



Meeme Juhkam

RAUDTEE PEALISEHITUSE HOOLDUS JA KAPITAALREMONT JAAMAVAHEL

LÕPUTÖÖ

Logistika instituut

Transpordi- ja liikluskorralduse õppekava

Juhendaja: Rita Ojala

Tallinn 2023

Mina,

Meeme Juhkam

tõendan, et lõputöö on minu kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teostele on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autorile ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

Juhendaja Rita Ojala

Lõputöö on kaitsmisele lubatud logistikainstituudi direktori korraldusega.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Meeme Juhkam

sünnikuupäev: 03.12.1981

annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

RAUDTEE PEALISEHITUSE HOOLDUS JA KAPITAALREMONT

1. reprodutseerimiseks paberkandjal kõrgkooli raamatukogus avaldamise ja säilitamise eesmärgil;
2. elektroonseks avaldamiseks kõrgkooli repositooriumi kaudu;
3. kui lõputöö avaldamisele on instituudi direktori korraldusega kehtestatud tähtajaline piirang, lõputöö avaldada pärast piirangu lõppemist.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et:

1. lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi;
2. PDF-failina esitatud töö vastab täielikult kirjalikult esitatud tööle.

Tallinnas 01.04.2024 Meeme Juhkam /allkirjastatud digitaalselt/

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	4
1.1 Kasutatavad rööpad	5
1.2 Raudtee ehituses kasutatavad ja liiprid.....	7
1.3 Betooni liipritele mõeldud rööbaste kinnitussüsteemid.....	10
1.3.1 Pandrol fastclip	10
1.3.2 Vossloh rööpa kinnitussüsteem	11
1.3.3 Puitliiper ja rööbaste kinnitused.....	12
1.3.4 Puitliiprite tüübid on.....	13
1.3.5 Polümeerist liiprid raudtee ehituses	15
2 PIKKRÖÖBASTE RAUDTEEDE KAPITAALREMONT.....	19
2.1 Kapitaalremondi eesmärk	19
2.2 Muldkeha	20
2.3 Ballastikiht.....	20
3 Kapitaalremondi protsess	23
3.1.1 Tööjõu ja masinate planeerimine	23
3.1.2 Aken ja kapitaalremondi aeg.....	23
3.1.3 Erinevate masinate tegevus remondi ajal	24
3.1.4 Pikkrööbaste keevitus.....	26
4 RÖÖBASTEE HOOLDUS	31
4.1 Hooldus tööde planeerimine	31
4.2 Mulde ja ballasti hooldust.....	31
4.3 Rööbastee perioodiline kontrollimine	32
4.4 Rööbaste hooldus defektide esinemisel	33
4.5 Isoleerlukkude kontrollimine ja hooldamine	36
KOKKUVÕTE.....	37
SUMMARY	39
VIIDATUD allikad	41
Lisad.....	43
Lisa 1 Teemõõduvaguni kontroll leht	44
Lisa 2. Rihtimis ja toppimismasina andmete tabel.....	45

SISSEJUHATUS

Raudtee pealisehitus moodustab olulise osa transpordiinfrastruktuurist ning mängib võtmerolli reisijate ja kaupade tõhusas ja ohutus transpordis. Raudteetrasside pidev ekspluateerimise, ilmastiku mõju ning suurte koormuste tagajärjel võivad tekkida mitmesugused defektid, mis kahjustavad raudtee seisukorda ja ohustavad selle ohutut kasutamist. Üks oluline meetod raudteeliikluse ohutuse ja tõhususe tagamisel on raudtee kapitaalremont, mis hõlmab endas põhjalikku hooldust ja struktuurilisi uuendusi.

Käesoleva lõputöö eesmärk on uurida raudtee pealisehituse kapitaalremonti kui olulist protsessi raudteeinfrastruktuuri säilitamisel ja parendamisel. Analüüsime kapitaalremondi protsessi etappe, sealhulgas teekatte, sillutise, liiprite ning muude komponentide uuendamist ja parandamist. Samuti keskendume kapitaalremondi ohutusosalastele ja keskkonnaaspektidele ning nende omavahelistele seostele.

Lõputöö käigus vaatleme kaasaegseid tehnoloogiaid ja meetodeid, mis on rakendatavad raudtee kapitaalremondi protsessis ning kuidas need võivad mõjutada remonditööde efektiivsust ja tulemuslikkust. Lisaks arutame raudtee kapitaalremondi mõju raudteeinfrastruktuuri elueale, jätkusuutlikkusele ja vastupidavusele, pöörates erilist tähelepanu tulevikusuundumustele ja võimalikele arengutele selles valdkonnas.

Käesoleva lõputöö eesmärk on anda ülevaade raudtee kapitaalremondist, selle olulisusest ning kaaluda võimalusi mis kaasnevad selle protsessi täiustamise ja optimeerimisega, et tagada raudteeinfrastruktuuri pikaajaline jätkusuutlikkus ja ohutus.

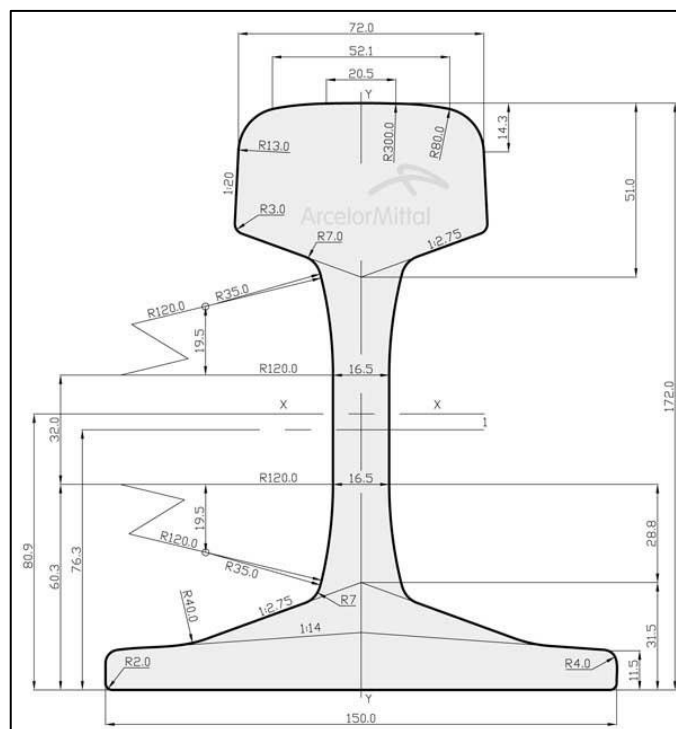
Lisaks vaatame ka hooldustegevusi mis kajastuvad kapitaalremondi protsessis sees. Hooldustegevust peab tegema pidevalt, sellega saab vähendada kapitaalremondi kulusid. Korrapärase hoolduse käigus saab parandada ballasti vigasid ja ka raudtee rööbaste vigasid. Parendada mullet ja tema niiskuse läbilaske omadusi.

1 RAUDTEEDE PEALISTEEHITUS

Raudtee pealisehitus koosneb ballastist ehk killustikukihist, erinevatest liipritest, ja rööbastest. Siia juurde kuuluvad ka liiprite kinnitused. Üle maailma kasutatakse erinevaid materjale raudtee pealisehituse ehitamisel. Eestis on veel kasutusel *GOST 9238-2013* nõuded aga minnakse vähehaaval üle Soomest tulnud *Rautateiden tekniset ja turvallisuusohjeet* (edaspidi *Rato*) nõuetele.

1.1 Kasutatavad rööpad

Eesti kasutatakse enamjaolt R65, UIC60 ja R50. Standardne rööpme pikkus on 12,5 ja 25 meetrit. Sobivad rööbaste pikkused on 12,46 meetrit, 12,42 meetrit ja 12,38 meetrit; UIC-60 oli kuni 2008. aastani Euroopa standard UIC 860-D (861-3); pärast 2008. aastat on standard EN 13674-1. Rööbaste pikkused ulatuvad 12,5 kuni 30 meetrini.



Joonis 1 UIC60 rööpa mõõdud [1]

Eestis on kõige sagedamini kasutatavad rööpa tüübid R65, R50 ja 60 E1(UIC60).

R täht tähendab GOST standardis rööbast.

Kasutatakse ka 54E(UIC 54) ja 49E(S 49), R75 ja R43on kasutusel vähesel määral.

Soomes kasutusel olev pikkrööpasteel kehtiv *Rato* kehtestab erinevate liipritüüpide ja erinevate rööpakõrguse teel liipripüüri. Kehtestab ka rööpatüübi mida võib kasutada pikkrööbastee ehituses kiirraudteeliikluseks mõeldud rööbasteedel tuleb kasutada standardi EN 13674-1 kohast rööpaid massiga vähemalt 53 kg/m. Vastavalt ka tee kasutusele määratakse liipriepüür. Tabelis toodud K tähega rööpad vastavad Euroopa liidu standardile *CENELEC* (edaspidi CEN tähis K)

Tabel 1 Rato 11 etteantud liipriepüür vastavalt nõuetele. [2]

Rööpa pikkus, m	Kasutamine	Raudteeliiprid	
		Tk/ km	Rööbas tüüp
K30 rööpad puidust raudteeliiper			
20	Eriloaga		36
20	Peateel	1650	33
K 43 puidust ja betoonist liiprid			
20	Peateel	1636	36
54 E ja 60 E rööpad puidust liipritele			
Pea ja- kõrvalteel 1640 tk			
50	Pea ja-kõrvalteel	1640	82
49	Pea ja-kõrvalteel	1633	80
49	Vähese liiklusega teel	1265	62
30	Pea ja-kõrvalteel	1633	49
25	Pea ja- kõrvalteel	1640	41
25	Vähese liiklusega teel	1280	32
54 E1 ja 60 E1rööbas betoonist raudteeliipritele			
Pea ja -kõrvalteel 1640			
50	Pea ja- kõrvaltee	1640	82
49	Pea ja - kõrvalteel	1653	80
49	Vähese liiklusega teel	1265	62
30	Pea ja -kõrvalteel	1633	49
25	Pea ja-kõrvalteel	1640	41
25	Vähese liiklusega teel	1280	32
K 60 puidust ja betoonist liiprid			
32	Pea ja-kõrvalteel	1625	52

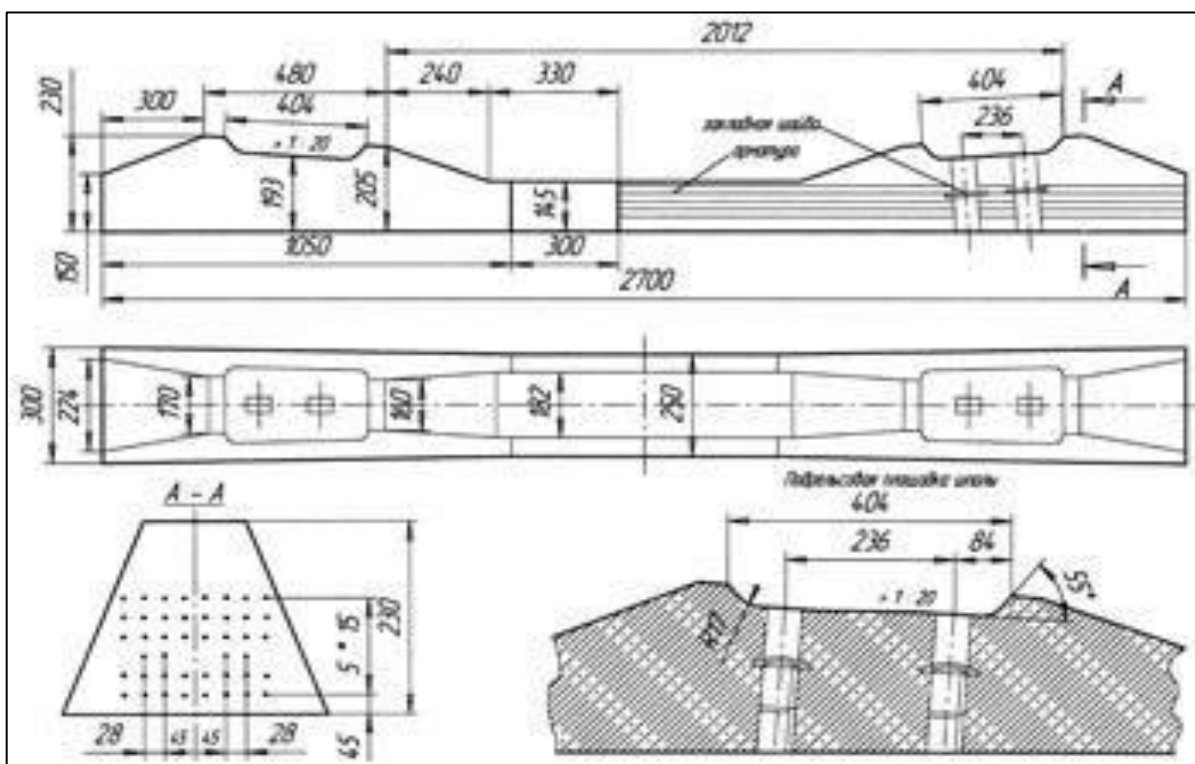
1.2 Raudtee ehituses kasutatavad ja liiprid

Raudteel kasutatakse betoonist ja puidust liipreid ja plastikust liipreid. Liiprid on rööbastee osad, mis reguleerivad ja säilitavad rööpmelaiust ning kannavad koormusi ballastile ja maapinnale. Betoonist liiprite eeliseks on see, et nad on ilmastikukindlad ja peavad vastu suuremale survele. Betoonistliiprite puuduseks on nende jäikus, kuid seda kompenseeritakse paindlike vaheplaatide kasutamisega. Samuti

on need väga elektrit juhtivad ja see tõttu kasutatakse neid koos spetsiaalsete isolatsiooni komponentidega. Betoonistliiprid on kergesti kahjustatavad ja nende peale-ja maha laadimisel tuleb olla ettevaatlik. Betoonist liiprite standardpikkus on 2700 mm ja rööbaste kinnituse keskkoha kõrgus on 225 mm (Joonis 3). Betoonis liiprid annavad rööpale vajaliku 1/20 kallakuga. liiper kaalub 300 kg ($\pm 5\%$) ja minimaalne rõhk on 60 MPa.

Igal liipril peab olema märgitud:

- valmistamise aasta,
- valmistamise kuupäev,
- vorm,
- tootja,
- identifitseerimis number,
- seerianumber.



Joonis 3 Betoonliipri mõõdud- pikkus - 2700 mm, laius - 300, kõrgus - 230, kõrgus keskmises osas - 160 mm, kõrgus otstes - 185 mm. [3]

Tabel 2 Betoonliiprite lubatud maksimaalsed tolerantsid [3]

Mõõtmed	Kirjeldused	Tolerantsid
b1,b2	Betoonelemendi pealispinna ja aluspinna laius	+/- 5 mm
Hr	Sügavus sarrustatud betoonelemendi suvalises kohas kogu pikkuse ulatuses, mõõdetud vastavalt kvaliteediplaanile	+10/-3 mm
Hp	Sügavus eelpingestatud betoonelemendi suvalises kohas kogu pikkuse ulatuses, mõõdetud vastavalt kvaliteediplaanile	+5/-3 mm
L1	Vahemaa rööpakinnituste mõõtepunktide vahel	+2/-1 mm
L2	Vahemaa rööpakinnituse mõõtepunkti ja betoonelemendi otsa vahel	+/- 8 mm
L3	Sarrustatud betoonploki kogupikkus	+/- 8 mm
I	Rööpaaluse kalle	+/- 0,25°
F	Rööpaaluse ala tasasus iga kahe 150 mm kaugusel paikneva punkti suhtes	1 mm
T	Suhteline vääne rööpa laiuste vahe	0,7 mm
M	Liipri mass	+/- 5 mm

Betoonliiper loetakse kõlbmatuks, kui tal on üks järgmistest defektidest:

- põik murd, kui. pragu on avanenud enam kui 1 mm või betoon on murdekohal purunenud;
- piki pragu betoonis, mis on avanenud üle 5 mm;
- rööpaaluse pinna betooni kildmurd (murend), mis moodustab rohkem kui 30% sellest pinnast;
- rööpaaluse pinna ülemise kihi eraldumine liipri külgpinnal tekkinud piki pragude kohalt;
- betooni lagunemine;
- korrosioonist tingitud armatuuri lagunemine betooni sees, mille tagajärjel betooni pinnale ilmuvad pruunikad laigud, jutid või piki praod; .
- muud defektid, mis nõrgestavad liipri tugevust.

1.3 Betoon liipritele mõeldud rööbaste kinnitussüsteemid

Kasutatakse erinevaid rööbaste kinnitus süsteeme betoonist raudteeliipritel *Fist*, *RN*, *Pandrol fastclip*, *vossloh Skl 1* ja *Skl 14* kinnitusi. Erinevate süsteeme kasutatakse erinevate koormuste ja kiirustega raudteedel. Pikkrööbasteel on enamlevinud *pandrol fastclip* ja *vossloh* rööpakinnitused

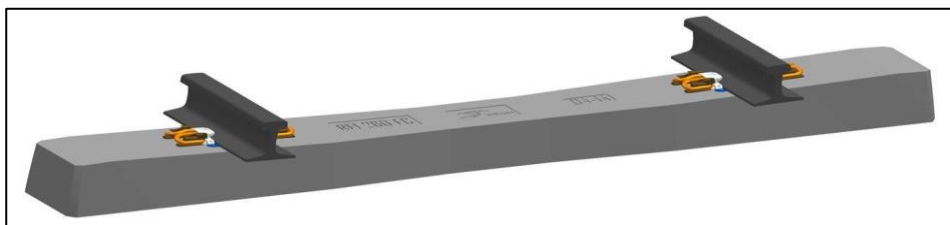
1.3.1 *Pandrol fastclip*

Pandrol Fastclip betoon liiprite kinnitussüsteem [4]

Pandrol Fastclip on üks tuntumaid ja laialdasemalt kasutatavaid rööpakinnitussüsteeme raudtee ehituses. Süsteem on loodud raudteeliiprite kinnitamiseks rööbastee alusstruktuurile ning see võimaldab tõhusat, ohutut ja kiiret paigaldust. Järgnevalt on toodud mõned olulised *Pandrol Fastclip* rööpakinnitussüsteemi omadused:

- võimaldab kiiret ja tõhusat paigaldust, vähendades oluliselt aega, mida kulub raudteeliiprite kinnitamiseks traditsiooniliste meetoditega võrreldes. See kiirus on oluline, eriti kui on vajadus minimeerida raudteel töödeks kuluvat aega.
- kaasaegne süsteem, mis võimaldab kohandamist vastavalt erinevatele rööbastee konfiguratsioonidele ja nõuetele. Moodsa disaini tõttu saab süsteemi kergesti kohandada erinevatele rööbaste tüüpidele ja mõõtmetele.
- on välja töötatud vastavalt kõrgetele ohutusstandarditele. Ohutust suurendavad omadused hõlmavad kvaliteetseid materjale, vastupidavust ja vastavust raudteetööstuse regulatsioonidele.
- vajab minimaalset hooldust, tagades samal ajal pika eluea ja vastupidavuse. Madal hooldusvajadus vähendab raudteeliikluse seiskumise aega ja hoolduskulusid.
- aitab vähendada raudteeliiklusest tingitud müra, kuna süsteemil on omadused, mis aitavad summutada vibratsiooni ja mürataset.
- on kohandatav erinevatele liiprimõõtudele, mis muudab selle mitmekülgseks ja sobivaks erinevates tingimustes.

Pandrol Fastclip on saanud laialdast kasutust mitmel pool maailmas tänu oma tõhususele, ohutusele ja kiirele paigaldusele, mis aitavad parandada raudteeliikluse kvaliteeti ja jätkusuutlikkust.



Joonis 4 *Pandrol fastclip* kinnitussüsteem [4]

1.3.2 *Vossloh* rööpa kinnitussüsteem

Vossloh on üks maailma juhtivaid ettevõtteid raudteetehnika valdkonnas, pakkudes erinevaid raudteetarvikuid ja -teenuseid, sealhulgas rööpakinnitused. Rööpakinnitus on süsteem, mis kinnitab raudteeliipreid rööbastee külge, võimaldades rongiratastel liikuda sujuvalt mööda raudteed. *Vossloh* on tuntud oma innovatiivsete lahenduste poolest, mis pakuvad mitmeid eeliseid. Siin on mõned omadused: [5]

- modulaarne disain, mis võimaldab paindlikkust ja kohandamist vastavalt erinevatele raudteekonfiguratsioonidele ja nõuetele.
- *Vossloh* on pühendunud raudteeliikluse mürataseme vähendamisele. Seetõttu sisaldavad rööpa kinnitus süsteemid mürasummutusmaterjale või -tehnoloogiaid, et vähendada müra, mis tekib rongide liikumisel.
- rööpakinnitus süsteemi saab integreerida tehnoloogilisi uuendusi, näiteks süsteemid automaatseks jälgimiseks, mis võivad parandada rööbastee seisukorra diagnoosimist ja hooldust.
- püüab pakuda vastupidavaid ja pika elueaga rööpakinnituslahendusi, mis vajavad minimaalset hooldust ning suudavad vastu pidada raudteeliikluse pidevale koormusele.
- järgib rahvusvahelisi ohutusstandardeid ja regulatsioone, tagades nende süsteemide ohutuse ja vastavuse kehtivatele normidele.

Rööpakinnitussüsteemide täpsemad omadused varieeruvad sõltuvalt konkreetsest tootest või lahendusest, mida ettevõtte pakub. Raudteeoperaatorid ja -omanikud hindavad sageli selle süsteemi jõudlust, vastupidavust, hoolduse lihtsust ning selle võimet pakuda ohutut ja sujuvat raudteeliiklust.



Joonis 5 Vossloh rööpakinnitussüsteem [5]

1.3.3 Puitliiper ja rööbaste kinnitused

Puitliiprid olid ajalooliselt levinud raudteede ehituses, kuid tänapäeval on nende kasutamine muutunud harvemaks, eriti raudteede peateede puhul. Siiski võib puitliiprite kasutamine olla praktiline ja ökoloogiline valik mõnedel juhtudel, eriti kitsarööpmeliste ja muuseumraudteede puhul. Siin on mõned olulised kaalutlused puitliiprite kasutamisel tänapäeval:

- puit on taastuv loodusvara, ja puitliiprite kasutamine on keskkonnasõbralik alternatiiv, võrreldes teiste materjalidega nagu betoon või metall. Samuti on puit biolagunev, mis vähendab keskkonnamõju.
- puitliipreid võib kasutada kitsarööpmelisel raudteel, muuseumraudteedel või ajaloolistel raudteeliinidel autentsuse säilitamiseks või kohandamiseks ajaloolise stiiliga. Puitliiprid annavad sellistele raudteedele autentse välimuse.
- puitliiprid on tavaliselt kergemad kui mõned teised materjalid, näiteks betoon. See võib muuta nende kasutamise sobivaks olukordades, kus on vaja kergemat konstruktsiooni.
- puitliiprite kasutamine võib olla kulutasuvam võrreldes teiste materjalidega, eriti kui see on kohaliku puidu kasutamine.

Siiski on oluline märkida, et puitliiprid on vastuvõtlikumad ilmastikutingimustele, putukatele ja mädanikule võrreldes teiste materjalidega nagu plastik, teras või betoon. Seetõttu on nende kasutamisel oluline hoolikalt kaaluda piirkondlikke kliimatingimusi ja hooldusvajadusi.

Tänapäevastes standardlaiusega raudteedel on betooni ja terase kombinatsioonid üldiselt eelistatud, kuna need pakuvad suuremat vastupidavust, pikemat eluiga ja vähem hooldusvajadusi. Puitliiprite kasutamine on seega pigem erandlik ja sõltub konkreetsest kontekstist ja vajadustest.



Joonis 6 Pikkrööbastega teedel kasutatakse tamme puitliipreid Vossloh kinnitustega. [5]

1.3.4 Puitliiprite tüübid on

Puitliipreid valmistatakse enamasti männist, kuusest või tamme. Puitliipri kaal on umbes 80-85 kg. Puitliiprid immutatakse erinevate tehnoloogiate ja erinevate kemikaalidega et tagades võimalikult pikk eluiga. Puitliiprite prognoositud eluiga on 8a.-12a. sõltuvalt kliimatingimustest. Immutus materjalid peavad vastama nende riikide standarditele kus neid kasutatakse. [6]

Ristlõike järgi jagunevad puitliiprid kahte liiki: kantitud ja kantimata.

Ning mõõtmete poolest jagunevad need veel omakorda kolme tüüpi:

- kantitud: I A, II A, III A;
- kantimata: I B, II B, III B

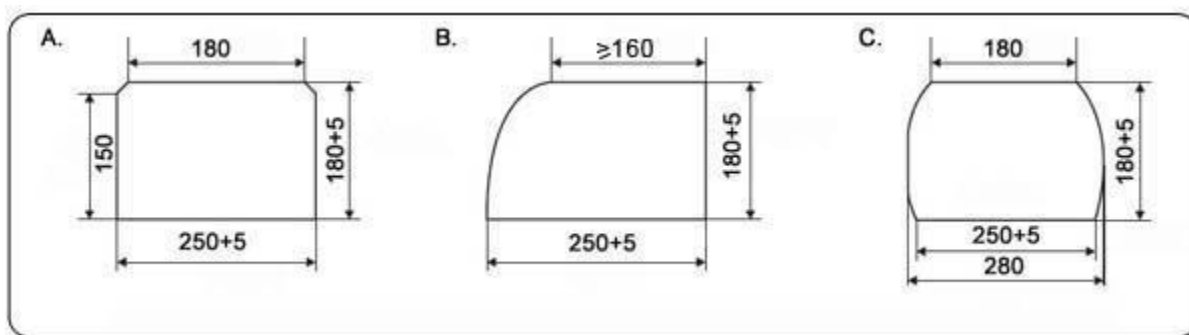
Põhiliselt kasutatakse I tüüpi liipreid, II tüüp on kasutusel teisejärgulistel jaamateedel ja muudel väikese liiklusega teedel. III tüüpi liipreid võivad kasutada erateede omanikud nendel teedel, kus ei liigu üldkasutatav veerem.

I A liipri mõõdud on järgnevad. Kõrgus 180 mm, alumise pinna miinimum laius 250 mm ja ülemise pinna miinimum laius 165 mm (Joonis 7). Tavaliselt on liipri alumise ja ülemise pinna laiused võrdsed. Puitliiprite pikkus on 2750 mm ning lubatud hälbed on: pikkus - ± 30 mm, laius - $+10/-3$ mm, kõrgus - $+10/-3$ mm ja täisnurkse ristlõike kõrvalekalle maksimaalselt 3° (Tabel 3).

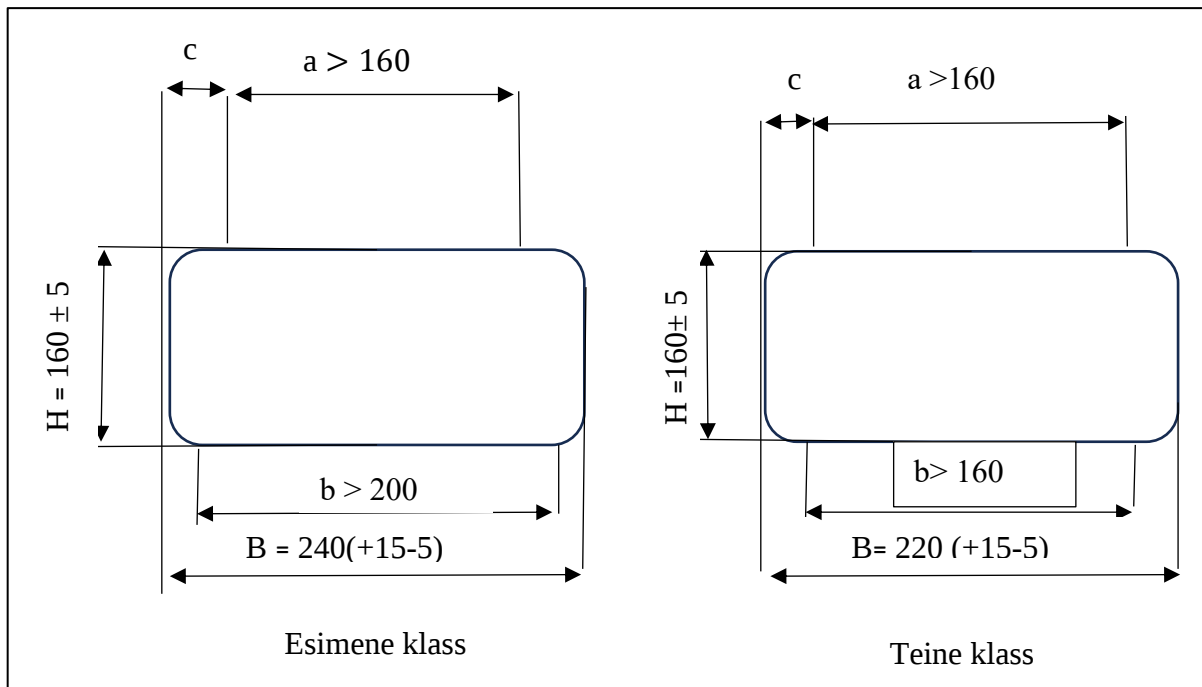
Puitliiper loetakse kõlbmatuks kui:

- on nii pehkinud, et ei täida oma ülesannet, on pooleks murdunud,
- kõverikus asuva liipri otsas on 1m pikkune läbipragu,
- on kogu pikkuses pooleks lõhestunud,
- naelte või kruvide augud on pehkinud materjali välja puurimisel suuremad kui 40 mm.

Kõlbmatud liiprid märgistatakse rööpa kaelal paremal. Nendele liipritele, mis on vaja välja vahetada samal aastal tehakse märke ka vasakule rööpakaelale.



Joonis 7 Puitliiprite erinevate tüüpide ristlõikekuju [6]



Joonis 8 Rato nõuetele vastavad liipri ristlõike mõõtmed, mm, kus H – liipri kõrgus, B – liipri üldine laius, a – minimaalne liipri pealmise pinna laius, b – minimaalne liipri põhja/talla laius, c - on talla ja pealmise liipripinna vahe

Tabel 3 Puitliiprite mõõdud, mm [6]

Liipri tüüp	Liipri paksus, h	Kantliipri külgede servamiskõrgus h_1	Lapikpindade laiused			Pikkus
			Ülemistel		Alumistel b_1	
			b	b'		
I	180±5	150	180	210	250±5	2750±20
II	160±5	130	150	195	230±5	2750±20
III	150±5	105	140	190	230±5	2750±20

1.3.5 Polümeerist liiprid raudtee ehituses

Polümeerist liiprid aitavad vähendada raudtee halduskulusid. Taaskasutatud plastist toodetud hübriidpolümeersed liiprid pakuvad suurepäraseid summutusomadusi ja optimaalset paindlikkust.

Lisaks on liipril madal soojuspaisumine tänu polümeeri ja terasvarraste kombinatsioonile. Lisaks säilitavad liiprid oma omadused 50 aasta pikkuse kasutusea jooksul. [7]

Liiprid on valmistatud kõrge kvaliteediga plastist, mis on kaetud terasest tugevdusvarrastega, pakkudes nii kõrget tugevust kui ka madalat soojuspaisumist. Liipri suurepäraseid summutusomadused aitavad kaasa oluliselt vibratsiooni ja heli vähendamisele.

Raudteeliiper on praktiliselt hooldusvaba. 50-aastase kasutusea ja madalate elutsüklikuludega, on silmapaistev võrreldes puitliipritega. Töötlemata tammeliiprite eluiga on piiratud ligikaudu 8-12 aastaga olenevalt keskkonnast.

Polümeerliiprid võeti esmakordselt kasutusele 2006. aasta alguses, kui Hollandis oli lehtpuidu piiratud kättesaadavus see oli tootjale peamine tõukejõud, et arendada 100% taaskasutatud plastist valmistatud polümeerliipreid, mis on jätkusuutlik ja hooldusvaba alternatiiv puitliipritele. Alates nende kasutuselevõtust on *Lankhorst engineered products* tarninud hübriidpolümeer liipreid mitmele raudtee-ettevõtjale Euroopas, Põhja-Ameerikas, Kagu-Aasias, Austraalias ja Uus-Meremaal.

Polümeerliiprid on alternatiiv betooniliipritele, eriti seetõttu, et betoon on materjalina liiga jäik. Erinevat tüüpi hübriidpolümeerist liiprid on spetsiaalselt loodud erinevatele kasutusega raudteedele. Hooldusvaba liiper on valmistatud kvaliteetsest plastist, mille sisse on pandud terasest vardad. See hübriidkonstruktsioon tagab nii kõrgeid tugevusomadused kui ka suurepäraseid summutusomadused. Siin peitub peamine tehniline eelis võrreldes klaaskiust komposiitliipritega, mis sobivad igasugusteks olukordadeks. Terasarmatuur asub seal, kus see on kõige tõhusam ja ei sega paigaldamist. See aitab saavutada piki- ja külgsuunalist jäikus rõõpmelaiuse säilitamiseks. Sobib igasuguse liikluskoormuse ja kliima tingimustes, ühtlasi toimib ringlusse võetud polümeer tõhusa löögi ja helisummutina., Selle tulemuseks on vähendatud müra ja pikem eluiga. Järgmisena toon välja erinevad liipritüübid vastavalt kasutusale.

KLP® Hybrid Polymer Track Sleeper HS – tüüp 102: [7]

- suurus: (L) 250 x (K) 160 x (P) 2600 mm;
- sobib ideaalselt põhi-, kõrval- ja tööstusrajale teljekoormusega kuni 25 tonni;
- optimeeritud disaini tõttu täielikult hooldusvaba;
- suur kül- ja vertikaaltakistus tänu profileeritud kujule;
- disaini saab kohandada nii, et see hõlmaks 3. rööpa rakendusi ja erinevate rööpmelaiuste jaoks;

KLP® hübridpolümeerist ristliiper – tüüp 201;

Suurus: (L) 250/260 x (K) 150 x (P) 2000–5200 mm [7]

- sobib ideaalselt põhirööbastele, pöörangutele teljekoormusega kuni 25 tonni;
- sobib ballastiga ja ballastita raudteele;
- suur paindlikkus alusplaatide paigaldamisel;
- üksiku toote pikkus kuni 5200 mm;

ühendatav tüüp 501 – pikkustele kuni 10400 mm.*

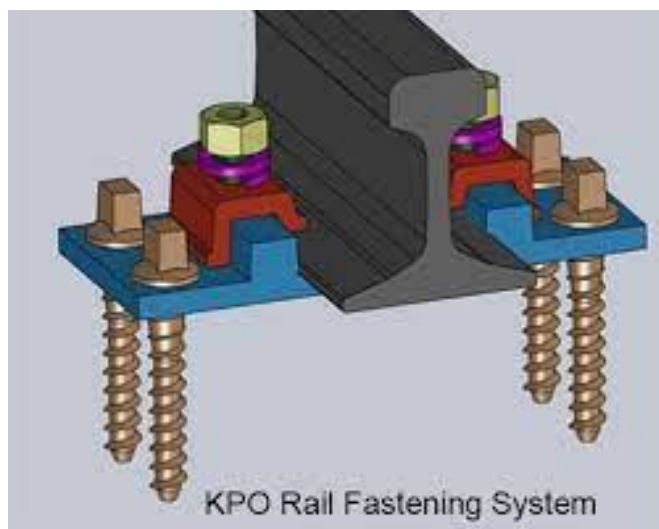
KLP® Hybrid Polymer Bridge Sleeper HS – tüüp 401; [7]

- suurus: (L) 250 x (K) 150/180/210/240/270 x (P) 2000–2800 mm;
- sobib ideaalselt kandesildade jaoks;
- sobib nihke-, nihke- ja kaldetingimustega sildadele;
- märkimisväärne müra vähendamine 3 - 5 dB võrreldes puidust liipritega;
- 25 mm freesimisala kõrguse erinevuste kompenseerimiseks;
- kõrguse erinevuste üksikasjalik kompenseerimine on saavutatav;
- liiprid paigaldatakse mõlemalt poolt ja ühendatakse peale paigaldamist; ideaalne kohtades, kus töö tegemise koht on piiratud;
- lisaks tuleb kaevata vähem sügavaid auke. Tänu oma ainulaadsele disainile jääb jäikus kogu pikkuses ühtlaseks;
- monteeritud liiprist.

KLP® Hybrid Polymer Switch & Crossing liiper HS – tüüp 202; [7]

Suurus: (L) 250/260 x (K) 150 x (P) 2000–5200 mm

- sobib rööbasteedele teljekoormusega kuni 35 tonni;
- sobib ballastiga ja ballastita raudteele;
- suur paindlikkus alusplaatide paigaldamisel;
- üksiku liipri pikkus kuni 5200 mm;
- ühendatav liiper, tüüp 502 – pikkustele kuni 10400 mm*.



Joonis 9 Plastikliipri kinnitussüsteem [7]

Plastikliiprite kruvikinnitused tuleb puurida plastikliiprisse kindlale kohale ja õigele sügavusele, et mitte kahjustada liiprit. Liiga sügavale puurides võib liipri lõhkuda või kahjustada kinnitusomadusi. Paika on pandud puuride tüübid ja kinnitamise järjekord.

Plastikliiprid on väga hea alternatiiv puit ja betoon liipritele. Nende pikaajaline kasutusiga ületab ka betoonist liiprite oma. Muidugi sõltub liiprite eluiga keskkonnast ja hooldusest. Olen kokku puutunud puitliipritega, mis tees on kasutusel tees olnud umbes viiskümmend aastat ja ikka veel kõlblikud. kui betoonliipri kasutuseaks loetakse nelikümmend aastat siis plastikliipri elueaks loetakse viiskümmend aasta.

Erinevalt betoonist on plastik liiprid töödeldav puidu vahenditega. Eesti oludesse sobivust on vaja põhjalikumalt uurida, neid liipreid testida kuna sobilikku temperatuuride vahemikku pole täpselt teada. On teada, et Eestis katsetatakse plastikliipreid juba mõnda aega.

2 PIKKRÖÖBASTE RAUDTEEDE KAPITAALREMONT

Raudtee ja selle kriitilise infrastruktuuri jätkuva ohutu ja tõhusa toimimise tagamiseks tuleb raudteepealseid regulaarselt hooldada ja kapitaalremonti teha. Raudtee hooldus- ja kapitaalremondistrateegiate optimeerimine võib aga olla keeruline, eriti vastupidavuse, jätkusuutlikkuse ja kulutasuvuse konkureerivate prioriteetide tasakaalustamisel.

2.1 Kapitaalremondi eesmärk

Kapitaalremondi eesmärk on tagada raudteeinfrastruktuuri pikaajaline tõhusus, ohutus ja vastupidavus. See on põhjalik hooldusprotsess, mis hõlmab mitmeid meetmeid ja töid, et taastada, uuendada või asendada raudteetrassi olulisi komponente. Kapitaalremondi eesmärgid hõlmavad mitmeid aspekte:

- kapitaalremondi kaudu tagatakse raudtee ohutusnõuetele vastavus. See hõlmab liiprite, rööbastee, sildade, truupide ja muude oluliste komponentide seisukorra hindamist ning vajadusel nende parandamist või väljavahetamist;
- eesmärk on pikendada raudteetrassi eluiga, hoides ära kulumist, pragunemist ja muud kahjustust, mis võivad tekkida aja jooksul kasutuse ja ilmastiku mõjul;
- kapitaalremont aitab säilitada raudteeinfrastruktuuri kvaliteeti, tagades sellega sujuva ja tõhusa raudteeliikluse. See hõlmab teekatte ja muude oluliste komponentide optimeerimist vastavalt raudtee kasutuse intensiivsusele;
- kapitaalremonti teostatakse ka majanduslike kaalutluste alusel. Ennetavad hooldustööd võivad olla kulutõhusamad kui suured parandused või asendustööd, kui olulised komponendid on juba tõsiselt kahjustunud;
- kliimatingimustega kohanemine hõlmab talvekindlate materjalide kasutamist või muid meetmeid, mis tagavad raudtee vastupidavuse karmide ilmastikutingimuste korral;
- keskkonnakaitse selle käigus tuleb hoolikalt jälgida ja vältida võimalikke mõjusid looduskeskkonnale, sealhulgas veekaitse ja mullareostuse vältimist.

Seadusandlus ja standarditele vastavus tagatakse raudteeliinide vastavus kehtivatele seadustele, regulatsioonidele ja ohutusstandarditele. See on oluline nii reisijate kui ka kaupade vedude ohutuse tagamiseks.

Kokkuvõttes on kapitaalremondi eesmärk tagada, et raudteeliinid oleksid ohutud, vastupidavad, tõhusad ja vastaksid kõigile kehtivatele standarditele ning et need suudaksid teenindada reisijaid ja kaupu pikas perspektiivis.

2.2 Muldkeha

Muldkeha kapitaalremont on oluline raudteehoolduse aspekt, kus tegeletakse raudteetrassi mullavalli ja süvenditega mis moodustavad muldkeha. Kapitaalremont hõlmab erinevaid meetmeid ja protseduure, et taastada, uuendada või tugevdada mullakihti, mis toetab pealisehitist ja tagab raudteetrassi stabiilsuse. Siin on mõned olulised mullakeha kapitaalremondiga aspektiga:

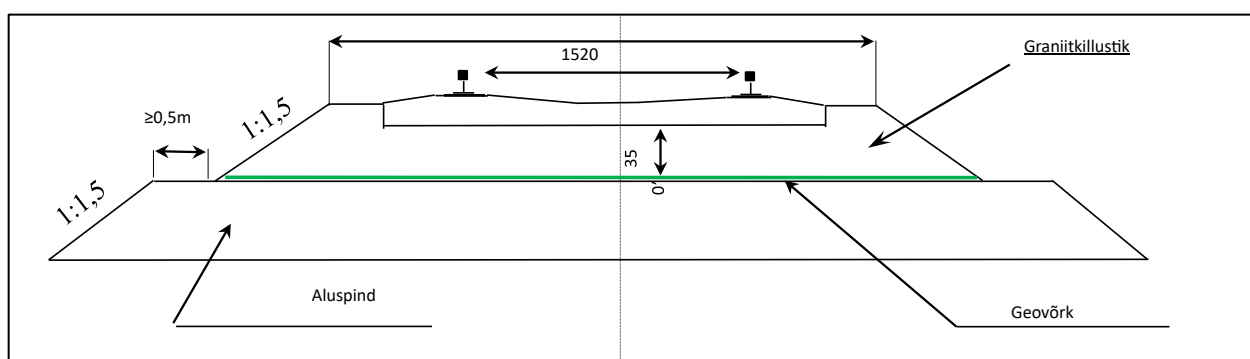
- enne kapitaalremonti algust teostatakse geotehnilised uuringud, et hinnata raudteetammi omadusi ja kvaliteeti. See hõlmab mulla tihedust, niiskusesisaldust, kandevõimet ja muude oluliste omaduste mõõtmist;
- kapitaalremondi käigus kasutatakse tammi parandamise meetodeid, nagu näiteks mulla tihendamine, stabiliseerimine või lisamaterjalide (nt killustik, liiv) lisamine mulla omaduste parandamiseks. Kasutatakse ka vana ballasti aluskihi uuendamisel;
- hõlmab olemasolevate drenaažisüsteemide parandamist või täiustamist, et tagada hea vee äravool ja vältida mullakihis veepidustust. See on oluline mulla külmumise ja muude keskkonnamõjude vähendamiseks;
- tihendatakse, et tagada mullakihi piisav tugevus ja stabiilsus raudteetrassi toetamiseks. Seda saab teha mulla tihendamisega või vibro-tihendamise meetoditega kui teerulliga või vibro plaadiga pinnas kokku surutakse;
- korrigeeritakse kaldenurki, et tagada rongide ohutu liikumine ja vältida kõrvalekaldeid.

2.3 Ballastikiht

Ballast on oluline osa raudteeinfrastruktuurist ja mängib olulist rolli raudteeliikluse ohutuse, stabiilsuse ja vastupidavuse tagamisel. Ballast on tavaliselt kividest koosnev materjal, mis paigutatakse rööbastee aluskonstruksiooni alla. Teadlased uurivad jätkuvalt ballasti alternatiive, mida saaks kasutada kividega segatult või selle asemel. Kuna kliimatingimused erinevates riikides on erinevad, siis püütakse ballasti taaskasutada segades sinna kummipuru, ja suure tihedusega terasräbu. Lisaks püüavad teadlased leida lahenduse kivi lagunemisele kui toppimis ja rihtimis masinad teed parandavad aga ka rasked kaubaronguid teel sõidavad.

Ballasti peamine eesmärk on jaotada rööbasteele mõjuva koormuse laiali ja stabiliseerida raudteed.

Ballast aitab vältida rööpme vajumist ja tagab raudteeliiprite kindlalt paika jäämise. Ballastimaterjali mida raudteel kasutatakse, nimetatakse täitematerjaliks. See jaguneb looduslikuks- ja mehhaaniliselt töödeldavaks ballastiks. Eestis kasutatakse raudteel ballastimaterjalina graniitkillustikku, mis on kõige parem materjal ballastiprisma ehitamiseks, kuna talub suuri koormusi ja ei purune (Joonis 10). Graniitkillustikul on suurepärane vee läbilaskvus- võime. Raudtee peateel kasutatakse graniitkillustikku, mille fraktsioon on 31,5 kuni 63 mm.



Joonis 10 Raudtee muldkeha ja pealisehituse ristlõige

Raudtee pealisehituse konstruktsiooni parameetrid:

- ballasti prisma laius - 3,85m;
- liiprite arv ühe meetri kohta - 1,84 tk;
- ballasti prisma kalle - 1:1,5;
- killustiku paksus liipri all - 0,35m.

Purustatud kivi arvutatakse kuupmeetrites raudteel ja tarnitakse tonnides. Purustatud materjali koguse arvutamine raudteel viiakse läbi vastavalt kulu valemile. Killustiku kulude valem:(1)

$$a \times b \times c - (0,1 \times 1,84), \quad (1)$$

kus a -ballastiprisma pind 2,4 meetrit;

b -raudtee pikkus ühe meetri kohta;

c -killustiku tihenduskoeffitsient 1,18.

$(0,1 \times 1,84)$ –liipri pindala, mis läheb ballastiprisma alla

Selle valemi alusel ühe meetri peatee killustikukulu arvestades saame (1)

Graniitkillustiku kaal $1 \text{ m}^3 = 1,3$ tonni

$$2,4 \times 1 \times 1,18 - (0,1 \times 1,84) = 2,77 \text{ m}^3$$

Graniitkillustiku kulu on $2,77 \text{ m}^3 \times 1,3 \text{ tonni} = 3,6 \text{ tonni}$.

Vastus selle arvutuse tulemusena saame graniit killustiku kuluks 3.6 tonni.

Tabel 4 Rato nõuded ballastile [2]

Raudtee ballastikiht			Ballastikihi paksus, mm	Ballastikiht liipri otstes, mm
Raudtee ja raudteeosad keevitatud	Kiirus alla 160, km/h	Tee	450 puit liiprid	400
		Pöörang	550 betoon liiprid	400 kui puudub liiklus
	Kiirus üle 160, km/h	Tee	550	500
		Pöörang	550 betoon liiprid	500
Pikkrööbas ja pöörangud	Tee		350 puit liiprid	500
			450 puit liiprid	300
			550 betoon liiprid	400
	Pöörang		550	400
Rööbastee kiirus alla 120, km/h	Tee		450 puit liiprid	300
			550 betoon liiprid	
	Pöörang		550	300
Rööbastee ballast kruus kiirus 120 km/h	Tee		450	600
	Pöörang		550	

3 KAPITAALREMONDI PROTSESS

Raudtee kapitaalremont on ulatuslik ja põhjalik protsess, mille käigus taastatakse, uuendatakse ja parandatakse raudtee infrastruktuuri erinevaid komponente. See hõlmab mitmeid olulisi samme, et tagada raudtee ohutu, tõhus ja vastupidav toimimine.

Vajadusel enne liiprite väljavedu tuleb tee äärele teha taskud, kuhu liiprid sisse panna, selleks kasutatakse olemasolevat materjale tee kõrval.

Vajadusel veetakse liiprid remonditavale teele valmis ja arvutatakse välja liipripakkide arvestuslikud asukohad, kuna on teada kui palju liipreid 1 km jaoks vaja on. Lelle Rapla kapitaalremondi käigus vedasime eelnevalt liiprid välja ja paigutasime pakid alguspunktist 17 m kaugusele ja iga järgeva sama moodi. Arvutustulemusena panime ühte pakki 28 betoonliiprit ja 1 kilomeetrile saime 1020 liiprit. Väljaveetud liiprite kohta peeti arvestust kuna, kõverad läksid õgvendamisele siis nendesse teelõikudesse algul liiprid välja ei veetud(Joonis 12).

Lisaks tuleb enne teeremondi algust välja vedada ka rööbas ja paigutada nii, et ei oleks ülesõitude peal. truupide peal. Vajadusel tuleb rööbast nihutada ,et ei segaks ehitusprotsessi.

3.1.1 Tööjõu ja masinate planeerimine

Seadmete planeerimisel tuleb kasutada täpseid koguseid ja mahtusid. Need arvutused põhinevad projekti suurusel. Seadmete ja tööjõuarvutused on väga olulised. Seda seetõttu, et ilma seadmeteta kulub vaid väike osa tööajast töö tegemisele ja enamus ajast masinate logistikale. Korrektsed arvutused annavad kindluse ja ei tekita ettevõttele lisakulusid. Lisaks masinatele tuleb planeerida masinate täpne tegevuskava. Kui on vajadus, tuleb materjalid eelnevalt raudtee lähedusse kohale vedada, et vähendada ajakulu.

3.1.2 Aken ja kapitaalremondi aeg

Aken on ajavahemik rongiliikluses, mida kasutatakse remondi- või ehitustööde tegemiseks või muul eesmärgil, katkestades selleks ajaks rongiliikluse jaamavahel, jaamavahe ühel teel või jaamateel, kuid rongiliikluse katkestamine ei puuduta töörongide liikumist ja kasutamist [8]

Kapitaalremondiks katkestatakse jaamavahel rongiliiklus (välja arvatud töörongid vastavalt tööjuhi tellimusele). Kui tööd toimuvad jaamavahe rongiliikluseks sulgemisega, siis igapäevaselt tuleb

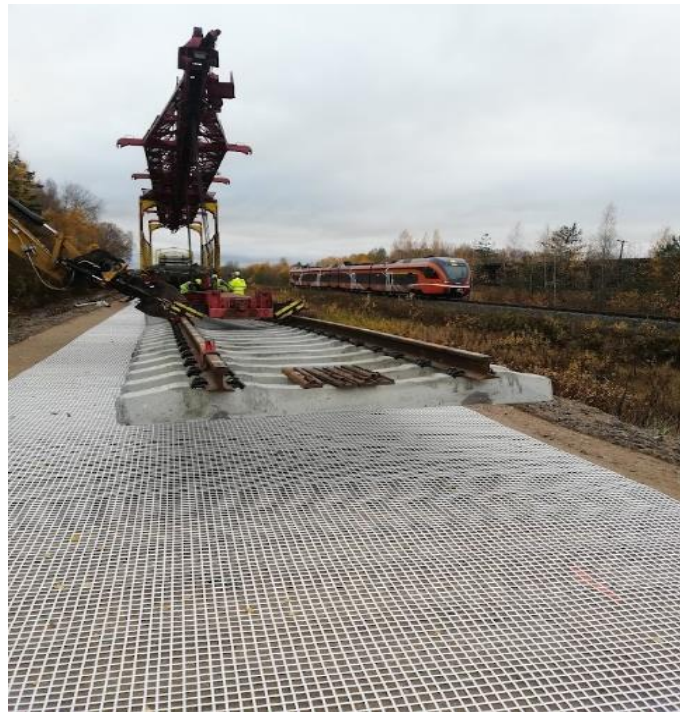
planeerida tööde maht. Tööplaani ja töömasinade liikumised tuleb dispetšerile edastada enne akna algust ja kooskõlastada. Rongiliikluseks suletud jaamavahel liiguvad töörongid vastavalt tööjuhi korraldustele. Tööjuht vastutab jaamavahe kõikide tegevuste eest, mis puudutavad rongiliiklust ja tee õigeaegset valmimist.

Akna ajal demonteeritakse vana tee, lammutatakse, kogutakse kokku ja purustatakse vanad liiprid. Vanad rööpad saadetakse vana rauda või hoiustatakse inventar rööbaste tarvis. Ette valmistatakse uus muldkeha või parandatakse olemasoleva muldkeha vead. Paigaldatakse uus teesõrestik, tuuakse kohale ja lastakse teele ballastikillustik. Seejärel tõstetakse ja rihitakse tee toppimis- ja rihtimismasinatega vastavalt projektile. Renoveeritakse teekalded, uuendatakse ülesõidud.

3.1.3 Erinevate masinate tegevus remondi ajal

Ekskavaatorid eemaldavad vana ballastikihti projektile vastavas sügavuses. Peale selle jätkavad tööd buldoosid.

Kui maapinna remondi tööd on lõpule viidud ja on vaja suurendada maapinna tuge, paigaldatakse geovõrk (Joonis 11). geovõrk stabiliseerib liiprite all oleva pinnase kihi mehaaniliselt, vähendades hoolduse vajadust. Samuti stabiliseerivad need mehaaniliselt ballastkatte aluskihti ja tugevdavad aluspõhja.



Joonis 11 teesõrestiku paigaldamine geovõrgule

UK kraanaga paigaldatakse valmis redelid, mis koosnevad liipritest ja inventar rööbastest. Inventaarrööpaks nimetatakse neid sellepärast, et need lähevad vahetusse pärast tee valmimist. Kui uus tee on tõstetud masinatega kaks korda, saab paigaldada uue rööpa ja keevitada kogu tee.

Selle meetodi miinuseks on;

- vaja kuskil redelid koostada ja kui see ei ole remonditava tee läheduses lisandub transpordi kulu;
- vaja on vaba jaama teed, kus redeleid koostada. Tavaliselt koostatakse kahes kõrguses, et oleks lihtne rööpad liipritega sobitada ja kinni keerata.

UK-kraanaga tee ehitusel kasutatakse inventar rööbast, kui tee maas on tuleb veel omakorda rööbas vahetada. Ekskavaatoriga liipri paigaldamise eelis on see, et saab kohe paigaldada uue eelnevalt välja veetud rööpa.



Joonis 12 Liiprite väljavedu enne tööde algust



Joonis 13 Killustiku maha laadimine

Peale graniitkillustiku maha laadimist asuvad tööle tee rihtimise ja toppimismasinad . Pikkrööbaste keevitamine remondi ajal, kui tee on veel ajutiste lukkudega ühendatud, saab hakata teed tõstma. Tee tuleb tõsta juurde listava killustikku peale. Masinad tõstavad teed ja liigutavad killustiku liiprite alla. Täna tehakse seda tööd andmete alusel, mille annab geodeet Andmetes on lisatud tõstevajadus ja ka rihi vajadus.(Lisa 2)



Joonis 14 Toppimismasinad raudtee ehitusel ja hoolduses

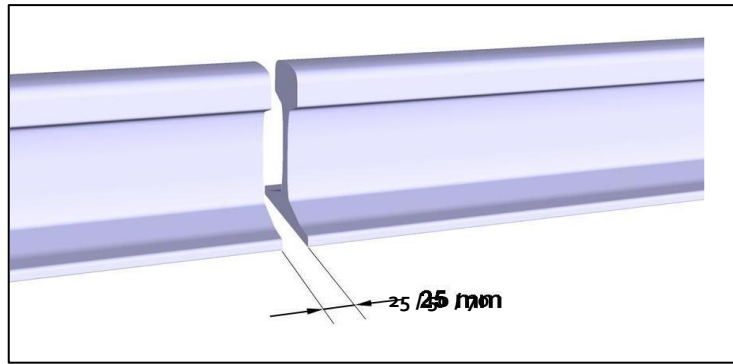
3.1.4 Pikkrööbaste keevitus

Rööbaste keevitamisel on lubatud kasutada kahte erinevat keevitus meetodit; [9]

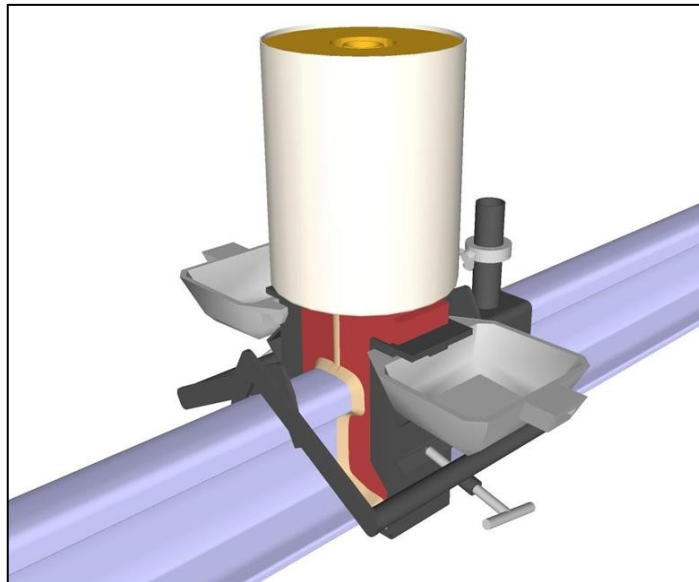
- termiitkeevitus hõlmab kiiret kuumutamist ja sulatamist, et tekitada keevisühendus kahe rööpaotsa vahel. Vältida tuleb vee või lume sattumist keevitusele kuna keevitus võib jääda poorne. Termiitkeevituse minimaalne temperatuur keevitamisel -5°C ;
- kontaktkeevitus protsessis kasutatakse spetsiaalseid vahendeid, mis surutakse rööbaste otsa vastu ja seejärel rakendatakse elektrivoolu ja survet, et sulatada rööpad kokku. See meetod loob tugeva ja püsiva keevisühenduse. Minimaalne keevitamise temperatuur on -10°C .

Keevitamise meetodid on erinevad aga ei erine neutraliseerimise ja venitamise poolest. Erinevus tekib peale venitamist, kontaktkeevitusel tuleb alati kasutada lisarööbast.

Enne keevitamist tuleb keevitatud kohalt eemaldada tõrva- ja õlijäägid. Ülemineku pindadel ei tohi olla roostet ega oksüdeerumist. Lõiked peavad olema risti rööpa teljega üksteisega paralleelsed. Keevituspilud peavad olema 23-27 mm. Võimalik on ka keevitamine 25 mm, 50 mm ja 70 mm rööpavahega (joonis12). Kui vahe on väiksem kui 23 mm, ei tohi keevitada, sest rööpmeotsad ei pruugi olla lõpptulemusena vajalikus ulatuses kokku keevitatud.



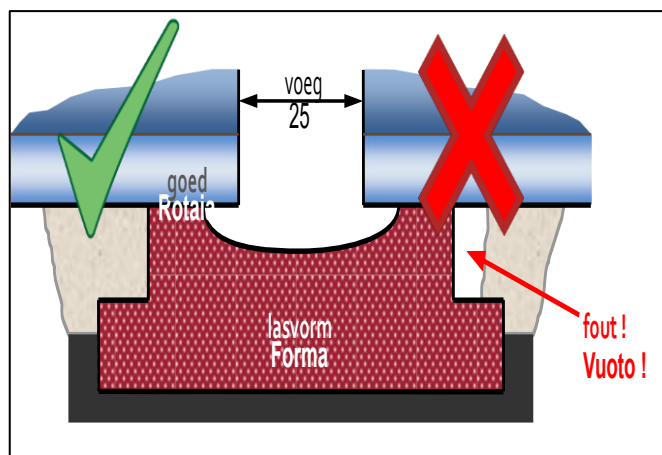
Joonis 15 Rööbaste paigutus keevitamisel [10]



Joonis 16 Ühekordne vormi tihendamine [10]

Keevituse ajal tihendatakse vormid kinnitusplekkide ja rööbaste vahelised vuugid tihendusliivaga.

Seejärel jälgitakse, et liiv ei oleks liiga kuiv ega liige niiske. Suure kulumisega rööbaste puhul kasutatakse tihenduspastat, kuna see on väga plastiline ja pakub hoolikal kasutamisel kindlat keevitusvormi tihendust. Pasta surutakse tihendusvaltsi selliselt, et valts oleks täielikult pastaga täidetud.



Joonis 17 Rööpale paigaldatud vormi tihendamine: vasakul õigesti tihendatud vorm, paremal valesti tihendatud vorm [10]

Samuti on oluline, et enne keevitamist vabastatakse 3 liiprit nii paremalt kui ka vasakult poolt keevituskohta.

Kulunud pikkade rööbaste parandamisel kasutatakse sama pikkasid, kuid kontrollitud rööpaid või sama tüüpi uusi rööpaid. Kontrollitud või uue rööpa lubatud pikkus on 4- 19,5 meetrit. Kokku keevitatud rööbaste minimaalne lubatud pikkus on 4,0 meetrit. Kõigi keevitatud rööbaste otsad tuleb saagida ja kõik sidelapi augud peavad olema rööbaste lõikamise kohast vähemalt 10 cm kaugusel. Lisaks on vaja lihvida kõik lukupoldi augud.

Enne rööbaste kokku keevitamist mõõdetakse iga rööpa temperatuuri spetsiaalse mehaanilise termomeetriga. Termomeeter on kinnitatud rööpakaela külge, mis on päikese eest varjatud. Rööpatermomeetri täpsus peab olema vähemalt $\pm 1^\circ \text{C}$.

Ideaalne neutraalteratuur on rööpatemperatuuride aritmeetiline keskmine, millele on liiga suurte survepingete vältimiseks lisatud pealisehitistegur:

$$TN = T_{max} + T_{min} / 2 + 7 \pm 2, \quad (2)$$

kus $-TN$ on optimaalne neutraalteratuur = 17°C ,
 $-T_{max} = +55^\circ \text{C}$,
 $-T_{min} = -35^\circ \text{C}$.

Pealisehitistegur on $7 \pm 2^\circ \text{C}$ sõltuvalt kohalikest oludest.

Neutraal temperatuuri vahemik on $+12 \dots +22^\circ \text{C}$

Madalaim lubatud algtemperatuur pikkrööbastega tee rajamisel on -5°C

-Kui rööpa temperatuur on +11..-5° C tuleb rööbast kuumutamise või mehaanilise venitamise teel pikendada.

Valem pikkuse arvutamiseks [9]

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T, \quad (3)$$

kus:

- α = 0.0115 mm/m/° C soojuspaisumis tegur

- L = neutraliseerimis pikkus meetrites

ΔT = algtemperatuuri ja valitud neutraaltemperatuuri erinevus

Rööpa soojendamine algab keevituskohast 13. liiprilt ja liigub edasi kuni kinnitatud rööpani vaadatakse kas kontrollmärgid on jõudnud kohakutti, kui ei, jätkatakse rööpa soojendamisega.

Kui rööbas on saavutanud neutraalpikkuse, kinnitatakse rööbas alates neljandast jätkukohale järgnevast liiprist. Kontrollpunktide liiprid kinnitatakse alles pärast lõppkeevitamisi.

Neutraliseeritud rööbas tuleb kinnitada ja lõpp keevitada kohe, et rööpa pikkus ei jõuaks jahtudes muutuda.

Tuulise või külma ilmaga tuleb vajaduse korral rööpa pikkuse säilimisele kaasa aidata, soojendades rööbast soojendusseadme abil lõppkeevisest kaugemalt või hüdraulilist tõmbeseadet kasutades jäetakse see keevise jahtumise ajaks veel umbes 20 minutiks eemaldamata.

Neutraliseerimine hüdraulilise tõmbeseadme abil eeldab järgmist:

- neutraliseeritava rööpa profiil venitaval lõigul ja ankurlõikudel on sama (UIC60 või UIC54);
- neutraliseeritava lõigu otste kinnitatud osas (P) on piisav lõiketakistus (*Pandrol*, *Skl*, vedru ja kruvi või K) ja piki takistus;
- kinnitatud osa (P) miinimumpikkus kinnitatud liipritena:
- UIC54-profiiliga rööbastele: 5 ΔT , millest 1 ΔT K0-i venitaval poolel;
- UIC60-profiiliga rööbastele: 6 ΔT , millest 1 ΔT K0-i venitaval poolel.

Alla 1000-meetrise pöörderaadiusega kõverikel tuleb hüdraulilisel venitamisel kasutada vertikaalrullikut (joonis 16), et vältida rööpa külgnihet:

- igal 9. liipril, kui $R = 800 \dots 1000$ m;
- igal 7. liipril, kui $R = 600 \dots 800$ m;
- igal 5. liipril, kui $R < 600$ m.

Pandrol-kinnituste isolaatorid tuleb kõverikel ühelt rööpapoolelt (alati välimiselt poolelt) eemaldada

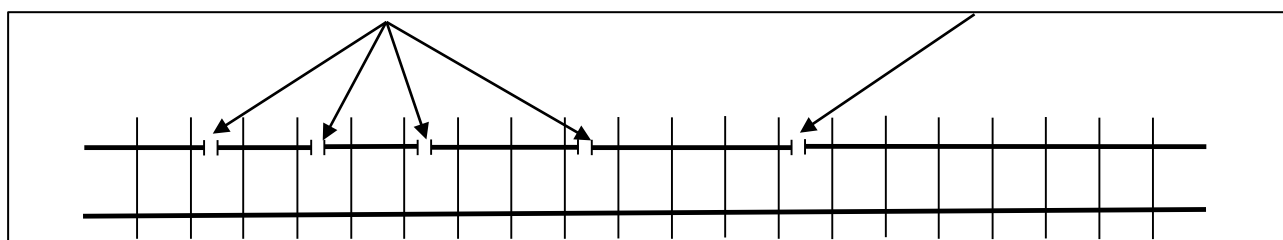
Kontaktkeevitus on kiirem kui termiit keevitus ja sellel on suurem jõudlus, kui pikki rööpaid tuleb pidevalt keevitada. Kontaktkeevitamisel kasutatakse kas dresiin-või HR-kaubikuid, kuhu on sisse ehitatud kontaktkeevitus ja täitematerjal. Pakutakse ka käsiseadmeid tööde teostamiseks nii venitamiseks kui ka keevitamiseks.



Joonis 18 Hüdrauliline venitusseade [4]

Rööpa kontaktkeevitus kohad

Rööpa lõõp keevitus ja neutraliseerimine



Joonis 19 Kontaktkeevitus skeem [9]

Teele keevitatud rööbaste soovitatav minimaalne pikkus on 6-11 meetrit. Lubatud minimaalne pikkus on 4,5 meetrit. Keevisõmbluskoht on teistest keevis õmbluskohtadest või rööbaslukkudest vähemalt 4,5 meetri kaugusel. Välja arvatud üleminekurööpad, mille pikkus on 1,5 meetrit.

Keevitus protsessi ajal tuleks tee ajutiselt sidelappidega kinnitada. Kui ühendus on kinnitatud ajutiselt, rakendatakse hoiatust 25 km/h ja hoiatust 40 km/h, kui on paigaldatud sidelapp 4 poldiga ja kiirusepiirangut ei kehtestata. Kui keevitamine on lõpule viidud, kehtestatakse kiirusepiirang 24 km/h 44 tunni jooksul.

4 RÖÖBASTEE HOOLDUS

4.1 Hooldus tööde planeerimine

Kord nädalas kontrollib raudteed teemeister .Kui tee ülevaatusel tuvastatakse rike, ja selle saab parandada, tehakse seda võimalikult ruttu aga rongi kiirust vähendatakse kohe vastavalt juhiste ja see fikseeritakse. Teede korrashoiul tuleb lähtudes kolmest seisunditasemest;

- tähelepanu tasu mille puhul kontrollitakse rööbastee geomeetrilist seisundit,
- sekkumise tase mille puhul tuleb teha parandustöid et tase ei langeks kohese meetme tasemele,
- kohese meetme taseme puhul tuleb koheselt planeerida tööde teostamine, et raudtee viia nõutele vastavale tasemele.

Erinevate vigade leidmisel määratakse tööde teostamise tähtaeg. Seejärel koostab teemeister hooldusplaani ja kaalub hooldustöid, kus on vaja kiiret remonti.

Raudteeliin peab tagama reisirongide kiiruse 160 km/h ja kaubarongide kiiruse 90 km/h . Selleks peab tegema järjepidevaid ja regulaarseid hooldustöid. Rajatise ülevaatuste ja ülevaatuste liigid, tähtajad ja tööprotseduurid on loetletud raudtee tehnikasutuseeskirjas, pöörete, rajatiste, kontrollide liikide, protseduuride ja tähtaegade ülevaatusi on kirjeldatud juhistes. Täpsem ja põhjalikum hoolduskava aitab paremini ära hoida ja parandada teede rikkumisi. Plaani koostamiseks kasutatakse mõõduvaguni väljatrükki, üks kord kuus, antakse teavet teel olevate tõugete ja teel olevate rihi vigade kohta. Oluline on peale mõõduvaguni kontrolli edastada informatsioon ka geodeedile, kes teeb toppimis ja rihtimis masinatele korrektsed andmed. Mitte hooldada rööbasteed mõõduvaguni kontroll lehe järgi.

4.2 Mulde ja ballasti hooldust

Raudtee ballastikihi hooldustööd on olulised, et tagada raudteeinfrastruktuuri stabiilsus, ohutus ja tõhusus. Need hooldustööd hõlmavad mitmeid tegevusi, mille eesmärk on säilitada ballasti head seisundit ja pikendada raudtee eluiga. Peamised raudtee ballasti hooldustööd hõlmavad järgmist:

Ballastikihi tõhus drenaaž on oluline, et vältida vee kogunemist ja liigset niiskust. Drenaažisüsteemi korrapärane kontroll ja hooldus aitavad tagada, et vesi saab vabalt ära voolata, mis omakorda aitab vältida rööbaste aluse erosiooni ja muud negatiivset mõju.

Mulde ja ballasti tasandamine on oluline, et tagada rööbaste õige kõrgus ja horisontaalne paigutus. Kui ballast hakkab vajuma või muutub ebaühtlaseks, võib see mõjutada rööbaste stabiilsust ja põhjustada probleeme raudteeliiklusele.

Kui ballastikillustik hakkab kulumise tõttu lagunema, siis tuleb lisada uut ballastimaterjali. See aitab säilitada nõuetekohast toetust liipritele ja vähendada vibratsiooni.

Rööbastee ballasti puhastamine hõlmab tolmu, liiva, lehtede ja muude võõrkehade eemaldamist. See aitab säilitada ballasti drenaaži ja vältida ballasti vee läbilaskmise võimet (lirtsmete tekkimist).

Raudtee seisundi regulaarne hindamine on oluline, et tuvastada võimalikke probleeme varakult. See hõlmab rööbaste, rööbaste kinnituste, kinnitusvahendite ja muude oluliste komponentide visuaalset kontrolli.

Need hooldustööd tuleb teostada regulaarselt vastavalt raudtee omaniku hoolduskavadele ja standarditele. Hooldustööde regulaarne teostamine aitab ennetada probleeme, tagada ohutu ja tõrgeteta raudteeliiklus ning pikendada raudtee eluiga.

4.3 Rööbastee perioodiline kontrollimine

Avaliku raudtee peateede geomeetria nõuetele vastavust tuleb kontrollida seadmega, mis võimaldab salvestada mõõdetud parameetreid reaajas. Kontrollimise sagedus kehtestatakse avaliku raudteeinfrastruktuuri majandaja rööbastee korrashoiujuhendis lähtuvalt teelõigu liikluskoormusest, rongidele kehtestatud liikumiskiirusest, rööbastee seisukorrast ja teelõigul varasemalt tuvastatud defektsete rööbaste arvust. [8]

Rööbastee tehniline korrasolek peab vastama liiklusintensiivsusele, raudteeveeremi teljekoormusele ja rongidele kehtestatud liikumiskiirusele. [8]

Kord kuus kontrollitakse peateid mõõdurongiga. Raudteevagun väljastab skeemi, millel on näidatud tee täpneasukoht (kilomeetrid ja piketid), rööbaste vastastikune kõrgus, külgekalle, lood ja rööbaste suund. Iga kilomeetri kohta esitatakse A4-formaadis tulemus. Kontrolli käigus selgitatakse kõik kõrvalekalded standardist seoses rööbastee seisukorraga toodud lisa.(Lisa 1)

Eristatakse viis hälbe astet:

- 1–3 astme hulka kuuluvad hälbed, mille korral on tagatud rongide liikumise turvalisus ja sujuvus, tee majanduslik ratsionaalne töö, mille puhul rongid liiguvad ettenähtud kiirusega;
- 4 astmesse kuuluvad hälbed, mille esinemine halvendab liiklussujuvust kuna rongide kiirus on muutunud aeglasemaks;
- 5 astmesse kuuluvad hälbed, mis põhjustavad raudtee ja veeremi vastastikuse mõju suurenemist kuni kriitiliste väärtusteni. Seetõttu hälve võib kaasa tuua teede deformatsiooni ja seada ohtu liiklusohutuse.

2–5 astme hälvete eest on ette nähtud trahvipunktid. 3.–5. astme hälvete kombinatsioonide korral suureneb veeremi ja teede dünaamiline vastastikune koosmõju. Seetõttu on vajalik viivitamatult ette võtta meetmed hälvete kõrvaldamiseks.

Mõõduvaguni väljastatud diagrammil paremalt poolt on kirjas oluline informatsioon: [11]

- koostaja,
- tarkvaraversiooni number,
- dešifreerimisvariant,
- tarkvaraversiooni kuupäev,
- teemõõduvaguni mudel ja number,
- teemõõduvaguni juhi (tema asetäitja) ees-, isa- ja perekonnanimi,
- tee nimetus,
- jooksev kuupäev ja kellaaeg,
- käik,
- salongi suund,
- aruandeperiood,
- kontrollimise tüüp,
- reisi nr.

4.4 Rööbaste hooldus defektide esinemisel

Rööbaste defektid võivad kujuneda aja jooksul looduslikest tingimustest, raudtee ehituse puudustest, intensiivsest liiklusest või ebapiisavast hooldusest. Rööbaste defektid on ohuks raudtee ohutusele ja tõhususele ning need tuleb regulaarselt jälgida ja hooldada. Hoolduse käigus on oluline anda

korrektsed andmed rihtimis ja toppimis masinatele mille peab tegema geodeet. Siis tagatakse hea rööbastee geometria. Siin on mõned levinumad rööbaste defektid:

- rööbaste kõrguste erinevused võivad tekkida tasandusprotsesside ebakorrapärasustest, ballasti vajumisest või muudest ehitusdefektidest. Kui rööbaste kõrguste erinevused muutuvad liiga suureks, võivad tekkida probleemid raudtee stabiilsuse ja ohutusega.
- rööbaste vahetuse defektid hõlmavad rööbaste lõikekoha või ühenduspunkti probleeme. Need võivad tekkida liigse koormuse või halva hoolduse tõttu, mis võib põhjustada raudteeliini nihkumist ja halvendada rongide liikumist.
- liigsed kõverused rööbastes võivad põhjustada rongidele keerulisi olukordi, suurendada kulumist ja lõppkokkuvõttes kahjustada raudteeinfrastruktuuri. See võib olla tingitud konstruktsiooniveast või aja jooksul tekkivatest muutustest.
- rööbaste hälve tekib siis, kui rööpad ei ole õigesti paigutatud ja ei vasta nõutud laiusele. See võib põhjustada rööbaste vaheliste ühenduste probleeme ja mõjutada rongide liikumist.
- rööbaste nõgusus tekib, kui rööpad muutuvad kõverateks, kaldudes ühest küljest. See võib olla tingitud ballasti nõrgenemisest, pinnase settimisest või konstruktsioonivigadest.
- rööbaste vahelised klambrid võivad aja jooksul kuluda või puruneda, mille tagajärjel kaotab rööbaste süsteem oma stabiilsuse.
- rööbaste ja liiprite vahelise kummipatja defekt: Kummipadjad paigaldatakse rööbastele, et vähendada vibratsiooni ja mürataset. Nende kahjustus võib põhjustada müratõusu ja muid probleeme.

Põhilised vead rööpal;

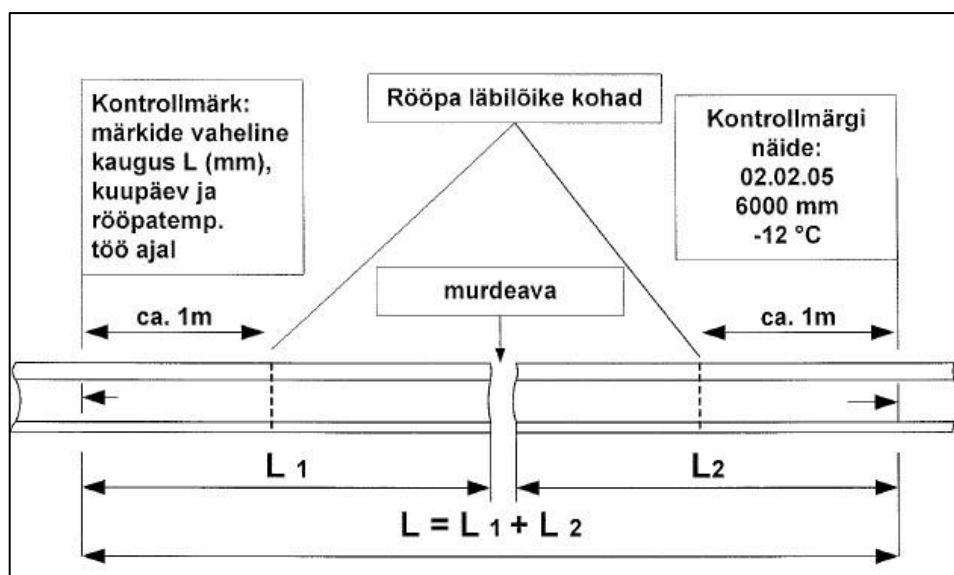
- praod,
- maha koorumine,
- murenemine,
- muljumine,
- muhud,
- hõõrdumine,
- metalli korrosioon,
- rööpa metalli sisemised väsimusdefektid.

Defektid rööpal lõigatakse välja hooldusbrigaadi poolt. Eriti kiire on teravate defektide korral. Lõikamiseks meister märgib rööpa kaelal järgmised andmed:

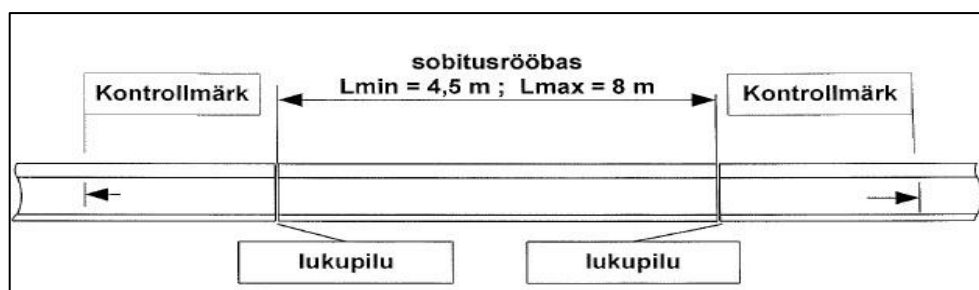
- rööpa temperatuur,
- rööpa väljalõikamise pikkus millimeetrites.

Enne rööbaste kokku keevitamist kontrollitakse kontrollmärkide (reeperite) ja rööbaste kaelale märgitud märkide vahelise kauguse vastavust. Kui kontrollmärkide vaheline kaugus on erinev, viiakse märgid kokku venitamise või soojendamise teel. Kui märkide vahe on õige, keevitatakse otsad kokku.

Rööbaste purunemise korral on vaja võtta sobiv rööbas pikkusega 4,5-8 meetrit (Joonis 21) pikkuse määramisel tuleb arvestada ka lähima keevituse asukohta, mis jääks vähemalt 4,5 m kaugusele. Mõlemal poole kahjustatud kohta tehakse vertikaalne joon. Seejärel mõõdetakse kaugus kontrollkohast vertikaalse jooneni. Ka teisel pool. Lisaks liidetakse kokku 2 tulemust. Vastav kirjeldus on tehtud rööpa kaelal, mis on näidatud joonisel (Joonis 20).



Joonis 20 Rööpa läbilõikekohast kolmandale liiprile tuleb teha kontroll märg(reeper) Kontrollmärkide paigaldamisskeem [12]



Joonis 21 Väljalõigatava rööpa pikkus L+2 lukupilu laius [12]

Pikkrööbastega tee stabiilsust nõrgestavaid töid tuleb teha lubatud temperatuuripiirkonnas, milleks on: [9]

- sirgetel teelõikudel – erinevus rööpa kinnitustemperatuurist $+15/-25^{\circ}\text{C}$;
- kõverates $R < 800\text{m}$ – erinevus rööpa kinnitustemperatuurist $+5/-15^{\circ}\text{C}$;
- kõverates $R \geq 800\text{m}$ – erinevus rööpa kinnitustemperatuurist $+10/-20^{\circ}\text{C}$.

Kui hooldust ei saa teha lubatud temperatuurivahemikus, et tagada teestabiilsus, tööohutus, on vaja rööbastee lahti ühendada ja luua neutraal temperatuurile vastavad lukupilud.

4.5 Isoleerlukkude kontrollimine ja hooldamine

Isoleerlukkude hooldus on oluline, et tagada nende tõrgeteta toimimine ja pikendada nende eluiga.

- Tuvastamaks võimalikke kahjustusi, rooste või muud defekt. Visuaalsed kontrollid aitavad varakult avastada probleeme.
- tuleb regulaarselt puhastada, et eemaldada mustus, rooste ja muud saasteained, mis võivad nende toimimist mõjutada. Puhastamine võib hõlmata survepesu või muud spetsiaalset puhastustehnikat.
- korrosioonikaitse metallist osadele. On kasulik rakendada korrosioonivastaseid vahendeid, et vältida rooste teket. See on eriti oluline, kui raudteelõigud on erinevatele ilmastikutingimustele.
- elektrilise isolatsiooni testimine on oluline, et veenduda, et nad täidavad oma põhifunktsiooni. Spetsiaalsed mõõteriistad võimaldavad kontrollida, kas isoleerlukk on endiselt piisavalt isoleeriv.
- kui avastatakse olulisi defekte, nagu pragunenud või kulunud osad, tuleb need välja vahetada, et tagada hea seisukord.

Oluline on dokumenteerida isoleerlukkude hooldustegevuste kohta, sealhulgas tehtud tööde kirjeldusi, kuupäevi ja võetud meetmeid. See tagab ülevaate isoleerlukkude seisukorrast ja aitab hooldusvajadust jälgida ja planeerida.

KOKKUVÕTE

Kokkuvõtteks raudtee ehituse mulde ja ballasti parandustööd on olulised raudteeinfrastruktuuri osade heaolu tagamiseks. Nõuetekohane hooldus ja parandamine tagavad raudtee stabiilsuse, ohutuse ja vastupidavuse, tagades samas tõhusa transpordivõrgu toimimise. Pikkrööbastee kasutamine on efektiivne lahendus, mis võimaldab suurendada transpordi tõhusust ja ohutust.

Teedehituses kasutatavad liiprid on olulised raudteeinfrastruktuuri komponendid. Nende kinnitussüsteemid tagavad rööbaste stabiilsuse ja ohutuse ning neid saab vastavalt vajadusele kohandada erinevate materjalide ja kinnituslahendustega. Betoonliiprite kinnitussüsteemid on olulised rööbaste stabiilsuse ja vastupidavuse tagamiseks. Need süsteemid peavad olema vastupidavad ja suutma säilitada tugeva haardumise betoonliipritega, et tagada raudteeliini ohutu toimimine.

Puitliiprid on traditsiooniline valik, kuid järjest vähem kasutatav raudtee ehituses. Polümeerist liiprid on kaasaegne alternatiiv traditsioonilistele materjalidele raudtee ehituses. Nende omadused, sealhulgas kergus ja vastupidavus ilmastikule, muudavad need atraktiivseks valikuks, pakkudes samal ajal tõhusat rööbaste kinnitust. Hübriidpolümeerliiprid ühendavad endas polümeeride ja teiste materjalide eelised, luues seeläbi tugeva, kerge ja vastupidava rööbaste kinnitussüsteemi. See võimaldab kohaneda erinevate keskkonna- ja transporditingimustega.

Raudtee ehituse mulle ja ballast moodustavad olulise osa raudteeinfrastruktuurist, millel on otsene mõju raudtee tõhususele ja ohutusele. Mulle toetab rööpaid ja ballast tagab vajaliku tugevuse ning aitab drenaaži kaudu vältida liigset niiskust. Raudtee ehituse mulde ja ballasti parandustööd on olulised mitmel tasandil.

Raudteeliinide muldekiht vajab regulaarset hooldust ja tugevdamist, et tagada piisavalt tugev põhi ballastile ja rööbastele. Tööd hõlmavad mulde profiili jälgimist, vajadusel täiendavate materjalide lisamist ning erosioonikaitse meetmete rakendamist. Ballastkiht toimib amortisaatorina ja aitab hajutada rööbastele mõjuvaid koormusi. Parandustööd hõlmavad kulunud või kahjustunud ballasti asendamist uuega, tasandamist ja vajadusel täiendavate materjalide lisamist. Efektiivne drenaaži süsteem on oluline, et hoida muld ja ballast kuivana ning vältida vee kogunemist. Parandustööd hõlmavad drenaaži kanalite puhastamist, uuendamist ja vajadusel uute drenaaži avade loomist.

Raudteeliini stabiilsuse tagamiseks võib olla vajalik rakendada vibratsiooni vähendamise meetmeid ja mulde tihendamist. See aitab ennetada mulla erosiooni ja rööbaste tasapinnast kõrvalekaldeid.

Selles töös on välja toodud erinevaid Soome raudteel kasutatavaid Rato nõudeid. järjest enam minnakse standardit GOST Rato nõuetele üle. Uued nõuded, mis on heaks kiidetud ka Euroopa Liidu poolt, on juba praegu kasutusel, kuigi mitte täiel määral. Rato määratleb detailideni, kuidas liipreid hooldada, kuidas taas käidelda, kuidas virnastada jne.

Lõputöös on uuritud erinevaid lahendusi raudtee ehituses kasutatava ballastile ja raudtee pealisehituse jaoks, on. Võrreldud. keevitusprotsesse ja erinevaid liipritüüpe. On kirjeldatud hooldust kui protsessi, konsulteeritud inimestega kes teevad seda tööd igapäevaselt.

Raudtee ehitamisel tuleb järgida Rato nõudeid katsetada uuenduslikke plastikliipreid ja rööbaste kinnitusvahendeid. Kasutada rööbaste keevitamisel kontaktkeevitust, kuna termiitkeevitusel liiga palju faktoreid. Hooldada raudteed korrapäraselt kasutades geodeetide abi toppimis ja rihtimismasinatega töödel. Kasutada ja katsetada erinevaid ballasti parandamise võimalusi.

SUMMARY

In summary, the maintenance and repair of railway track structure, including sleepers and ballast, are crucial for ensuring the overall well-being of the railway infrastructure. Proper upkeep and repairs contribute to the stability, safety, and durability of the railway, ensuring the efficient functioning of the transportation network. The use of long-span tracks is an effective solution to enhance transportation efficiency and safety.

Sleepers, crucial components of railway infrastructure, contribute to the stability and safety of tracks. Their anchoring systems provide stability and safety, and they can be customized with different materials and fastening solutions. Concrete sleeper anchoring systems are essential for ensuring the stability and durability of tracks, requiring resilience and the ability to maintain a strong grip with concrete sleepers to ensure safe railway operation.

While wooden sleepers remain a traditional choice, they are gradually being replaced by polymer alternatives in modern railway construction. Polymer sleepers, with features such as lightweight and weather resistance, present an attractive option, providing efficient track fastening. Hybrid polymer sleepers combine the advantages of polymers and other materials, creating a robust, lightweight, and durable track anchoring system adaptable to various environmental and transportation conditions.

Mulle and ballast construction form a significant part of railway infrastructure, directly impacting railway efficiency and safety. Mulle supports tracks, providing necessary strength and aiding drainage to prevent excess moisture. Maintenance and repair of embankment and ballast are critical on multiple levels.

Regular maintenance and reinforcement of the embankment layer are essential to ensure a strong base for ballast and tracks. Tasks involve monitoring the embankment profile, adding additional materials as needed, and implementing erosion control measures. The ballast layer acts as a cushion, dispersing loads impacting the tracks. Repair work includes replacing worn or damaged ballast, leveling, and adding additional materials if necessary. Effective drainage is vital to keep embankment and ballast dry, preventing water accumulation. Repair work involves cleaning and upgrading drainage channels and creating new drainage openings if needed. Implementing vibration reduction measures and compacting the embankment may be necessary to ensure railway stability, preventing soil erosion and track misalignment.

The study highlights various Rato requirements used in Finland, with an increasing shift from GOST standards to Rato requirements. Approved by the European Union, these new requirements are already in partial use. Rato details how sleepers should be maintained, recycled, stacked, and more.

Throughout the thesis, various solutions for ballast and railway superstructure have been explored. Differences in welding processes and sleeper variations were examined, along with the maintenance process, consulting individuals actively involved in this work.

When constructing railways, adherence to Rato requirements is essential. Testing innovative plastic sleepers and rail fastening systems, using contact welding for rail bonding due to reduced manual involvement compared to thermite welding, and regular railway maintenance with the assistance of geodetic surveying and tamping machines are recommended. Experimentation with various ballast improvement methods is also encouraged.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] Type of rails, „Arcelor Mittal Europe,“ [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 31 12 2023].
- [2] Rautateiden tekniset ja turvallisuuohjeet 22.12.2023
„https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2023-23_rato11_web.pdf,“
[Võrgumaterjal]. [Kasutatud 12 10 2023].
- [3] Шпала железобетонная подтипа ШЗД (ШЗ-Д) ГОСТ 33320-2015Ш.,https://www.xn--33-1lcd4a.xn--p1ai/goods/136077163shpala_zhelezobetonnyaya_podtipa_sh3d_sh3_d_gost_33320_201,“ [Võrgumaterjal].
[Kasutatud 31 12 2023].
- [4] Rail Fastenings Systems „<https://www.pandrol.com/product/fastclip/>,“ [Võrgumaterjal].
[Kasutatud 10 12 2023].
- [5] Vossloh enabeling green mobility, https://www.vossloh.com/en/products-and-solutions/product-finder/product_11027.php,“ [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 10 12 2023].
- [6] Mõõdud Puidust Liiprid. Raudbetoon Liiprid: „<https://et.delachieve.com/moodud-puidust-liiprid-raudbetoon-liiprid-mootmed/>,“ [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 10 12 2023].
- [7] Polymer sleepers for your railroad track P. s. f. y. r. track, „<https://www.lankhorstrail.com/en/plastic-sleepers>,“ [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 10 12 2023].
- [8] Raudtee tehnokasutuseeskiri, <https://www.riigiteataja.ee/akt/111112020008>,“ [Võrgumaterjal].
[Kasutatud 10 12 2023].
- [9] Pikkrööbastega teede ehitamise ja hooldamise juhend, <https://www.evr.ee/files/EVR-Infra-pikkroobastega-teede-ehitamise-ja-hooldamise-juhend.pdf>,“ [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 29 12 2023].
- [10] Ratainfra kiskojenhitsaus Railtek, „<https://ratek.fi/ratainfra/kiskojenhitsaus/>,“ Railtek.
[Võrgumaterjal]. [Kasutatud 31 12 2023].

[11] Teemõõtevaguni desifreerimine,,Teemõõtevaguni Desifreerimine pdf,“ 08.01.2020.

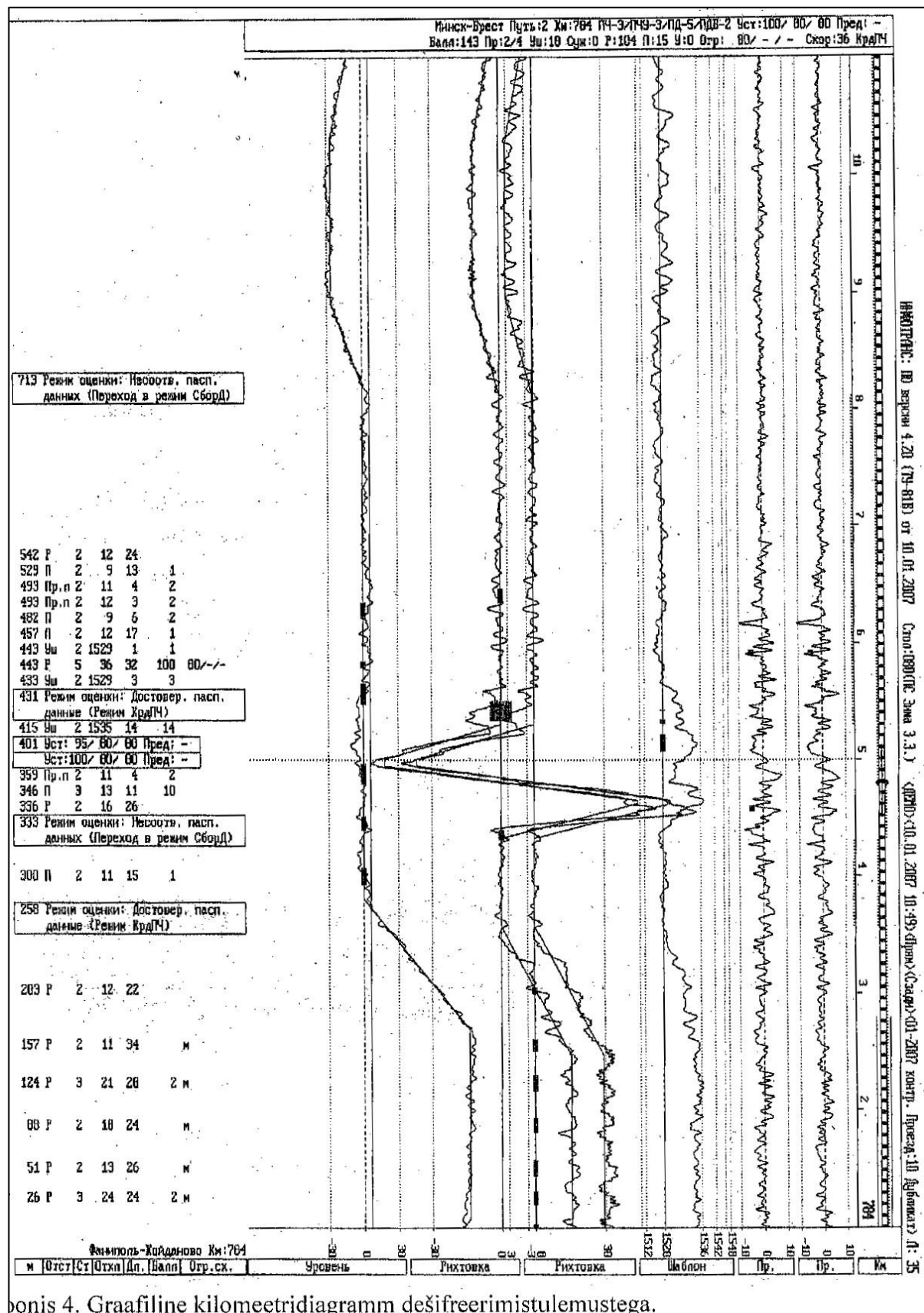
[12] Pikkrööbastega teede ehitamise ja hooldamise juhend,,<https://www.evr.ee/files/EVR-Infra-pikkroobastega-teede-ehitamise-ja-hooldamise-juhend.pdf>,“ [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 29 12 2023].

LISAD

Lisa 1. Teemõõduvaguni kontroll leht

Lisa 2. Rihtimis ja toppimismasina andmete tabel.

Lisa 1 Teemõõduvaguni kontroll leht



bonis 4. Graafile kilomeetridiagramm dešifreerimistulemustega.

Lisa 2. Rihtimis ja toppimismasina andmete tabel.

							raudtee rekonstrueerimine		Töö nr EH-79-23	BAAS PAREM						
		Kontrollis :					Koostas				kuupäev:					
		Mõõtis:								Enne töstet						
VP	HP	PK Km+m	X,m	Y,m	Kõrgus, m	Pikku s m	Pikkal e, %	Suund, °	Raadius, m	Välisrööpa kõrgendus, mm	Vert. raadius	Kumer/Nõgus	Kõrgus (h)	diff VERT (mm)	diff HOR (mm)	+par /-vas
		56+100,000	6538451,175	549071,013	63,891	10,00	0,32%	143,59	-	0	-	-				
		56+110,000	6538443,126	549076,948	63,923	10,00	0,32%	143,59	-	0	-	-				
		56+120,000	6538435,078	549082,883	63,955	10,00	0,32%	143,59	-	0	-	-				
		56+130,000	6538427,030	549088,818	63,987	10,00	0,32%	143,59	-	0	-	-	63,678	309	10	
		56+140,000	6538418,981	549094,753	64,019	10,00	0,32%	143,59	-	0	-	-	63,705	314	5	
		56+150,000	6538410,933	549100,688	64,051	10,00	0,32%	143,59	-	0	-	-	63,740	311	10	
		56+160,000	6538402,885	549106,623	64,083	10,00	0,32%	143,59	-	0	-	-	63,778	305	15	
		56+170,000	6538394,836	549112,558	64,115	10,00	0,32%	143,59	-	0	-	-	63,812	303	21	
		56+180,000	6538386,788	549118,493	64,147	10,00	0,32%	143,59	-	0	-	-	63,845	302	37	
		56+190,000	6538378,740	549124,428	64,179	10,00	0,32%	143,59	-	0	-	-	63,879	300	22	
		56+200,000	6538370,692	549130,363	64,211	10,00	0,32%	143,59	-	0	-	-	63,904	307	26	
		56+210,000	6538362,643	549136,298	64,243	10,00	0,32%	143,59	-	0	-	-	63,943	300	33	
		56+220,000	6538354,595	549142,233	64,275	10,00	0,32%	143,59	-	0	-	-	63,980	295	33	
		56+230,000	6538346,547	549148,168	64,307	10,00	0,32%	143,59	-	0	-	-	64,000	307	52	
		56+240,000	6538338,498	549154,103	64,339	10,00	0,32%	143,59	-	0	-	-	64,038	302	29	
		56+250,000	6538330,450	549160,039	64,371	10,00	0,32%	143,59	-	0	-	-	64,071	300	-3	
		56+260,000	6538322,402	549165,974	64,403	10,00	0,32%	143,59	-	0	-	-	64,097	306	16	
		56+270,000	6538314,353	549171,909	64,435	10,00	0,32%	143,59	-	0	-	-	64,124	311	9	
		56+280,000	6538306,305	549177,844	64,467	10,00	0,32%	143,59	-	0	-	-	64,147	320	28	
		56+290,000	6538298,257	549183,779	64,499	10,00	0,32%	143,59	-	0	-	-	64,183	316	7	
		56+300,000	6538290,209	549189,714	64,531	10,00	0,32%	143,59	-	0	-	-	64,219	312	-22	
		56+310,000	6538282,160	549195,649	64,563	10,00	0,32%	143,59	-	0	-	-	64,239	324	-31	