



Juha Asikainen

## **RADAN TUKIKERROKSEN VAIHTO SEULOMALLA**

## **RADAN TUKIKERROKSEN VAIHTO SEULOMALLA**

Juha Asikainen  
Opinnäytetyö  
Kevät 2013  
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma  
Yhdyskuntatekniikka

---

Tekijä: Juha Asikainen

Opinnäytetyön nimi: Radan tukikerroksen vaihto seulomalla

Työn ohjaajat: Vesa Kallio (OAMK)

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: 1/13

Sivumäärä: 27

---

Opinnäytetyön aiheena on radan tukikerroksen vaihto käyttäen siihen tarkoitettua tukikerroksenvaihtokonetta, eli seulaa. Työn tavoitteena on tiedostaa ja perehtyä työskentelyssä havaittuihin ongelmiin.

Seulonta on työvaiheena hyvin rutiininomaista. Sen ongelmat kohdistuvat pääosin ulkoisten tekijöiden luomiin haasteisiin, joiden ajankohtaa on mahdoton määritellä tarkasti. Työvaiheessa esiintyy kuitenkin osa-alueita, joita parantamalla pystytään tehostamaan tukikerroksen vaihdon päivittäistä työsaavutusta. Työ on tehty omakohtaisten havaintojeni perusteella, eikä siinä käsitellä sähkö-rataan ja turvalaitteisiin kohdistuvia töitä.

Työn tärkein tulos on tukikerroksenvaihtotyön ongelmakohtien analysointi. Ongelmakohtiin puuttumalla voidaan jatkossa tehostaa työprosessia sekä saada aikaan kustannussäästöjä.

---

Asiasanat:

Tukikerros, Raidesepeli, Päälysrakenne, Routaeristys, Huoltotie

## **ALKULAUSE**

Työskentely radanrakennustyömailla on antanut minulle kokemusta radanrakennustöistä. Radanrakentamiseen liittyviä opintoja ei ole sisällytetty rakennusalan työnjohdon koulutusohjelman opintosuunnitelmaan. Toivon työstä olevan sen lukijalle hyötyä nyt ja tulevaisuudessa.

Oulussa 28.05.2013

---

Juha Asikainen

## Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	1
ALKULAUSE	2
SISÄLLYSLUETTELO	3
1 JOHDANTO	4
2 RADAN PÄÄLLYSRAKENNE	5
2.1 Raide	5
2.2 Tukikerros	8
3 TYÖVAIHEET	10
3.1 Suunnittelu	10
3.2 Alustavat työt	10
3.3 Huolto- ja yksityistiet	11
3.4 Seulonta	12
3.5 Sepelöinti	17
3.6 Tukeminen	18
4 ONGELMAKOHDAT	20
4.1 Suunnittelu	20
4.2 Alustavat työt	20
4.3 Huolto- ja yksityistiet	21
4.4 Seulonta	22
4.5 Sepelöinti	22
5 LOPPUSANAT JA EHDOTUKSET	24
LÄHTEET	28

# 1 JOHDANTO

Työ käsittää radanrakennusurakan tukikerroksen vaihdon, routasuojauksen, radan kuivatustyöt, tasoristeysten poistoihin liittyvät liikennejärjestelyt sekä huoltotoimien edistämiseen kohdistuvat työt. Seulontatyön päätavoitteina ovat radan tukikerroksen routimattomuuden parantaminen ja huoltotoimien edistäminen, minkä jälkeen matkustajaliikenteen liikennöintinopeutta on mahdollista nostaa. Työ sisältää huolto- sekä yksityisteiden rakentamiseen liittyviä kohtia, siltä osin kuin ne esiintyvät ongelmina tai ovat muulla tavalla kytköksissä tukikerroksenvaihtotyöhön.

Itse seulontatyö on hyvin rutiininomaista ja sen ongelmakohdat johtuvat ulkopuolisista tekijöistä, joihin ei juuri voi vaikuttaa. Esimerkiksi liiallinen helle ja sen nostama kiskon lämpötila muodostavat ongelman kiskon lämpölaajenemisen kanssa. Tässä työssä pääpaino on siirretty niihin käytännön ongelmiin, joihin pystytään vaikuttamaan hyvällä suunnittelulla ja kohteen riittävällä kartoituksella.

Laadulliset odotukset ja suunniteltu aikataulullinen eteneminen ovat asioita, joissa kohteiden uniikkiuden vuoksi harvoin pysytään. Kohteen laatuvaatimusten ja aikataulutuksen tulisi olla realistisia. Tämän tiedostaminen olisi erittäin tärkeää niin tilaajan kuin urakoitsijankin näkökulmasta, jotta työssä kohdatut ongelmat pystyttäisiin ratkomaan sujuvasti ja mahdollisimman pienillä resursseilla.

Hyvästä suunnittelusta huolimatta ei kohteista yleensä selvitä ongelmitta. Toiset ongelmista ovat inhimillisiä erehdyksiä, toiset taas täyttä saamattomuutta, mutta selvää on, että työmailla esiintyy puutteita, joihin hyvissä ajoin vaikuttamalla saadaan kokonaiskustannukset pienemmiksi.

## 2 RADAN PÄÄLLYSRAKENNE

Radan päällysrakenne koostuu kahdesta osasta: raiteesta sekä tukikerroksesta. Raide koostuu ratapölkyistä, ratakiskoista, kiinnitys- ja jatkososista sekä vaihteista ja muista erikoisrakenteista. Tukikerros on raidetta nimensä mukaisesti tukeva osa, joka koostuu yleensä sepelistä. Tukikerros pitää raiteen oikeassa asennossa, jakaa kiskoihin kohdistuvia kuormia ja muodostaa raiteelle tasaisen sekä kantavan alustan.

### 2.1 Raide

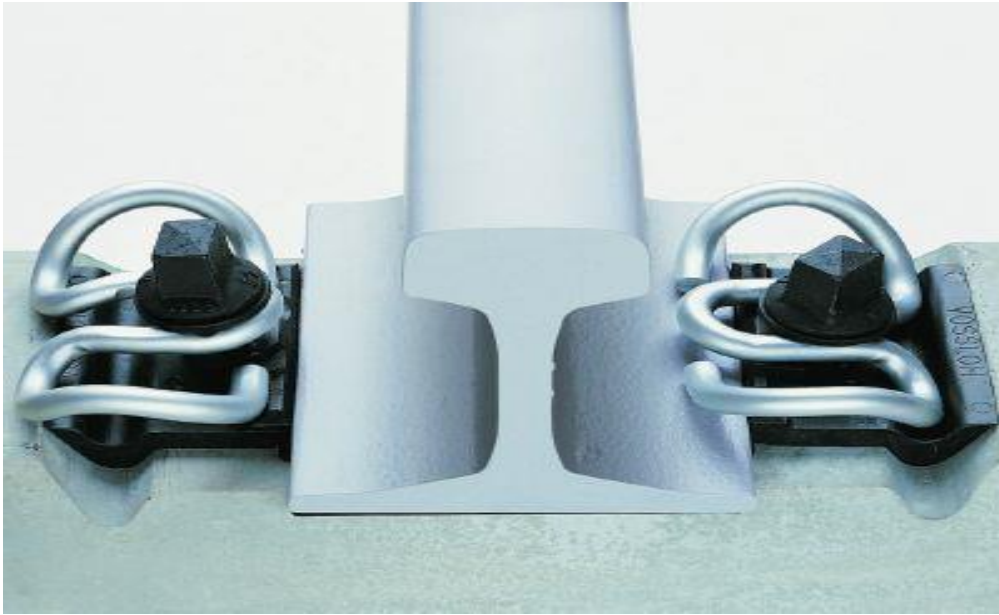
Taulukosta 1 käy ilmi erilaisten kiskojen teknisiä eroja. Näistä yleisimmin Suomessa käytettyjä ovat ratakiskot 54 E1 sekä 60 E1. Yksiraiteisen rautatien rakentaminen vaatii kiskoihin noin 108 - 120 tonnia terästä kilometriä kohden kiskon lujusluokasta riippuen (54 E1- ja 60 E1-kiskot). Suomessa käytetty raideleveys on 1 524 mm. (1.)

TAULUKKO 1. Ratakiskojen tekniset tiedot (1)

Ratakiskon tunnus	korkeus [mm]	hamaran leveys [mm]	jalan leveys [mm]	varren paksuus [mm]	massa [kg/m]	poikki-pinta-ala [mm <sup>2</sup> ]	hitaus-momentti [10 <sup>4</sup> mm <sup>4</sup> ]	taivutusvastus [10 <sup>3</sup> mm <sup>3</sup> ]
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

Kiinnitysosina käytetään Vossloh SKL 14 -kiskonkiinnitysjärjestelmää. SKL 14 -kiinnitystä varten betoniseen ratapölkyyn valetaan raideruuvien holkit sekä esiasennetaan kiinnikkeet tehtaalla. Kuvassa 1 on vasemmalla esiasennettu kiinnitys ja oikealla lopullinen kiinnitys. Kiskon asennuksen jälkeen raideruuvit löysä-

tään, jousi asennetaan paikalleen kiskon jalan päälle ja raideruuvit kiristetään noin 200 - 250 Nm:n vääntömomentilla. (1.)



*KUVA 1. VOSSLOH SKL 14 -kiskonkiinnitysjärjestelmä (2)*

Kuvassa 2 on esitettyä ruuvien kiristys siihen tarkoitettu pulttikoneella.



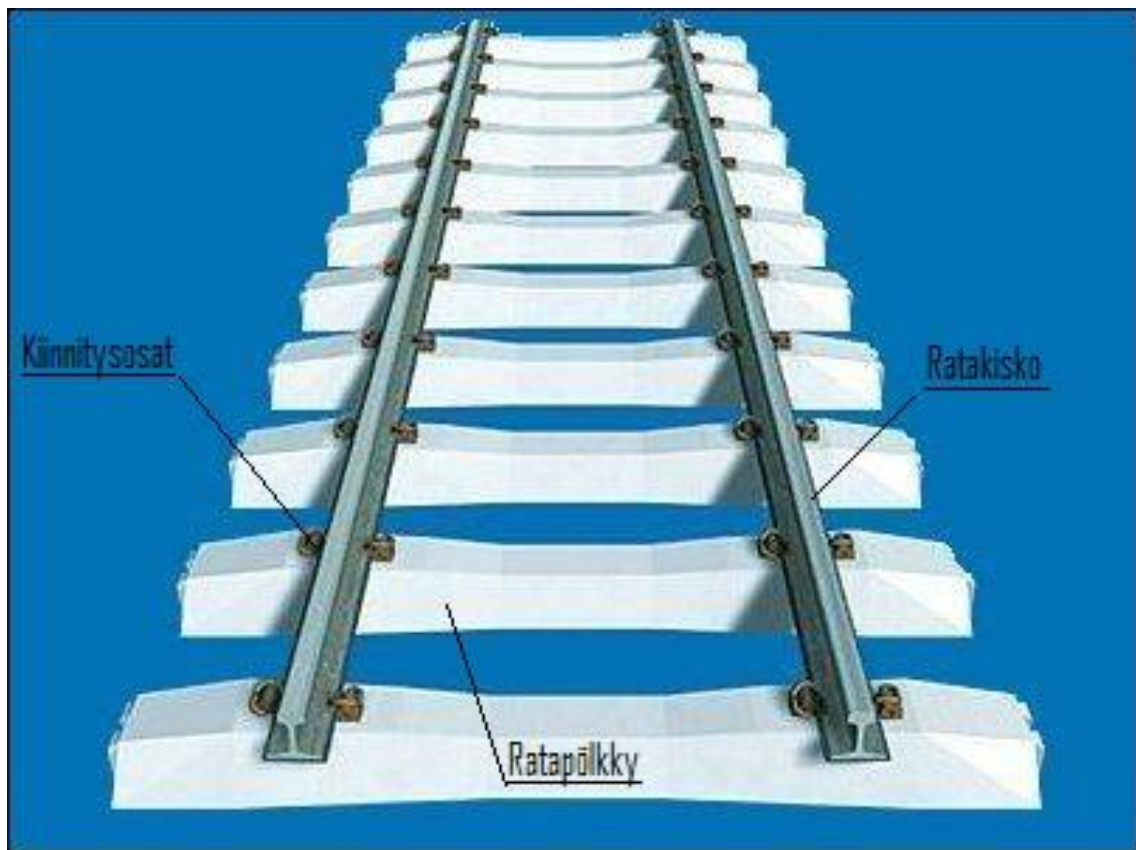
*KUVA 2. Ratakiskon kiinnitys ruuvinvääntökoneella (3)*

Ratapölkkyjä on kahdenlaisia: puisia sekä betonisia. Puiset ratapölkkyt ovat kreosiitilla kyllästettyjä ja siksi elimistölle haitallisia, eikä niitä näin ollen enää



valmisteta. Puisia ratapölkkyjä on edelleen käytössä, mutta ratapölkkytystä uusittaessa tilalle asennetaan betoniset ratapölkkyt.

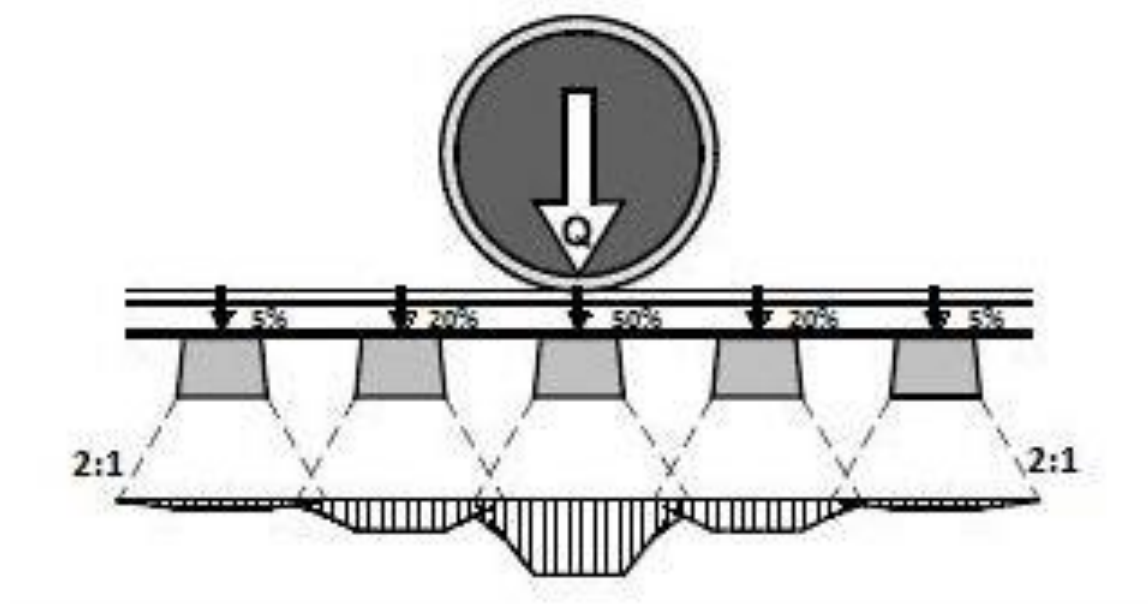
Suomen rataverkon pituus on yli 6 600 kilometriä ja vuonna 2010 siitä oli jo noin 70 % rakennettu betonisilla ratapölkkyillä. Betoniset ratapölkkyt otettiin käyttöön 1960-luvulla, jolloin Valtion rautatiet aloittivat rataverkon sähköistämisen. Betonipölkkyjen etuna on pidemmän käyttöiän lisäksi ennen kaikkea se, että kiskot voidaan hitsata yhteen jopa kilometrien pituisiksi radan jäykemmän rakenteen ansiosta. Myös raideleveyden parempi pysyvyys on betonisiin ratapölkkyihin siirtymisen peruste. Kuvassa 3 on esitetty raiteen eri osat. (4.)



KUVA 3. Raiteen osat (5)

## 2.2 Tukikerros

Tukikerros koostuu betonisilla ratapölkkyosuuksilla 550 mm:n paksuisesta kerroksesta kalliosta murskattua raidesepeliä. Paksuus mitataan ratapölkyn päältä kiskon jalasta eli korkeusviivan tasosta alaspäin. Riittävällä paksuudella taataan turvallinen sähkönvastustuskyky kiskojen välillä sekä pienemmät meluhaitat liikennöitäessä. Tukikerroksen päätehtävänä on pitää raide geometrisesti oikeassa asennossa ja asemassa sekä tasoittaa kuormitusten jakautumista alusrakenteelle ja muodostaa raiteelle yhtenäinen sekä joustava alusta. Uuden raidesepelin raekoko tulee olla 31,5/63 mm. Tukikerroksessa on oltava tarpeeksi huokostilaa, jotta hienoaines pääsee valumaan pois eikä raidesepeli pääse vetymään. Materiaalilta vaaditaan hyvä iskun- ja kulutuksenkestävyys, teräväsärmäinen raemuoto ja sopiva raekokojakauma. Kuvassa 4 on esitettynä kuormien prosentuaalinen jakautuminen tukikerrokseen. (1.)



KUVA 4. Pystysuorien kuormien jakautuminen tukikerrokseen (1)

Junaliikenne ja koneellinen raiteen tuenta heikentävät tukikerroksen ominaisuuksia murskaamalla kiviainesta hienommaksi. Tällöin tukikerroksen kanta-

vuus heikkenee, kapillaarinen vedenjohtavuus kasvaa sekä vesipitoisuus lisääntyy. Päälysrakenteen huoltotoimina tukikerros seulotaan eli puhdistetaan. Puhdistaminen ei tarkoita pesemistä, vaikkakin epäpuhtaan kiviaineksen routiminen onkin voimakkaampaa, vaan raidesepeli seulotaan erikokoisten verkkojen läpi. Verkkojen seulakoot ovat tyypillisesti 75 mm, 57 mm ja 36 mm. Näin uusiokäyttöön jäävän sepelin raekoko on 36/75 mm, ja se palautetaan rataan. Raidesepelitoimituksissa raekoko on 31,5/63 mm. Seulonnasta saatavana hyötynä on vanhan tukikerroksen käyttökelpoisen kiviaineksen uusiokäyttö ja näin ollen uuden kiviaineksen tarpeen väheneminen sekä kustannussäästöt.

Tukikerros saatetaan toisinaan myös joutua vaihtamaan kokonaan. Tällöin seuralassa oleva ensimmäinen kuljetin ohjataan verkkojen sijaan suoraan ratapenkeeseen, josta se lastataan ja kuljetetaan pois. Koko tukikerroksen vaihtoon johtaa yleensä materiaalin heikko puristuslujuus, jauhaantuneisuus sekä särmitömyys. Vanhan raidesepelin uusiokäyttö on pohjavesialueilla kielletty kokonaan sen keräämien haitallisten aineiden vuoksi.

### 3 TYÖVAIHEET

Työ voidaan jakaa suunnitteluvaiheeseen, alustaviin töihin ja toteutusvaiheeseen. Luvuissa 3.1 - 3.6 on läpikäytynä suunnittelu, alustavat työt, huolto- ja yksityistiet, seulonta, sepelöinti ja tukeminen niiltä osin kuin ne ovat perustiedon ja työn kannalta merkityksellisiä. Luvussa 4 "Ongelmakohdat" on esitetty yleisesti esiintyviä ongelmia.

#### 3.1 Suunnittelu

Pääsuunnittelijana toimii lähes poikkeuksetta joku muu kuin urakoitsija. Myös suunnitelmia koskevat muutokset laatii pääsuunnittelija. Tämän vuoksi ennen töiden aloittamista on tarkastettava, ettei suunnitelmissa havaita työselostuksiin nähden ristiriitaisuuksia tai puutteita.

Tarkentavina suunnitelmina voidaan pitää projektille laadittavia turvallisuus- ja laatusuunnitelmia, lupien, tiedotteiden ja ilmoitusten laadintaa sekä työturvallisuutta koskevia suunnitelmia. Tarkentavat suunnitelmat laatii pääosin urakoitsija.

#### 3.2 Alustavat työt

Alustavat tehtävät sekä vastuuhenkilöt käydään läpi kohteen aloituskokouksessa. Aloituskokous pidetään hyvissä ajoin, kuitenkin viimeistään kaksi viikkoa ennen työn aloittamista.

Aloituskokouksessa läpikäytävät asiat ovat seuraavat:

- o suunnitelmat
- o työturvallisuus
- o laatu
- o aikataulu
- o kustannukset
- o tarvittavat työntekijät

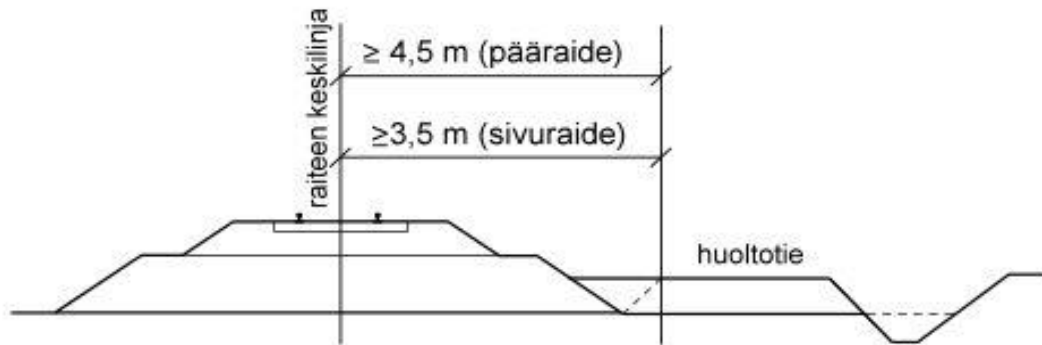
- o kalusto
- o materiaalit
- o edeltävät työvaiheet
- o työalue
- o olosuhteet
- o ilmoitukset ratatyöpalaveriin
- o jännitekatkot
- o ilmoitus työsuojelupiiriin
- o työntekijöiden majoitus
- o mahdolliset potentiaaliset ongelmat
- o aliurakoitsijasopimusten laadinta ja työn valmistelu
- o jo mahdollisesti tehtyjen töiden puutteet.

### **3.3 Huolto- ja yksityistiet**

Radan ja kaikkien sen osien ja rakenteiden kunnossapito ja huoltotyöt edellyttävät hyviä kulkuyhteyksiä. Huoltotie toimii käytössä olevan väyläverkon jatkeena ja takaa esteettömän pääsyn näihin kohteisiin. Rautatiealueen välittömässä läheisyydessä kulkevat yleiset tiet tai yksityistiet voivat myös toimia huoltoteinä. Uusia huoltoteitä rakennetaan vain tarvittaessa.

Yksiraiteisella rataosuudella huoltotie rakennetaan vain radan toiselle puolelle. Kaksiraiteisella rataosuudella on suositeltavaa rakentaa huoltotie radan molemmille puolille, myös silloin kun radan toisella puolella on käytössä yksityistie, jota ei voida käyttää kokonaisuudessaan huoltotienä.

Huoltotien minimileveys on 3,5 metriä ja suositeltava leveys 4 metriä. Raiteen ja huoltotien välinen etäisyys on oltava vähintään 4,5 metriä pääraiteen keskilinjasta huoltotien sisäreunaan ja 3,5 metriä sivuraiteen keskilinjasta huoltotien sisäreunaan. Kuvassa 5 on esitetty radan ja huoltotien poikkileikkaus. (6.)



KUVA 5. Kiinni rakennetun huoltotien etäisyys raiteesta (6)

Huoltotiet on suunniteltava ja niiden rakentaminen on aloitettava jo hyvissä ajoin töiden alkuvaiheessa, koska huoltoteiden kautta pystytään suorittamaan joitakin työvaiheita osin tai kokonaan. Huoltotie voidaan rakentaa kohteen alkuvaiheessa toimimaan työmaatienä raskaalle kalustolle ja ratatöiden edetessä muuttaa vastaamaan lopullista huoltotietä. Kohteiden maanrakennustöiden työselostukset käsittävät yleensä huoltotiealueiden raivaustyöt, pintamaiden poiston, suodatinkankaan levityksen sekä kokonaiskerrosvahvuuden.

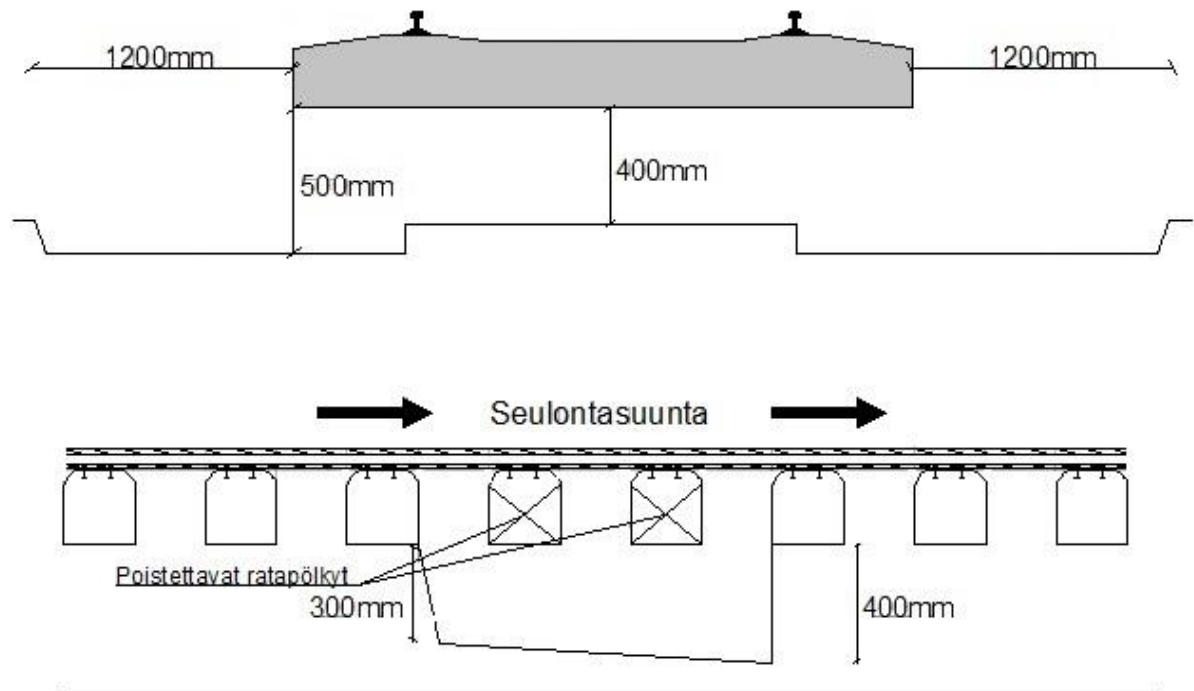
### 3.4 Seulonta

Ennen seulonnan aloittamista on tärkeää suorittaa työvaihekohtaiset esityöt. Seulonnan esitöinä voidaan pitää seuraavia kohtia:

- kaapeleiden sijainnin määrittäminen sekä niiden mahdollinen siirto riittävälle etäisyydelle seulonta-alueesta
- radan ylikäytävien pehmittäminen ja isojen kivien poisto
- rikkakasvien poisto (esimerkiksi puiden juuret)
- turvalaitteiden sekä muun kiskonjalassa kulkevien ratalaitteistojen kaapeleiden irrottaminen ja siirto
- muiden mahdollisten esteiden poisto tai kartoitus (ratapölin päästä on leveyssuunnassa oltava vähintään 1400 mm avointa tilaa molemmilla puolilla).

Aloitusmontun kaivuun kuuluu myös seulonnan esitöihin. Montun on oltava pituudeltaan 1500 mm, leveydeltään 5100 mm sekä syvyydeltään 400 mm ra-

tapöllin alapinnasta mitattuna. Kaivuun pohjan on oltava etureunasta 100 mm syvämpi, kuten myös ketjun ohjaimille sekä seulotulle sepelille tehtävät urat. Kuvassa 6 on esitetty montun poikki- sekä pituusleikkaukset.



KUVA 6. Aloituskaivuun teoreettiset mitat

Sepelinpuhdistukseen käytetty kone on Plasser&Theurerin valmistama ratatyö-kone. Sen moottorina toimii kaksi ilmajäähdytteistä V12 Deutz -teollisuusmoottoria, joiden tuottama kappaleteho on 348 kW. Suurin sallittu nopeus on 80 km/h ja voimansiirto on hydraulinen. Polttoaineenkulutus on noin 150 litraa käytötuntia kohden. Plasser&Theurer on valmistanut muutamia erilaisia malleja sepelinpuhdistuskoneista. Seulontakoneita on valmistettu muutamia erimalleja joka eroavat toisistaan esimerkiksi moottorin koon tai rouhintaketjujen määrän suhteen. Seulojen toimintaperiaate on kuitenkin täysin sama.

Kuvassa 7 on havainnollistettu seulonnan toimintaperiaatetta. Rouhintaketju kuljettaa seulottavan sepelin ruuhka pitkin seulalle. Ketjulla on neljä eri nopeutta, 1,8 m/s, 2,3 m/s, 2,7 m/s, 3,6 m/s. Käytännössä on todettu, että 2,7 m/s ketju-

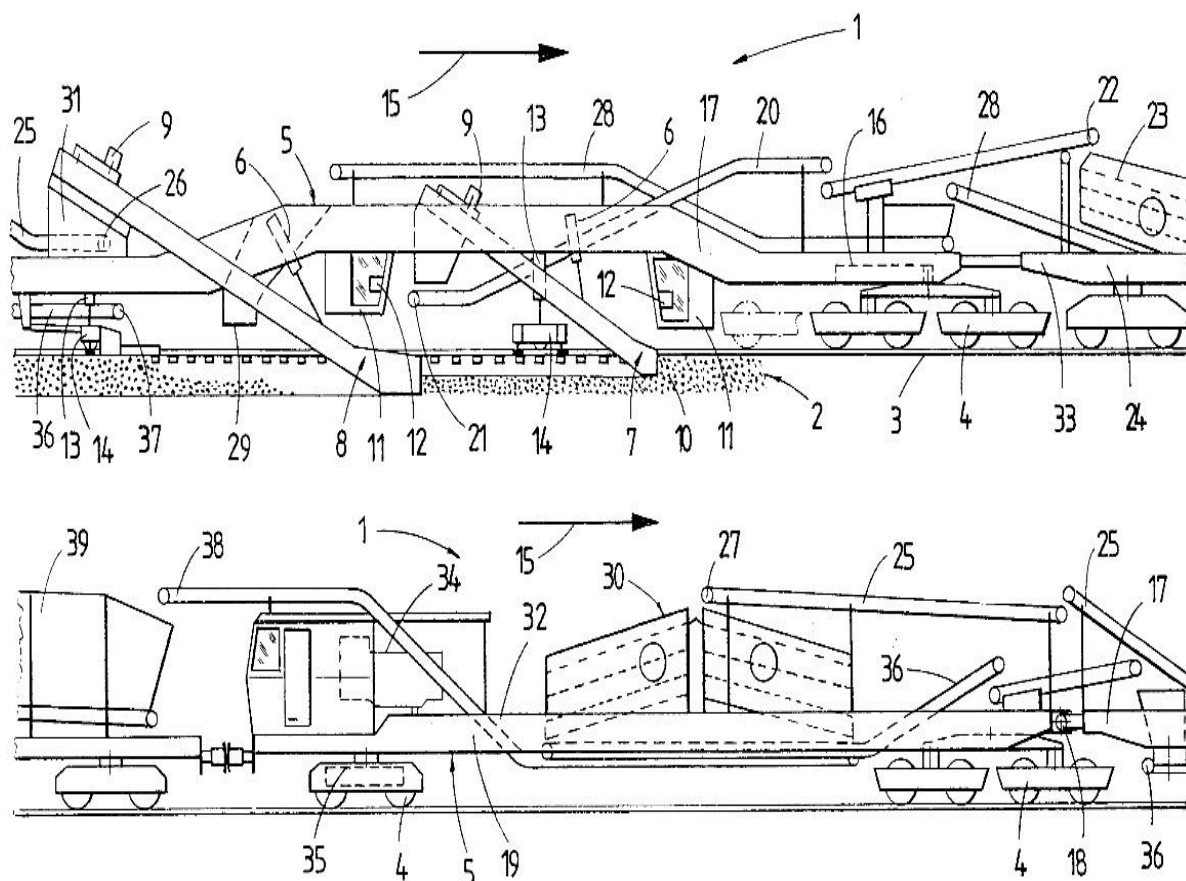
nopeus kuljettaa sepelin tehokkaasti ja vähemmän kuluttavasti. Kiviainesten kulkeuduttua seulalle hyvä sepeli tippuu seulaston takapäältä sepelinjakoluisiin. Luiskilla voidaan vaikuttaa, tuleeko sepeli auralle, eli keskelle rataa, vai sivukuljettimille, eli radan sivulle. Käyttökelvoton kiviaines ohjataan kuljetinta pitkin suoraan rataluiskaan, josta se kuljetetaan muuhun hyötykäyttöön tai ta-  
pauskohtaisesti muotoillaan luiskiin.



*KUVA 7. Rouhintaketju liikkeessä (7)*

Kuvassa 8 on nimettynä muutamia tukikerroksenvaihtokoneen osia. Pituusleikkaus on kaksiketjuisesta seulasta, joka seuloa tukikerroksen kahdessa eri kerroksessa. Työmenetelmä ei kuitenkaan poikkea yksiketjusesta seulasta.





KUVA 8. Tukikerroksenvaihtokoneen osat

1: Tukikerroksenvaihtokone	14: Raiteennostin	27: Kuljettimen hihnarulla
2: Tukikerros	15: Kulkusuunta	28: Kuljetin
3: Raide	16: Vaunupyörästönsäädin	29: Purkuränni
4: Vaunupyörästö	17: Runko	30: Seula
5: Runko	18: Jatkokiinnike	31: Ketjun suojakotelo
6: Hydraulipumppu	19: Runko	32: Rungon lävistys
7: Rouhintaketju	20: Kuljetin	33: Runko
8: Rouhintaketju	21: Kuljettimen hihnarulla	34: Moottori
9: Ohjuri	22: Kuljettimen hihnarulla	35: Voimansiirto
10: Rouhintakynnet	23: Seula	36: Kuljetin
11: Ohjainkeskus	24: Runko	37: Kuljettimen hihnarulla
12: Ohjaimisto	25: Kuljetin	38: Kuljetin
13: Vertikaalinen säätö	26: Kuljettimen hihnarulla	39: Sepelivaunu (Mfo)

Seulan edellä kulkee kiskopyöräkaivinkone, joka kaivaa ratapölkkyjen päät esiin. Kiskopyöräkaivinkone parantaa seulan työsaavutusta, koska se pienentää rouhintaketjulle valuvan tukikerrosmateriaalin määrää.

Seulontaa lopettaessa on huomioitava seuraavat asiat:

- Hihnastolla on oltava leveyssuunnassa riittävästi tilaa.
- Lopetusmontun kohdalla ei saa sijaita sidekiskopuristimia, koska vaarana on niiden rikkoutuminen. Sidekiskoja on myös vältettävä tällä alueella.
- Kisko olisi hyvä tukea alapuolelta, koska se jää hetkellisesti ilman tukikerrosta noin kuuden metrin matkalta.
- Ennen seulan vientiä seuraavalle kohteelle olisi hyvä varata ainakin viikko vaadittavien huoltotöiden suorittamiseen.

Routalevytystä voidaan pitää osana tukikerroksenvaihtotyötä. Levyinä käytetään Finnfoam XPS -eristelevyjä. Eristeet jaetaan avaamattomina paketteina rataluiskaan ennen seulonnan aloittamista. Jos levyjä ei jaeta ratapenkereeseen, on seulaston perässä oltava kytkettynä routalevyille varattu vaunu. Routalevyvaunusta eristeet syötetään yksi kerrallaan niille tarkoitettua kiskoa pitkin rouhintaketjulle. Routalevyjen menekki on laskettava etukäteen. Levyjen määrässä ja jakotiheydessä on huomioitava pieni hävikki. Seulaston edetessä on koneen molemmilla puolilla työmies asennuskoukun kanssa, ja yksi tai useampi työmies avaa ja syöttää levyjä ketjun edetessä. Routalevytys on yksi työmaan tapaturmaherkkimmistä työmenetelmistä. Työ on fyysisesti rasittavaa ja pakko-tahtista.

Routalevytyksen alustavat työt ovat seuraavat:

- routalevymenekin laskenta sekä jakotiheys
- levypaksuuden muutoskohdat sekä paketin asettelu
- riittävä työntekijöiden määrä (seulan ei ole suotavaa pysähtyä pienien ongelmien vuoksi)
- työntekijöiden valmius raskaaseen fyysiseen työhön (nesteytys)

- työn vaaratekijöiden huomioiminen.

### 3.5 Sepelöinti

Sepelöinti tarkoittaa radan tukikerroksessa olevan kiviaineksen lisäämistä. Vanhasta tukikerroksesta saatava käyttökelpoinen kiviainesmäärä ei koskaan ole riittävä, vaan seulontajäte on korvattava uudella murskeella. Uuden kiviaineksen on täytettävä Ratahallintokeskuksen (Liikenneviraston) hyväksymän standardin SFS-EN 13450 mukaiset laatuvaatimukset.

Raidesepelin raepinnat ovat 100 % murskaantuneita ja raekoko d/D on 31,5/ 63 mm tai 31,5/50 mm. Taulukossa 2 on esitettyä raidesepelin rakeisuusvaatimuksia.

**TAULUKKO 2. Raidesepelin rakeisuusvaatimukset (8)**

Seulan koko mm	Raidesepelin raekoko 31,5...50 mm			Raidesepelin raekoko 31,5...63 mm		
	Läpäisy massaprosentteina					
	Rakeisuusluokka					
	A	B	C	D	E	F
80	100	100	100	100	100	100
63	100	97...100	95...100	97...99	95...99	93...99
50	70...99	70...99	70...99	65...99	55...99	45...70
40	30...65	30...70	25...75	30...65	25...75	15...40
31,5	1...25	1...25	1...25	1...25	1...25	0...7
22,4	0...3	0...3	0...3	0...3	0...3	0...7
31,5...50	≥ 50	≥ 50	≥ 50	-	-	-
31,5...63	-	-	-	≥ 50	≥ 50	≥ 85

HUOM. 1. Seulan 22,4 mm läpäisylle asetetut vaatimuksia sovelletaan vain tuotantopaikalta otetulle raidesepelinäytteelle

HUOM. 2. Tietyissä olosuhteissa 25 mm seulaa voidaan käyttää 22,4 mm seulan sijasta, tällöin raja-arvona käytetään 0...5 (0...7 luokassa F).

Raidesepelin raekoon lisäksi merkittävimpiä vaatimuksina voidaan pitää iskunsekä kulutuksenkestävyyden arvoja. Suomessa käytetään iskunkestävyyden testausmenetelmänä Los Angeles -testiä. Iskunkestävyysluokkina käytetään LARB12, LARB16, LARB20. Kulutuskestävyyttä mitattaessa käytetään Micro-Deval -arvoa MDERB 11. Micro-Deval -arvot ja luokat on esitetty taulukossa 3. Muita vaatimuksia ovat hienoaineksen määrä, muotoarvo, jäähdytys-sulatuskestävyys sekä kiintotiheys. (7.)

TAULUKKO 3. Iskun- ja kulutuksenkestävyys ratasepelissä (8)

Micro-Deval -arvo	Luokka	Los Angeles -luku	Luokka
< 5	M <sub>DE</sub> RB 5	<12	L <sub>ARB</sub> 12
< 7	M <sub>DE</sub> RB 7	<14	L <sub>ARB</sub> 14
< 11	M <sub>DE</sub> RB 11	<16	L <sub>ARB</sub> 16
< 15	M <sub>DE</sub> RB 15	<20	L <sub>ARB</sub> 20
> 15	M <sub>DE</sub> RB Ilmoitettu	<24	L <sub>ARB</sub> 24
Ei vaatimusta	M <sub>DE</sub> RB NR	>60	L <sub>ARB</sub> Ilmoitettu

Sepelöintiin käytetään TKA ratakuorma-autoja ja Bmo- tai UAD-vaunuja. Vau-  
nujen erona on UAD-vaunujen tarkempi sepelin jako raiteeseen. Sepelöinnin  
työvuorosaavutuksissa ei ole huomattavia eroja ratakaluston suhteen, vaan  
merkittävin tekijä on kiskoilla kuljetun matkan pituus sekä lastausaika. Sepeli-  
vaunujen lastaus suoritetaan ratapihalla pyöräkuormaajaa käyttäen.

### 3.6 Tukeminen

Tukikerroksessa olevan kiviaineksen jauhaantuessa raekoko pienenee. Rae-  
koon pienentyessä radan kantavuus heikkenee, pölkyt ja kiskot pääsevät liik-  
kumaan ja raidegeometria muuttuu. Raiteen säännöllisellä tuennalla voidaan  
tukikerroksen elinikää pidentää ja välttyä tiheästi toteutetuilta vaihtotöiltä. Sään-  
nöllisellä tukemisella ylläpidetään myös turvallisuutta sekä varmistetaan rata-  
osuuden suurin sallittu liikennöintinopeus.

Tukeminen tapahtuu siihen tarkoitettulla raiteentukemiskoneella eli ”topalla”.  
Toppakone on Plasser&Theurerin valmistama hydraulisesti toimiva tukemisko-  
ne. Tukemiskonetta tarvitaan radan uusiorakentamisen ja raiteenvaihtotöiden  
lisäksi kunnossapitotehtävissä. Kone asettaa ja tukee kiskot tarkasti haluttuun  
asemaan korkeus- ja leveyssuunnassa. Kone nostaa kiskoa ylöspäin samalla,  
kun pölliin väliin työntyvät piikit tiivistävät kiviaineksen tärinällä.

Tukeminen etenee noin 2 - 3 kilometriä 12 tunnin mittaisen liikennekatkon aika-  
na. Tukemiskone etenee muuhun ratakalustoon nähden huomattavan paljon  
nopeammin, joten olisi tärkeää kiinnittää huomiota sen esteettömään kulkuun.

Kuvassa 9 on esitetty topan raiteennostin sekä täry. Jälkituenta sijoitetaan noin 6 kuukauden päähän työn valmistumisesta, mutta Suomen sääolosuhteet huomioiden voi olla viisainta odottaa jopa 12 kuukautta.



*KUVA 9. Tukemiskone (9)*

## **4 ONGELMAKOHDAT**

Yleisesti esiintyvät merkittävimmät ongelmakohdat on esitetty luvuissa 4.1 - 4.5. Ongelmat on jaoteltu edellä mainittuihin työvaiheisiin. Radan tukemista voidaan pitää työvaiheena, jossa ei yleensä kohdata mainittavia ongelmia.

### **4.1 Suunnittelu**

Suurin osa työvirheistä johtuu puutteellisista tai virheellisistä suunnitelmista ja työselostuksista. Korjaussuunnitelmat aiheuttavat urakoitsijalle aikataulumuu-  
toksia ja lisäkustannuksia.

Ongelmallisinta suunnitteluvirheissä on niiden virheellisyyden perustelu tilaajalle. Selvästi harhaanjohtavat suunnitelmat tai kokonaan puuttuvat suunnitelmat on helppo todentaa. Erimielisyyden muodostaa suunnitelmien tulkinta. Suunnitelmien ja työselostusten onkin oltava erittäin tarkasti laadittuja.

### **4.2 Alustavat työt**

Alustavissa töissä esiintyneitä virheitä voidaan pitää urakoitsijan sisäisinä suunnitteluvirheinä. Ennen aloituskokouksen pitämistä tulisi kaikki työmaata koskeva aineisto olla valmiina. Aloituskokouksessa kerrataan suunnitelmat, tiedotetaan ja annetaan yleiskuva urakassa työskenteleville toimihenkilöille. Se on myös viimeisin tilaisuus reagoida mahdollisesti esille tulleisiin ongelmiin ja puutteisiin.

Markkinoiden vähäisyyden tuomat paineet onnistumisesta sekä katteen maksimoinnista näkyvät erittäin selvästi jo sisäisessä suunnittelussa. Liian tarkalla suunnittelulla ja väriin asioihin huomion kiinnittämisellä luodaan mielikuva, jossa ei voi kuin epäonnistua. Epäonnistuminen tarkoittaa siirtymistä suunnitelmaan B, jota ei yleensä laadita, vaan sen toteuttamisesta ja soveltamisesta vastaavat työmaan työnjohtajat.

Kaluston tarvetta suunniteltaessa on otettava huomioon ratapihojen koko sekä sivuraiteiden määrää ja liikennöidyt raiteet. Kaluston tarve ja koko tulee suhteuttaa ratapihojen pinta-alaan ja käytettävyyteen.

Työntekijöiden määrää ei tulisi mitoittaa sopimaan täsmällisesti työvaiheiden aikataululliseen etenemään sekä työtehtäviin. Kun epäonnistumista tai muusta ongelmasta johtuvaa aikataulun venymää ei huomioida, on lopputuloksena työntekijöiden projektikohtaisten työsopimusten jatkaminen viikon jaksoissa, kunnes työvaihe saadaan päätökseen. Tämä vaikuttaa negatiivisesti työilmapiiriin sekä huonontaa henkilökemioita. Työntekijän päätöstä olla jatkamatta työsuhdetta ei yleensä huomioida lainkaan. Jo yhden työmiehen menetystä väärässä paikassa ei voida mitenkään suhteuttaa lyhyistä työsopimuksen jatkoista saataviin marginaalisiin kustannussäästöihin.

#### **4.3 Huolto- ja yksityistiet**

Työnsuunnittelun ja toteutuksen pääpaino on selvästi radan tukikerrokseen kohdistuvissa töissä. Siitä huolimatta huolto- ja yksityisteiden rakentamista voidaan joskus pitää työmaan suurimman työn teettäjänä siinä mahdollisesti esiintyvien ongelmien vuoksi. Ongelmat johtuvat täysin riittämättömistä suunnitelmista, poikkeuksellisista sääolosuhteista tai suunnitteluvirheistä.

Maanrakennustöiden työselostuksessa ilmoitetun kokonaiskerrosvahvuuden riittävyys on tarkistettava koko rataosuudella. Kerrosvahvuus on yleensä mitoitettu liian pieneksi osalle rakennusaluetta.

Rakenteen pohjalle olisi kosteilla alueilla hyvä asentaa lujiteverkko. Lujiteverkon käyttö on Suomessa vähäistä ja suurien tilauksen toteutus vaati toimittajan lisätilauksia ulkomailta.

Kerrosvahvuutta lisättäessä moninkertaisesti suunnitelmiin nähden saattaa aiheutua kuljetusongelmia. Tämän seurauksena työvuoroon vaaditaan lisää kasettiautoja, jotta työ etenee suunnitellulla aikataululla. Kuljetuskaluston määrä

on haasteellinen hankintojen osalta, mutta myös lastauksen ja tiestön liikennöitävyyden suhteen.

#### **4.4 Seulonta**

Seulonnan ongelmat kohdistuvat yleisesti koneen osarikkoihin sekä vanhaan tukikerrosmateriaaliin kohdistuviin tekijöihin. Tukikerroksenvaihtokone sisältää lukuisia kulutusosia, joiden rikkoutuessa se vaatii välitöntä huoltoa. Tämän kaltaisia ongelmia kohdataan usein huoltotoimien liiallisen laiminlyönnin seurauksena.

Tukikerroksen osalta havaittuja ongelmia ovat sen sisältämät halkaisijaltaan 100 - 200 millimetrin kokoiset kivet sekä tukikerroksen sisältämästä liiallisesta hienoaineksen määrästä johtuva liian tiiviiksi pakkautunut kerrosrakenne. Liiallinen hienoaineksen määrä johtaa tukikerrosmateriaalin tiivistymiseen ratapölkkyjen väliin. Väliin jäänyt kiviaines ei putoa rouhintaketjulle, vaan seula on pysäytettävä ja pölkkyjen välit on puhdistettava esimerkiksi rautakankea apuna käytäen.

Muita työtä hidastavia tekijöitä ovat ylikäytävät, peruskallion suuret korkeusvaihtelut sekä routalevytystä koskevat ongelmat. Osuuksilla, joilla kallion pinta on tukikerroksen syvyydessä, ei kyetä seulomaan. Rata-alue, jolla tukikerrosta ei pystytty seulomaan, joudutaan vaihtamaan kaivinkoneella lyhyissä pätkissä.

#### **4.5 Sepelöinti**

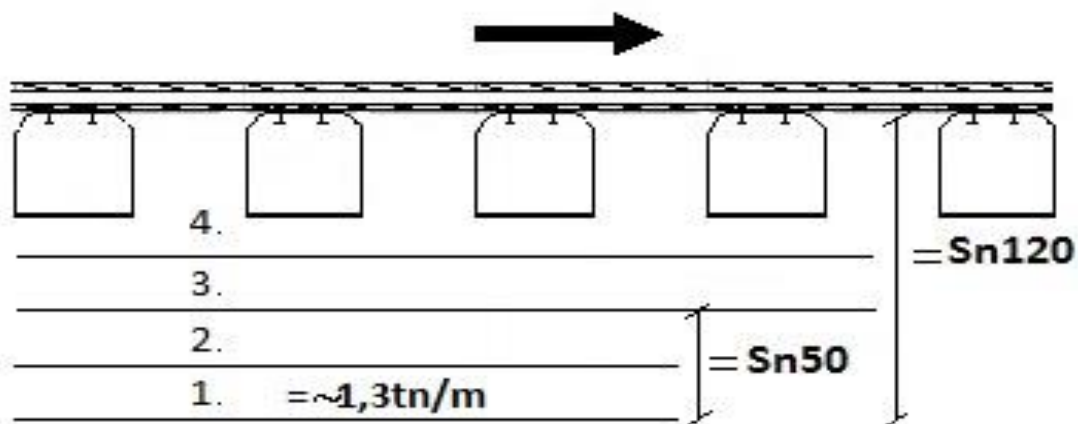
Sepelöinnin ongelmana on sen hitaus. Lastauspaikan ja tukikerroksenvaihtokoneen etäisyyden vaihdellessa sadoista metreistä useisiin kilometreihin voidaan työvaiheen suurimpana hidastajana pitää toisinaan etäisyyksiin käytettyä matkustusaikaa ja toisinaan lastaukseen käytettyä aikaa.

Sepelöinnissä käytetty runko koostuu kahdesta ratakuorma-autosta (Tka) ja Bmo- tai UAD-vaunuista. Yhden vaunun lastaukseen menee olosuhteista riippuen 5 - 20 minuuttia. Kohteen ja lastauspaikan välisen etäisyyden ollessa pieni on lastaukseen käytetty kokonaisaika toisinaan liian suuri. Kun lastausta tehos-



tetaan lisäämällä kuormauskalustoa, on huomioitava ratapihan koko. Pieni liikennepaikka aiheuttaa ongelmia kahden pyöräkuormaajan työn yhteensovittamisessa, eikä niiden tuomaa lastauskapasiteettia saada täysin hyödynnettyä.

Yhden sepelivaunun kerralla kuljettava määrä on noin 450 tonnia. Tukikerros sepelöidään neljässä eri osassa, joista kahdella ensimmäisellä kerroksella rata saadaan liikennöintikuntoon  $Sn\ 50$  ( $50\text{ km/h} = Sn\ 50$ ). Vaunusto sepelöi yhteen kerrokseen noin 1,3 tonnia kiviainesta metrille vaunustolla päästyn kokonaisen ollessa keskimäärin 200 metriä yhtä kerrosta sepelöidessä.  $Sn\ 50$  liikennöitävän raiteen tukikerrokseen vaaditaan 2,5 - 3 tonnia kiviainesta tuettuna metriä kohden. Kuvassa 10 on esitetty raiteen sepelöintikerrokset sekä niillä saavutettavat liikennöintinopeudet.



KUVA 10. Sepelöintikerrokset ja liikennöintinopeudet

Seulontatyön lopetusajankohdan määrää sepelöinti. Tukikerroksenvaihtokone jättää lopettaessaan noin 200 metrin raideosuuden ilman riittävää tukikerrosta. Seulontatyö on lopetettava 2 - 3 tuntia ennen totaalikatkon päättymistä, jotta se keritään sepelöidä ja tukea. Tätä voidaan pitää ongelmana liikennekatkon pituuden aikana saavutettuun tehokkaaseen seulontaan.

Yhtenä ongelmakohtana voidaan pitää rataosuudella liikkuvien koneiden tekniikkaa. Keskelle rataosuutta rikkoutunutta työkonetta ei hetkessä poisteta raiteelta, ja sen jäädessä muiden työkonien eteen se seisauttaa useita työvaihteita.

## 5 LOPPUSANAT JA EHDOTUKSET

Työsuoritukset itsessään ovat hyvin rutiininomaisia, eikä niissä ole saavutettavissa merkittäviä parannuksia pienillä muutoksilla. Sen sijaan kaluston huollon tärkeyttä tulee korostaa. Koska tukikerrokseen kohdistuvat työt sijoittuvat pääosin kesäaikaan, on koneiden huoltoon sekä yleissilmäykseen varmasti riittävästi aikaa talvisin, hellerajan ylityttyä tai lyhyen työraon päätteeksi. Pienikin osarikko aiheuttaa merkittävää haittaa jo valmiiksi tiukasti suunnitellussa aikataulussa. Osarikkojen ohella voidaan pienempänä haittana pitää seulontatyön myöhempää aloittamisajankohtaa.

Ratatyökoneen rikkoutuessa ongelmaksi muodostuu koneen saaminen pois raiteelta, kun se on muutoin mahdollista esimerkiksi yltasokäytävän kohdalla. Ratakoneiden käyttöönottotarkastuksessa varustukseen vaadittava riittävän vetolujuuden omaavat nostoketjut.

Suurimmat parannusmahdollisuudet ovat alustavissa töissä. Jo pieni lisäsuunnittelu saattaa säästää monilta ongelmilla. Ennen töiden aloittamista on alustaviin töihin lisättävä sisäinen työmaakatselmus, jossa jokainen kohteen työnjohtaja ja toimihenkilö vierailevat työmaalla. Vaihtoehtoisesti jo käytössä olevaa työmaakäyntiä on parannettava huomattavasti siirtämällä huomio yleiskatsauksesta pienempiin kokonaisuuksiin. Seuraavat kohdat tulisi lisätä sisäiseen katselmukseen:

- Ratapihojen käyttö on suunniteltava: kaluston sijoitus ja koko ratapihan kokoon nähden, sosiaalityötilojen sijainti, lastauspaikkojen kiviainesvetävyys ja mahdollinen lastausalustan suunnittelu.
- Pohjatutkimuksien paikkansapitävyys on tarkistettava. Radan kävelytarkastusta suorittavaan ryhmään on kuuluttava henkilö, joka pystyy ottamaan kantaa pohjatutkimuksissa esiintyviin lausumiin. Henkilön ei tarvitse kyetä analysoimaan rakennetta, vaan hänen on selvitettävä pohjatutkimuksissa esiintyvät mahdolliset selvät ristiriidat. Pohjatutkimusten sekä

työn aloittamisen välinen aika ja sääolot saattavat vaikuttaa merkittävästi esimerkiksi maaperän vesipitoisuuteen.

- Yksityisteiden kunto on arvioitava sekä havaitut virheet kirjattava. Tienkäyttösopimuksia tehtäessä tien kunto on jo oltava arvioituna ja kirjattuna. Tiealuille voidaan suorittaa kantavuusmittauksia. Mikäli tiestö on selvästi kantamaton suurille akselimassoille, on sen kerrosvahvuutta parannettava asianmukaisesti jo ennen työajojen aloittamista.
- Raivattavan puuston määrä ja laatu on kartoitettava Liikenneviraston sekä maanomistajilta lunastettavilla alueilla.

Alustavia yksittäisiä töitä lisäämällä parannetaan työn parempaa sujuvuutta. Etukäteen suunniteltu tai toteutettu työ edistää työvaihetta moninkertaisesti verraten sen toteutukseen työn määräämänä ajankohtana. Seuraavien asioiden tarkempi huomioiminen tulevaisuudessa tehostaa tulevia töitä:

- Tienkäyttösopimukset on laadittava. Töiden aloitus tapahtuu kiviaineskuljetuksilla ja suurilla akselimassoilla. Tienpitäjän kanssa on sovitettava joko tien ylläpidosta tai rahallisesta korvauksesta.
- Työntekijämäärä on tarkennettava. Liian tarkaksi mitoitetulla henkilöstömäärällä ei pystytä turvaamaan työn sujuvaa etenemistä ongelmalanteiden esiintyessä.
- Työt on sovittava yhteen urakoitsijoiden välillä. Kohdekohtaisia päällekkäisyyksiä pystytään vähentämään paremmalla kommunikoinnilla.
- Aliurakoitsijat on valittava tarkasti. Mikäli aliurakkasopimuksista poikeaan, on pyrittävä tiedostamaan, mistä poikkeama johtuu ja vaatiiko se jatkotoimia. Jos vaarana on poikkeaman uusiutuminen, on siihen suhtauduttava sen vakavuuden mukaisesti esittämällä urakka-asiakirjoissa mainitut sanktiot.

Radanrakentamisen suurimpana käytännön ongelmana on itse raide. Kun työhön käytetty kalusto käyttää vain yhtä käytössä olevaa raidetta, on liikkuvaan työkohteeseen hankala suunnitella aukottomasti toimivaa työjärjestystä. Konei-

den keskeinen ohitus vaatii molempien koneiden liikkumisen lähimmälle sivuraitteelle tai parhaassa tapauksessa ylikäytävälle. Kun tärkeimmän prioriteetin omaava työvaihe sulkee pois usean kilometrin rataosuuden, jolla olisi tarkoitus toteuttaa myös muita töitä, on tilanne hankala. Sepelinlastaukseen käytettyä lastauspaikkaa tulisi pyrkiä siirtämään työmaan edetessä niin, että kuljettu matka olisi mahdollisimman lyhyt ja mahdollisimman suuri osa raiteesta saataisiin vapaaksi muiden työvaiheiden toteutukseen. Huoltotien rakentamisessa pystytään pienillä resurssilisäyksillä toteuttamaan välilastauspaikka, jota voidaan käyttää myös kiviaineskuljetusten kasetointipaikkana. Kun paikan sijainti suunnitellaan ajoissa, saadaan se toteutettua niin, että tiestön rakennus ei enää vaadi liikennöintiyhteyksiä kyseisellä paikalla kun sen käyttö sepelinlastaukseen on ajankohtainen.

Myös sepelinlastauksen tehokkuuteen tulisi panostaa. Sepelivaunu on korkea ja sen sujuva lastaus vaatii isokokoisen koneen. Toimivin ratkaisu mahdollisuuksien mukaan olisi yhden suuren, vähintään 35 tonnin painoluokkaisen pyöräkuormaajan käytön sepelinlastauksessa. Työmaan sisällä tehtävissä töissä, kuten vastapenkereiden rakentamisessa, routalevyjen purkamisessa, kulutuskerroksen ajossa, sekä materiaalien liikuttelussa voidaan pitää tehokkaasti käytössä jopa kahta pienempää kuormaajaa. Näitä koneita voidaan ongelmatilanteissa käyttää myös sepelinlastauksessa.

Välinpitämättömyys, puutteellinen tiedonkulku sekä tulehtuneet henkilökemiat aiheuttavat ongelmia. Jos työmaa ei itse pysty ratkaisemaan tunnistettua toistuvaa ongelmaa, on ongelma ratkaistava organisaation seuraavalla tasolla. Oli ongelma sitten yritys tai yksittäinen henkilö, ratkaisemattomana se saattaa aiheuttaa työntekijöissä turhautumista ja välinpitämättömyyttä. Lopulta jatkuvasti esiintyviin ongelmiin ei yksilötasolla edes jakseta puuttua ja se sallitaan sekä toisinaan niitä osaa jopa odottaa. Näistä ongelmista koituneet rahalliset tappiot eivät ole selitettävissä enää työmaan päättyessä pitämättömillä yhteensovituspalaverilla tai huonolla tiedonkululla, vaan osapuolien välinpitämättömyydellä.

## LÄHTEET

1. Ratatekniset määräykset ja ohjeet. 2002. Liikennevirasto (ent. ratahallintokeskus). RAMO, osa 11: Radan päällysrakenne.
2. Ratapölkkyesite. Lujabetoni Oy. Saatavissa:  
[http://www.lujabetoni.fi/instancedata/prime\\_product\\_julkaisu/luja/embeds/lujabetoniwwwstructure/16654\\_ratapolkky\\_1s.pdf](http://www.lujabetoni.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/luja/embeds/lujabetoniwwwstructure/16654_ratapolkky_1s.pdf). Hakupäivä: 1.5.2013
3. Ratatyöt tuovat muutoksia Savon radan junaliikenteeseen. 2013. YLE. Saatavissa:  
[http://yle.fi/uutiset/ratatyot\\_tuovat\\_muutoksia\\_savon\\_radan\\_junaliikenteseen/6576684](http://yle.fi/uutiset/ratatyot_tuovat_muutoksia_savon_radan_junaliikenteseen/6576684). Hakupäivä 22.5.2013
4. Parmalta 5. miljoonas ratapölkky, Betoni on korvannut puun rautateillä. 2011. Parma Oy. Saatavissa:  
<http://www.epressi.com/tiedotteet/talous/parmalta-5.-miljoonas-ratapolkky-betoni-on-korvannut-puun-rautateilla> Hakupäivä 1.5.2013
5. Sleepers. 2013. Railway technical web pages. Infrastructure. Saatavissa:  
<http://www.railway-technical.com/track.shtml> Hakupäivä: 1.5.2013
6. Ratatekniset ohjeet. 2012. Liikennevirasto. RATO, osa 20: Ympäristö ja rautatiealueet
7. RM 80 UHR-N. 2012. Plasser&Theurer. Machines&Systems. Ballast cleaning machines with supply of new ballast. Saatavissa:  
<http://www.plassertheurer.com/en/machines-systems/ballast-bed-cleaning-rm-80-uhr-n.html>. Hakupäivä 22.5.2013
8. SFS-EN 13450. 2004. Raidesepelikiviaineekset. Kansallinen soveltamisohje. Liikennevirasto.
9. Raiteentukeminen. 2012. VR-Yhtymä Oy. Saatavissa:  
<http://www.vrtrack.fi/fi/index/kalusto/raiteentukeminen.html>. Hakupäivä 22.5.2013