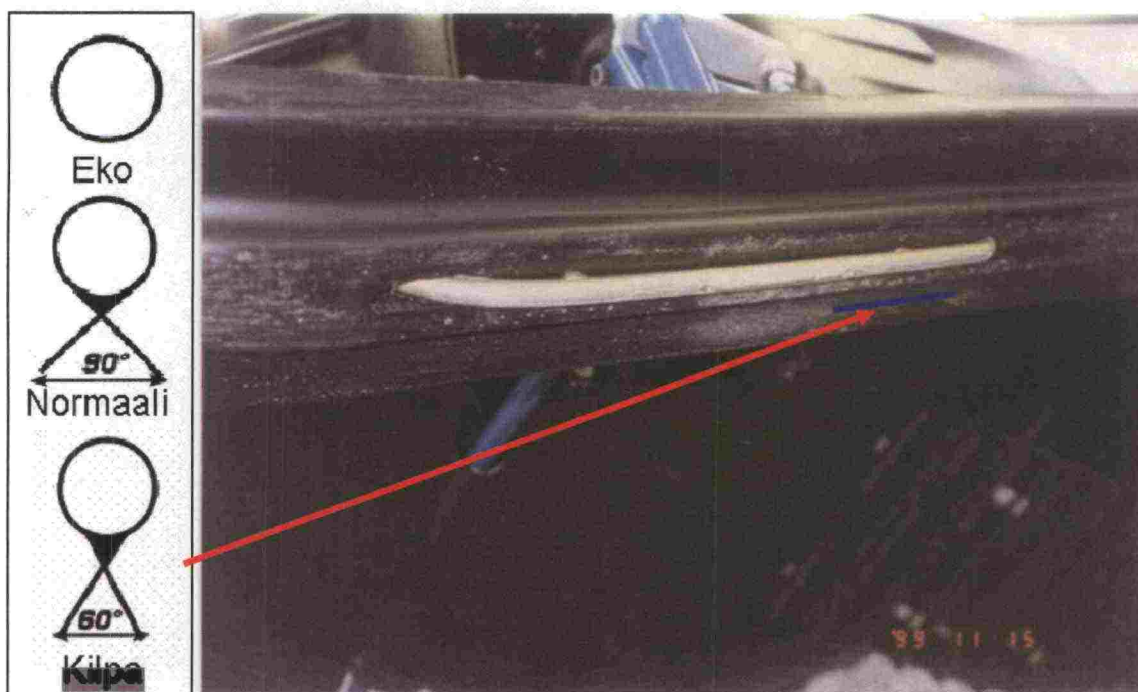
## 8 MOOTTORIKELKKATASORISTEYKSET

### 8.1 Tausta

Ratalain mukaan tasoristeystä ei saa ylittää moottorikelkalla ilman radanpitäjän lupaa. Radanpitäjän lupa edellyttää aina moottorikelkkaliikenteelle soveltuvan kansirakenteen. Siitä huolimatta moottorikelkoilla on ajettu ja ajetaan runsaasti raiteiden yli kohtisuoraan paikoista, joissa ei ole mitään kansirakenteita. Tämä on helppo todentaa, koska moottorikelkat vaurioittavat kiskoja jättämällä niihin selvät jopa 3...4 mm syvät lovet. Tämä aiheutuu siitä, että moottorikelkkojen suksien alapuolella on yleensä pyöreissä ohjausraudoissa terävät jätää varten olevat ohjausraudat, jotka ovat kovempaa terästä kuin kiskot. Nimenomaan kilpamallin terävien ohjausrautojen iskeytyessä ilman kansirakennetta kiskon reunaan voima kohdistuu pienelle alueelle ja syntyy kuvan 63 mukaisia lovia.



Kuva 63. Moottorikelkan ohjausraudan jättämiä jälkiä kiskossa.



Kuva 64. Oheisen mallin mukaiset kovametalliset ohjausraudat ovat 100 tai 200 mm:n pituisina suksissa näkyvissä ohjausraudoissa.

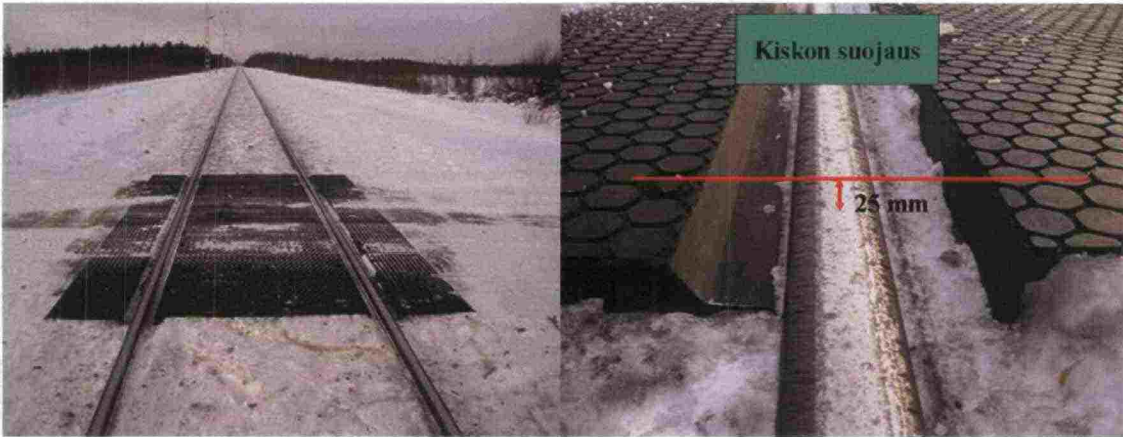


## 8.2 Moottorikelkkatasoristeyksen kansirakenne

Moottorikelkoilla ei saa ylittää raidetta normaalin kansirakenteen kautta, vaan raiteen saa ylittää vain erillisen moottorikelkoille tarkoitetun kansirakenteen kautta. Moottorikelkoille tarkoitettu kansirakenne on oheisen kuvan mukainen. Siinä on oleellista, että ylitys tapahtuu n. 25 mm kiskon selän yläpuolella. Kiskojen ulkopuolella 25 mm:n korotus menee ATUn sisään. Tähän poikkeukseen on RHK:n lupa ja se päivitetään myöhemmin RATO:n osaan 2 'Radan geometria'. Ensimmäinen vain moottorikelkoille tarkoitettu kansirakenne asennettiin ja otettiin käyttöön Rovaniemellä tammikuussa v. 2000. Rakenne oli 4 m leveä johtuen reittitampparien leveydestä. Keskiosaltaan rakenne oli harva puinen kansi kuvan 65 mukaan. Kansi kului muutamassa vuodessa vaihtokuntoon. Myöhemmin on sovittu, että kannen tulee olla yhtenäinen siitä syystä, että eläimet (hirvet, porot, peurat) voivat loukata jalkansa. Yhtenäinen kansi voi olla puinen, mutta kuvan mukainen kumikansi on toinen vaihtoehto. Kumikansi kestää kulutusta huomattavasti enemmän kuin puinen. Kumikannella on parempi kitka kuin puisella ja sen pinta sulaa keväällä nopeammin kuin puukannen pinta. Kokemuksen mukaan se kestää ainakin kolme kertaa puukannen ajan.



*Kuva 65. Ensimmäinen moottorikelkkatasoristeyks. Rakenne ei ole uutena hyväksyttävä. Uusi rakenne on keskielementin osalta umpinainen.*



*Kuva 66. Kuminen moottorikelkkatasoristeys omalla rakenteellaan.*

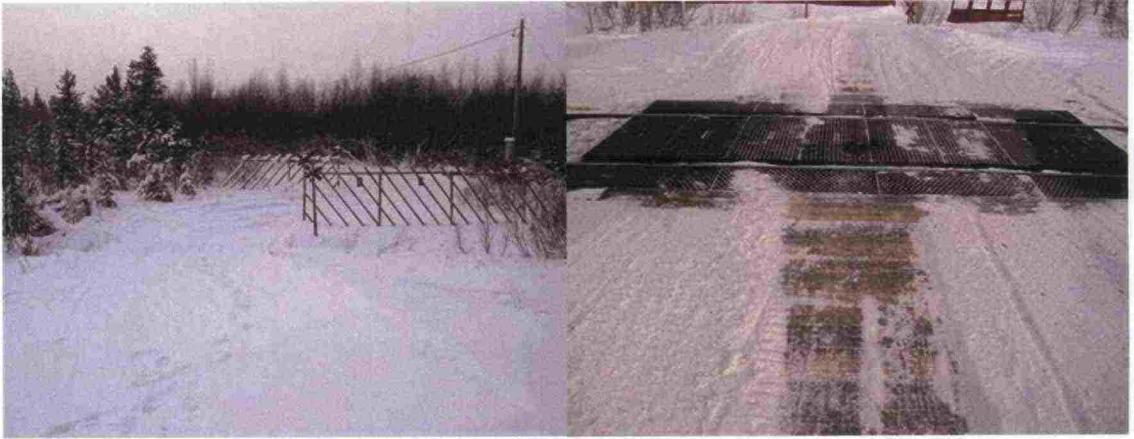


*Kuva 67. Moottorikelkkatasoristeyksen lukitus vasemmalla ja reunaelementtien lisälukitus yleensä yhden tai kahden elementin osalta.*

Puinen kansirakenne ankkuroidaan kuten normaali kansirakenne. Kuminen kansirakenne edellyttää kuvan 67 mukaisen ankkuroinnin joka kulmaan kuten normaali kansirakenne. Lisäksi reunaelementit on ankkuroitava noin 1/3 pituudelta myös keskeltä, sillä muuten kumin ja kiskon yhtymäkohta ei pysy kiinni moottorikelkkojen telojen voimasta johtuen.

Kansirakenne edellyttää reunaelementtien tueksi n. 3 metrin matkalle mielellään 75 mm vahvan lankutuksen, jotta moottorikelkat eivät kuluttaisi kuoppia molemmille puolille tasoristeystä. Samoin tasoristeystykseen tulo tulee ohjata hidastusmutkien kautta, jolloin 'pakotetaan' ajaja hiljentämään vauhtia ja valmistautumaan pysähtymään. Lisäksi asianmukainen moottorikelkkatasoristeys on hyvä varustaa tasoristeysvalolla.



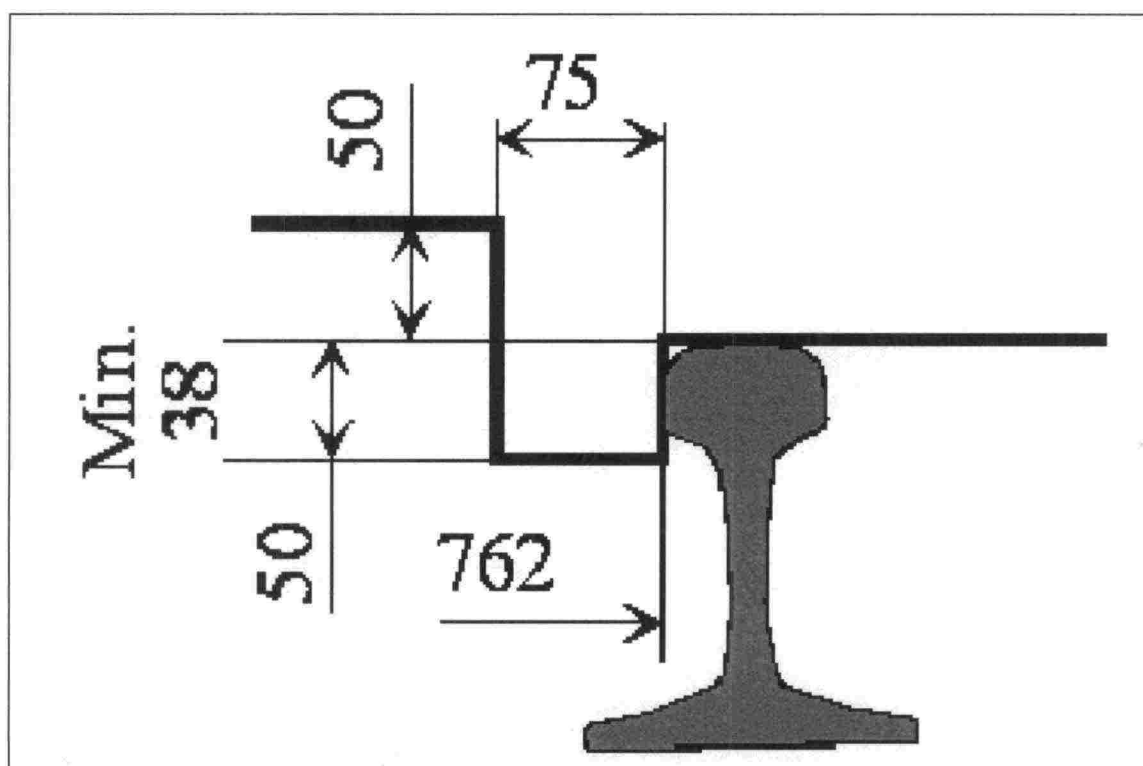


*Kuva 68. Hidastusmutkilla otetaan vauhti pois (kuva radalta päin) ja puiset vastinpinnat estävät kuoppien syntymisen.*

## 9 VAJAA LAIPPAURA JA LAIPPAURATTOMUUS

### 9.1 Vajaa laippaura

Tasoristeyksen kansirakenteeseen kuuluu lähtökohtaisesti Aukean tilan ulottuman (ATU) mukaan vähintään kuvan 69 mukainen laippaura, joka muodostaa tilan pyörän laipalle. Kuvan mitoista poikkeavat urakisko ja Krug-elementti, jotka molemmat ovat sallittuja rakenteita. Tämä poikkeus siis sallitaan nykyisiin ATUn perusmittoihin ja ristiriita korjataan seuraavassa ATU-päivityksessä.



Kuva 69. Nykyisen ATUn laippaura ilman levitystä.

Laippauralla on taipumus täyttyä kuvan 70 mukaan hiekalla, joka jäätyessään voi nostaa ainakin kevyttä kalustoa. Laippauran pysymistä vapaana auttaa uudenmallinen laippaurakumi, joka vaaditaan kaikkiin uusiin ja uusittaviin tasoristeyksen kansirakenteisiin, ellei laippaurakumi kuulu kiinteästi rakenteeseen. Laippauran puhtaanapito on haaste kunnossapidolle. Laippaura on laituripoluilla matkustajaystävällisyysasia matkustajien kulkiessa varsinkin pienipyöräisten matkalaukkujen ja lastenrattaiden kanssa. Laippaura on polkupyöräilijöille turvallisuusriski esim. vinoissa kevyen liikenteen tasoristeyksissä.

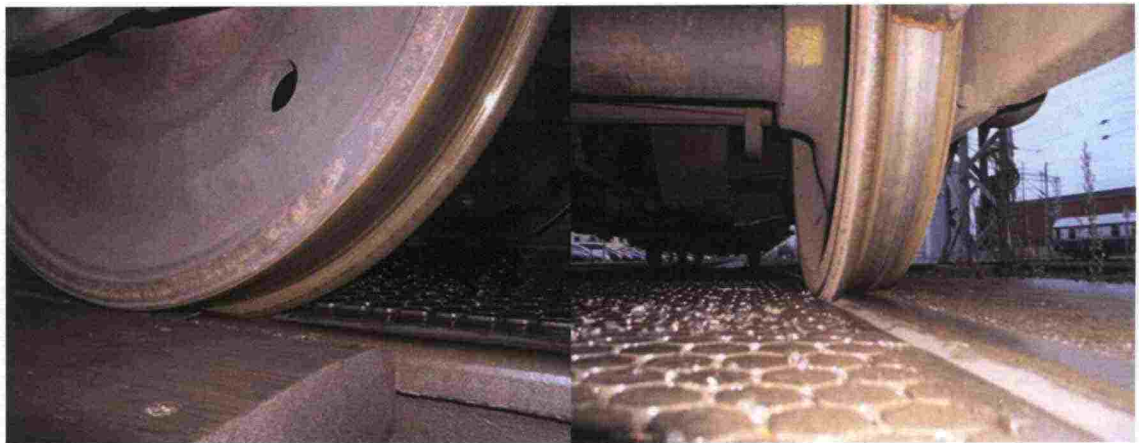




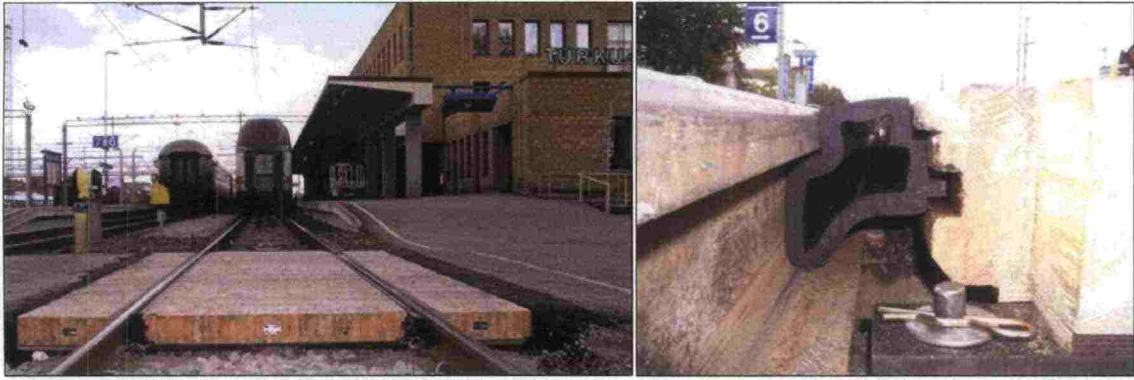
*Kuva 70. Laippaura täyttyy, jäätyy ja muuttuu raideliikenteen turvallisuusriskiksi.*

## 9.2 Laippaurattomuus

Edellä mainittuun viitaten syntyi ajatus, riittäisikö se, että laippaura syntyisi silloin, kun laippa sitä tarvitsee. Muulloinhan laippaura on tarpeeton. Asian kehittämiseksi kokeiltiin laippaurattomuutta Turussa raiteiden 5 ja 6 välilaiturin laituripolulla. Rakenne testattiin ensin laituripolun ulkopuolella ja itse kohteessa koko pituudelta kevyellä 6 tonnin akselipainolla. Kohdevalinta johtui lähinnä siitä, että se oli tavoitteelle ihanteellinen (paljon matkustajia ja kohtalaisesti yli menevää raideliikennettä), helposti valvottavissa ja siinä oli sopiva nopeusrajoitus (50 km/h).



*Kuva 71. Laippaurattomuuden testaus kevyellä n. 6 tonnin akselilla.*



*Kuva 72. Laippaurattomuus puukannen yhteydessä.*

Kokeilu tehtiin keskielementeillä sekä puukannella että kumikannella. Puukanteen suunniteltu laippauraton laippaurakumi ei toistaiseksi johtanut jatkokokeiluihin. Sen sijaan kuminen laippauraton ratkaisu toimi alusta lähtien tavoitteen mukaisesti. Mitään ongelmia koekohteessa ei ole ilmennyt lukuun ottamatta pientä uranmuodostusta, joka sekkin on hidastunut. Myöhemmin myös toiselle raiteelle vaihdettiin kuminen laippauraton ratkaisu. Rakenne on huomattu ja se on saanut myönteistä palautetta niin matkustajilta kuin aseman henkilökunnaltakin.



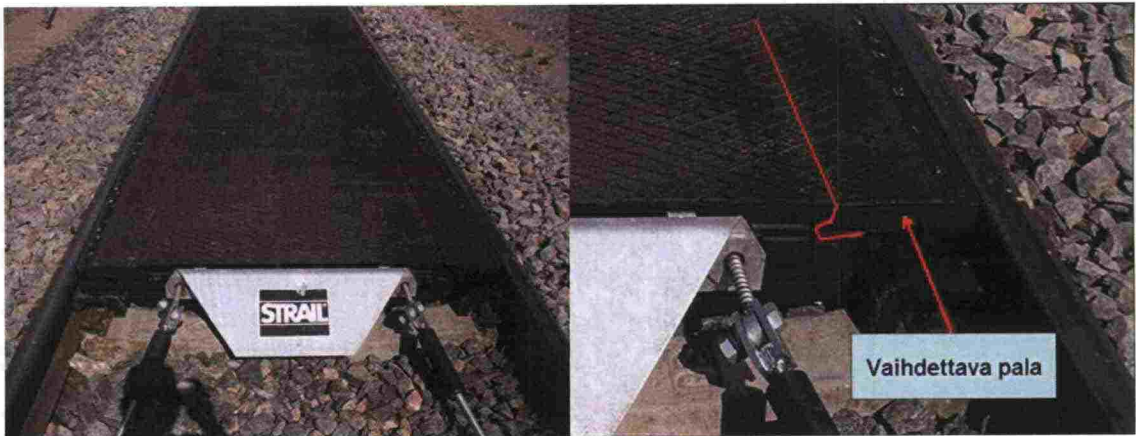
*Kuva 73. Kuminen laippauraton massiivirakenne.*

Saatujen kokemusten jälkeen tavoitteeksi otettiin laippaurattomuus kumikansirakenteella suuremmilla nopeuksilla kuin 50 km/h. Tärkein peruste laippaurattomuuden kehittämiseksi olivat vinot kevyen liikenteen tasoristeykset, joissa laippaura on riski mm. polkupyöräonnettomuuteen. Edelleen laippauran kunnossapito on haaste kaikille tasoristeyksille. Mahdollisuus testauksiin annettiin sekä Teknikum Oy:lle että Kraiburg GmbH:lle.

Turvallisuuden vuoksi kaikki kokeilut tehtiin tasoristeysten ulkopuolella. Karjaalla kokeiltiin 4,8 metrin kumikansirakennetta talvikausi 2005–2006 nopeudella 80 km/h. Kansirakennetta seurattiin eikä mitään hälyttävää esiintynyt. Seuraavat kokeet tehtiin 4,8 metrin kumikansirakenteella Loimaa–Turku-välillä nopeudella 120 km/h, joka kuvattiin suurnopeuskameralla. Saadun kuvauspalautteen ja elementtien vaeltamistapumuksen johdosta elementtejä ei jätetty raiteeseen. Koe uusittiin helmikuussa v. 2007 elementtien ankkuroinnilla varustettuna sekä nopeudella 80 km/h että 120 km/h.



Molemmat myös kuvattiin suurnopeuskameralla. Elementit jätettiin raiteeseen eikä mitään hälyttävää ilmennyt ensimmäisen vuoden aikana. Vastaavat testaukset tehtiin Strailin kumikansirakenteella kesäkuussa v. 2007, mutta rakenne jouduttiin poistamaan n. 2 kuukauden kuluttua. Strailin tuote perustuu irtopaloihin, jotka kitkan ja avopontin avulla kiinnitetään kiskon viereen. Palat ovat jäykkiä/epästabiileja, jolloin kaluston pystysuuntaisen liikkeen on mahdollista nostaa pala tai paloja ylös. Raiteenmittausvaunu vaurioitui, kun paloja irtosi. Kohteissa on esiintynyt vastaavaa uranmuodostusta kuin Turun välilaiturillakin. Se hidastui alkumuodostuksen jälkeen.



Kuva 74. Strailin laippauraton rakenne, joka ei ole massiivirakenne (oikea kuva).

Laippaurattomuuden käytön maksimitavoite voi periaatteessa olla 140 km/h, mutta laituripoluilla se on 80 km/h. Kaupallisessa käytössä olevan laituripolun kohdalla raiteen suurin nopeus saa olla 80 km/h. Saatujen kokemusten perusteella voidaan laippaurattomuutta kiinteästi kumikanteen toteutettuna käyttää nopeuteen 50 km/h rajoituksetta ja nopeuteen 80 km/h RHK:n kohdekohtaisella luvalla. Näillä käyttörajoituksilla RHK tulee antamaan käyttöluvan toistaiseksi vain Teknikum Oy:n laippaurattomalle kansirakenteelle.

Laippaurattomuutta on käytetty kolmessa kevyen liikenteen kohteessa. Kaikissa se on toiminut moitteettomasti, lisännyt turvallisuutta ja ollut lähes kunnossapitovapaa.



Kuva 75. Laippaurattomuudella turvallisuutta vinossa tasoristeyksessä.



Laippaurattomien keskielementtien kanssa voidaan käyttää esim. puisia reunaelementtejä tai reunat voidaan asfaloita.

### 9.3 Urakiskon ja normaalikiskon laippauratäyte

Helsingin kaupungin rakennustoimisto on yhdessä Teknikum Oy:n kanssa kehittänyt v. 2002 urakiskolle laippauratäyteen. Tarve oli tullut lähinnä siitä, että Metron urakiskoyhdysraide kulkee kadulla viistosti muodostaen mm. moottoripyörille turvallisuusriskin. Hanke oli haasteellinen varsinkin kaarissa. Kiinnitys perustui liimaukseen. Pehmeähkö kuminen laippauratäyte liimattiin kuivaan hiekkapuhallettuun urakiskoon. Laippauratäyteen valmistustavasta johtuva maksimipituus oli n. 2,8 m ja ne liitettiin toisiinsa liimalla ja kohdistuspuikolla. Liima levitettiin molemmille pinnoille. Liimauksen jälkeen pidettiin painoa päällä muutaman tunnin ennen liikenteelle antoa.



*Kuva 76. Urakiskon hiekkapuhallus kuivalla säällä.*

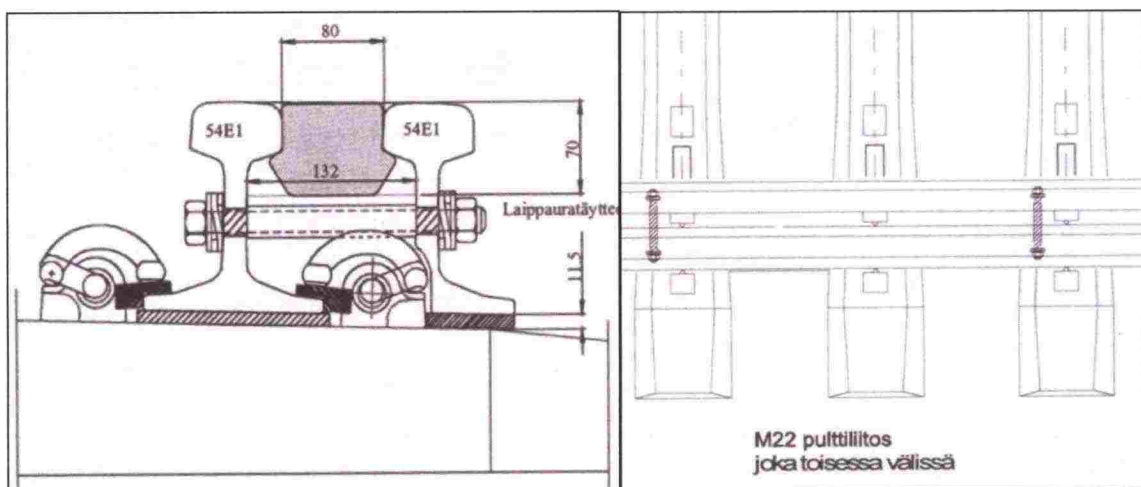


*Kuva 77. Liimaus (vasen kuva) ja turvallinen liikenteelle (oikea kuva).*

Urakiskon laippauratäyte ei pysynyt odotetusti kiinni. Yhtenä syynä olivat asennusolosuhteet sikäli, että liikennettä ei saatu asennuksen ajaksi kokonaan keskeytettyä. Urakiskon liimapintaan pääsi kerääntymään pölyä, vaikka se puhdistettiin ennen liimausta.

Normaalikiskoille kehitettiin lähinnä asfaltoituja tehdaskenttiä ja teollisuustasoristeyksiä varten laippauratäyte. Kyse oli tavallaan vanhan tuotteen jatkojalostamisesta. Normaalin kiskon viereen oli tarkoitus asentaa laippauraetäisyydelle toinen vastaava kisko ja varmistaa laippauran leveys holkkipulttikiinnityksellä (kuva 78). Muu osa

(keskusta ja reunat) oli tarkoitus tehdä asfalttitasoristeyksen tavoin. Hanke ei edennyt toteutukseen valtion rataverkolla.



Kuva 78. Kiskot vierekkäin ja pulttikiinnitys joka toisen pölkyn kohdalta.



Kuva 79. Laippauratäyte kokeiluaihiossaan.

Oheista rakennetta on käyttänyt Helsingin kaupunki mm. Viikissä. Rakenne on toimiva ja haaste on lähinnä laippauratäyteen pohjamateriaalissa.



## 10 NETTONYKYARVOVERTAILU (NNA-vertailu)

### 10.1 Tausta

Tasoristeysten kansirakenteet ovat vuosittain enemmän volyymituote kuin yksittäinen investointi. Niiden valintaa nettonykyarvon ohella säätelevät vuosittaiset määrärahat niin rakentamisessa kuin kunnossapidossa. Vuonna 2007 uusittiin n. 90 tasoristeyskantta ja tasoristeyskansien kunnossapito ja uusiminen maksoi n. 2 miljoonaa euroa. Edullinen hankintahinta ei välttämättä ole nettonykyarvon perusteella edullisin. Nettonykyarvo tarkoittaa pidemmän esim. 30 vuoden ajalta tehtyä kustannusvertailua. Kunnossapitosopimuksen mukaan alle 7,0 metrin tasoristeyskansien vaihto kuuluu kunnossapitosopimukseen, jolloin kunnossapitaja saa valita kansirakennetyypin. Pääsääntönä on, että kannen on täytettävä RATOn /1/ vaatimukset. Uuden kannen ei tarvitse olla tyypiltään sama kuin vanha kansi. Tällöin kansirakenteen valintaan voi vaikuttaa kunnossapidon kilpailuajankohdan läheisyys ja lähtökohtaisesti jo kunnossapitokauden pituus. Tällöin voidaan valita halvin vaihtoehto, vaikka se muuten ei olisikaan perusteltu. Tällä on merkitystä, koska valinta on kunnossapitajan eikä radanpitäjän. Yli 7,0 metrin kansien suhteen tilanne on hallinnassa, koska valinta on suoraan radanpitäjällä.

### 10.2 Nettonykyarvovertailu

Nettonykyarvotarkastelu on vain yksi apuväline siinä pohdinnassa, mikä kansirakenne tasoristeyskseen valitaan. Eri kansirakennetyyppien sopivuus ja rajoitteet voivat vaikuttaa valinnassa nettonykyarvoa enemmän. Nettonykyarvovertailu pitää tehdä kohdekohtaisesti, mutta tässä on esitetty esimerkinomaisesti oheisilla lähtötiedoilla oleva kohde.

Lähtöarvot:

- Kannen pituus 8,4 m
- Suora rata
- Betonipölkky
- Kansimateriaali: naulauskaavion mukainen puu, liimattu puu, kumi, kumi + siirtymäpalkit, betoni
- Tasoristeyskseen liikennemäärä: vilkas + raskasta liikennettä, normaali, vähäliikenteinen.
- Laskenta-aika 30 vuotta
- Laskentakorko 5 %.

Laskennassa on otettu huomioon materiaalien hankintahinnat, rahdit, mahdolliset valmistelut, asennus, kunnossapito poisto/asennus, hävitys tai uusiokäyttö. Rahditus on otettu huomioon 300 km:n mukaan.

Kansirakenteiden uudelleen käyttö tai hävittäminen vaihtelee tyypeittäin. Kyllästämätön puu, joka ei sisällä liimoja, voidaan hävittää polttamalla. Kreosootin käyttöä on tiukasti rajoitettu, eikä kromi-arseeni-kupari-valmisteilla saa enää kyllästä puuta 1.9.2006 lähtien. Käytöstä poistettua arseenia tai kromia sisältävä tai kreosoottiöljyllä kyllästetty puu on aina ongelmajätettä. Kreosoottikyllästeisiä tasoristeyskansia ei kuluneen 7

vuoden aikana ole yhtä lukuun ottamatta (ei ole enää raiteessa) valmistettu, mutta viherkyllästeisiä (kromi-arseeni-kupari) on radassa useita satoja. Puun painekyllästys ei 1.9.2006 jälkeen sisällä edellä mainittuja vaarallisia aineita. Nettonykyarvolaskelmissa on otettu hävittäminen huomioon painekyllästeisissä ja/tai liimatuissa tasoristeyskansissa olettaen, ettei 1.9.2006 määräys tuo tähän helpotusta. Hävittäminen on otettu huomioon tonniperusteisena. Sillä on puukansissa vain marginaalinen merkitys.

Kumitasoristeyksen elementtien hävittäminen on tavallaan suunnitteluvaiheessa. Valmistaja ei toistaiseksi ota käytettyjä elementtejä vastaan. Uusiokäyttö jollain tavalla voi tulla mahdolliseksi, mutta se ei toistaiseksi ole mahdollista. Joitain satunnaisia hankkeita uusiokäytöstä on, mutta ne eivät ole uusiotuotteita. Kumielementti on siis tietynlainen ongelmajäte, vaikka varsinainen ongelmajäte kumista tulee vasta, kun sen läpi virtaa 'oikeaa' ongelmajätettä (esim. letkut). Nettonykyarvolaskelmissa hävittäminen on otettu huomioon kiskonkiinnityksen kulmakappaleiden hävityshinnan mukaan.

Betonitasoristeuselementit voidaan hävittää murskaamalla betoni ja erottamalla teräkset. Saatu murske voidaan hyötykäyttää esim. huoltoteillä ja teräkset myydä romuksi. Betonimursketta riittää kerrosvahvuutena puolet siitä, mitä esim. soraa tarvitaan. Nettonykyarvolaskelmissa on oletettu, että uusiokäyttö ja romuarvo riittävät hävityskustannuksiin.

Tasoristeysten liikennemäärät vaihtelevat tiestä riippuen erittäin paljon. Ne menevät ristiin siten, ettei pelkän tiettyypin mukaan voi määritellä kansirakenteita. KVL-määrät ovat maksimissaan jopa yli 20 000, mutta vilkkaina voidaan pitää tasoristeyskansiä, joiden KVL on yli 2000, normaalina tasoristeyskansiä, joiden KVL on 100...2000 ja vähäliikenteisinä tasoristeyskansiä, joiden KVL on 1...100. Vilkkaita tasoristeyskansiä ovat yleensä kaduilla, valtateilla ja maanteilla, normaalit maanteilla ja hiljaiset yksityisteillä, viljelysteillä, metsäteillä ja huoltoteillä. Viljelys- ja metsäteillä liikennemäärä voi jäädä muutama vuodessa. Tästä huolimatta niiden tulee kestää normaalit tieliikenteen akselipainot.

Toteutuneet KVL-määrät ovat kaduilla keskimäärin 600...700 maksimin ollessa yli 20000, maanteilla 400...500 maksimin ollessa yli 10000, mutta yksityisteilläkin voi KVL olla yli 1000.

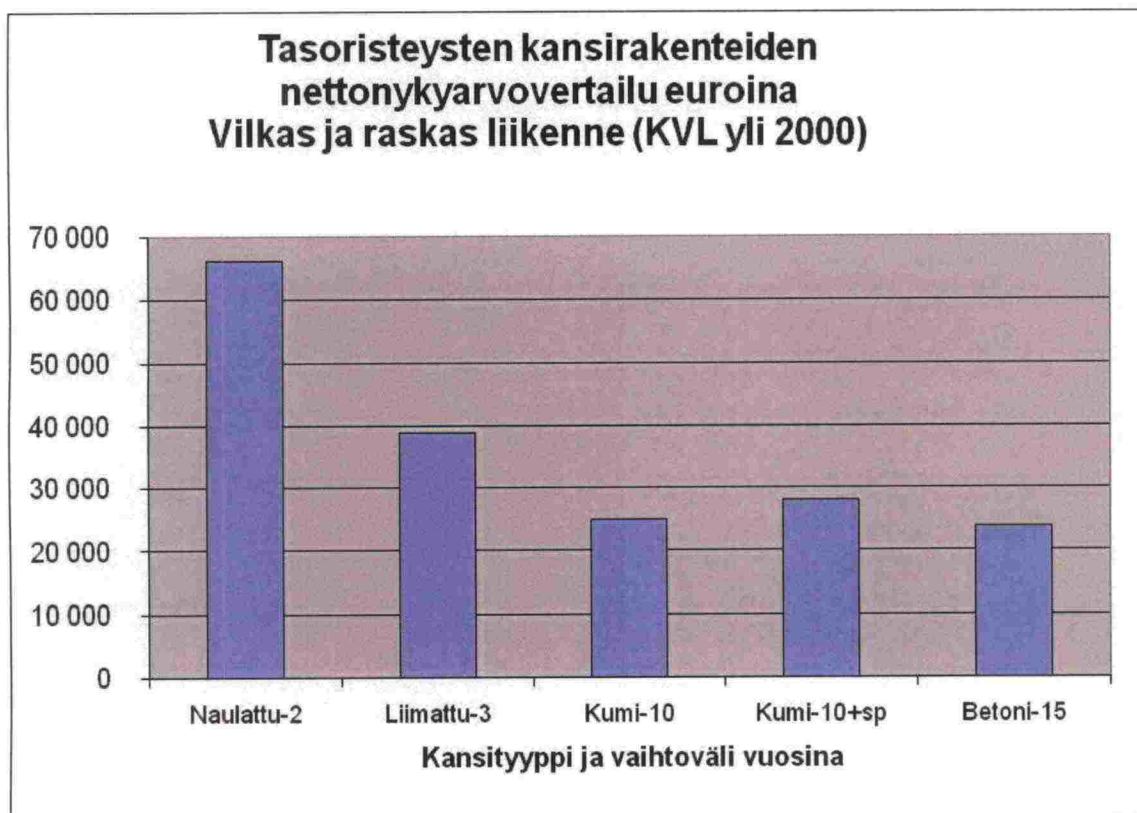
Oheisten nettonykyarvotaulukoiden 1,2 ja 3 perusteella:

- Kumi ja betoni ovat 30 vuoden aikajänteellä vilkkaissa ja raskaasti liikennöidyissä edullisimpia (KVL yli 2000).
- Kumi, betoni ja liimapuu ovat tasavertaisia normaalisti liikennöidyissä tasoristeyskansissa (KVL 100...2000).
- Liimapuu on edullisin vähän liikennöidyissä tasoristeyskansissa (KVL alle 100).

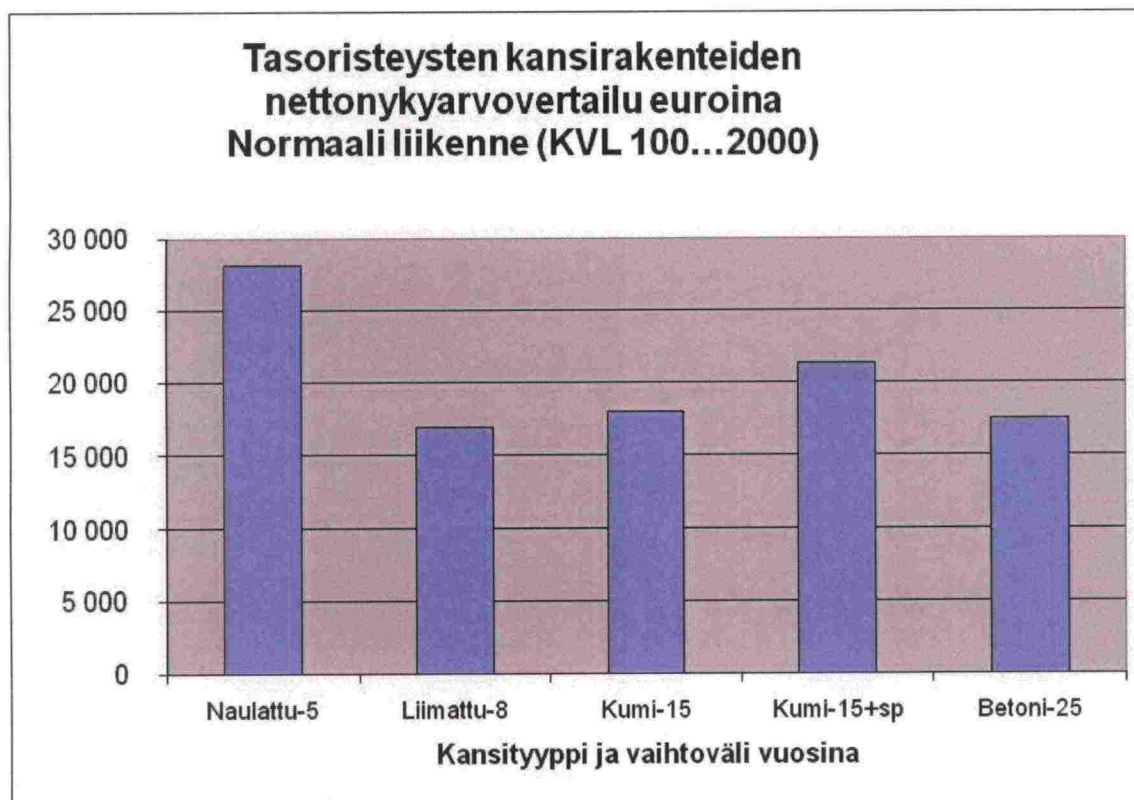
Vertailussa on korostettava sitä, että kyseessä on kustannusvertailu. Muut tekijät voivat kohdekohtaisesti vaikuttaa jopa määräävästi.



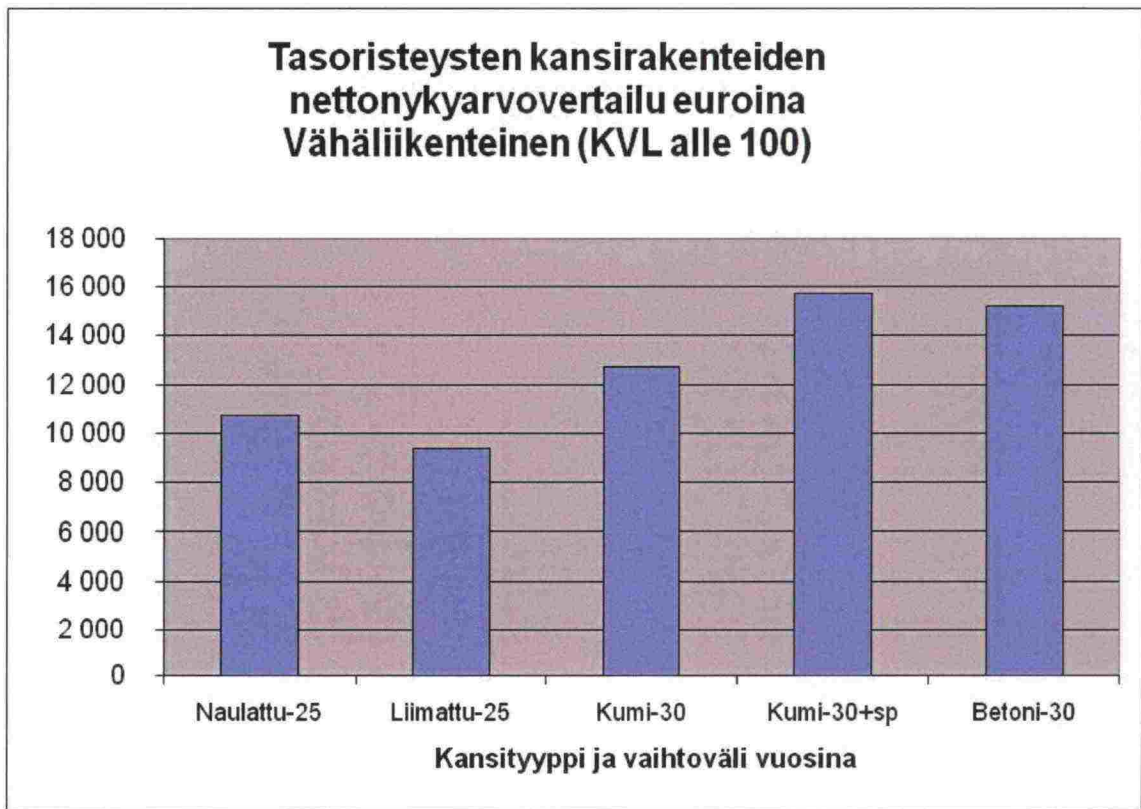
Taulukko 1. Nettonykyarvot euroina 30 vuoden ajalta.



Taulukko 2. Nettonykyarvot euroina 30 vuoden ajalta.



Taulukko 3. Nettonykyarvot euroina 30 vuoden ajalta.





## 11 TASORISTEYSKANSIEN KUNNOSSAPITO

### 11.1 Tausta

Tasoristeyksen kannen kunnossapito kuuluu radanpitäjälle. Kannen kunnossapitotyöt tulee mahdollisuuksien mukaan kytkeä raiteen kunnossapidon yhteyteen. Normaalisti kantta on lisäksi kunnostettava erillisenä kohteena. Laippaurat puhdistetaan käsi- tai konetyönä. Jään tai lumen sulattamiseen ei saa käyttää suolaa tai muuta korroosiota aiheuttavaa tai raiteen vuotovastusta pienentävää kemikaalia.

Radan kunnossapitäjän ja tien kunnossapitäjän vastuualueiden raja on tasoristeyksen tien ja kannen ulommat saumat. Lumenauraus tasoristeyksen kohdalla kuuluu tienpitäjälle.

Aurattaessa kansirakenteen yli auran terät on nostettava ylös tasoristeyksen kannen vaurioitumisen estämiseksi ja kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, ettei auran terä putoa ja juutu kiinni laippauraan. Tämä vaara on suurin silloin, kun auran kulma on sama kuin risteyskulma. Aoraus on suositeltavaa tehdä tasoristeyksestä pois päin, jolloin lunta ei kerääny tasoristeyksen läheisyyteen.

Teiden aurauksen ja talvihöyläyksen synnyttämät vallit on tien kunnossapitäjän toimesta siirrettävä niin kauas radasta, että ne eivät aiheuta haittaa raiteella liikkuvalla kalustolle tai radan kiinteille laitteille eivätkä muodosta näkemäestettä. Töiden yhteydessä tien kunnossapitäjän on varmistettava, että raideliikenteelle ei aiheudu vaaraa esim. kivistä tai jäälohkareista.

Radanpitäjän tulee ilmoittaa tienpitäjälle, mikäli tasoristeyksessä tai sen välittömässä läheisyydessä on havaittavissa tienpitäjän laiminlyönneistä johtuvia puutteita.

Soratien kunnossapito (kulutuskerroksen taso ja muokkaus, materiaalin lisäys, pölyn sidonta kalsiumkloridilla) aiheuttaa haittaa ratapenkereelle. Haitan poistamiseksi radan ylittävä tie tulisi ainakin yleisillä teillä ja kaduilla sekä varoituslaitoksella varustetuilla tasoristeyksillä päällystää kestopäällysteellä 100–150 m:n matkalla tasoristeyksen molemmin puolin.

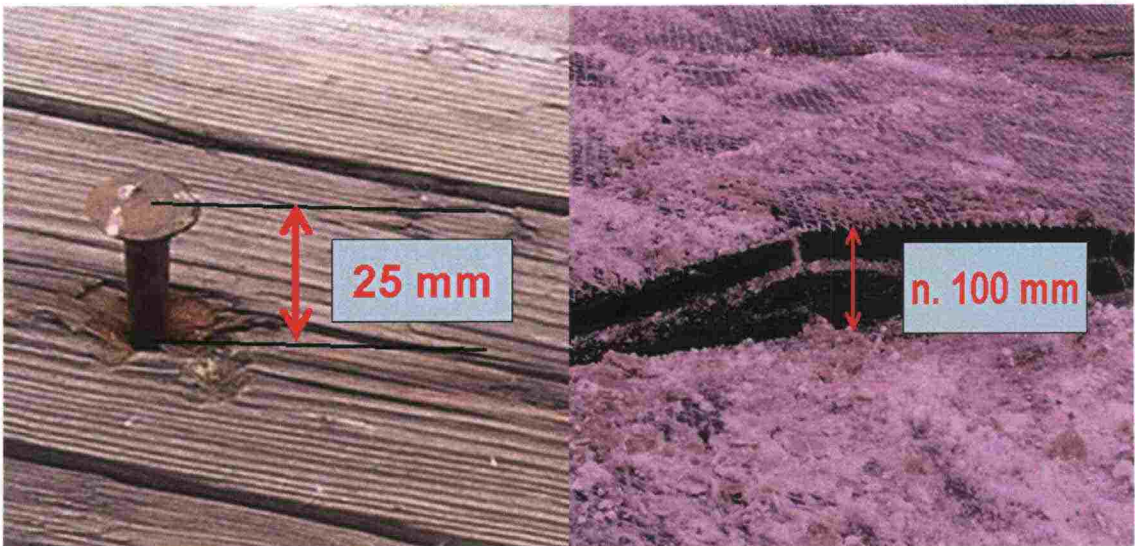
Kestopäällystetyn tien uudelleen päällystämisen yhteydessä tien pinta kohoaa. Tasoristeyksen kannen yläpinta ei saa olla raiteen ulkopuolella kiskon selkää ylempänä. Tämän välttämiseksi vanhaa päällystystä on tarvittaessa jyrstittävä tai kokonaan poistettava ennen uudelleenpäällystämistä. Uudelleenpäällystämisen yhteydessä pituuskaltevuus ei saa muuttua siten, että vesi alkaa virrata tieltä radalle.

Tien liukkauden torjunta on tehtävä suolaa käyttämättä niin pitkällä matkalla, että suolan kulkeutuminen tasoristeykseen voidaan estää.

## 11.2 Kansirakenteiden kunnossapito-ongelmat

Tasoristeysten kansirakenteiden kunnossapidossa tärkeintä on turvallisuus. Toissijaisena ovat taloudelliset ja esteettiset tekijät. Turvallisuus voi vaarantua joko suoraan tai välillisesti mm. toimintaohjeiden noudattamatta jättämisestä, routanousuista tai kansielementtien ankkurointipuutteista johtuen. Sinänsä pieneltäkin näyttävä tekijä voi aiheuttaa ajoneuvon juuttumisen raiteelle.

Seuraavassa on muutamia esimerkkejä tilanteista, joissa turvallisuus voi vaarantua ja muutamissa tapauksissa on aiheuttanut onnettomuuden. Päältänaulaus tai ruuvaus ei ole suositeltavaa, koska naulat ja ruuvit 'kuohuvat' liikenteen vaikutuksesta ylös, jolloin rakenteiden irtoamisen lisäksi autonrenkaat voivat vaurioitua. Kumikannen ylösnousua on esiintynyt jopa siinä määrin, että kansi voi ottaa kiinni henkilöauton pohjaan. ATU sallii vain 50 mm ylityksen kiskon selästä ylöspäin.



Kuva 80. Naulaus on noussut ylös vasemmalla ja kansi oikealla.

Useissa tapauksissa ei auran teriä nosteta tasoristeyskansien kohdalla, vaikka se on ohjeistettu. Tämä on selvästi todettavissa kaikista kansityypeistä. Aurojen hammastetut terät aiheuttavat kansirakenteesta riippumatta vaurioita, jotka voivat olla vaarallisia esimerkiksi rakenteiden päästessä irtoamaan. Kuvissa 81 ja 82 on esimerkkejä siitä, kun auran teriä ei nosteta. Kansirakenteen korjauksesta tuleva kustannus on lähes poikkeuksetta jäänyt radanpitäjälle, vaikka se aiheuttamisperiaatteen mukaan kuuluisi tekijälle. Vastuuta ja ohjeistusta tulee tältä osin korostaa.

Kuvassa 83 on ratakuorma-auton auran terät jääneet nostamatta.

Oheisten kuvien mukaiset tilanteet ovat kaikki vältettävissä ohjeiden mukaisella toiminnalla. Tilanteet eivät ole vain esteettisiä, vaan monessa tapauksessa on vaarannettu turvallisuutta tai on sattunut vakaviakin onnettomuuksia. Tähän asiaan tulisi kiinnittää entistä enemmän huomiota ohjeiden päivityksen ja tiedotuksen avulla. Neuvotteluja Tiehallinnon ja suurimpien kaupunkien kanssa tulee tiivistää ja sopia esim. aiheuttamisperiaatteen mukaisesta sanktiokäytännöstä.





*Kuva 81. Auran terät ovat olleet alhaalla vasemmalla. Miten olisi käynyt vastaavassa tapauksessa oikealla?*

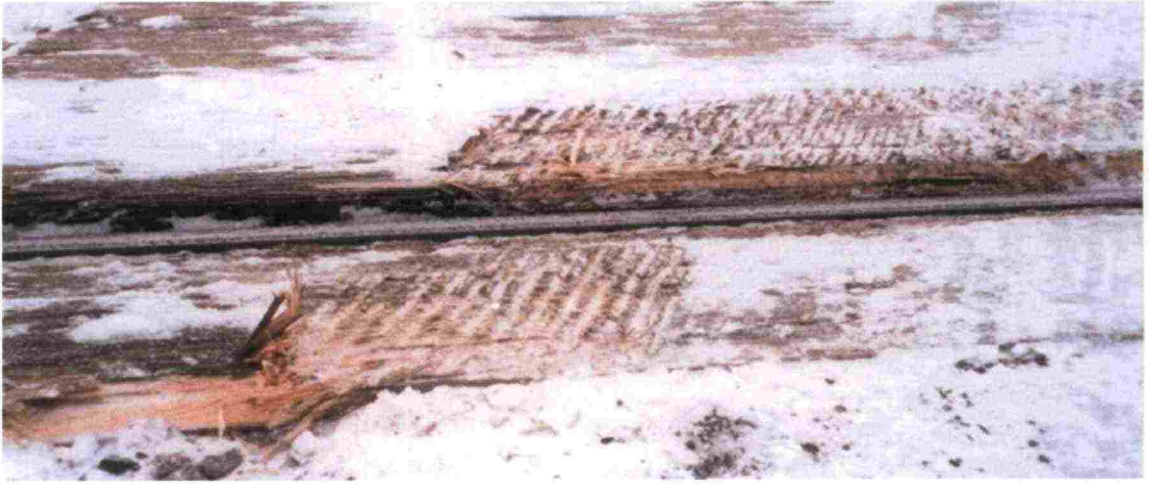


*Kuva 82. Auran terät vaurioittavat kumikantta, jonka voi korjata vain vaihtamalla uudet elementit. Hinta arviolta 3000 euroa vuoden 2008 hinnoin.*



*Kuva 83. Ratakuorma-auton auran terät pitää nostaa aina 'Nosta terät' -merkin perusteella.*





*Kuva 84. Auran terille ovat myös kiskot alttiina.*

## 12 YHTEENVETO, SUOSITUKSET JA JATKOKEHITTÄMINEN

### 12.1 Yhteenveto ja suositukset

Tasoristeysten kansirakenteen valintaan ei voi antaa joitain materiaaliikohtaisia rajoitteita lukuun ottamatta sellaisia ohjeita, jotka toimisivat kaikissa tilanteissa. Valinta on lähes aina kohdekohtainen eikä esim. liikennemäärä välttämättä ohjaa parhaaseen ratkaisuun. Valinta on aina monen tekijän arvioinnin tulos. Ohessa on valinnan helpottamiseksi kerrottu rajoitteet ja eri materiaalien hyvät ja huonot puolet. Parhaaseen ratkaisuun ei välttämättä päästä rahoituksellisistakaan syistä.

#### *Vaatimukset tai suositukset kaikille kansirakenteille:*

- Laippaurakumia on käytettävä aina, ellei se ole kansirakenteessa jo valmiina lukuun ottamatta urakiskoa ja Krug-elementtiä.
- Laippaurakumin on oltava yhtenäinen lukuun ottamatta kumikansirakennetta.
- Kansirakenteen on oltava yhtenäinen, mikäli kannen pituus on enintään 10 m lukuun ottamatta kumikansia.
- Päällysrakenteen vaihdon tulisi ulottua n. 20...30 m:n etäisyydelle kannen päistä.
- Aina on käytettävä joko RHK:n hyväksymien tyyppiirustusten mukaisia rakenteita tai RHK:n käyttöluvan saaneita tuotteita.
- Tie on suositeltavaa asfaltoida n. 10 metriä kansirakenteen reunasta lähtien.

#### *Puiset tasoristeysten kansirakenteet:*

- Rakenteen tyyppiirustukset ovat kiskopainoille K30, K43, 54E1 ja 60E1.
- Sopii suoralle ja täyskaareen hyvin, mutta siirtymäkaareen huonosti.
- Jakaa kuormia hyvin.
- On helppo työstää ja nopea asentaa.
- 2-kerrosasfaltti reuna-elementtejä vasten on suositeltavaa. Siirtymäpalkkia voi harkinnanvaraisesti käyttää.
- Yhtenäisenä rakenteena (esim. liimapuu) kestää kulutusta naulattuun rakenteeseen verrattuna n. kaksinkertaisen ajan.
- Puun kosteuseläminen ei ole täysin hallinnassa.
- Kertopuun testit auttanevat puun kosteuselämisen hallinnassa. Samoin laippaurakka vahvistuu ja pintakulutus pienenee.
- Ankkurointi muutetaan puiseksi kiskon alta läpimeneväksi läpipultatuksi puuankkuriksi (63x125 mm).
- Kyllästystä ei ole syytä käyttää, jos vaihtotarve tulee enintään 5–8 vuoden kuluessa.
- Elementtien porrastus tasoristeyksissä, joissa tien ja radan välinen kulma poikkeaa suorasta kulmasta, on keskielementin kohdalla mahdollista.

#### *Kumiset tasoristeysten kansirakenteet:*

- Käyttöluva on kiskopainoille K43, 54E1 ja 60 E1.
- Sopii suoralle, siirtymäkaareen ja täyskaareen, mutta pieni kaarresäde vaatii erikois-elementtejä pituudesta ja säteestä riippuen. Tarkastelu tehdään kohdekohtaisesti (Teknikum alle 600 m:n ja Strail alle 300 m:n kaarissa).



- Siirtymäpalkkia on suositeltavaa käyttää lähes aina.
- Siirtymäpalkin käyttö edellyttää tien asfaltoinnin n. 5 metrin matkalta.
- Siirtymäpalkin käyttö edellyttää normaalia leveämmät elementit.
- On äänetön.
- Kestää hyvin kulutusta.
- Laippaurakumi on valmiina rakenteessa.
- Kitka sulana hyvä.
- Sulaa nopeammin kuin muut.
- Purettavissa välistä (vain Teknikum).
- Hidas asentaa (useita elementtejä).
- Vuotaa aina vähän (saumoja!).
- Routiminen 'nostelee' → avattava ja puhdistettava.
- Ei jaa voimia juuri lainkaan.
- On kiskopaino- ja ratapölkkyisidonnainen (Kraiburg).
- Elementtien porrastus tasoristeyksissä, joissa tien ja radan välinen kulma poikkeaa suorasta kulmasta, ei ole mahdollista.

***Betoniset tasoristeysten kansirakenteet:***

- Jakaa voimia hyvin.
- Ei rasita pölkkyjä keskeltä lainkaan.
- Oma paino riittää ankkurointiin.
- Ei vuoda juuri lainkaan (yhtenäinen 11,8 m:iin saakka).
- Toiseksi äänettömän kumisen jälkeen.
- Valmistus teräsmuoteilla.
- Helppo ja nopea asentaa.
- Siirtymäpalkki ja laippaurakumi samoja kuin muissa rakenteissa.
- Ei sovi kaareen.
- Vaatii nosturin tai 2 kiskopyöräkonetta.
- Pituus rajoittuu 11,8 metriin.
- Vaatii betonipölkkyt.
- Elementtien porrastus tasoristeyksissä, joissa tien ja radan välinen kulma poikkeaa suorasta kulmasta, on mahdollista.

***Asfalttitasoristeykset:***

- Ensisijaisesti sivu- ja teollisuusraiteille.
- Raiteen suurin nopeus 50 km/h, mutta siitä RHK:n luvalla voi poiketa.
- Urakiskon vaihtoehtona on Krug-elementti.
- Kumivaluasfaltti pintaan.
- Ensisijaisesti betonipölkkyt.
- Tukeminen vaatii asfaltoinnin purkamisen.
- Soveltuu kaareen (R vähintään n. 200 m).
- Laippaura ei jousta.

**Laippaurattomat tasoristeykset:**

- Lisää käyttäjäturvallisuutta.
- Laippauraton vaihtoehto, kun raiteen suurin nopeus on enintään 50 km/h ja RHK:n luvalla 80 km/h (Teknikum Oy).
- On kunnossapitovapaampi kuin laippaurat.
- On suositeltavaa käyttää kevyen liikenteen väylillä varsinkin, jos radan ja väylän välinen kulma poikkeaa suorasta kulmasta.

**Moottorikelkkatasoristeykset:**

- Vaatii aina oman kansirakenteen.
- Vaihtoehtoja ovat puinen tai kuminen kansirakenne.
- Leveys tapauskohtaisesti 2,0...5,0 m.

**12.2 Jatkokehittäminen**

Jatkotoimista tärkeimpänä voitaneen pitää yhtenäisten puukansirakenteiden kosteus-elämisen hallinnan edelleen kehittämistä. Tämä on siinäkin mielessä tärkeää, että puiset tasoristeykskansirakenteet ovat muihin rakennemateriaaleihin verrattuna volyymituote. Niitä on noin 3160 valtion rataverkolla, kun muita rakenteita on yhteensä noin 474. Tilanne ei oleellisesti muutu, vaikka tasoristeyksiä poistuu vuosittain n. 50. Valmistelut ovat jo käynnissä kertopuun suhteen. Kertopuun odotearvo on suuri tai lähes viimeinen mahdollisuus saada yhtenäiset elementit hallintaan kosteuselämisen ja suorana pysymisen suhteen. Tähän on hyvät mahdollisuudet, joihin saadaan vastaus tulevilla rakennuskausilla.

Toisena kehittämiskohteena ovat betoniratapölkkyjen vaatimat korotuspalat, jotka tähän saakka on lähes poikkeuksetta tehty kumista. Parempi ratkaisu olisi kumielementtien muotoon tekeminen tai puukansien varustaminen puukiiloilla, jolloin logistiikka ja asennus helpottuisivat. Uutena vaihtoehtona on jo käynnistetty betoniratapölkyn valmistaminen yläpinnaltaan tasaisena pitämällä lähtökohtana linjapölkkyä.

Kumisten tasoristeykskansirakenteiden kehitys kohdistuu lähinnä muotoon tekemiseen tai säilyttämiseen, tiiviisiin saumoihin sekä mahdollisesti elementtikoon kasvattamiseen.

Betonisten tasoristeykskansirakenteiden kehittäminen kohdistuu lähinnä tuotteen valmistukseen ja sitä kautta menestymiseen hintakilpailussa. Tuote sinänsä on valmis suoralle raiteelle, mikä oli alunperinkin tavoitteena.

**LÄHDELUETTELO**

- /1/ Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 9 Tasoristeykset (839/731/2004), Ratahallintokeskus
- /2/ Esijännitettyjen betoniratapölkkyjen tekniset toimitusehdot (1635/731/2000), Ratahallintokeskus



## RATAHALLINTOKESKUKSEN JULKAISUJA A-SARJASSA

- 1/2004 Tavaraliikenteen ratapihavisio ja -strategia 2025
- 2/2004 Rautateiden kaukoliikenteen asemien palvelutaso ja kehittämistarpeet
- 3/2004 Rautatieinfrastruktuurin elinkaarikustannukset
- 4/2004 Murskatun kalliokiviaineksen hienoneminen ja routivuus radan rakennekerroksissa
- 5/2004 Radan kulumisen rajakustannukset vuosina 1997–2002
- 6/2004 Marginal Rail Infrastructure Costs in Finland 1997–2002
- 7/2004 Ratakapasiteetin jakamisen vaatimukset ja liikenteen suunnittelun tila
- 8/2004 Stabiiliteetiltaan kriittiset ratapenkereet, esitutkimus
- 9/2004 Ratapenkereitten leveys ja luiskakaltevuus, esitutkimus
- 10/2004 Lähtökohtia ratapihojen kapasiteetin mittaamiseen
- 1/2005 Sähköratamaadoitusten perusteet – suojarakenteet, rakennukset ja laiturirakenteet
- 2/2005 Kerava–Lahti-oikoradan ennen-jälkeen vaikutusarviointi, ennen-vaiheen selvitys
- 3/2005 Ratatietojen kuvaaminen – ratatietokanta ja verkkoselostus
- 4/2005 Kaakkois-Suomen rataverkon tavaraliikenteen kehittäminen
- 1/2006 Ratahallintokeskuksen tutkimus- ja kehittämisstrategia
- 2/2006 Rautatie ja sen vaarat osana lasten ympäristöä
- 3/2006 Matkustajainformaatiojärjestelmien arviointi Tampereen, Toijalan ja Hämeenlinnan rautatieasemilla
- 4/2006 Radan välityskyvyn mittaamisen ja tunnuslukujen kehittäminen
- 5/2006 Deformation behaviour of railway embankment materials under repeated loading
- 6/2006 Research and Development Strategy of the Finnish Rail Administration
- 7/2006 Rautatieliikenne 2030 -suunnitelman lähtökohdat ja vaikutustarkastelut
- 8/2006 Vanhojen, paalutettujen ratapenkereiden korjaus
- 9/2006 Ratarakenteessa käytettävien kalliomurskeiden hienoneminen ja routimisherkyys
- 10/2006 Radan stabiiliteetin laskenta, olemassa olevat penkereet  
Kirjallisuustutkimus ja laskennallinen tausta-aineisto
- 11/2006 Rautatieinfrastruktuurin kehitystarpeet suuryksikkökuljetusten yleistyessä
- 12/2006 Pasilan aseman esteettömyyskartoitus ja toimenpideohjelma
- 1/2007 Akselipainon noston tekniset edellytykset ja niiden soveltuminen  
Luumäki–Imatra-rataosuudelle
- 2/2007 Radan kulumisen rajakustannukset 1997–2005
- 3/2007 Marginal Rail Infrastructure Costs in Finland 1997–2005
- 4/2007 Ratarakenteen kuormituksen määrittäminen stabiiliteettitarkasteluihin
- 5/2007 Pohjois-Suomen rataverkon tavaraliikenteen kehittäminen
- 6/2007 Suomen rataverkon tärinäselvitys  
Kirjallisuuskatsaus ja tärinäkohteet vuosina 2000–2006
- 7/2007 Luvattomien radanylytysten välttäminen
- 8/2007 Maatutkatekniikan hyödyntäminen radan tukikerroksen kunnon arvioinnissa
- 9/2007 Markkinoilletulo ja rautatiemarkkinoiden muutos kotimaisen tavaraliikenteen avautuessa kilpailulle Suomessa
- 10/2007 Rautatieliikenne 2030 -suunnitelman liikenne-ennusteet
- 11/2007 Logistiikkakeskusten tie- ja ratayhteydet
- 1/2008 Aikataulusuunnittelu ja rautatieliikenteen täsmällisyys
- 2/2008 Rautatieliikenteen simuloinnin merkitys ratakapasiteettihakemusten yhteensovittamisessa
- 3/2008 Rautateiden liikkuvan kaluston kunnon valvonta runkoverkolla
- 4/2008 Raakapuukuljetusten tulevaisuuden haasteet
- 5/2008 Perussolmuratapihojen merkitys ja näkymät osana kuljetusjärjestelmää



**RATAHALLINTOKESKUS  
BANFÖRVALTNINGSCENTRALEN**

Julkaisija:  
Ratahallintokeskus  
Keskuskatu 8, PL 185, 00101 Helsinki  
puh. 020 751 5111, fax 020 751 5100  
[www.rhk.fi](http://www.rhk.fi)

ISBN 978-952-445-229-8  
ISSN 1455-2604