

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma/ Rakennustuotanto

Harri Silvonen

RADAN KUIVATUKSEN PARANTAMINEN

Opinnäytetyö 2014

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka

SILVONEN, HARRI	Radan kuivatuksen parantaminen
Opinnäytetyö	33 sivua + 2 liite sivua
Työn ohjaaja	Lehtori Juha Karvonen
Toimeksiantaja	Railtek Oy
Toukokuu 2014	
Avainsanat	kuivatus, raide, rata, sivuoja

Tämä opinnäytetyö käsittelee radan rakenteiden kuivatusta. Työn tavoitteena oli kerätä ratarakenteen kuivatukseen liittyvää teoriaa ja menetelmiä yhteen teokseen opinnäytetyön muodossa. Samalla työssä tutkitaan lähinnä kunnossapidon ja korjausrakentamisen näkökulmasta miten käytännön kohteissa kuivatusta voidaan parantaa.

Työn alkuosa käsittelee radan rakennetta ja kunnossapitoa. Työssä esitellään radan rakenteet, radan alla olevat rakennekerrokset sekä jonkin verran ratoihin liittyvää varustelua. Lisäksi esitetään lähtökohdat ja periaatteet toimivan kuivatuksen suunnitteluun. Opinnäytetyössä käsitellään aihetta myös juuri toteutuneen esimerkkikohteen avulla. Kohde sijaitsi Luumäellä Taavetissa. Moninaisista seikoista johtuen kohteessa ja viereisillä alueilla oli ongelmia sade- ja sulamisvesien kuivatuksessa. Toteutuneessa kunnossapitourakassa ongelma pyrittiin poistamaan.

Toimivien rakenteiden suunnitteluun kuuluu tärkeänä osana kuivatuksen suunnittelu. Radan oikeaoppinen kuivatus takaa ratarakenteen kestävyuden ja liikenneväylän toimivuuden. Tämän opinnäytetyön tuloksena voidaan korostaa sitä, että kuivatus on otettava huomioon myös korjausrakentamisessa ja kunnossapitotöissä.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Construction Engineering

SILVONEN, HARRI

Improving railroads drainage

Bachelor's Thesis

33 pages + 2 pages of appendices

Supervisor

Lecturer Juha Karvonen

Commissioned by

Tero Inkala

May 2014

Keywords

ditch, drainage, rail, track,

This thesis deals with railroad structure drainage. The objective was to collect knowledge and methods of railroad drainage in one opus. Thesis also resource in point of view of maintenance and rebuilding how to improve drainage in real object.

The beginning of this work deals with railroad structure and maintenance of railroads. This work demonstrates railroad structure, structural elements under it and some main components of railroad. There is also principles and goals of drainage along with real example object. The example object in this thesis is located in Luumäki Taavetti. Because of various issues, rainwaters and melt waters were a problem in the location and in the field area next to it. In the contract done these issues were solved the best way possible.

One of the main things on planning functional railroad structures is drainage system. Railways prober drainage system guarantees strong structure and workable traffic roads. The conclusion of this thesis highlights that drainage must be concluded in rebuilding and maintenance.

LYHENTEET JA TERMIT

Alusrakenne koostuu välikerroksesta, eristyskerroksesta ja mahdollisesta suodatin-kerroksesta ja routalevyistä.

Aukean tilan ulottuma (ATU) tarkoittaa raiteen suuntaista tilaa, jonka sisäpuolella ei saa olla kiinteitä rakenteita.

Hulevesi on maanpinnalta, rakennusten katoilta tai muilta pinnoilta pois johdettavaa sade- ja sulamisvettä.

Korkeusviiva määrittää raiteen korkeus aseman.

Kunnossapitäjä tarkoittaa yritystä, joka pitää rajattua rataosuutta liikennöitävässä sekä liikenneturvallisessa kunnossa vuoden jokaisena päivänä.

Kuivatus tarkoittaa veden johtamista pois rakenteesta.

Jatkuvakiskoraide (Jk-raide) tarkoittaa raidetta, jonka kiskon pituus on yli 300 metriä.

Pohjavedeksi kutsutaan lumen sulamisvesistä ja sateen maa- ja kallioperään suotautuvaa ja varastoituvaa vettä.

Päällysrakenne tarkoittaa radanrakenneosaa, johon kuuluvat raide ja tukikerros.

Raide muodostuu ratakiskoista, ratapölkyistä, kiskon jatkos- ja kiinnitysosista ja vaihteista ynnä muista radan erikoisrakenteista.

Rata sisältää yhden tai useamman raiteen, raiteiden tukikerroksen, kaikki maaston pinnanmuodostuksen tasaamiseksi tarvittavat rakenteet. kuten leikkaukset ja penke-reet, veden pois johtamiseksi tarvittavat ojat, roudan torjumiseksi ja radan vakavoit-tamiseksi sekä raiteen kannattamiseksi tarvittavat rakenteet.

Rataosa on tietty rataverkon osa.

Ratapenger koostuu radan rakennekerroksista ja mahdollisesti pengertäytteestä.

Rautatie käsittää yksi- tai useampi raiteisen radan, kaikki laitteet ja rakennukset, jotka tarvitaan liikenteen hoitamiseksi ja turvaamiseksi ja kaikki alueet, jotka tarvitaan ra-taa, rakennuksia ja laitteita sekä liikenteen hoitamista ja kaikkea siihen liittyvää toi-mintaa varten.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

LYHENTEET JA TERMIT	4
1 JOHDANTO	7
2 RADAN RAKENTEET	8
2.1 Rataluokat	8
2.2 Ratakiskot	9
2.3 Ratapölkkyt	13
2.4 Radanrakennekerrokset	16
2.5 Radan kunnossapito	19
2.6 Aukean tilan ulottuma	20
2.7 Vaihteet	22
3 RATARAKENTEEN KUIVATUS	23
3.1 Hulevesien hallinta	24
3.2 Pintakuivatus	24
3.3 Syväkuivatus	25
4 ESIMERKKIKOHTEEN TARKASTELU	26
4.1 Työn kuvaus	26
4.2 Ongelmat	27
4.3 Johtopäätökset ja ratkaisut	29
5 YHTEENVETO	31
LÄHTEET	32
LIITTEET	
Liite 1. Kunnossapitoalueet	
Liite 2. Kunnossapitotasot	

1 JOHDANTO

Rataverkon rakentaminen suomessa alkoi 1800-luvulla. Tällä hetkellä maassamme on 5 944 kilometrin pituinen rataverkosto, josta 3 073 kilometriä on sähköistetty. Suomen rataverkosto on liikennekelpoinen koko ajan, mikä tarkoittaa ylläpitäjälle jatkuvaa kunnossapitotyötä. (Liikennevirasto 2013.)

Aikojen saatossa ratarakentamiselle, radan kunnossapitotöissä sekä perusparannuksissa on käytetty erilaisia ja eritasoisia työmenetelmiä. Aluksi rakennettiin keskittyen pääsääntöisesti päällysrakenteeseen eli perusmaan maa-ainesmateriaaleille ei ollut tarkkoja laatuvaatimuksia. Tämän takia nykyisin joudutaan usein kohtaamaan yllätyksiä ja ongelmia kun tehdään alusrakenteeseen liittyviä töitä.

Radan toimivuuden kannalta yksi tärkeä asia on kuivatus. On tärkeää johtaa vesi pois niin päällyys- kuin alusrakenteestakin. Liikennevirasto on julkaissut vuonna 2013 korvaavan ohjeen ”Teiden ja Ratojen kuivatuksen suunnittelu”, jossa on merkittäviä muutoksia aiempaan ohjeeseen nähden.

Tekniikan kehittyessä myös rautatieliikenne kehittyy koko ajan. Nopeuksien kasvaessa myös rautateiden laatuvaatimukset kasvavat. Kiskojen koko on kasvanut ja ratapölkkyt ovat pääsääntöisesti vaihtuneet puisista betonisiin. Pohjakerrosten tulee olla entistä toimivampia ja kantavampia sekä raiteen aseman entistä stabiilimpi. Kuivatusta parantamalla voidaan ehkäistä routimisilmiötä, mikä on yksi merkittävimpiä ongelmia pohjarakenteissa. Routimisen aiheuttamien ongelmien myötä ratojen alusrakenteiden materiaaleja on tutkittu paljon (Saarinen 2008). Tutkimuksissa on todettu alusrakenteiden sisältävän routivaa materiaalia vielä laajalti.

Tässä työssä on tarkoituksena samalla tarkastella vastaan tullutta ongelmaa käytännön työkohteessa, jossa tavoitteena oli kuivatuksen parantaminen sivuojan perkauksella. Ojan perkaus ei kuitenkaan riittänyt vesien johdattamiseen pois ratarakenteesta. Veden seisominen ojassa muodostui usean ongelman yhteisvaikutuksesta ja näitä seikkoja on tarkoitettu käsitellä tässä opinnäytetyössä.

2 RADAN RAKENTEET

Sana rautatie tarkoittaa paljon muutakin kuin kiskoilla toteutettua liikenneväylää. Se tarkoittaa radan lisäksi kaikkia alueita, rakennuksia ja laitteita, jotka tarvitaan raideliikenteen kulkemiseen sujuvasti ja turvallisesti. Rautatie jakaantuu ratoihin ja raiteisiin. Rata kattaa pää- ja sivuradat ja raide kattaa pääraiteen ja sivuraiteen. (Liikennevirasto 1995.)

Pääradat muodostavat maan rataverkon toiminnallisen rungon. Pääradoilla tapahtuva liikenne on aikataulutettu ja kaikkea radoilla tapahtuvaa liikennettä ohjaa liikenteen ohjaus. Sivurata on pääradasta poikkeava rata, joka johtaa esimerkiksi satamaan, teollisuuslaitokseen tai muuhun vastaavaan. (Liikennevirasto 1995.)

Kaikki linjaliikenteen käytössä olevat raiteet ovat pääraiteita. Ratapihalla puolestaan pääraide on läpikulkuraide tai esimerkiksi sijainnin kannalta merkittävä raide. Liikenne tapahtuu useimmiten vaihteen suorien raiteiden kautta. Sivuraiteita ovat vetoraide, turvaraide, pistoraide, yksityisraide, teollisuusraide, satamaraide, kuormausraide ja ratapiharaide, jota käytetään junan muodostus-, kohtaus-, kuormausraiteena. (Liikennevirasto 1995.)

2.1 Rataluokat

Radat jaetaan viiteen eri rataluokkaan (A, B1, B2, C1, C2), liikenteen vaatimuksien ja radan ominaisuuksien perusteella. Rataluokka A tarkoittaa heikkotasoisinta ja C2 korkealuokkaisinta rataa.

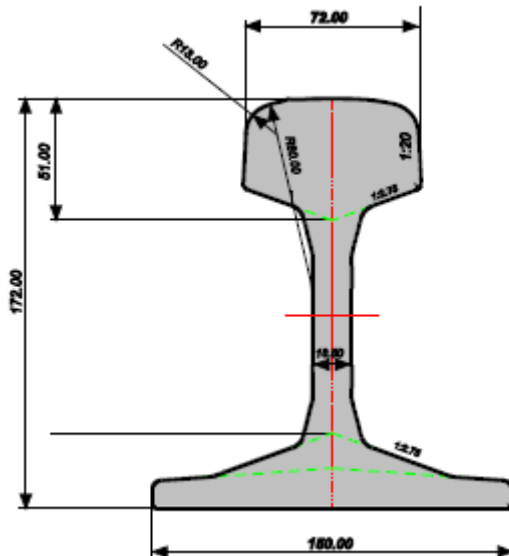
Taulukko 1. Rataluokat

Rataluokka	Kiskotus	Tukikerros	Sallittu akselipaino (t)
A	K30, K33	Sora, hieno raidesepeli tai vastaava	16
B ₁	K43, UIC54 K60, UIC60	Sora, hieno raidesepeli tai vastaava	22,5
B ₂	K43, K60	Karkea raidesepeli	22,5
C ₁ , C ₂	UIC54, UIC60	Karkea raidesepeli	22,5

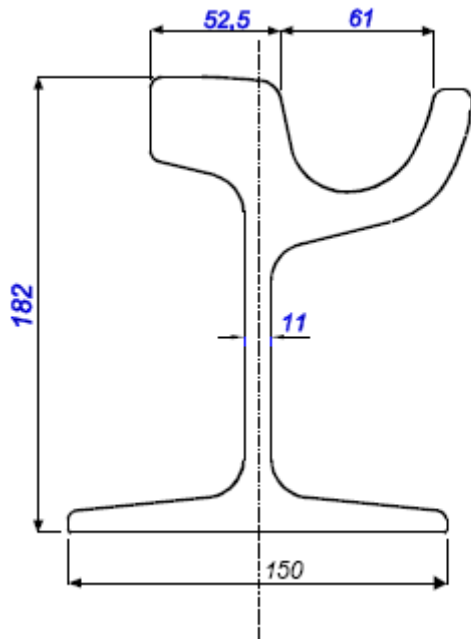
2.2 Ratakiskot

Suomessa käytetään kahdenlaisia kiskoprofiileja. Normaalisti käytetään Vignole-kiskoprofiilia joka on esitetty kuvassa 2. Se on niin sanottu leveäjalkainen kiskoprofiili. Joissakin kohteissa esimerkiksi konttikentillä käytetään urakiskoprofiilia joka on esitetty kuvassa 3. Urakiskosta näkyy valmiissa rakenteessa vain yläosa sillä loppu on asfalttipäällysteen sisällä. (Liikennevirasto 2002.)

Kisko koostuu hamarasta, varresta ja jalasta. Hamara toimii kulutus pintana, korkea ja kapea varsi antaa kiskolle pystysuuntaista taivutus jäykkyyttä tukea kuormitus huomioon ottaen. Leveä jalka tasaa kiskoon kohdistuvat kuormat laajemmin alla oleville ratapölkkyille. (Liikennevirasto 2002.)



Kuva 1. Ratakisko 60 E1



Kuva 2. Urakisko P37

Kiskossa olevassa profiilimerkinnässä, esimerkiksi 60 E1, ensimmäinen luku kertoo kiskon massan kilogrammoina metriä kohden. Kirjain E (aikaisemmin UIC), kuvaa kiskon profiilin olevan EN-standardin mukainen ja sen jälkeen tuleva luku kuvaa profiilin järjestysnumeroa. (Liikennevirasto 2002.)

Kiskon metripainon kasvaessa kiskon poikkipinta-ala kasvaa, mikä tarkoittaa suurempaa taivutusvastusta ja hitausmomenttia. Myös kiskon jalka levenee, mikä mahdollistaa ratapölkkyihin tulevan voiman jakautumista suuremmalle alueelle. Metripainon kasvaminen mahdollistaa suuremmat nopeudet raiteilla. Tämän voi todeta oheisesta taulukosta 3. (Kauppinen 2011;Liikennevirasto 2002.)

Ratakiskoille on asetettu päämitat ja tekniset toimitusehdot. Ne on esitetty alla olevassa taulukossa 2. Esimerkiksi 54 E1-profiilin kiskon vähimmäistoimituspituus on tavallisesti 30 metriä. Kiskoja voidaan toimittaa myös pidempinä, ja usein ennen työmaalle saapumista ne käyvät kiskohitsaamalla. Kiskohitsaamalla tehdyt hitsit ovat parempi-laatuiseampia ja kestävämpiä. Maastossa työkohteessa tehdyt jatkohitsit ovat radan heikoin kohta.

Kiskot asennetaan ratapölkkyjen päälle ja yhdistetään sidekisko jatkoksella joka on esitetty kuvassa 4. Sidekisko jatkokset voidaan hitsata kuten kuvassa 5 ja saadaan jatkuvakiskoraide (Jk-raide). Jatkuvakiskoraiteissa on estetty lämpötilan aiheuttamat kis-

kon pituuden muutokset. Tätä kutsutaan radan ”laukaisemiseksi” ja se tarkoittaa ennen hitsausta tapahtuvaa kiskonkiinnikkeiden avaamista ja sulkemista. Kiskojen hitsaus on työlästä ja tämän takia pyritään käyttämään 100 – 180 metriä pitkiä kiskoja. (Liikennevirasto 1998.)



Kuva 3. Sidekiskojaatkos



Kuva 4. Leimuhitsi

Taulukko 2. Ratakiskojen päämitat

Ratakiskon tunnus	korkeus [mm]	hamaran leveys [mm]	jalau leveys [mm]	varren paksuus [mm]	massa [kg/m]	poikki-pinta-ala [mm ²]	hitaus-momentti [10 ⁴ mm ⁴]	taivutusvas- tus [10 ³ mm ³]
K30	120	56	100	11,5	30,00	3817	734	121
K33	128	60	110	12	33,48	4275	968	147
K43, K43S	140	70	125	14	43,57	5564	1469	207
54 E1	159	70	140	16	54,43	6934	2346	279
K60	165	78	150	16	59,74	7610	2784	328
60 E1	172	72	150	16,5	60,34	7686	3055	335

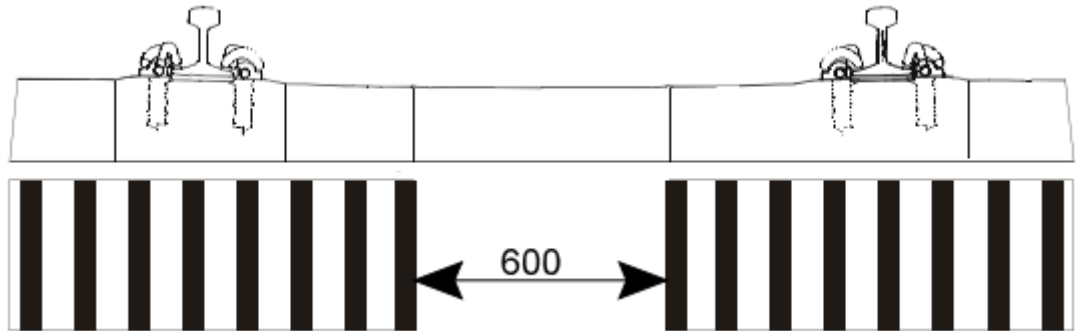
Taulukko 3. Sallitut nopeudet ja staattiset akselipainot eri päällysrakenteilla 2- akselisille tavaravaunuille (250 kN:n akselipainoilla neliakselinen vaunu).

Rata- kiskon tunnus	Suurin sallittu		Suurin sallittu		Suurin sallittu	
	akselipaino P [kN]	nopeus V [km/h]	akselipaino P [kN]	nopeus V [km/h]	akselipaino P [kN]	nopeus V [km/h]
K30*	225	20	200	40	160	50
K33*	225	20	200	40		
K43, K43S	250*	10*	225*	50*	200*	60*
	250	20	225	80	200	90
K60	250	30	225	50		
54 E1	250	80	225	120	200	160
60 E1	250	100	225	140	200	200

2.3 Ratapölkkyt

Ratarakenteessa käytetään yleensä betoni- tai mäntyratapölkkyjä. Lisäksi vaihteeseen on omat raidepölkkyt niin betoni- kuin puupölkkyille. Liikenne asettaa radalle tiettyjä vaatimuksia. Ratapölkyn valintaan vaikuttavat radan rakenne, ratapölkkyjen ominaisuudet, kiskopaino ja teknistaloudelliset näkökohdat. (Liikennevirasto 2002.)

Ratapölkyn tehtävänä on toimia kestäväenä ja tasalaatuisena alustana kiskoille ja sen kiinnityksille sekä antaa riittävä sivujäykkyys niin poikittais- kuin pituussuunnassakin. Se myös keventää tukikerrokselle kohdistuvaa kuormaa ja mahdollistaa riittävän sähköisen eristyksen kiskojen sekä tukikerroksen ja kiskon välillä. Betoniratapölkyn käyttöikätaavoite on 40 vuotta.



Kuva 5. Kuormituksen jakautuminen ratapölkkyllä.

Liikenteestä syntyvä kuorma sekä ratapölkkyjen tuenta kuormittavat ratapölkkyä eniten sen molemmista päistä noin kolmasosanpituudelta. Tämä on havainnollistettu edellä esitettyssä kuvassa 6.

Betoniratapölkkyjä käytetään ainoastaan sepeliraiteilla, kun taas puuratapölkky soveltuu myös soraraitteille. Puuratapölkky mahdollistaa sen elastisuuden johdosta käytön esimerkiksi huonolla sepelitukikerroksella. Pölkkyjä vaihdettaessa on huomioitava pölkkyjen eri korkeudet ja leveydet. Jos pölkky on esimerkiksi rikkoutunut, on vaihdettava samanlainen pölkky tilalle, jotta radan tukeminen onnistuu. (Liikennevirasto 2002.)

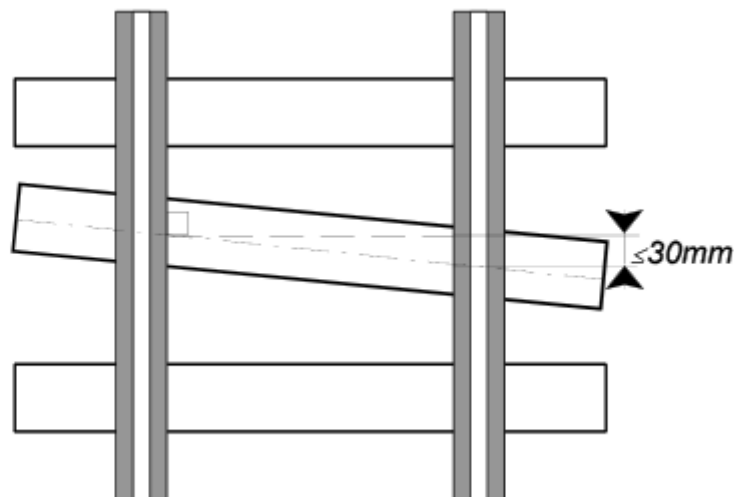
Ratapölkkyille on asetettu määräykset niiden keskinäisille etäisyyksille ja asennolle. Määritykset on esitetty taulukossa 4 ja kuvassa 7.

Jatkuvakisko raidetta rakennettaessa on ratapölkkyvälin oltava välillä 590–630 mm ja nimellismittana 610 mm. Ratapölkkyjen siirrossa on otettava huomioon, että raiteen jatkoshitsi tulee ratapölkkyjen väliin siten, että keskikohdan etäisyys aluslevyn tai välilevyn reunasta on vähintään 100 mm. (Liikennevirasto 2002.)

Taulukko 4. Ratapölkkyjako 54 E1 ja 60 E1, betoniratapölkkyt

Kiskon pituus [m]	Käyttö	Ratapölkkyjen lukumäärä		Ratapölkkyjen sijoituskaavio [mm]
		kpl/km	kpl/kisko	
54 E1 ja 60 E1, betoniratapölkkyt				
Jk-raide	pää- ja sivuraiteet	1640 ^{*)}		n × 610
50	pää- ja sivuraiteet	1640	82	225 + 482,5 + 79 × 615 + 482,5 + 225
49	pää- ja sivuraiteet	1653	80	225 + 482 + 77 × 618 + 482 + 225
49	vähäliikenteiset radat, RHK:n erityisluvalla	1265	62	225 + 700 + 59 × 800 + 700 + 225
30	pää- ja sivuraiteet	1633	49	225 + 515 + 46 × 620 + 515 + 225
25	pää- ja sivuraiteet	1640	41	225 + 495 + 38 × 620 + 495 + 225
25	vähäliikenteiset radat, RHK:n erityisluvalla	1280	32	225 + 675 + 29 × 800 + 675 + 225

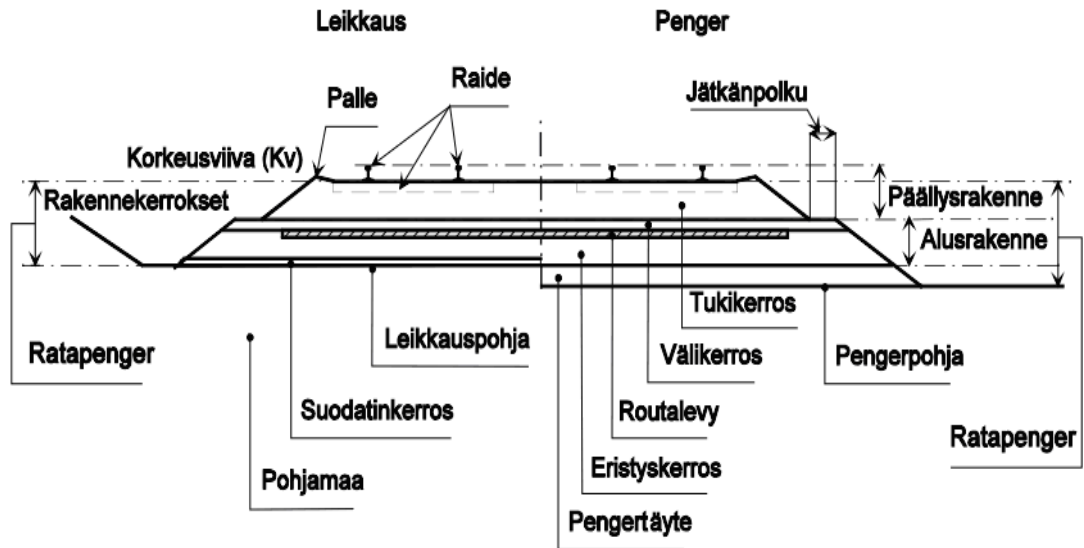
Ratapölkkyjen on oltava kohtisuorassa raidetta vastaan. Radan rakennus vaiheessa suurin sallittu vinous pölkkyssä on 30 mm mitattuna kiskon kohdalta (Kuva 7).



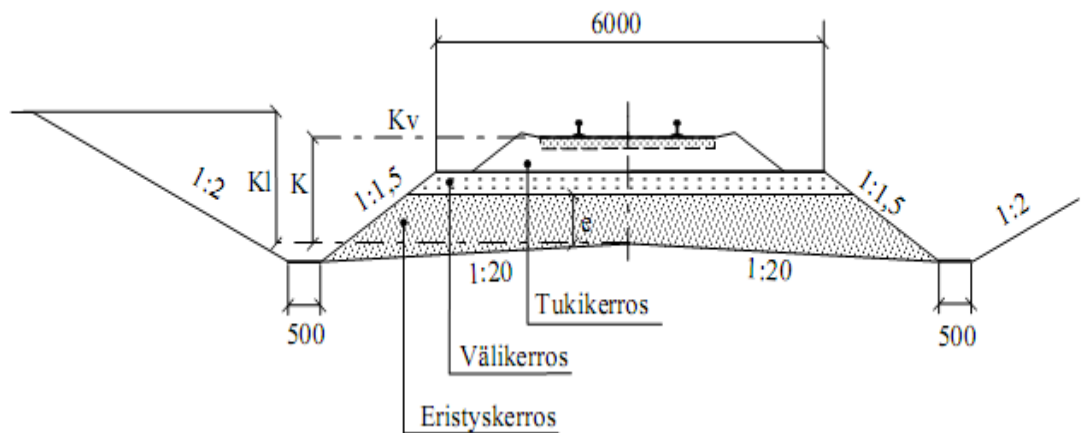
Kuva 6. Ratapölkkyjen vinouden mittaus

2.4 Radanrakennekerrokset

Rakennekerrokset on jaettu alusrakenteeseen ja päällysrakenteeseen. Rakennekerrok-
sista ja tarvittaessa pengertäytteestä muodostuu ratapenger. Ratarakenteen leikkaus on
esitetty kuvassa 8 (Ratahallintokeskus 2008) ja kuvassa 9 (Ratahallintokeskus 2008)
on radan rakenneosien nimityksiä.



Kuva 7. Ratarakenteen leikkaus



Kuva 8. Rakenneosien leikkaus

2.4.1 Alusrakenne

Radan alusrakenne sisältää välikerroksen, eristyskerroksen ja mahdollisesti suodatinkerroksen sekä routalevyn. Alusrakenne toimii päällysrakenteen perustana ja pienentää siten alla olevaan pohjamaahan tulevaa kuormitusta. Sen tehtävänä on myös estää pohjamaata haitalliselta jäätymiseltä, joten materiaalien tulee olla routimattomia. (InfraRYL 2010.)

Radan niin sanottu syväkuivatus tapahtuu alusrakenteessa. Tarvittaessa kuivatustoimenpiteillä estetään veden haitallinen kertyminen rakenteeseen, ettei se heikennä rakenteen kuormituskestävyyttä, eikä mahdollista routimista, (Kuivatus TIEL 2140005). Kaikki muodonmuutokset alusrakenteessa vaikuttavat radan geometriaan ja näin ollen sen toimivuuteen ja turvallisuuteen.

Ratarakenteessa välikerroksen tehtävä on toimia tukikerrokselle kovana, tasaisena ja vettä läpäisevänä alustana. Se myös estää tukikerroksen ja eristyskerroksen sekoittumisen toisiinsa. (InfraRYL 2010.)

Eristyskerros vähentää sen alla olevien maakerrosten routimista, muodostaa kantavan ja tasaisen alustan välikerrokselle sekä siirtää kuormia pohjamaalle. Sen tehtävänä on myös pysäyttää kapillaarinen veden nousu kerroksen alaosaan. (InfraRYL 2010.)

Ratapengerpoikkileikkaukseen tarvitaan joskus väli- ja eristekerroksen lisäksi suodatinkerros. Sen tarkoituksena on estää pohjamaan sekoittuminen ylempien rakennekerrosten materiaaleihin. Suodatinkerroksen tarve arvioidaan eristyskerroksen ja pohjamaan raekokosuhteen perusteella. (InfraRYL 2010.)

Alusrakenteen mitoituksen kannalta radat jaetaan viiteen alusrakenneluokkaan taulukossa 5 kuvatulla tavalla. (Ratahallintokeskus 2008.)

Taulukko 5. Alusrakenneluokat (Ratahallintokeskus 2008)

Alusrakenneluokka	Henkilöliikenteen suurin sallittu nopeus, V[km/h]	Tavara liikenteen suurin sallittu nopeus 225kN akselipainoilla, V [km/h]	Tavara liikenteen suurin sallittu nopeus 250kN akselipainoilla, V [km/h]
0	= 50	= 40	= 30
1	= 120	= 100	= 60
2	= 200	= 100	= 80
3	= 250	= 120	= 100
4	> 250	> 120	> 100

Uudelle alusrakenteelle on asetettu käyttöikävaatimukseksi 100 vuotta. Alusrakenneluokan määrää tavara- ja henkilöliikenteessä se, kumman vaatimustaso on korkeampi (Ratahallintokeskus 2008).

2.4.2 Päälysrakenne

Radan päälysrakenne muodostuu tukikerroksesta ja raiteista (Ratahallintokeskus 2008).

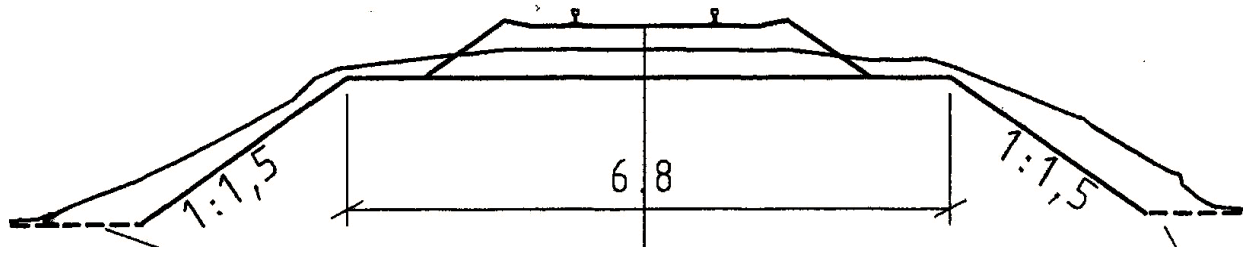
Tukikerros pitää raiteen geometrisesti oikeassa asennossa ja asemassa, jakaa kuormia alusrakenteelle ja muodostaa raiteelle kantavan ja tasaisen alustan. Sen materiaalina käytetään raidesepeä, ja sille on asetettu laatuvaatimukset julkaisussa SFS-EN 13450 Raidesepe kivimateriaalit ja Päälysrakennetöiden yleiset laatuvaatimukset (PYL 5). Radalla sallittu nopeus, kiskopituudet, tukikerros materiaalit ja ratapölkky mallit vaikuttavat tukikerroksen paksuuteen. Betonipölkkyillä tukikerroksen paksuus on aina 550 mm (Liikennevirasto 2002). Alle 550 mm paksuja kerroksia voidaan käyttää vähäliikenteisillä rataosuuksilla.

2.4.3 Ratapenger

Ratapenger muodostuu radan rakennekerroksista ja mahdollisesta pengertäytteestä. (Ratahallintokeskus 2008.)

Ratarakenteessa pengertäytteellä tasataan maanpinnan luonnollisia korkeudenvaihteluja. Pengerkorkeuksia nostavat suomessa rakennekerrokset, jotka routavaurioiden ehkäisemiseksi tehdään paksuiksi. Suoralla radalla pengerialue 5,4 – 6,8 metriä ja kaar-

teissa 5,4 – 7,2 metriä. Ratapenkereen leveys määräytyy alusrakenneluokan mukaan. (Ratahallintokeskus 2008.)



Kuva 9. Ratapenkereen luiskakaltevuus

2.5 Radan kunnossapito

Radankunnossapidon tärkein tavoite on varmistaa radan käytettävyys ja turvallisuus. Kunnossapitoon kuuluu tarkastukset, määräaikaishuollot, viankorjaukset ja lumityöt talvella.

2.5.1 Kunnossapito alueet

Suomen rataverkko on jaettu 12 eri kunnossapitoalueeseen (Liite 1), joiden kunnossapidosta vastaa eri toimijat. Sopimukset tehdään viideksi vuodeksi kerrallaan, jonka jälkeen ne aina kilpailutetaan uudestaan. Alueen kunnossapitäjä vastaa kunnossapitosopimuksen laatuvaatimuksista. Kunnossapitäjä sitoutuu vuoden jokaisena päivänä vastaanottamaan vikailmoituksia käyttökeskukselta tai muualta ja reagoimaan niihin viipymättä. Kunnossapitäjän tulee käydä paikalla niin sanotussa vasteajassa ja aloittaa kohteessa vaadittavat toimenpiteet.

2.5.2 Kunnossapito tasot

Kunnossapitotasot (Liite 2) ovat 1 AA, 1 A, 1, 2, 3, 4, 5 ja 6. Tasot määritetään radan liikenteellisten tarpeiden mukaan. (Ratahallintokeskus..)

Jokaiselle kunnossapitotasolle on määritetty kuinka usein kohde pitää tarkistaa ja millä tarkistus suoritetaan radantarkastusvaunulla, liikkuvalla kalustolla tai kävellen. Radantarkastusvaunu mittaa ja vertaa tuloksia virheiden raja-arvoihin raiteen ja ajolan-

gan asemasta. Liikkuvalla kalustolla tarkistus toteutetaan junasta tai muusta raiteella liikkuvasta kalustosta, jolloin virheiden arviointi perustuu ihmisen aistienväiseen havainnointiin. Kävellessä tarkastus toimii samalla periaatteella kuin liikkuvalla kalustolla, mutta hieman lähempänä ja hitaammin.

2.5.3 Virheluokat ja raja-arvot

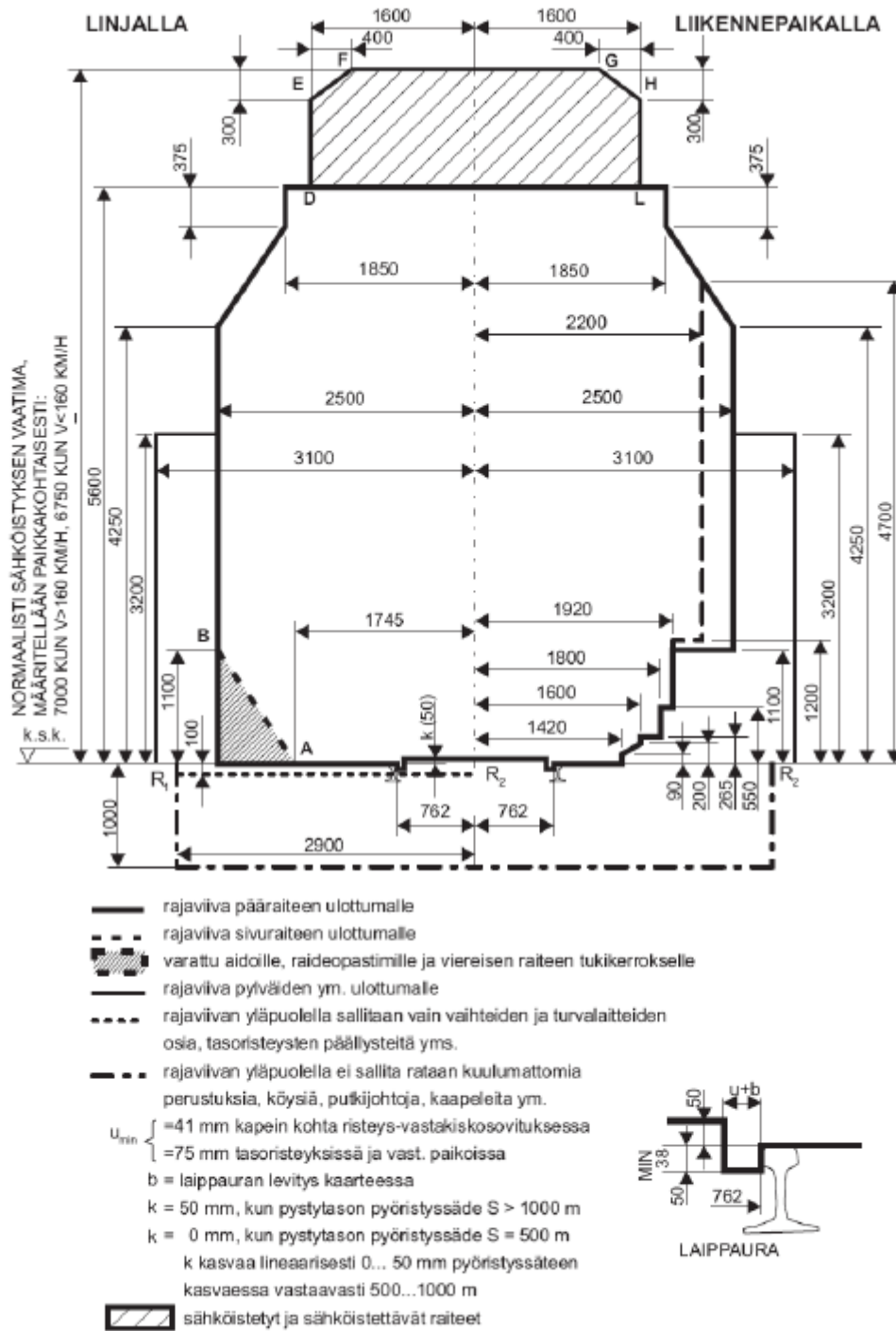
Virheluokkia on kolme, välittömästi korjattavat, lähitulevaisuudessa korjattavat ja alkavat virheet. Virheluokat on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 6. Virheluokat ja niiden selitykset (Liikennevirasto 2004)

Virheluokka	Selitys
C	Alkava virhe
D	Sisällytettävä kunnossapitosuunnitelmaan ja korjattava lähitulevaisuudessa
★	Välittömästi korjattava virhe

2.6 Aukean tilan ulottuma

Radan aukean tilan ulottuma eli ATU tarkoittaa raiteen suuntaista tilaa, jonka sisäpuolella ei saa olla kiinteitä rakenteita eikä laitteita. Se mitoitetaan kohtisuorassa tasossa raiteen keskiviivaa vastaan.

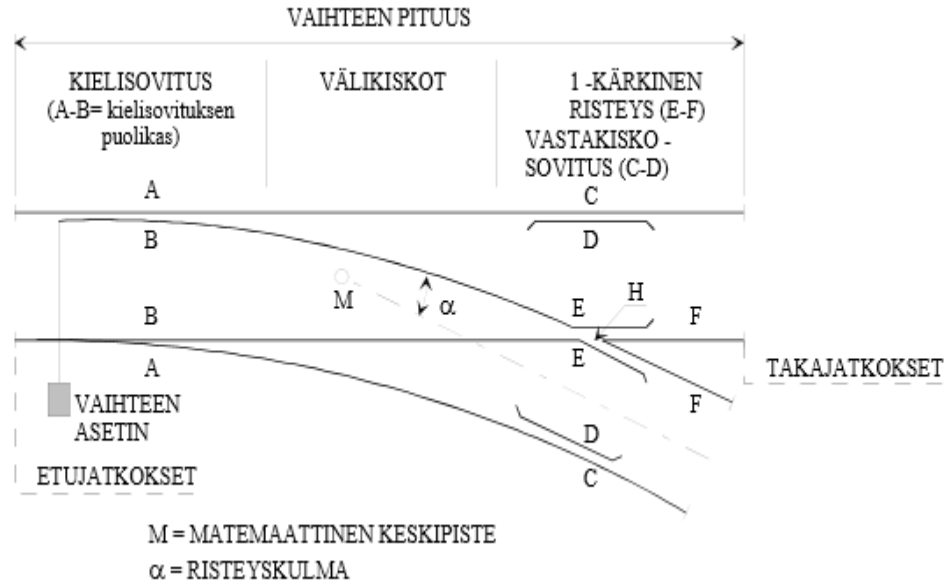


Kuva 10. Suoralla raiteella aukean tilan ulottuma mittoja (Liikennevirasto internetsivusto).

Aukean tilan ulottuman mitat ovat minimimittoja ja ne ovat voimassa kaikissa olosuhteissa.

2.7 Vaihteet

Suomessa eniten käytetty vaihdetyyppi on yksinkertainen vaihde. Se koostuu kieli-
sovituksesta, vaihteen asettimesta, välikiskoista, yksikärkisestä risteyksestä ja vasta-
kiskosovituksista. Vaihteen pääosat on esitetty kuvassa 12.



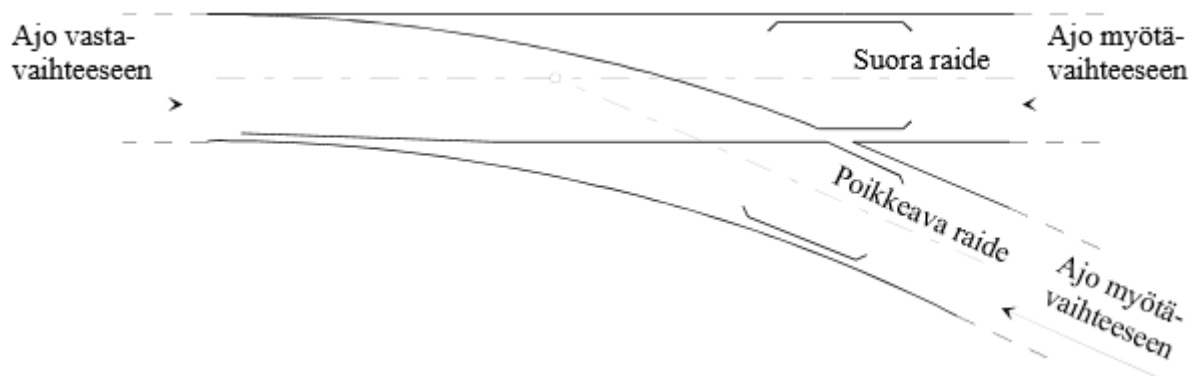
- A = tukikiskot
 B = kielet (tukikiskot ja kielet muodostavat yhdessä kieli-
sovituksen)
 C = vastakiskojen tukikiskot
 D = vastakiskot (tukikisko ja vastakisko muodostavat yhdessä vastakiskosovituksen)
 E = siipikiskot
 F = kärkikiskot
- kärkikiskot muodostuvat risteyksen kärkiosasta ja siihen hitsatuista jatkekiskoista
 - siipikiskot ja kärkikiskot muodostavat 1-kärkisen risteyksen
- M = vaihteen matemaattinen keskipiste (vaihteen risteyskulman mukainen suoran ja poikkeavan raiteen keskilinjojen leikkauspiste)
 H = risteyksen matemaattinen risteyspiste, risteyksen kulkureunojen leikkauspiste
 α = vaihteen risteyskulma, joka ilmoitetaan tavallisesti vaihteen risteys-suhteena, esimerkiksi 1:9.

Kuva 11. Yksinkertaisen vaihteen pääosat (Liikennevirasto 2012)

Muita suomessa käytettäviä vaihdetyyppejä ovat kaksoisvaihteet, risteysvaihteet ja raideristeykset. Vaihteet jaetaan niiden risteyskulman ja vaihteen poikkeavan raiteen kaarresäteen perusteella pitkiin ja lyhyihin vaihteisiin. Lyhyillä vaihteilla poikkeavan raiteen suurin sallittu nopeus on enintään 40 kilometriä tunnissa.

Vaihteilla liikennöidään raideliikenteen termien mukaisesti myötä ja vastavaihteeseen kuvan 13 mukaisesti. Vaihteissa on myös kätisytydet. Vaihde, mikä vastavaihteeseen

katsottuna poikkeava vasemmalle tarkoittaa vasenkätistä vaihdetta. Oikealle poikkeava on puolestaan oikeakätinen vaihde. (Liikennevirasto 2012.)



Kuva 12. Ajo myötä ja vastavaihteeseen (Liikennevirasto 2012)

3 RATARAKENTEEN KUIVATUS

Asian mukainen kuivatus kuuluu kaiken rakentamisen suunnitteluun, myös liikenteen suunnitteluun. Kuivatuksen tehtävänä on johtaa vesi pois radan pinnalta ja rakennekerroksista. Näin parannetaan ratarakenteiden kantavuutta ja vähennetään niiden rou-tivuutta. (Kuivatus TIEL 2140005.)

Kuivatus on jaettu pintakuivatukseen ja syväkuivatukseen. Pintakuivatuksen tarkoi-tuksena on johtaa hulevedet sivuojiin tai kaivoihin, jotta estetään veden liiallinen kul-keutuminen rakennekerrosten läpi. Syväkuivatuksella puolestaan estetään veden hai-tallinen kertyminen päällysy- tai alusrakenteeseen. (Kuivatus TIEL 2140005.)

Pintakuivatus tapahtuu sivu-, lasku ja niskaojia pitkin risteäviin ojiin tai huleve-siviemäreihin. Syväkuivatus puolestaan tapahtuu salaojien tai muiden kuivatusraken-teiden avulla. Asemilla ja tunneleissa kuivatusjärjestelmät ovat laajempia kokonai-suuksia ja tarvitsevat tarkemmat suunnittelut. Kuivatusjärjestelmän suunnittelussa on otettava huomioon myös kustannukset, kunnossapito, liikenneturvallisuus ja ulkonäkö. (Kuivatus TIEL 2140005.)

3.1 Hulevesien hallinta

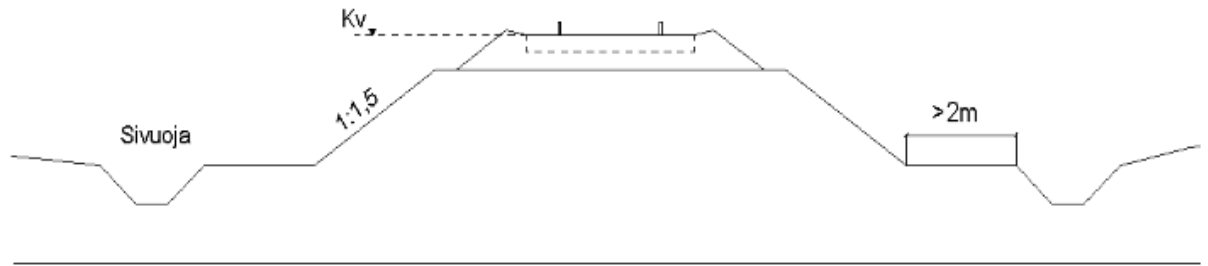
Suomessa tuli vuonna 2010 voimaan laki tulvariskien hallinnasta. Sen tarkoituksena on vähentää ja hallita tulvista ihmiselle, ympäristölle ja infrastruktuurille aiheutuvia riskejä ja vahinkoja. Lain noudattamisen mukaisista menetelmistä hyötyvät vesistöjen varsien maanomistajat ja asukkaat. Rataverkon kannalta merkittävimpiä riskejä ovat vesistötulvat ja niiden aiheuttamat penkereiden sortumat. (Kuivatus TIEL 2140005.)

3.2 Pintakuivatus

Pintakuivatuksessa estetään veden kertyminen radalle ja sen vierialueille. Kuivatuksen toimivuuden kannalta on tärkeää riittävä kaltevuus, sivuojien vietto ja rumpujen kunnossapito. Pintakuivatuksen tärkeys on kasvanut viimevuosina sulan kauden pitkittymisen myötä. Lumien kerrostuminen ja sulaminen keväällä aiheuttaa veden lammikoitumista. (Kuivatus TIEL 2140005.)

Sivuojat keräävät pintavedet radalta ja sen vierialueilta ja johtavat ne edelleen pois päin ratarakenteesta vesistöihin laskuojia pitkin. Sivuoja tarvietaan erityisesti matalilla ratapenger osuuksilla. Korkeilla ratapenkereillä sivuoja tarvietaan, jos ympärillä oleva maasto viettää radalle päin. Sivuoja voi myös olla osa vieressä olevan alueen esimerkiksi pellon kuivatusjärjestelmää.

Sivuoissa pohjantason tulee normaalisti olla vähintään 2,2 metrin syvyydellä radan korkeusviivasta mitattuna tai minimissään 100 millimetriä radan rakennekerrosten alapuolella. Pohjan leveyden sekä vesiuoman syvyyden tulee olla minimissään 0,5 metriä. Pituuskaltevuuden sivuoissa tulee olla minimissään 0,4 % tai poikkeustapauksissa minimissään 0,1 %. Käytettäessä alle 0,4 % kaltevuutta suositellaan ojan syventämistä, jotta ehkäistään ojan liettymistä tai umpeenkasvua. (InfraRYL 2010.)



Kuva 13. Tyypillinen sivuoja kuivatus (Infra RYL 2010).

Niin sanottuja leikkausojia käytetään maa- tai kallioleikkauksissa ja niillä on sama tehtävä kuin sivuojilla. Kallioleikkauksessa leikkausojan minimi pituuskaltevuus on 0,3 %. Leikkausojia ei tarvita jos rakenteessa on mahdollisuus toimivaan salaoja järjestelmään. (InfraRYL 2010.)

Niskaojien tehtävä on estää leikkauksen ulkopuolelta tulevien pintavesien valuminen leikkausluiskaan. Sen tarpeellisuuteen vaikuttaa valuvien vesien määrä, maan pinnan kaltevuus, luiskan verhouksen laatu ja perusmaan eroosioherkkyys. (InfraRYL 2010.)

Laskuojien tarkoitus on johtaa ratarakenteesta tulevat kuivatusvedet esimerkiksi vesistöihin. (InfraRYL 2010.)

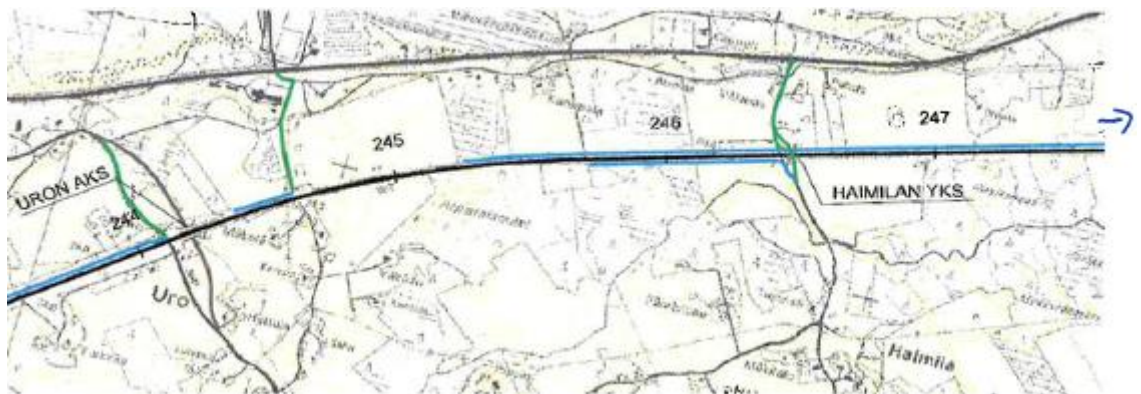
3.3 Syväkuivatus

Syväkuivatus tarkoittaa päällysy- ja alusrakenteen kuivatusta. Kantavuuden turvaamiseksi päällysrakenteeseen kulkeutuneet vedet poistetaan. Päällysrakenteen paksuuden takia sen alaosa ei aina kuivateta, sillä kosteudesta voi olla myös hyötyä. Se hidastaa roudan etenemistä. Pohjaveden alentaminen syväkuivatuksella ja kapillaarisen veden nousu on käytännössä mahdotonta estää savimaalla, silttimoreenilla tai siltillä. Alusrakennetta ei puolestaan yleensä kuivateta, vaikka se parantaisi kantavuutta. Kapillaarisen nousun ja routimisen vähentämiseksi pohjaveden alentaminen on yleisesti tehoton, ympäristölle haitallinen ja kallis keino. (Kuivatus TIEL 2140005.)

Salaoja on maan sisäinen oja, jossa on vettä läpäisevä yhteys kuivatettavaan kohteeseen. Se eroaa viemäreistä siinä, että salaoja kerää vettä koko pituudeltaan. Salaojien sijoittamista ratarakenteen alle vältetään, koska se saattaa aiheuttaa painumia tai routanousuja. Jos salaojia käytetään, ne sijoitetaan luiskan alle 0,5-1,5 metrin etäisyydelle radan reunasta. (Kuivatus TIEL 2140005.)

4 ESIMERKKIKOHTTEEN TARKASTELU

Opinnäytetyössä esimerkkinä tarkasteltava käytännön kohde sijaitsi Luumäellä Taavetissa. Se kuului Liikenneviraston tilaamaan laajempaan urakkaan ”Kuivatuksen parantaminen ja pienet jälkityöt Kouvola – Luumäki”. Jälkityöt viittaavat vuonna 2012 tehtyyn urakkaan ”Lahti- Luumäki ja Luumäki- Vainikkala palvelutason parantaminen”. Koko urakka koostui yhdeksästä kohteesta, joissa suoritettiin pieniä urakoita kuivatuksen parantamiseksi. Suurimmaksi osaksi työt koostuivat radan sivuojen perkauksesta. Tässä työssä tarkastellaan yhtä näistä kohteista.



Kuva 14. Kohde kartalla

4.1 Työn kuvaus

Työn tilaaja oli liikennevirasto ja valvojana toimi Pöyry CM Oy. Työn kohde oli Taavetissa ratakilometrillä 247+200. Kohteessa tehtiin radan sivuojan perkaus noin 200 metrin matkalta ja radan alittavan rummun puhdistus. Sivuoja oli kasvanut pajukkoa täyteen, ja ojassa seiso i lammikoituneena noin 9-20 senttimetriä vettä. Radan alittavassa rummussa puolestaan oli vain viisi senttimetriä vettä. Sivuojaan johti viereiseltä pellolta oja, joka yhtyi sivuojaan huoltotien alittavalla rummulla. Ojassakaan ei kuivatus toiminut sillä siinä seiso i vesi ja ojaa oli aiemmin syvennetty pellon tulvimisen takia.

Työt aloitettiin kaapelinäytön tilauksella, jotta kaivettaessa ei katkottaisi rata penkereessä kulkevia kaapeleita. Kaivuu suoritettiin tela-alustaisella kaivinkoneella ja rummun puhdistus miestyöllä. Ennen kaivuuta pajukko katkottiin kaivinkoneeseen asetetulla leikkurilla. Leikkuri vastasi työmiestä ja raivaussahaa, mutta oli huomattavasti

nopeampi ja taloudellisempi. Kaivetut lietemaat oli tarkoitus ajaa kuorma-autolla maankaatopaikalle.

Kaivuutöiden alkaessa maanomistaja saapui paikalle ja kertoi oman mielipiteensä tilanteesta. Hän kertoi pellon tulvimisesta ja kertoi sen oman käsityksensä mukaan joh-tuvan radan sivuojasta sekä aiempina vuosina tehdyistä töistä radalla ja sen vieressä. Häneltä tiedusteltiin oliko ongelmia ollut ennen vuonna 2012 tehtyä urakkaa. Tähän kysymykseen ei koskaan saatu vastausta. Maanomistaja vaati huoltotien alittavan rummun alentamista, mikä olisi kuitenkin turhaa, koska ojaa ei voitu syventää. Maanomistajan oli vaikea ymmärtää, että urakoitsija tekee vain tilatun työn. Urakan valvo-ijan ja maanomistajan kanssa sovittiin uusi katselmus kohteessa.

Kohteessa käytiin maanomistajan ja valvojan kanssa neuvottelu, jossa maanomistaja kertoi menettäneensä maataloustukia, koska ei voinut enää viljellä pellolla. Hän myös kertoi liikenneviraston edustajan vuosia aiemmin luvanneen hänelle muun muassa huoltotien alentavan rummun alentamisesta. Valitettavasti kyseinen liikenneviraston työntekijä oli jäänyt eläkkeelle, joten asiasta ei saatu varmistusta. Lisäksi maanomista-ja ehdotti sivuojan syventämistä, mikä ei ollut mahdollista luiskien jyrkkyyden takia. Huoltotien alittavan rummun alentamisesta päästiin yhteisymmärrykseen. Samalla so- vimme kaivuumaisten sijoittamisesta.

Kaivuumaat sovittiin maanomistajan kanssa vietävän pellolle painuneeseen kohtaan pyöräkoneella. Tämä yhteistyö auttoi urakoitsijaapientyneinä kustannuksina ja sa- malla maanomistaja sai pelloilleen hyvää ravinnerikasta täyttömaata.

Sivuoja oli vahvasti liettynyt ja umpeen kasvanut. Ojan perkaus auttoi ja sai veden selvästi liikkeelle. Vaikka ojaa ei varsinaisesti syvennetty tuli lietettä paljon enemmän kuin urakassa oli arvioitu. Huoltotien alittavan rummun korkotasoa alennettiin ja sen seurauksena ja pelloilta yhtyvässä ojassa vesi laski yli 15 senttimetriä. Radan alittava betonirumpu ei ollut tukossa, joten siihen riitti kunnossapitotyönä puhdistus lapiotyö- nä.

4.2 Ongelmat

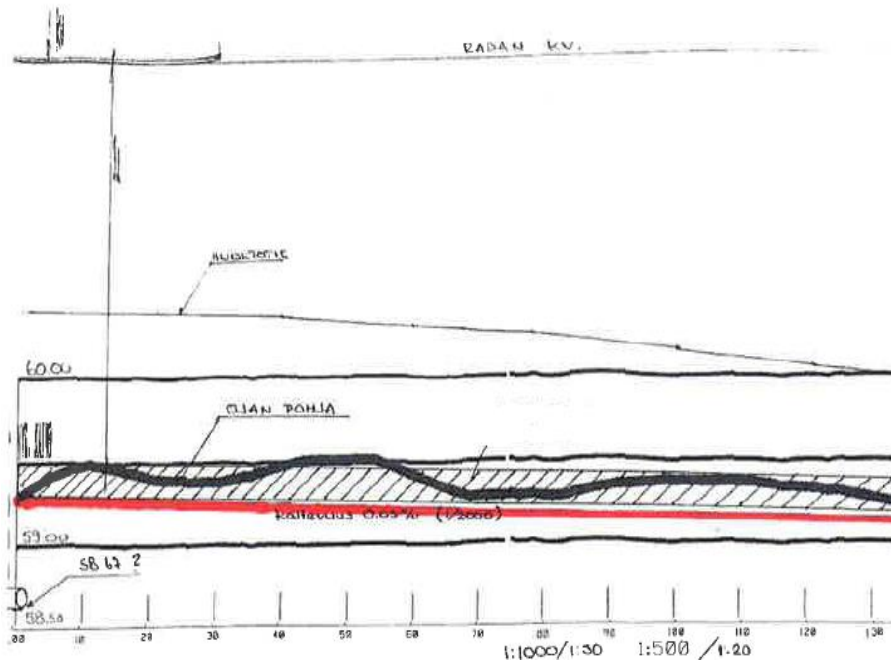
Ojan perkauksen jälkeen ojassa ja rummun edessä seiso i yhä vesi (Kuva 9). Vesi kyllä virtasi paremmin ojan perkauksen ja rummun puhdistuksen jälkeen, mutta rummun

pohjan korkeus esti veden johtumisen hyvin radan ali ja edelleen pois päin ratarakenteesta.



Kuva 15. Betoninen ratarumpu.

Suurin ongelma kohteessa oli betonisen ratarummun pohjan korkeus. Betoninen ratarumpu sijaitsee korkealla suhteessa ojaan. Kuvassa 10 on esitetty radan poikkileikkaus. Ojan syventäminen selvästi ratarummun korkeustason alapuolelle olisi turhaa ja sen seurauksena rummun eteen muodostuisi lammikko. Kohteessa radan ja huoltotien penkereiden luiskat olivat kaltevuudeltaan valmiiksi todella jyrkkiä. Sivuojan syventäminen oli kiellettyä selvästi urakan ohjeissa radan ja huoltotien profiilin takia. Ojan syventäminen lisäisi riskiä penkereen painumiseen ja se aiheuttaisi raiteen asemaan muutoksia.



Kuva 16. Radan poikkileikkaus

Kohteessa viereinen maanpinta kallistui rataa kohti. Sivuoja toimi radan kuivatuksen ohella osana pellon kuivatusjärjestelmää. Pellolta sivuojaan kertyi runsaasti sade- ja sulamisvesiä.

Vuonna 2012 tehdyssä urakassa kohteen kohdalla raiteeseen lisättiin routaeristys. Radan rakennekerrosten materiaali ajettiin seulalla läpi, joka poistaa radan päällysrakenteen sepelistä hienoaineksen. Valitettavasti seula heittää tämän radan viereen ratapenkereeseen, mikä puolestaan johtaa pahimmassa tapauksessa ojien tukkeutumiseen. Tämä oli osittain lisännyt myös kohteeseen liittyvän sivuojan liettymistä.

4.3 Johtopäätökset ja ratkaisut

Betonisen ratarummun korkotason alentaminen olisi iso urakka. Työn aikana liikenne olisi pitkän ajanjakson poikki molemmilta raiteilta ja työ maksaisi arviolta noin 150 000 euroa. Se on melkein satakertainen summa ojanperkauksen kustannuksiin kohden. Pelkkä rummun alentaminen ei kuitenkaan paranna kuivatusta yksinään vaan myös liittyvät ojat olisi lisäksi kunnostettava niiden liettymisen ja umpeen kasvun takia. Säännöllisellä ojien perkaamisella estetään ojien umpeen kasvaminen ja veden virtaaminen ei pysähdy.

Pellon salaojituksesta ei ole tarkkaa tietoa, mutta se parantaisi varmasti maanomistajan tilannetta viljelyn suhteen. Pellon kaikkien ojien, pengerryksien ja purojen vedenjohtokyvyn tarkastaminen ja tarvittaessa parantaminen voisi auttaa tilannetta. Pellon keskellä oleva painuma, johon urakassa ajettiin kaivuumaita, täytyisi tasoittaa.

Kuivatusta voidaan parantaa ehkä pienemmillä kustannuksilla. Risteävien ojien ja las-kuojien kunnostus parantaisi veden johtumista pois päin ratarakenteesta. Ojia pitäisi kunnostaa alueella laajemmin ja säännöllisemmin.

5 YHTEENVETO

Toimivien rakenteiden suunnitteluun kuuluu tärkeänä osana kuivatussuunnittelu. Niin rakennuksien, pihojen ja infra rakenteiden kuten teiden ja ratojen rakenteet on tarvittavilta osilta kuivatettava. Kuivatus on otettava huomioon myös korjausrakentamisessa ja kunnossapidossa.

Rautatiet on yksi merkittävimmistä liikenneväylistä suomessa. Liikenne nopeudet kasvavat, mikä puolestaan lisää rakennekerrosten laatuvaatimuksia. Kuivatus on tärkeä osa toimivaa ratarakennetta. Suomessa on edelleen paljon routivaa materiaalia alusrakenteissa. Routavauriot aiheuttavat vuosittain huomattavia ongelmia radoilla. Routaeristyksen lisäksi kuivatuksella on suuri merkitys vaurioiden estämiseksi.

Suomen rataverkon kuivatus on pääsääntöisesti onnistunut. Ratapihujen ja asemalaitureiden kuivatus toimii hyvin. Maastossa kuivatukseen ongelmia aiheuttavat maaston kallistuminen radalle päin, ratarakenteen profiili maastoon verrattuna, risteävien ojien umpeen kasvu sekä keväisin sulamisvedet. Maastossa kuivatusta voidaan parantaa sivu- ja laskuojien säännöllisellä huoltamisella.

LÄHTEET

InfraRYL 2010. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Helsinki.

Kauppinen, M. 2011. Ratakiskon elinkaari. Helsinki. Saatavissa:

http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf3/lts_2011-01_ratakiskon_elinkaari_web.pdf [viitattu 29.4.2014].

Liikennevirasto 2013. Korvaava ohje, Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu. Saatavissa: [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-05_teiden_ja_ratojen_web.pdf)

[05_teiden_ja_ratojen_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2013-05_teiden_ja_ratojen_web.pdf) [viitattu 17.4.2014].

Liikennevirasto 1995. Ratatekniset ohjeet osa 1 ”Yleiset perusteet”. Helsinki.

Liikennevirasto 2010. Ratatekniset ohjeet osa 2 ”Radan geometria”. Helsinki.

Liikennevirasto 2012. Ratatekniset ohjeet osa 4 ”Vaihteet”. Helsinki

Liikennevirasto 2002. Ratatekniset ohjeet osa 11 ”Radan päällysrakenne”. Helsinki.

Liikennevirasto 2004. Ratatekniset ohjeet osa 13 ”Radan tarkastus”. Helsinki

Liikennevirasto 1998. Ratatekniset ohjeet osa 19 ”Jatkuvakiskoraiteet- ja vaihteet”. Helsinki.

Ratahallintokeskus 2008. Ratatekniset ohjeet osa 3 ” Radan rakenne”. Helsinki. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rato_3_radan_rakenne.pdf [viitattu 27.4.2014]

Ratahallintokeskus 2004. Standardin SFS-EN 13450 Raidesepelikiviainekset. Helsinki. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/sfs-en_13450_raidesepelikiviainekset.pdf [viitattu 29.4.2014].

Saarinen M. 2008. Ratojen alusrakenteissa käytettyjen materiaalien routimisherkyys. Helsinki. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rhk_2008-a7_ratojen_alusrakenteissa_web.pdf [viitattu 30.4.2014].

Trafi 2010. liikenteen turvallisuus virasto. Määräys radanrakenteesta ja kunnossapidosta. Helsinki. Saatavissa:

http://www.trafi.fi/filebank/a/1337083843/cfbf11dbdd33d4917931ceb5e73216a3/9699-kumottu_TRAFI-14473-2010.pdf [viitattu 1.5.2014].

Valvoja 2014. Pöyry cm Oy. Haastattelu 27.4.2014.

Liikenneviraston kunnossapito- ja isännöintialueet

Kunnossapitoalueet

- Alue 1: Uusimaa
- Alue 2: Lounaisrannikko
- Alue 3: (Riihimäki)–Kokkola
- Alue 4: Rauma–(Pieksämäki)
- Alue 5: Haapamäen tähti
- Alue 6: Savon rata
- - - Alue 7: Karjalan rata
- - - Alue 8: Ylä-Savo
- - - Alue 9: Pohjanmaan rata
- - - Alue 10: Keski-Suomi
- - - Alue 11: Kainuu–(Oulu)
- - - Alue 12: (Oulu)–Lappi

Isännöintialueet

- Etelä-Suomi
- Länsi-Suomi
- Itä-Suomi
- Pohjois-Suomi



RADAN KUNNOSSAPITOTASOT

KPT	Suurin sallittu nopeus, V [km/h]	Kiskopaino vähintään	Ratapölkkyt vähintään	Tukikerros vähintään
1AA	$V \leq 220 \leq 185$	60E1	Betoni	Sepeli
1A	$V \leq 220 \leq 185$	54E1	Betoni 1987 tai uudempi	Sepeli
	$V \leq 220 \leq 185$	54E1	Betoni 1986 tai uudempi	Sepeli
	$V \leq 220 \leq 185$	54E1	Betoni/puu	Sepeli
	Sn 160 raiteenvaihtopaikat	60E1	Betoni	Sepeli
1	$V \leq 140 \leq 185$	54E1	Betoni/puu	Sepeli
	Sn raiteenvaihtopaikat			
2	$V \leq 120$	54E1	Betoni/puu	Sepeli
	Sn 110 raiteenvaihtopaikat			
3	$V \leq 110$	K43	Puu/betoni	Sepeli
4	$70 < V \leq 100$ pääraiteet	K43	Puu/betoni	Sora
	$70 < V \leq 100$ sivuraiteet			
	Sn 80 raiteenvaihtopaikat			
5	$70 < V \leq 70$ pääraiteet	K30	Puu	Sora
	$70 < V \leq 70$ sivuraiteet			
	Sn 35 raiteenvaihtopaikat			
6	$V \leq 50$ pääraiteet	K30	Puu	Sora
	$V \leq 50$ sivuraiteet			
	Kuormaus- ja seisontaraiteet			