



LELLE-PÄRNU RAUDTEELÕIK

TEHNOLOOGILISED EELDUSED RAUDTEELÕIGU KASUTATAVUSE TAGAMISEKS

Margus Metsalu, M.Eng

ASI INVENT OÜ

2019



Sisukord

1. Töö eesmärk.....	2
2. Kokkuvõtte tulemustest	2
3. Lelle-Pärnu raudteelõigu üldandmed	3
4. Lelle-Pärnu raudteelõigu tehniline seisukord	3
4.1. Muldkeha	4
4.2. Ballast.....	4
4.3. Rööpad	4
4.4. Liiprid	5
4.5. Sillad	5
4.6. Truubid	5
5. Lelle-Pärnu raudteelõigu tehnilis-majanduslik eluiga ja selle eeldused	6
6. Võimalikud tehnoloogilised valikud Lelle-Pärnu raudteelõigu kasutatavuse tagamiseks	8
6.1. Kapitaalremont	8
6.2. Hooldusremont piiratud kasutatavuse tagamiseks	9
7. Rööbaste taaskasutamise põhimõtted ja tehnilised eeldused	10
7.1. Rööbaste jääkressursi ja taaskasutamise olulised kriteeriumid	10
7.2. Olulised tehnilised tingimused rööbaste taaskasutamisel	10
8. Kasutatud ja viidatud materjalid.....	13
Lisa 1. Soovitatud hooldusremondi tööde hinnanguline eelarve	14

1. Töö eesmärk

Käesoleva töö eesmärgiks on anda hinnang Edelaraudtee Infrastruktuuri AS-le kuuluva Lelle-Pärnu raudteelõigu tehnilise seisukorrale, kirjeldada tehnoloogilisi eelduseid raudteeliikluse jätkamiseks antud lõigul ning teha ettepanekud kaubarongiliikluse jätkamiseks vajalike hooldus- ja remonditööde osas koos eeldatavate kaasnevate tööde maksumuste ning kuludega.

2. Kokkuvõtte tulemustest

Kokkuvõtvalt on Lelle-Pärnu raudteelõik tehniliselt seisukorras kus ohutu raudteeliikluse jätkumiseks ja projekteeritud piirkiiruse taastamiseks on vajalikud suuremahulised remonditööd. Peamiseks tehniliseks probleemiks võib lugeda ballasti seisukorda ja sellest tingitud probleeme tee geomeetria tagamisel, samuti suurenenud murruhuga (teravdefektsed) rööpad ja peatselt massiliselt väljalangevad puitliiprid.

Projektkiiruste taastamine (100 km/h reisiringidel ja 80 km/h kaubarongidel) aktsepteeritava ohutustasemega on võimalik vaid täiemahulise kapitaalremondi näol (maksumus ca 300-350 tuh EUR/km).

Lõigu lähituleviku võimalikku kasutusotstarvet ja -mahtusid (Rail Baltic trassi ehitustööde materjalivedu, võimalik regionaalne kauba ette- või äravedu rajatavast 1435mm raudtee Pärnusse rajatavast kaubajaamast) silmas pidades oleks kapitaalremondi mahus investeeringu tegemine nii finantsiliselt kui sotsiaalmajanduslikult tõenäoliselt ebamõistlik.

Raudteelõigu hetkeseisukorda ja võimalikku lähituleviku kasutusotstarvet silmas pidades oleks käesoleva töö autori hinnangul mõistlik teostada hooldus- ja remonditööd mahus mis tagavad raudteelõigu säilimise ja piiratud tingimustel (kiirus kuni 40 km/h, maksimaalne veomaht 1 rongipaar ööpäevas, ca 1-1,5 milj. brutotonni aastas, kõrgendatud tähelepanuga opereerimise järelevalve ja piisavas mahus operatiivsed remondi-hooldustööd vastavalt tegelikule ilmnenud vajadusele) kasutatavuse kaubarongiliikluseks.

Lelle-Pärnu raudteelõigu peateedel ja lähituleviku kasutusotstarbe seisukohalt olulisematel jaamateedel (3 laadimisteed ja Pärnu kaubajaama ühendustee) on otstarbekas teostada järgmised tööd:

- Muldkeha niiskusrežiimi tagamiseks vajalikud hooldustööd – veeviimarite ja kraavide puhastus, truupide puhastus, vajadusel raudteeäärne võsalõikus;
- Ca 13 km ulatuses ballastikillustiku vahetus, muus osas killustikupuhastus, vajadusel killustiku lisamine;
- Ca 50% (~55 tuhat) liiprite vahetus;
- Suurenenud teravdefektide ohuga või ülemäärase geomeetrilise kulumiga rööbaste vahetus või remont rööbaste otste äralõikamise ning kõlblikest osadest kokkukeevitamise näol. Pideva raudteeliikluse olukorras tuleb tagada tuleb piisav kõlblike rööbaste varu vahetuseks või remondiks kasutuse käigus;
- Ca 10 pöörangu vahetus peateel ja jaamades;
- Ülesõitude katete vahetus (6 ülesõitu) ja automaatse foorisüsteemi ehitus (1 ülesõit);
- Koogiste silla asendamine truubiga.

Nimetatud tööde teostamise kogumaksumuseks on hinnanguliselt kuni 6 milj EUR (vt Lisa 1). Tööde teostamine võimaldab pikendada Lelle-Pärnu raudteelõigu tehnilis-majanduslikku eluiga piiratud raudteeliikluse tingimustes ca 20-25 aastaks.

3. Lelle-Pärnu raudteelõigu üldandmed

Lelle-Pärnu raudteelõigu kogupikkuseks Lelle jaamast Pärnu Raeküla jaamani on 68,1 km (koos jaamade peateedega). Raudteelõigu peateede üldandmed on toodud Tabelis 1.

Tabel 1. Lelle-Pärnu raudteelõigu jaamavahede peateed

Jaamavahed	Registri nr	Ehitamise aeg	Pikkus, km	Liiprid, ballast	Rööpad
Lelle-Tootsi	20-00902	1970	37,98	Betoonliiprid graniitkillustikul (4,75 km) Puitliiprid paekillustikul (33,23 km)	R50
Tootsi-Pärnu	20-00901	1971	23,16	Betoonliiprid paekillustikul (0,02 km) Puitliiprid paekillustikul (23,14 km)	R49 R50
Pärnu-Raeküla	20-00900	1980	5,16	Puitliiprid paekillustikul (5,16 km)	R50

Raudteelõigul korraldatakse liiklust 3 jaamas: Lelle, Tootsi, Pärnu, millest Tootsi ja Pärnu on kaubajaamad. Tootsi jaama peatee pikkuseks on 1,60 km, lisaks on jaamas 4 muud teed kogupikkusega 1,62 km.

Pärnu kaubajaama peatee pikkuseks on 1,53 km. Jaam koosneb kahest eraldi osast, lisaks esimeses osas olevale kaubajaamale (lisaks peateele 6 jaamateed kogupikkusega 4,75 km) ka sõidutee tööstustsooni (2,86 km) ja tööstustsooni jaamateed (tehnopargi territoorium) kogupikkusega 6,43 km, neile lisaks erinevatele ettevõtetele kuuluvad haruteed.

Lisaks jaamadele asub lõigul 6 reisijaid teenindavat ooteplatvormidega varustatud peatuskohta: Koogiste, Eidapere, Viluvere, Tori, Pulli ja Pärnu-Papiniidu.

Raudteelõigul asub kokku 19 raudteeülesõidukohta. Neist 4 (Lelle jaam, Lelle, Eidapere, Tootsi) on varustatud ülesõidufooridega. Üks ülesõit (Rapla- Türi tee) on tiheda autoliiklusega teel ja 8 asuvad väga harva liiklusega küla- või metsateel.

Raudtee ületab kahte silda – Koogiste sild ja Papiniidu sild. Teetammi läbib 45 truupi läbimõõduga 1,0 – 2,0m.

Lelle-Pärnu raudteelõigu projekteeritud piirkiirus on 100 km/h reisrongidele ja 80 km/h kaubarongidele.

4. Lelle-Pärnu raudteelõigu tehniline seisukord

Raudteelõigu tehnilise seisukorra kirjeldamisel on muu hulgas tuginetud järgmistele dokumentidele:

1. Edelaraudtee Infrastruktuuri AS kvaliteedi- ja ohutusjuhi U.Lükki jaanuaris 2016 koostatud „Ohutusanalüüs. Lelle-Pärnu raudtee“ [1] (edaspidi *Ohutusaruanne 2016*);
2. SV Ehituskonsultatsioonide OÜ „Edelaraudtee sildade ülevaatus“ (2010) [2] (edaspidi *Sildade aruanne 2010*);
3. Edelaraudtee Infrastruktuuri AS „Liiprite kontrolli aruanne. Lelle-Pärnu lõik“ (2018) [3].

4.1. Muldkeha

Lelle-Pärnu raudteelõigu muldkeha on ehitatud lõiguti aastatel 1970 (Lelle-Tootsi), 1971 (Tootsi-Pärnu) ja 1980 (Pärnu-Raeküla). Raudteelõikude ehitamisest kuni tänaseni ei ole ühelgi lõigul teostatud kapitaalremonti.

Muldkeha üldist seisukorda võib pidada rahuldavaks tingimusel, et tagatakse nõutav niiskusrežiim (hoitakse korras ja vastavalt vajadusele puhastatakse kraavid, truubid, veeviimarid). Muldkeha seisukord ei ole piiravaks rongiliikluse jätkumisel, see võimaldab teostada vajalikud remont- ja hooldustööd ning selle tegelik tehnilis-majanduslik eluiga ei ole lõppenud.

4.2. Ballast

Raudteelõigu ballast koosneb peamiselt paekivikillustikust (vastavalt projektile 25 cm killustikku mille all 30 cm liiva). Ballast on olnud tees alates raudteelõikude ehitamisest ja on kohati (kokku ca 13 km lõik) nii saastunud (tsementeerunud), et ei võimalda raudtee geomeetria korrigeerimist rihtimis-toppimismasinaga, samuti esinevad talviti külmakerked.

Nõutava raudtee geomeetria tagamiseks on vajalik kas killustiku täielik väljavahetamine või suuremahuline puhastamine. Vähendatud kiirustel või osaliselt piiratud (vaid kaubarongiliiklus) rongiliikluse jätkumine on võimalik ka olemasolevat ballasti täies mahus välja vahetamata.

Teemõõduvagniga mõõdetud raudtee horisontaal- ja vertikaalgeomeetriat iseloomustav „pallivus“ on 2018 aasta oktoobri mõõtmistulemuste järgi keskmiselt 1004 punkti, mis on 2x enam normiks loetavast 500 punktist.

4.3. Rööpad

Lelle-Pärnu raudteelõik ehitati ja koosneb siiani valdavalt korduvkasutusel olevatest remonditud rööbastest.

Vastavalt „Ohutusaruandele 2016“ jagunevad rööpad tees vanuse, markide ja koormatuse järgi seisuga 01.01.2016a järgmiselt:

- Uued rööpad R50 - 2,0 km (paigaldatud 2001a) (6,27 milj.t)
- Korduvkasutusega pikkrööpad R50 – 2,2 km (paigaldatud 1997a) (teadmata +7,98 milj.t)
- Korduvkasutusega rööpad R50 – 11,5 km (430 + 128 milj.t)
- Korduvkasutusega rööpad R50 – 49,2 km (400 + 128 milj.t)
- Korduvkasutusega rööpad R50 – 3,3 km (350 + 48 milj.t)

Kokku tuvastati 2016 aasta aruande kohaselt 318 defektset rööbast, sh enimlevinud defektid (vastavalt Eestis kasutusel olevale rööpadefektide klassifitseerimisjuhendile):

- Karestatud kihi murenemine (defekt 17.1) - 106 tk
- Veduri rataste libisemise jäljed (defekt 14) - 49 tk
- Metallipehmusest tingitud muljumine või vertikaalne kulumine (defekt 41) – 52 tk

Kõik loetletud defektid esinevad rööpapeas rööbaste otstel ja on tehniliselt seotud löökidega põkkudes.

Defektid nr 17.1 ja 14 on ohtlikud seetõttu, et neist võib välja areneda kohest väljavahetamist nõudev teravdefektne rööbas.

„Ohutusaruandes 2016“ on nimetatud, et teravdefektsete rööbaste arv kasvas kohe kui teed rihiti ja kiirus tõusis. Metalliväsimusega vanad ja deformeerunud rööpad ei talu rihtimise tagajärjel tekkivat sirgenemist deformeerunud põkkudes ja hakkavad tekkima murrud.

Aastatel 1999 kuni 2015 on Lelle-Pärnu lõigul kokku välja vahetatud 414 teravdefektset rööbast (ca 7,6% kõikidest rööbastest). Teesse pandud rööbaste klass on määramata (kasutatud rööpad).

Geomeetrilise kulumi osas jäävad rööpad normi piiresse ja on kasutatavad.

Kokkuvõtteks võib järeldada, et rongiliikluse jätkumisel on vaja arvestada teravdefektide arvu suurenemisega mis tingib arvestatava rööbaste väljavahetamise või rööpaotste remondi vajaduse. Tõenäoliselt tekivad rööbaste otste defektid ka toppimis-rihtimistöõde käigus.

Rööbaste geomeetrilise kulumi normide kohaselt on tingimata vajalik suurima lubatud kiiruse vähendamine võrreldes projektkiirusega.

4.4. Liiprid

Raudteelõigu üldpikkus on 68,1 km, sellest 63,8 km on puitliipritel (kokku 98145 liiprit koos Tootsi ja Pärnu jaamade peateedega) ja 4,3 km betoonliipritel (kokku 79998 liiprit).

Betoonliiprid ei olnud paigaldamisel uued kuid nende seisukord on rahuldav ja need ei vaja tingimata asendamist.

Suuremahuline puitliiprite väljavahetamine toimus remontide käigus aastatel 2002-2004, kokku vahetati välja 53000 liiprit (üle 50% kogumahust).

2018 aasta oktoobris-novembris läbiviidud liiprite kontrolli käigus fikseeriti Lelle-Pärnu raudteelõigul (koos Tootsi- ja Pärnu jaamade peateedega) kokku 24949 kõlbmatut liiprit (ca 25% kogumahust), sh 75 „pöösast“ kus järjestikusest on 5 või enam kõlbmatut liiprit.

Puitliiprite tehnilist eluiga (ca 20 aastat) silmas pidades on aastatel 2002-2004 paigaldatud uute puitliiprite eluiga lähiaastatel lõppemas, seega on vahetamist vajavate liiprite arv lähiajal üsna märkimisväärne. Ohutusaruande (2016) hinnangu kohaselt on iga-aastane vahetamist vajavate liiprite arv ca 7000 liiprit aastas, see võimaldaks tagada kõlbmatute liiprite koguarvu kuni 20% juures.

4.5. Sillad

Vastavalt „Sildade aruandes 2010“ ja „Ohutusaruandes 2016“ toodule on Koogiste ja Papiniidu sildade seisukord rahuldav. Tõenäoliselt oleks tehnilises ja majanduslikus mõttes otstarbekas Koogiste silla asendamine truubiga (1 või 2 truubitoru).

4.6. Truubid

Vastavalt „Ohutusaruandes 2016“ toodule on tees olevad truubid on nõutavas korras. Vajadusel tuleb kraavide puhastamisel korrastada truubiotsad.

5. Lelle-Pärnu raudteelõigu tehnilis-majanduslik eluiga ja selle eeldused

Käesolevas punktis kirjeldatu on oluline tulenevalt asjaolust et Lelle-Pärnu raudteelõigu ehitamise ajal kehtinud normide kohaselt on kogu lõik ja selle komponendid ületanud normides ettenähtud eluead. Kuivõrd raudteerajatised ja nende osad on tehniliselt ette nähtud oluliselt suurema koormuse olukorras kasutamiseks kui see Lelle-Pärnu lõigul tegelikkuses on toimunud, on nii tehniliselt võimalik kui majanduslikult mõistlik täpsustada rajatiste ja nende osade tegelike tehnilis-majanduslike eluigade määramise alused ning vastavalt täpsustatud alustele ka määratleda uued eluead ning nende tagamise seisukohalt olulised eeldused.

Seda tehti 2008. aastal, mil Edelaraudtee Infrastruktuuri AS viis läbi rööbasteede raamatupidamisliku väärtuse ümberhindluse, milleks kasutati audiitorite soovitusel korrigeeritud asendusmaksumuse meetodit. Nimetatud meetodi oluliseks osaks on rööbasteede tegeliku tehnilise seisukorra, sellest lähtuva jääkeluea ning samaväärse uue rööbastee kogueluea määramine.

Jääkeluigade, uute samaväärsete rööbasteede eluea ning korrigeeritud asendusmaksumuse määramise viis läbi ekspertkomisjon, mis koosnes kolmest antud valdkonda tehniliselt ja majanduslikust tundvast eksperdist koosseisus:

- **Hr. Arvo Smiltinš**, Eesti Raudtee AS, infrastruktuuridirektor (2008);
- **Hr. Anto Looken**, volitatud raudteeinsener, ehitusjärelevalve ekspert;
- **Hr. Tarmo Veedla**, GoTrack OÜ teetööde juht (2008);
- Komisjoni tööd koordineeris ja aruande koostamist juhtis käesoleva aruande autor **Margus Metssalu**.

2013 lõpus viidi läbi rööbasteede seisukorra uushindamine veendumaks, et 2008. a läbi viidud ümberhindluse eeldused on jätkuvalt asjakohased ja põhjendatud.

Ekspertkomisjon defineeris raudtee eluea mõiste järgmiselt:

raudtee (sh muldkeha ja pealisehitise) eluiga on ajavahemik raudtee ehitamisest või rekonstrueerimisest selle hetkeni, mil ilma raudteed (sh muldkeha) rekonstrueerimata ei ole enam võimalik tagada projektikohast suurimat lubatavat rongide liikumiskiirust, sh. raudtee muldkeha rekonstrueerida ilma raudtee pealisehitise elemente (rööpad, liiprid, ballastikillustik) demonteerimata ei ole võimalik.

Ekspertide definitsioonist lähtuvalt on raudtee eluea peamiseks kriteeriumiks on peatee, jaama- või harutee muldkeha seisukord – raudtee eluiga lõpeb kui selle muldkeha vajab põhjalikku remonti või asendamist. Raudtee pealisehitise elementide jooksvad remont- ja hooldustööd piisavas mahus on eelduseks, et raudtee oleks kasutatav ettenähtud tingimustel ja raudtee eluiga oleks tagatud.

Võttes arvesse Edelaraudtee Infrastruktuuri AS-le kuuluvate raudteede ehitamisel ja kasutamisel kehtinud normdokumentide nõudeid ja arvestades raudteede tegeliku kasutamise iseärasusi (veeremi tüübid, liikluskoormused, teljekoormused, sõidukiirused jms), määrasid eksperdid uute Edelaraudtee Infrastruktuuri AS teedega samaväärsete raudteede eluigadeks alates nende ehitamisest:

- Peateed jaamades ja jaamavahedes – **50 aastat** ehitamisest või rekonstrueerimisest;
- Jaama- ja haruteed – **75 aastat** ehitamisest või rekonstrueerimisest.

Nimetatud eluead on ekspertkomisjoni hinnangul tagatud järgmistel eeldustel:

- a) Raudteed kasutavate rongide aastane brutotonnaaz ei ületa 3 miljonit brutotonni aastas peateede puhul;
- b) Raudteel liikleva veeremi teljekoormus on maksimaalselt 23,5 tonni;

- c) Raudteel liikleva veeremi suurim lubatud kiirus on vastavuses tee geomeetriaga – nõuetele mittevastava tee geomeetria puhul vähendatakse suurimaid lubatud kiiruseid, et tagada ohutus ja vältida raudtee seisukorra halvenemist tingituna ülemääraselt suurenenud dünaamilistest koormustest;
- d) Jaama- ja haruteede liikluskoormus (brutotonnides) ning rongide kiirused on oluliselt madalamad kui peateede puhul ning sellest tulenevalt on erinevad ka neile esitatavad tehnilised nõuded;
- a) Raudteel teostatakse vastavalt vajadusele perioodilisi hooldustöid ja remonte lähtuvalt tabelites 2 ja 3 toodust;
- b) Hooldus- ja remonditööde tehnoloogiate puhul lähtutakse juhendi "Raudtee remondi- ja plaaniliste hooldustööde tehnilised tingimused" (Moskva, "Transport" 1998).

Tabel 2. Eluea kindlustamiseks vajalike hooldus- ja remonttööde loetelu rööpalukkudega rööbastega peateedel jaamavahedes ja jaamades (puitliipritel)

Remondi/hoolduse nimetus	Teostamise aeg peale ehitamist või rekonstrueerimist	Tööde lühikirjeldus
Jooksvad hooldustööd	Pidevalt vastavalt vajadusele	Üksikute kõlbmatute liiprite, defektsete rööbastete ja rööpakinnituste vahetus, üksikute rihvigade parandus, lukupilude reguleerimine jms.
Rihtimis- ja toppimisremont	7. aasta 26. aasta 44. aasta	Raudtee geomeetria korrigeerimine ca 2cm ulatuses, rööpmelaiuse ja rööpakinnituste reguleerimine.
Tõsteremont	13. aasta 32. aasta	Raudtee geomeetria korrigeerimine, tee tõstmine ca 5cm ulatuses koos killustiku lisamisega.
Keskremont	19. aasta 38. aasta	Raudtee geomeetria korrigeerimine, defektsete pealisehitise elementide vahetus (sh suuremahuline liiprite vahetus), ballastikihi puhastus 35cm liipri aluspinnast.
Kapitaalremont või rekonstrueerimine	50. aasta	Kogu pealisehituse (rööpad, liiprid, ballast) väljavahetamine koos raudtee geomeetria taastamisega, muldkeha taastamistööd (kandevõime taastamine, tihendamine, kuju taastamine), veeviimarite puhastus ja taastamine.

Tabel 3. Eluea kindlustamiseks vajalike hooldus- ja remonttööde loetelu jaamateedel (v.a peateed) ja haruteedel

Remondi/hoolduse nimetus	Teostamise aeg peale ehitamist või rekonstrueerimist	Tööde lühikirjeldus
Jooksvad hooldustööd	Pidevalt vastavalt vajadusele	Üksikute kõlbmatute liiprite, pöörmeprusside, defektsete rööbastete ja rööpakinnituste vahetus, üksikute rihvigade parandus, lukupilude reguleerimine, rööpmelaiuse reguleerimine pöörmetel jms.
Rihtimis- ja toppimisremont	9. aasta 36. aasta 63. aasta 68. aasta	Raudtee geomeetria korrigeerimine ca 2cm ulatuses, rööpmelaiuse ja rööpakinnituste reguleerimine.

Tõsteremont	18. aasta 45. aasta	Raudtee geomeetria korrigeerimine, tee tõstmise ca 5cm ulatuses koos killustiku lisamisega.
Keskremont	27. aasta 54. aasta	Raudtee geomeetria korrigeerimine, defektsete pealisehitise elementide vahetus (sh suuremahuline liiprite vahetus), ballastikihi puhastus 35cm liipri aluspinnast.
Kapitaalremont või rekonstrueerimine	75. aasta	Kogu pealisehituse (rööpad, liiprid, ballast) väljavahetamine koos raudtee geomeetria taastamisega, muldkeha taastamistööd (kandevõime taastamine, tihendamine, kuju taastamine), veeviimarite puhastus ja taastamine.

Oluline on rõhutada, et nimetatud eluigade jooksul on nõuetekohase hoolduse ja vajalike remonttööde teostamisel võimalik tagada suurim lubatud rongide sõidukiirus vastavalt raudteede algsele projektkiirusele – Lelle-Pärnu raudteelõigu puhul 80 km/h kaubarongidele ja 100 km/h reisirongidele.

Kui raudtee eluiga on täitunud (50 aastat peateedel ja 75 aastat jaamateedel) või hooldus- ega remonttöid ei ole teostatud vastavalt ettenähtule, tuleb lähtuvalt raudtee muldkeha ja pealisehitise tegelikust tehnilisest seisukorrast vähendada rongide suurimat lubatavat liikumiskiirust või keelata rongiliiklus osaliselt (reisirongid) või täielikult (reisirongid, kaubarongid).

Kuivõrd vastavalt kirjeldatud eeldustele on Lelle-Pärnu lõigu tehnilis-majanduslik eluiga lähiaastatel lõppemas on vajalik kogu lõigule (arvestades sellel planeeritavate või teostatavate töödega) saada pädevatelt ekspertidelt uued hinnangud millele tuginevalt oleks võimalik otsustada raudteerajatiste uus tehnilis-majanduslik eluiga ning selle eeldused.

6. Võimalikud tehnoloogilised valikud Lelle-Pärnu raudteelõigu kasutatavuse tagamiseks

Lelle-Pärnu raudteelõik on tehniliselt seisukorras kus ohutu raudteeliikluse jätkumiseks ja projekteeritud piirkiruse taastamiseks on vajalikud suuremahulised remonditööd. Peamiseks tehniliseks probleemiks võib lugeda ballasti seisukorda ja sellest tingitud probleeme tee geomeetria tagamisel, samuti suurenenud murruohuga (teravdefektsed) rööpad ja peatselt massiliselt väljalangevad puitliiprid.

Võimalikud tehnoloogilised lahendused on kirjeldatud alljärgnevalt.

6.1. Kapitaalremont

Projektkiiruste taastamine (100 km/h reisirongidel ja 80 km/h kaubarongidel) aktsepteeritava ohutustasemega on võimalik vaid täiemahulise kapitaalremondi näol, mille käigus korrastatakse muldkeha täies mahus, rajatakse uus või korrastatakse olemasolev drenaažisüsteem, asendatakse või remonditakse olemasolevad truubid, teostatakse täies mahus pealisehitise ja selle osade uute samaväärsetega asendamine vastavalt tänapäevastele normidele ja tehnoloogiatele.

Lõigu lähituleviku võimalikku kasutusotstarvet ja -mahtusid (Rail Baltic trassi ehitustööde materjalivedu, võimalik regionaalne kauba ette- või äravedu rajatavast 1435mm raudtee Pärnusse rajatavast kaubajaamast) silmas pidades oleks kapitaalremondi mahus investeeringu tegemine nii finantsiliselt (ca 300 – 400 tEUR/km) kui sotsiaalmajanduslikult tõenäoliselt ebamõistlik. Võimalik on leida vähemkulukaid remonditehnoloogiaid (nt kasutades uute

rööbaste/liiprite asemel olemasolevaid kasutuskõlblikke pealisehitise konstruktsioone – sh turul saadaolevad rööpad betoonliipritel) kuid nende tasuvus ei ole üheselt selge. Tõenäoliselt on kõige otstarbekam leida remondi maksumuse osas odavam võimalik lahendus millega on võimalik saavutada raudteeliikluse kasutatavus piiratud tingimustel.

6.2. Hooldusremont piiratud kasutatavuse tagamiseks

Raudteelõigu hetkeseisukorda ja võimalikku lähituleviku kasutusotstarvet silmas pidades oleks käesoleva töö autori hinnangul mõistlik teostada hooldus- ja remonditööd mahus, mis tagavad raudteelõigu säilimise ja piiratud tingimustel ja tagada valmisolek piisavas mahus operatiivsete remondi-hooldustööde teostamisele vastavalt tegelikule ilmnenud vajadusele.

Lelle-Pärnu raudteelõigu tegelikku tehnilist seisukorda arvestades on lõigu olemasolevatel peateedel (kuni Pärnu kaubajaamani) ja lähituleviku kasutusotstarbe seisukohalt olulisematel jaamateedel (3 laadimisteed ja Pärnu kaubajaama ühendustee) on otstarbekas teostada järgmised tööd (vt mahud Lisas 1):

1. Muldkeha niiskusrežiimi tagamiseks vajalikud hooldustööd – veeviimarite ja kraavide puhastus, truupeide puhastus, vajadusel raudteeäärne võsalõikus;
2. Ca 13 km ulatuses ballastikillustiku vahetus, muus osas killustikupuhastus, vajadusel killustiku lisamine;
3. Ca 50% (~55 tuhat) liiprite vahetus;
4. Suurenenud teravdefektide ohuga või ülemäärase geomeetrilise kulumiga rööbaste vahetus või remont rööbaste otste äralõikamise ning kõlblikest osadest kokkukeevitamise näol;
5. Ca 10 pöörangu vahetus peateel ja jaamades;
6. Ülesõitude katete vahetus (6 ülesõitu) ja automaatse foorisüsteemi ehitus (1 ülesõit);
7. Koogiste silla asendamine truubiga.

Kirjeldatud remondistsenaariumi korral on võimalik tagada olemasoleva raudteelõigu kasutatavus järgmistel piiratud tingimustel:

- Lubatud on vaid kaubarongiliiklus kiirusega kuni 40 km/h. Tulenevalt teravdefektsete murdude tekke suuremast ohust ei ole võimalik lubada reisirongiliiklust;
- Lubatud liikluskoormus on kuni 1 rongipaar ööpäevas, aastane maht 1-1,5 milj brutotoni;
- Tehakse vajalik mahus hooldusremondi tööd, pannakse paika põhimõtted edasise korrashoiu tehnoloogia ja ohutuse tagamise osas – ebastandardised lahendused
- Kaetakse tõenäoliselt suuremad jooksva korrashoiu ja hoolduskulud kui seni, sh:
 - Rööbaste seisukorra pidevkontroll;
 - Vajadusel kohene sekkumine vajalikke remonttööde teostamiseks (sh rööpavahetus)
- Tagada tuleb piisav vahetusrööbaste fond – olemas peab olema piisavas koguses rööpaid koheseks vahetamiseks.

Defektsete otstega rööpad remonditakse – rööpa otsad lõigatakse ära, keevitatakse kokku 25-meetristeks, puuritakse uued rööpaluku augud. Oluline on jälgida, et keevitatavate rööbaste geomeetiline kulum oleks sarnane, rööpa materjalid (terase mark) ja termotöötlus (selle puudumine) oleks samad või piisavalt sarnaste omadustega keevitamise teostamiseks.

- Tagatakse piisav uute puitliiprite varu või saamisvõimalus et järjest väljalangevaid liipreid oleks võimalik vastavalt vajadusele koheselt asendada.

Arvestama peab asjaoluga, et lähematel aastatel jätkub liiprite arvestatav väljalangemine (suurem osa olemasolevaid liipreid on paigaldatud aastatel 2001-2002, puitliiprite normaalne eluiga on 20 aastat).

Kirjeldatud hooldusremonditehnoloogia valikul on kriitilisel kohal olemasolevad „ülenormatiivse“ kasutuseaga ning osalt defektsed rööpad ja nende taaskasutatavus, samuti võimalus vastavalt vajadusele kasutada ka mujalt eksploatatsioonist ülejäänud kasutatud rööpaid. Sellest lähtuvalt on tähtis määratleda kriteeriumid ja põhimõtted millest rööbaste taaskasutamisel ja remonditehnoloogiate valikul lähtuda.

7. Rööbaste taaskasutamise põhimõtted ja tehnilised eeldused

Edelaraudtee Infrastruktuuri AS tellimisel teostas Tallinna Tehnikaülikool aastal 2009 rakendusuringu eeluuringu „Rööbaste eksploatatsioonikriteeriumid ja liitetehnoloogia“ [4] (edaspidi *Rööbaste uuring 2009*), milles osales raudtee-eksperdi ja projektijuhina käesoleva aruande autor. Uuringu fookuses oli olemasolevate R50-tüüpi rööbaste kasutatavus pikkrööbasteks keevitamisel ja kasutamisel puitliipritel, uuringu raames toodi välja olulised kriteeriumid ja viited normidele.

Käesolevas aruandes on kasutatud „Rööbaste uuringus 2009“ kajastatud mis on jätkuvalt aktuaalne ja kasutatav Lelle-Pärnu raudteelõigu rööbaste taaskasutamisel, sh remontimisel keevitamise ja rööbaste tehnilis-majandusliku eluea pikendamisel.

7.1. Rööbaste jääkressursi ja taaskasutamise olulised kriteeriumid

Raudteerööbaste kasutamise jääkressurss on peamiselt seotud võimalike defektide esinemisega rööpa materjalis, rööpa geomeetriaga (kulum) ja summaarse veeremi massiga, mis on liikunud rööbastel (rööpa materjali väsimustugevus). Praktikas eksisteerib tihtipeale olukord, kus rööpa kulum on kehtivate eeskirjade järgi tunduvalt väiksem maksimaalsest lubatavast kulumist, ohtlikud defektid rööpa materjalis puuduvad, aga rööpa ressurss mõõdetuna brutotonni kilomeetri kohta on ammendunud. Sellest tulenevalt tuleks normide kohaselt kasutatavad raudtee rööpad välja vahetada, kuid arvestades rööbaste tegelikku tehnilist seisukorda, ei pruugi see olla vältimatult vajalik.

Küll aga on selliste „ülenormatiivsete“ rööbaste jätkuval kasutamisel vaja arvestada kaasneva suurema ohumääraga (tegeliku tehnilise olukorra määramatus on suurem kui „normikohastel“ rööbastel) ja vajalik on otsustada aksepteeritav risk (võimalik rike, selle tagajärg ja mõju) rööbaste kasutamisel. Tõenäoliselt on aksepteeritava ohumäära saavutamisel mõistlik vähendada rongide liikumiskiirust, piirata liiklusgraafikut (maksimaalne rongide arv ööpäevas peab võimaldama vajadusel teostada operatiivselt hooldus- või remonttöid), keelata raudteelõigul reisirongiliiklus.

7.2. Olulised tehnilised tingimused rööbaste taaskasutamisel

Nagu „Ohutusaruandes 2016“ kirjeldatud, esinevad peamised tuvastatud defektid olemasolevate rööbaste otstes ja on otseselt seotud põkkliidetega - veeremi ratta löökidest tingitud materjali väsimus, pinna plastne deformeerumine ja muud kaasnevad defektid.

Rööbaste pinna plastne deformeerumine ja muud nähtavad defektid on visuaalselt tuvastatavad ja neist tingitud rööpa kasutatavus või mittekasutatavus on võimalik visuaalse vaatluse tulemusena otsustada.

Keerulisem on tuvastada rööpa materjali väsimusprotsesside olukorda ja võimalikke tagajärgi.

Materjali väsimusega kaasnevad defektid võivad lisaks rööpa otstele esineda ka muudes rööpa osades, kuigi nende esinemise tõenäosus mujal on oluliselt väiksem, kui rööpa otstes.

Rööpa materjalide väsimusprotsesside lõplikuks tagajärjeks on rööpa purunemine kui väsimusprao pikkus on saavutanud kriitilise väärtuse. Väsimuspragu algab väikesest materjali defektist või

pingekontsentraatorist ning pragude olemasolu materjalis on võimalik tuvastada enne purunemist. Väsimuskahjustustega rööpaosad tuleb enne rööpa taaskasutust tuvastada ja eemaldada.

Väsimuspragude avastamise tehnoloogiad on kulukad ja kulukus tõuseb sõltuvalt sellest, kui väikeseid pragusid tuleb avastada ja missugune on tulemise nõutav usaldatavus.

Kuna väsimusprao tekke tõenäosus keevisliites on suurem, kui rööpa materjalis, on rööbaste taaskasutamises oluline, et keevisliidete koguarv jääks nii väikeseks, kui võimalik. Seetõttu on mõistlik sätestada keevisrööbasteesse paigaldatava taaskasutatud rööpa vähim võimalik pikkus.

Eeldades, et väsimuspragude kiireim areng toimub poldiaukude vahetus ümbruses, tuleb ka nende rööbaste taaskasutuseks, kus otsadefektid ei ole veel avaldunud, need osad eemaldada. Seejärel tuleb vastu võtta otsused rööpa keskosa uuringute tegemiseks.

Uuringute tegemise alternatiivina saab arvestada võimalusega, et rööpa keskosas esineva materjali väsimusdefektist tingitud defekti ja võimaliku rööpamurru tõenäosus on piisavalt väike et see mahub aktsepteeritava ohumäära sisse (nt juhul kui lubatud on vaid kaubarongiliiklus väikese intensiivsusega, võimalikust defektist tingitud kahju on aktsepteeritav).

Ei ole selge, kui väikeste pragude avastamine on vajalik tee ressursi piisavalt täpseks prognoosimiseks ja see, kus jookseb väga väikeste pragude tuvastamise majanduslik otstarbekus.

Vastavalt „Rööbaste uuringus 2009“ viidatud Briti Raudtee praktikale [6] on kasutatud rööbaste kokkukeevitatavuse ja kasutatavuse otsustamise protseduur järgmine:

- mõõdetakse tööpindade geomeetriline kulum, otsustatakse kasutatavus sellest lähtuvalt;
- esmalt määratakse rööpas veerete deformatsioonide, siseseva kahjustuste ja termiitkeevisliidete olemasolu. Kui kahjustatud kohti ei saa löikamisega eemaldada, siis seda rööbast keevisrööpas ei kasutata. Kontaktkeevisliited kasutatud rööpas on lubatud, eeldusel, et need ei asu rööpa otsale lähemal, kui 3,5 m;
- sobivad rööpad läbivad rööpapea ultrahelikontrolli (väsimusdefektide, teravdefektide tuvastamiseks);
- lõigatakse välja termiitkeevisliited, kahjustused ja poldiaukudega otsad. Keevisrööpas kasutatava rööpa vähim lubatav pikkus on 9,14 m (30 jalga).

Samuti „Rööbaste uuringus 2009“ viidatud Venemaa olemasolevaid puitliipritel keevisrööbasteid käsitlev norm TY-1992 [7] sätestab muuhulgas et:

- keevisrööpas kasutatavate rööbaste pikkus peab olema 25 m, erandkorras on lubatud kasutada teise sordi ja lühemaid, kui 25 m rööpaid juhul, kui raudtee koormusintensiivsus ei ületa 40 milj. brutotonni aastas;
- keevisrööbastees ei tohi kasutada läbisegi karastatud ja karastamata rööpaid;
- rööpa ohtliku defekti kõrvaldamiseks lõigatakse rööpast defektiga koht välja ning asendatakse ajutiselt korraliku rööpaga, mille pikkus on (8 ... 11) m. Vähim lubatud kaugus defekti servast lähima läbilõikeni ja ka lähima keevisliiteni on 3 meetrit.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et rööbaste ohutuks taaskasutamiseks on vajalikud järgmised tegevused:

- sobiva profiiliga ja sarnase termotöötlusega rööbaste valik;
- rööbaste kontroll ultrahelimeetodil pragude avastamiseks;
- avadega otste, pragudega kohtade ja termiitkeevituste väljalõikamine
- pikkrööbaste koostamine kontaktkeevituse statsionaarse seadmega
- pikkrööbaste ühendamine keevisrööbaste paigaldamisel kontakt- või termiitkeevitusega
- suurendatud tähelepanuga kontrolli tagamine kasutamisel.

Eeltoodud viidatud normidest ja kirjeldatud põhimõtetest lähtuvalt on võimalik otsustada Lelle-Pärnu lõigul olemasolevate ja võimalike juurdehangitavate kasutuskõlblikke R50-tüüpi rööbaste remonditehnoloogia teravdefektsete või geomeetriliste deformatsioonidega rööpaotste asendamiseks keevitustehnoloogiat kasutades.

8. Kasutatud ja viidatud materjalid

1. Edelaraudtee Infrastruktuuri AS kvaliteedi- ja ohutusjuhi U.Lükki koostatud „Ohutusanalüüs. Lelle-Pärnu raudtee“ (2016);
2. SV Ehituskonsultatsioonide OÜ „Edelaraudtee sildade ülevaatus“ (2010);
3. Edelaraudtee Infrastruktuuri AS „Liiprite kontrolli aruanne. Lelle-Pärnu lõik“ (2018);
4. „Edelaraudtee Infrastruktuuri AS põhivara ümberhindluse aruanne“ (2008, 2014). Aruande aluseks olnud tehniliste uuringute teostamist ja aruande koostamist korraldas projektijuhina käesoleva aruande autor
5. Tallinna Tehnikaülikooli poolt teostatud rakendusuuringu eeluuring „Rööbaste eksploatatsioonikriteeriumid ja liitetehnoloogia“ (2009), uuringus osales raudtee-eksperdi ja projektijuhina käesoleva aruande autor;
6. Cope, G. H. (ed), British railway track, Design, construction and maintenance, Echo Press, Loughborough, 1993;
7. Технические указания по устройству, укладке и содержанию бесстыкового пути, Министерство Путей Сообщения Российской Федерации, Главное Управление Пути, Москва, "Транспорт" 1992.

Lisa 1. Soovitatud hooldusremondi tööde hinnanguline eelarve

Käesolevas tabelis on toodud käesolevas aruandes soovitatud remondistsenaariumi teostatavate tööde mahud ja eeldatav maksumus. Eeldatavad ühikhinnad tuginevad 2017 - 2019 hangete sarnaste tööde ja kulude maksumustel (Edelaraudtee Infrastruktuuri AS andmed).

Remonditavad lõigud	Algus	Lõpp	Kokku	
Lelle-Pärnu peatee	71.80	136.10	64.30	
Pärnu jaama ühendustee			2.20	
Laadimistee			0.40	
Laadimistee			0.40	
Laadimistee			0.40	
Kokku			67.70	
Materjalid, tööd	Ühik	Kogus	Ühiku hind	Kokku
Materjalid				
Rööbas R50 (kasutatud)	t	130	550.00 €	71,500 €
Liiper puit	tk	54,160	23.00 €	1,245,680 €
Killustik Gr fr 32...64	t	65,660	10.25 €	673,015 €
Töö				
Rekonstrueerimistööd (ilma materjalideta)	km	13.00	100,000.00 €	1,300,000 €
Rihtimine/toppimine/killustiku lisamine (ilma materjalideta)	km	54.70	35,000.00 €	1,914,500 €
Pöörangud peateel	tk	6	25,000.00 €	150,000 €
Pöörangud kaubajaamas	tk	4	25,000.00 €	100,000 €
Ülesõidu katted	tk	6	20,000.00 €	120,000 €
Ülesõidu AFS	tk	1	55,000.00 €	55,000 €
Koogiste silla asendamine truubiga	tk	1	120,000.00 €	120,000 €
Omanikujärelevalve	kmpl	1	- €	- €

Kokku (ilma km)	5,749,695 €
Kilomeetri maksumus (ilma km)	84,929 €