



TALLINNA
TEHNIKAKÕRGKOO

Oleg Tšaban

RAUDTEE REKONSTRUEERIMISE TÖÖKORRALDUSE PROJEKT

LÕPUTÖÖ



Oleg Tšaban

RAUDTEE REKONSTRUEERIMISE TÖÖKORRALDUSE PROJEKT

LÕPUTÖÖ

Ehitusinstituut

Teedehituse õppekava

Juhendaja: Tarvo Mill

Tallinn 2024

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina/meie, Oleg Tšaban

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

„Raudtee rekonstrueerimise töökorralduse projekt“

1) reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada ja teha üldsusele kättesaadavaks Tallinna Tehnikakõrgkooli digiarhiivi DSpace kaudu;

2) reprodutseerimiseks pärast piirangu lõppu juhul, kui instituudi direktori korraldusega on kehtestatud lõputöö avaldamisele tähtajaline piirang.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi.

Autorideklaratsioon

Mina/meie, Oleg Tšaban

tõendan/tõendame, et lõputöö on minu/meie kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja ja iseenda varasematele teostele on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autori/te/le ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

(allkirjastatud digitaalselt)

Juhendaja Tarvo Mill

Töö vastab lõputööle esitatavatele nõuetele.

(allkirjastatud digitaalselt)

Lõputöö on kaitsmisele lubatud instituudi direktori korraldusega.

(allkirjastatud digitaalselt)

(kuupäevad digiallkirjades)

SISUKORD

LÜHENDITE LOETELU	5
SISSEJUHATUS	6
1 RAUDTEE KONSTRUKTSIOONID JA NÕUDED	7
1.1 MULDKAHA	7
1.2 PEALISEHITIS	8
1.2.1 RÖÖPAD	10
1.2.2 PÖÖRMED	11
1.2.3 LIIPRID	12
1.2.4 BALLASTIPRISMA	13
1.2.5 SIDEOSAD VÕI KINNITUSVAHENDID	13
1.2.6 PIKKRÖÖBASTEE	15
1.2.7 TEE KONSTRUKTSIOONI ERIPÄRA KÕVERIKES	16
2 RAUDTEE EHTUSTÖÖDE KORRALDAMINE	17
2.1 TAPA-NÕMMKÜLA KM 320,248 - 321,343 JA NÕMMKÜLA JAAM KM 323,760 - 324,964	17
2.1.1 ASUKOHT	17
2.1.2 OLEMASOLEVA OLUKORRA KIRJELDUS	18
2.1.3 EHTUSTÖÖD ENNE AKENT 72H	19
2.1.4 EHTUSTÖÖD AKNAS 72H	29
KOKKUVÕTE	34
SUMMARY	35
VIIDATUD ALLIKAD	36
LISA1. TAPA-NÕMMKÜLA KM 320,248 - 321,343 AKEN 72H EHTUSTÖÖDE KALENDERGRAAFIK	37

LÜHENDITE LOETELU

UK kraana—	raudtee kraana, mis paigaldab või demonteerib rööbasteed 25 m teesõrestike kaupa;
UK rong—	UK kraana koosseis, mis koosneb: kateplatvorm, UK kraana, suusk platvorm, USO platvormid, vints või MPD platvorm, dresiin TKA-8 või Vedur;
USO—	platvormid portaalide ja tugiraamidega, mida kasutakse 25 m teesõrestike pakkide vedamiseks punktist A punkti B;
Suusk—	platvorm, mille peal on rullikud ja erikujulised rööpad, mida mööda teesõrestikupakid libisevad;
MPD—	iseliikuv vintsplatvorm, mis on varustatud juhikabiiniga, võib teostada manöövr tööid;
Vints—	platvorm, mis on varustatud vintsiaga, mille ülesanne on trossiga tõmmata või lükata teesõrestikupakki;
R350 HT—	jahutatud terase tüüp, millest koosnevad pikkrööpad;
R65, R50, 60E1—	Eesti raudteedele enim levinud rööpatüübid, tähis R ja E1 näitab rööpa 1 meetri ligikaudset kaalu kilogrammides;
TKA-8—	dresiini seerianumber;
PL—	universaalne platvorm portedega, mille kogupikkus on 14,62 m ja laadida saab kogupikkusest 13,40 m;
PL, fitting—	portedeta platvorm, mille kogupikkus on 19,62 m ja laadida saab kogupikkusest 18,40;
Tööplaan—	töörongide ja raudteeveerimite liikumine raudteetaristul Eesti Raudtee AS;
Töörong—	raudteeveerem, dresiin, vedur jm, mille külge on haagitud vagunid.

SISSEJUHATUS

Käesoleva lõputöö "Raudtee rekonstrueerimise töökorralduse projekt" aluseks on aktsiaselts Eesti Raudtee poolt koostatud Tapa-Kaarepere kapitaalremonditööd ja õgvenduste ehitus põhiprojekt. Töövõtjaks on Osaühing GoTrack, tellija ning järelvalve on aktsiaselts Eesti Raudtee (edaspidi kasutatakse lihtsustatult „tellija”).

Lõputöös käsitletakse kahte raudteelõigu: Tapa-Nõmmküla km 320,248 - 321,343 ja osaliselt Nõmmküla jaam km 323,759 - 324,964 rekonstrueerimine. Kõverate õgvendamiseks rajatakse uus pealisehitis ja muldkeha peateel lõikudes Tapa-Nõmmküla ja Nõmmküla jaam. Lõigus Nõmmküla jaam teostatakse samuti kõrvalteede nr. 2 ja 3 kapitaalremont kasutusel olnud raudbetoon 60E1 sõrestikuga ning uute pöörmete nr. 1, 2, 3 ja 4 1/11 60E1 paigaldamine. Nõmmküla jaama kõrvalteede nr. 2 ja 3 pealisehituse rajamiseks on lubatud kasutada sõelutud raudtee ballasti, mis pärineb olemasolevast peateest. Olemasolev peatee plaanigeomeetria lõikudes Tapa-Nõmmküla ja Nõmmküla jaam võimaldab reisirongidel sõita maksimaalse kiirusega 120 km/h. Üleriigilise planeeringu „Eesti 2030+” järgi peavad reisirongiliikluse kiirus, sagedus ja kasutusmugavus kasvama kõigis Eesti jaoks tähtsates suundades. Tulevikus tuleb reisirongide maksimaalset lubatud piirkiirust suurendada Tallinna–Narva–Peterburi, Tallinna–Tartu–Pihkva ja Tartu–Valga–Riia liinidel kuni 160 km/h. Sellest lähtuvalt on aktsiaselts Eesti Raudtee kaardistanud kitsaskohad, mis ei võimalda täna suuremat kiirust kui 120 km/h.

Lõputöö protsessi käigus määratakse sobiv ehitustehnoloogia, ressurss ning koostatakse kalendergraafik, mille alusel teostatakse raudtee aknas 72 h projekti põhiosa ehituslik lahendamine. Käesoleva lõputöö kirjutamise hetkel toimetab lõputöö autor Tapa-Kaarepere kapitaalremonditööd ja õgvenduste ehitus projekti vastutava objektijuhina.

Antud lõputöö koosneb kahest osast: esimene osa on teoreetiline, mis käsitleb raudtee seadusandlust, juhendeid ja standardeid. Teine osa on empiiriline, mis hõlmab ehitustööde korraldamist objektil.

1 RAUDTEE KONSTRUKTSIOONID JA NÕUDED

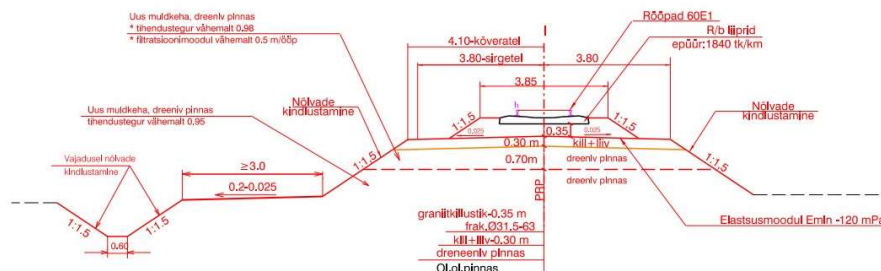
1.1 MULDKEHA

Enne mullatööde algust puhastatakse raudtee maa-ala võsast ja puudest. Tööde käigus välja kaevatavat liigset pinnast kasutatakse muldkeha jalami kindlustamiseks ja vajalikes kohtades täitepinnasena raudtee maa-ala tasandamiseks, profileerimiseks ning heakorrastamiseks. Puistangu pealispinnale tuleb anda põikkalle 2%. Töötsooni sattuvate kaablite täpne asukoht ja sügavus määratakse šurfimise teel kaablite haldaja juuresolekul, tööde teostamisel tagatakse kaablite ning seadmete säilivus. [6]

Demonteeritava raudtee all olev killustikust ballastikiht lõigatakse välja (kaldega raudteest eemale) ja seda kasutatakse hooldustee rajamiseks. [6]

Muldkeha põikprofiili (Joonis 1) tüüpilised näitajad on järgnevad [1]:

- muldkeha laius jaamavahel 7,6 m;
- muldkeha pealispinna põikkalle 2,5% jaamavahel ja 1% jaamas ning aluspinna põikkalle 4,0% veeviimarite poole;
- muldkeha ja ballastiprisma nõlva kalle on 1:1,5;
- muldkeha materjali filtratsioonimoodul peab olema vähemalt 0,5 m/ööp.



Joonis 1. Pealisehitise põikprofiil [6]

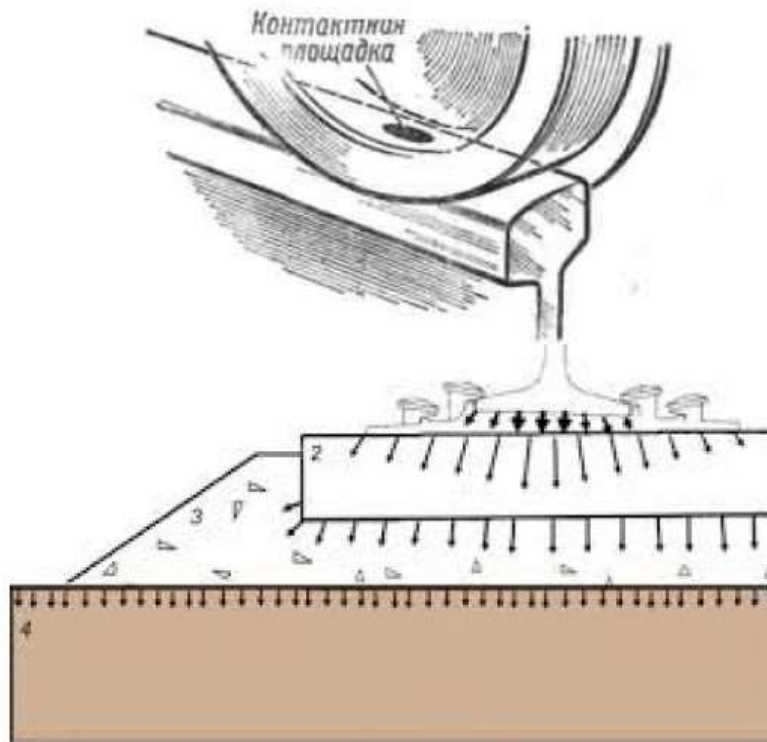
Muldkeha projekteerimisel on arvestatud veeremi maksimaalseks teljekoormuseks 32 t/teljele. Muldkeha aluspinnase tihendamisel peab saavutama elastsusmooduli vähemalt 80 MPa. Uue muldkeha pealispind kindlustatakse 30 cm paksuse peenkillustiku ja liiva seguga (suhtega 1:1). Muldkeha ülemise 1,0 m paksuse kihi minimaalne tihendustegur peab olema vähemalt 0,98, alumistel kihtidel 0,95. [1] Muldkeha pealispinna tihendamisel tuleb saavutada selle elastsusmoodul vähemalt 120 MPa. Kui seda ei õnnestu saavutada, on vajalik ette näha täiendava geovõrgu paigaldamine ballastiprisma alla. Uue muldkeha ehitusel peab iga kihi kvaliteedi kontrolli juures olema tellija esindaja ja vormistatud akt. [6]

Muldkeha kahepoolne pealispinna kalle 2,5% on suunatud muldest eemale. Kõveral teelõigul peab mullet laiendama kõvera välisküljel 30 cm võrra. [1] Kui olemasoleva muldkeha kõrgus on suurem kui 1 m, on selle laiendatavas piirkonnas vajalik nõlvale astmete sisselõikamine. Muldkeha rajamisel tuleb seda kihtide kaupa tihendada, kusjuures kihi paksus tuleb valida vastavalt kasutatavale tihendamisseadmele, kuid see ei tohi olla paksem kui 30 cm. Erinevate kihtide segunemise ärahoidmiseks peab kasutama geotekstiili. Uue muldkeha nõlvad tuleb kindlustada kasvupinnase lisamise ja murukülviga. [6]

Vee ärajuhtimine raudtee muldkeha juurest toimub kraavide ja küvettide abil. Olemasolevad vee äravoolu kraavid ja küvettide tuleb täita kohaliku pinnasega ning rajada uued. Kraavide ja kommunikatsioonide ristumise piirkonnas nähakse vastavalt vajadusele ette poolitatavate kaabli kaitsetorude paigaldamine. Mullatööde lõppedes peab maa-ala olema planeeritud ja heakorrastatud. [6]

1.2 PEALISEHITIS

Tee pealisehitist võtab veeremilt koormuse vastu ja edastab selle alusehitisele (Joonis 2).



Joonis 2 Veeremi koormuste (kihid: 1. rööbas →2. liiper →3. ballast →4. muldkeha) edastamine pealisehitiselt alusehitisele [3]

Pealisehitis töötab väga rasketes tingimustes. Talle mõjuvad veeremi raskusjõud, lisajõud, mis tekivad veeremi kõikumisest vertikaal- ja horisontaalsuunas, pidurdamisel tekkivad pikisuunalised jõud, kõverikes pöördumisest tekkivad jõud jm. Pealisehitist mõjutab ilmastik: vihm, lumi, tuul ja temperatuuri kõikumised. Sellest lähtuvalt peab pealisehitis olema tugev, stabiilne ja ökonoomne. Tee pealisehitise moodustavad rööpad, sideosad (nimetatakse ka kinnitusvahenditeks), liiprid (ka pöörme- ja sillaprussid), ballast, pöörmesid, ristmed ja muud rööpmeühendused. [3]

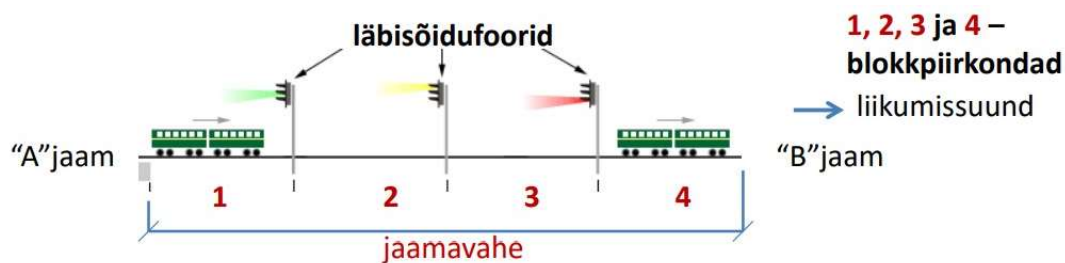
Õgvendavatel peateedel on ette nähtud järgmine pealisehitise konstruktsioon [6]:

- rööbaste tüüp: 60E1 – R350 HT;
- liiprite tüüp: raudbetoon (SKL14 rööpakinnitussüsteemiga);
- liiprite epüür: 1 840 tk/km;
- ballasti tüüp: graniitkillustik, fraktsioon 31,5-63 mm;
- ballastikihi paksus liiprite all: 35 cm;
- ballastiprisma laius: 3,85 m.

Kapitaalremonditööde raames on jaama kõrvalteedel ette nähtud järgmine pealisehitise konstruktsioon—kasutusel olnud raudbetoon 60E1 sõrestik Pandrol FASTCLIP rööpakinnitusega ja graniitkillustik, fraktsioon 31,5 - 63 mm. Ballastiprisma laius 3,65 m ning ballastikihi paksus liipri all 30 cm. [6]

1.2.1 RÖÖPAD

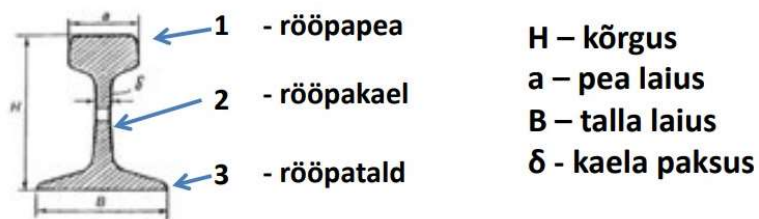
Rööpad on tee pealisehitise vastutusrikas element, mille kvaliteedist, massist ja seisukorrast olenevad suurel määral nii rongiliikluse ohutus kui ka lubatavad rongikoormused ja sõidukiirused. Rööpad annavad veeremi koormuse edasi liipritele ja suunavad rataste liikumist. Peale selle liigub automaatblokeeringu korral mööda rööpaniite signaalvool (Joonis 3) ja elektrifitseeritud raudteeliinidel ka veovool. Automaatblokeering on rongiliikluse intervallreguleerimise süsteem, mille puhul vastassuuna rongi saatmine naaberjaamast jaamavahele blokeeritakse automaatselt väljasõidufoori avamisel ja jaamavahe jaotatakse blokkpiirkondadeks, mida piiravate fooride näidud muutuvad automaatselt ja edastavad liikuvatele rongidele vastavaid signaale olenevalt sellest, kas foori näidu taga asuv blokkpiirkond on raudteeveeremist vaba või raudteeveeremiga hõivatud [2].



Joonis 3. Automaatblokeering jagab jaamavahe neljaks eraldiseisvaks blokkpiirkonnaks [5]

Kõige tuntumad rööpatüübid Eesti raudteedel on R65, R50, 60E1 (UIC60). Täht R tähendab rööbast ja number - rööpa ühe meetri ligikaudset kaalu. Rööpaid R75 ja R65 loetakse rasketeks, rööpaid R50 keskmisteks ja rööpaid R43 ning kergemaid kergeteks (Joonis 4). [3]

Rööpa tüüp	1 meetri kaal, kg	Ristlõike pindala cm ²	Rööpa kõrgus mm	Pea laius, mm		Talla laius, mm	Kaela paksus, mm
				all	ülal		
60 E1	60,3	76,9	172	74,3	72	150	16,5
R75	73,7	94	192	75	71,8	150	20
R65	64,6	82,6	180	75	72,8	150	18
R50	51,6	65,9	152	71,9	70	132	16
R43	44,7	57	140	70	70	114	14,5



Joonis 4. Rööbaste põhimõõtmel koos selgitava ristlõikega [5]

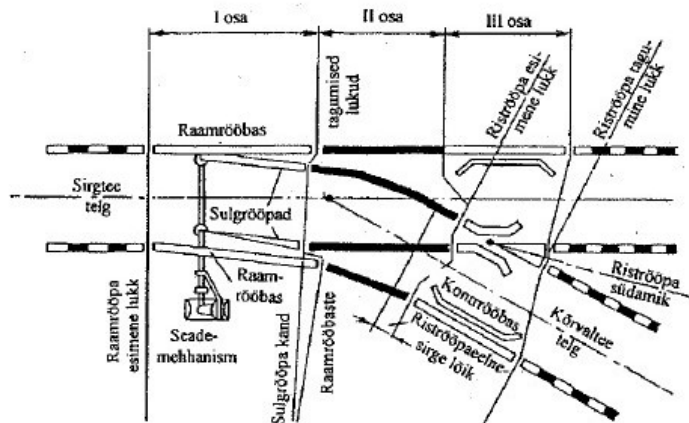
1.2.2 PÖÖRMED

Pöörmeid liigitatakse [3]:

- rööpa tüübi järgi, millest nad on valmistatud (peamised tüübid on UIC60, R65, R50 ja R43, aga tees on veel ka kergemat tüüpi pöörmeid);
- riströöpa margi järgi: on lihtpöörmed, mille mark on 1/9, 1/11 või 1/18, sümmeetrilised mäepöörmed, mille mark on 1/6, ja ristpöörmed, mille mark on 1/9;
- lihtpöörmed jagunevad parem- ja vasakpoolseteks ning sümmeetrilisteks.

Pöörme (Joonis 5) peamised osad [3]:

- pöörang (koos seademe mehhanismiga), mis koosneb kahest raamrööpast, kahest sulgrööpast, ühendus-, seade- ja kontrolltõmmitsatest ning sideosadest;
- ühenduste, mille hulka kuuluvad pöörangu ja riströöpa ning kontrarööbaste vahelised rööpad;
- riströöbas koos kontrarööbastega;
- Pööre pannakse maha koos puit- või betoonliipritega.



Joonis 5. Lihtpöörme skeem [3]

1.2.3 LIIPRID

Liiprite otstarve on anda rööbasteelt tulev koormus edasi ballastile ja hoida rööpmelaiust stabiilsena. Liiprite paigaldussüsteemi nimetatakse liipriepüüriks. Põhilisi epüüre on kolm ja need vastavad liiprite arvule 1 600, 1 840 ja 2 000 tk. 1 km kohta (viimane on kasutusel üksnes kõverikes), mis tähendab liiprite arvu 25 m rööpalüli kohta vastavalt 40, 46 või 50. Hariteedel ja muudel teisejärgulistel teedel võib esineda ka liipriepüür 1 440 tk/km. Kõverikes, mille raadius on 1 200 m või väiksem, peab epüür olema ühe astme võrra suurem kui sirgel teel. [3]

Eesti raudteedel kasutatavad liiprid valmistatakse puidust ja raudbetoonist [3]:

- puitliiprite head omadused on valmistamise lihtsus, elastsus, head elektriisolatsiooniomadused ja sideosade kinnitamise lihtsus. Puitliiprite peamine puudus on lühike tööiga. Selle pikendamiseks immutatakse puitliiprid mädanemist takistavate ainetega – antiseptikumidega;
- betoonliiprite peamine eelis on see, et nad ei mädane. Nad taluvad ka tunduvalt suuremat survet kui puitliiprid. Peale selle toetuvad rööpad ehkki jäigemale, aga ühtlasele alusele. Betoonliiprite puhul on rongiliiklus sujuvam, nad sobivad hästi kokku pikkrööbastega, sest nende suur kaal annab teele parema stabiilsuse. Betoonliiprite suur puudus on jäikus, mille kompenseerimiseks tuleb panna elastsed vaheelemendid rööpa ja aluslapi ning aluslapi ja liipri vahele. Teiseks betoonliiprite oluliseks puuduseks on kõrge elektrijuhtivus, mistõttu on KB-sideosades kasutusel spetsiaalsed isolatsioonielemendid, mis teevad selle konstruktsiooni keerukaks.

1.2.4 BALLASTIPRISMA

Ballast on liiprite ja pöörmepresside alus, mille ülesanne on [3]:

- võtta vastu liiprite surve ja anda see võimalikult ühtlaselt edasi muldkeha pealmikule;
- takistada liiprite põik- ja pikinihkumist veeremi koormuse toimel;
- juhtida pinnavett eemale teesõrestikust ja takistada kapillaarniiskuse tõusu muldkehast;
- amortiseerida teatud määral veeremi ja tee vastasmõjul tekkivaid lööke;
- võimaldada teesõrestiku asendi parandamist vertikaal- ja horisontaaltasapinnas.

Lähtudes eeltoodust, peab ballasti materjal vastama järgmistele nõuetele: otsast kuni ballastiprisma perveni. See peab olema piisavalt tugev ja elastne, peab hästi vett läbi laskma, ei tohi kaotada oma omadusi märgudes ega palju kordi külmudes ja üles sulades, peab võimalikult vähe purunema tööriistade ja mehhanismide toimel, ei tohi tolmata, seda ei tohi tuul ära puhuda ega vesi ära uhtuda. [3]

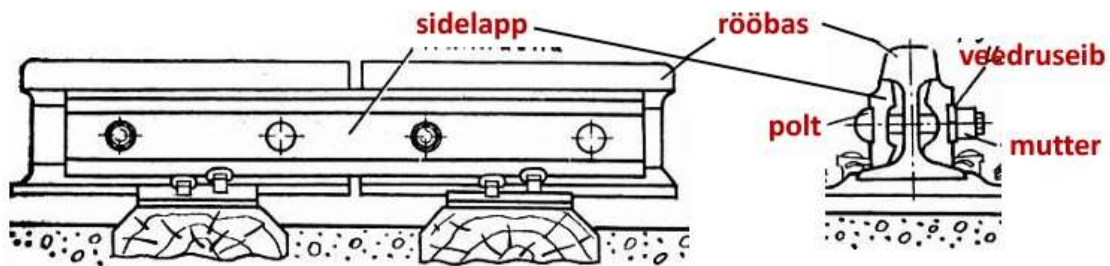
Parim ballastmaterjal on kõvadest kivimitest killustik, selleks on graniitkillustik, mis erineb oluliselt kohalikust paekivi- või lubjakivikillustikust. Graniitkillustik vastab kõige rohkem ballastmaterjalile esitatavatele nõuetele. See on kõige stabiilsem ja seal tekivad jääkdeformatsioonid aeglasemalt kui muude ballastiliikide puhul. [3]

Ballastiprisma laius määratakse olenevalt tingimustest, et see tagaks liiprite stabiilse asendi veeremi koormuse all ja kahele poole jääks piisava laiusega teepeenar. Ballastikihi paksus liipri all peab olema küllaldane, et vähendada ja ühtlustada veeremi poolt liiprite kaudu muldkehale mõjuvat koormust. [3]

1.2.5 SIDEOSAD VÕI KINNITUSVAHENDID

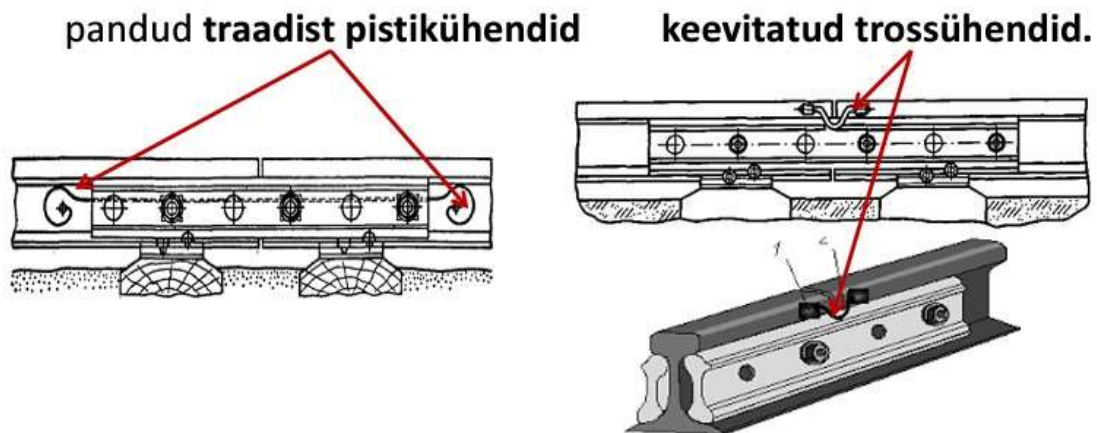
Peale rööbaste aluse külge kinnitamise ühendavad sideosad rööpaid ka omavahel. Rööbaste omavahelist ühendust nimetatakse lukuks ja see peab tagama rööpaniidi pidevuse ning ühenduskoha samasuguse tugevuse, kui on rööpal mujal. Lukud võivad olla tavalised, voolujuhtivad, isoleerlukud ja üleminekulukud. [3]

Tavaline lukk (Joonis 6) koosneb kahest sidelapist ja poltidest koos mutrite ja seibidega. Sidelappide otstarve on anda lukule piisav jäikus ja mitte lasta rööpaotstel vertikaalsuunas painduda. [3]



Joonis 6. Tavaline lukk [5]

Voolujuhtivad lukud (Joonis 7) erinevad tavalisest selle poolest, et stabiilse ja kvaliteetse voolujuhtivuse tagamiseks on nendesse pandud traadist pistikühendid või keevitatud trossühendid. [3]



Joonis 7. Voolujuhtivad lukud [5]

Isoleerlukud (Joonis 8) ei lase voolul liikuda ühelt rööpalt teisele. Isoleerlukud paiknevad rööbasahelate piiridel ja on sageli kohakuti fooridega. [3]

põhiliseks ballastmaterjaliks Eestis, ei vasta ka puitliipritega tee nõuetele, betoonliiprite jaoks on ta aga täiesti kõlbmatu. [3]

Ballastiprisma õlg peab rööbaste R65 puhul olema vähemalt 35 cm ja nõlva kalle mitte järsum kui 1:1,5. Liiprivahed täidetakse killustikuga kuni betoonliiprite keskosa tasapinnani. [3]

Liiprite arv ühel peatee kilomeetril peab olema sirgetel teeosadel ja kõverikes, mille raadius on üle 1 200 m, 1 840 tk., väiksema raadiusega kõverikes 2 000 tk., jaama vastvõtu-ärasaate- ja muudel teedel vastavalt 1 600 tk. ja 1 840 tk. [3]

Pikkrööpa pikkus määratakse projektiga, aga üldjuhul ei tohi see olla väiksem kui 400 m. Pikkrööpa maksimaalset pikkust kaasaegne tehnoloogia ei piira, küll piiravad seda aga isoleerlukud, ülesõidukohad jm. [3]

1.2.7 TEE KONSTRUKTSIOONI ERIPÄRA KÕVERIKES

Kõverikes on tee palju pingelisemates tingimustes kui sirgetel. Seal on märksa suuremad horisontaalsuunas toimivad põikjõud, mis on seda suuremad, mida väiksem on kõveriku raadius ja suurem sõidukiirus. Veeremi suurem toime kõverikes põhjustab tee pealisehitise ja veeremi rataste intensiivsemakulumise ning teerikkeid ja rööbaste vigastusi. Sellest tulenevalt esitatakse tee konstruktsioonile ja hooldusele kõverikes rangemad nõudmised. [3]

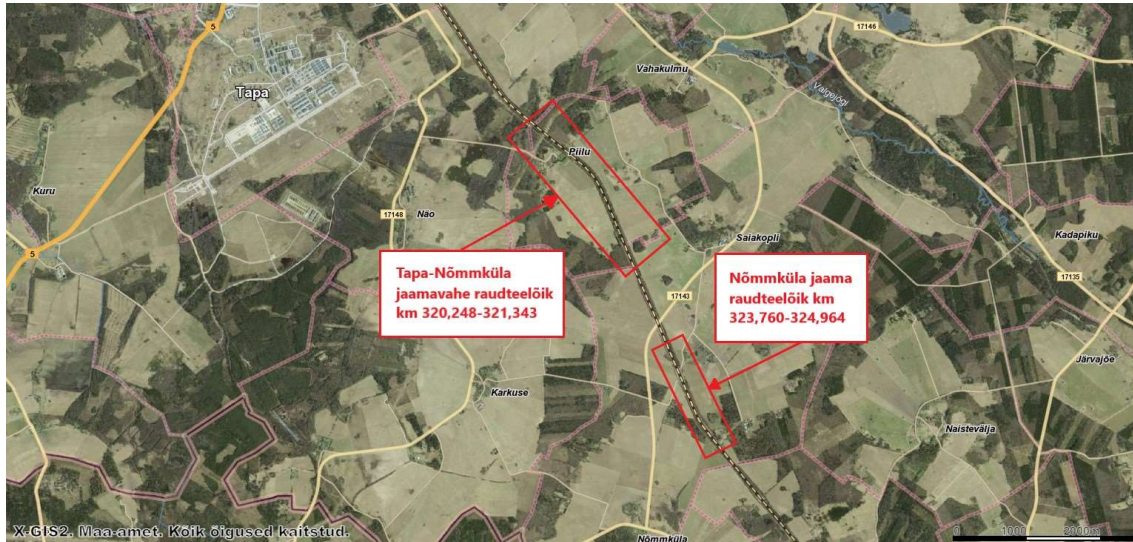
Kõverikes, eriti väikese raadiusega kõverikes, võivad külgsuunas toimivad jõud kasvada nii suureks, et liiprite halva seisukorra puhul nihkuvad paigast rööpad koos aluslappidega, põhjustades lubamatult suure rööpmelaienduse. Need jõud võivad nihutada paigast rööpaid koos liipritega, rikkudes rihti. Et selliseid asju vältida, ehitatakse kõverikes tugevam tee. [3]

2 RAUDTEE E HITUSTÖÖDE KORRALDAMINE

Lõputöö käsitleb kahte raudteelõigu objekti õgvendustööde ja kapitaalremondi ehituskorraldust:

1. Tapa-Nõmmküla km 320,248 – 321,343;
2. Nõmmküla jaam km 323,760 – 324,964.

Objektid paiknevad (Joonis 10) hinnanguliselt 3 km kaugusel üksteisest.

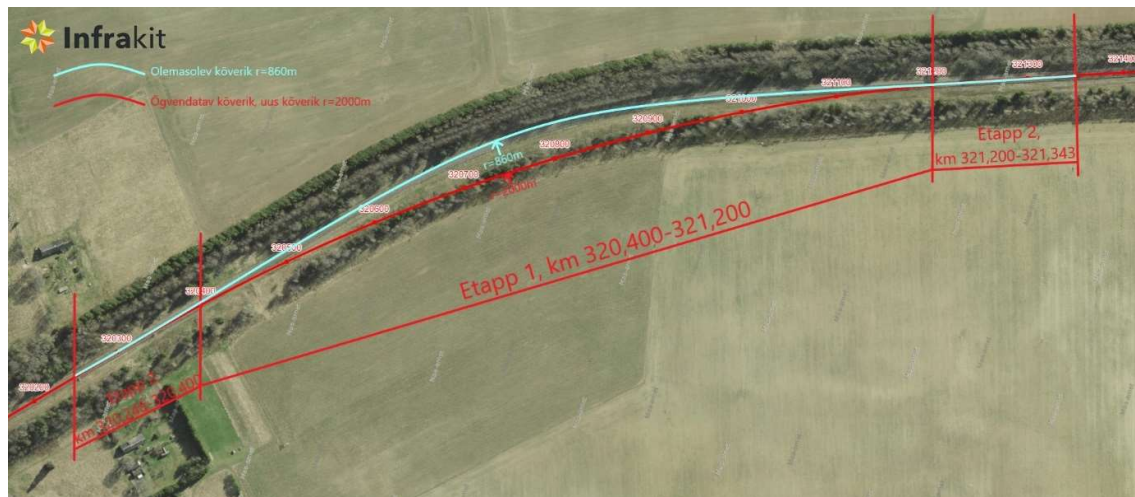


Joonis 10. Rekonstrueeritavate raudteelõikute asukoht [7]

2.1 TAPA-NÕMMKÜLA KM 320,248 - 321,343 JA NÕMMKÜLA JAAM KM 323,760 - 324,964

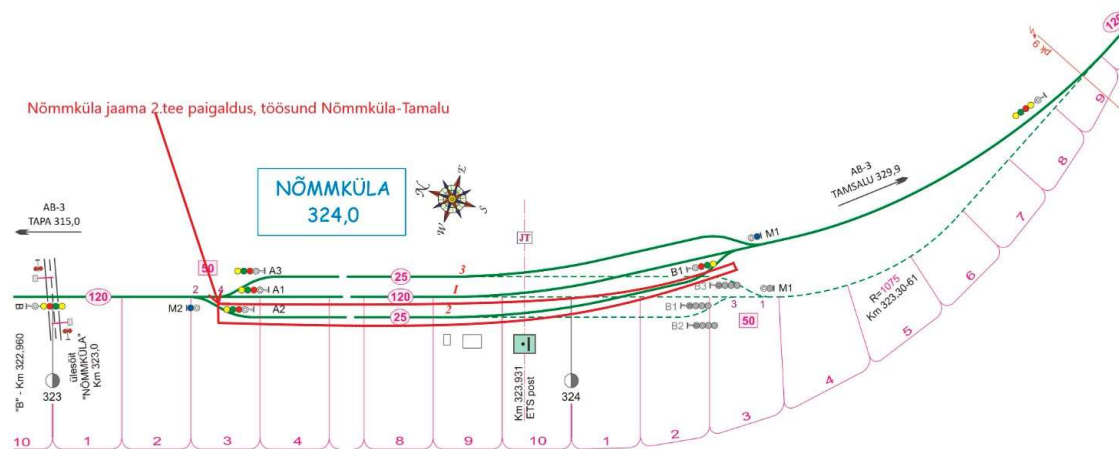
2.1.1 ASUKOHT

Tapa-Nõmmküla km 320,248 – 321,343 raudteelõik paikneb Lääne-Viru maakonna Tapa valla territooriumil. Õgvendatav peatee on kogupikkusega 1 095 m. Tööd teostatakse kahes etapis (Joonis 11), esimene etapp teostatakse ehitustööd enne akent 72 h km 320,400 - 321,200 ja teine etapp teostatakse ehitustööd aknas 72 h km 320,248 - 320,400 ning 321,200 - 321,343.



Joonis 11. Tapa-Nõmmküla km 320,248 - 321,343 plaanigeomeetria [7]

Nõmmküla jaam km 323,760-324,964 õgvendataval raudteelõigul teostatakse Nõmmküla jaama 2. tee paigaldus (Joonis 12) 650 m/teed. Selleks märgib geodeet enne akent Nõmmküla-Tamsalu töösuunaga paremale poole liipriotsad ja aknas paigaldatakse vastavalt geodeedi poolt märgitud liipriotstele Nõmmküla jaama 2. tee.



Joonis 12. Nõmmküla jaama 2. tee paigaldus, töösuund Nõmmküla→Tamsalu [4]

2.1.2 OLEMASOLEVA OLUKORRA KIRJELDUS

Olemasolev Tapa-Nõmmküla jaamavahe on üheteeline ja varustatud automaat-blokeeringuga. Jaamavahe on raudteeliini osa, mis on piiratud jaamade, teepostide või teeposti ja jaamaga [2]. Raudtee on raudbetoonliipritel ja rööbastega 60E1. Liiprite epüür kõveral teelõigul on 2 000 liiprit/km, sirgetel teelõikudel 1 840 liiprit/km. Õgvendataval raudteelõigul on üks kõver raadiusega 860 m, mis võimaldab reisirongidel sõita maksimaalse kiirusega 120 km/h. Tapa-Nõmmküla jaamavahe reisirongide maksimaalne

lubatav kiirus on projekti järgi 160 km/h. Olemasolev Nõmmküla jaama 2. tee on tee nr 2 raudbetoonliipritel rööbastega R50. [6]

2.1.3 Ehitustööd enne akent 72h

Enne ehitustööde algust tuleb geodeedil looduses maha märkida raudtee telg ja iseloomulikud projekteeritud tee-elementid (sirged, kõverad). Väljamärgitud punktid tuleb looduses kindlustada ning vastavalt vajadusele taastada või uuesti välja märkida.

Enne akent 72 h rajatakse uus muldkeha KM 320,400 – 321,200 koos liipritega ja pikkrööpa paigaldusega. Sellega valmistatakse ette aknaks 72 h 800 m pikkune muldkeha, aknas 72 h tehakse valmis ülejäänud 295 m. Seda võimaldab uus muldkeha, mille põhiosa asub olemasoleva peatee teljest 10-30 m eemal. Kuna Nõmmküla jaama 2. tee on varasemalt demonteeritud terves ulatuses 950 m, teostatud olemasoleva ballasti väljakaevet ja mulde profileerimine ning tihendamine, märgib geodeet enne akent liipriotsas, mille järgi teostatakse aknas Nõmmküla jaama 2. tee paigaldus 650 m.

Mullatööd teostatakse alltöövõtu korras, alltöövõtjaks on Väljataguse veod OÜ (edaspidi kasutatakse lihtsustatult "alltöövõtja"), liiprite ja pikkrööpa paigalduse teostab peatöövõtja. Alustuseks esitatakse ehitustööde alustamiseks ehitusteatis. Seejärel pannakse paika ehitustööde tegevuskava, tehnoloogia, materjalid, tehnika ja selle liikumine ning edastatakse tellijale kooskõlastamiseks. Enne tellija kooskõlastust ei ole võimalik ehitustöödega alustada.

Enne mullatööde algust puhastatakse raudtee maa-ala võsast ja puudest. Raadamise tööd teostab alltöövõtja. Puude ja võsa kasutatakse roomikekskavaatorid giljotiiniga ja harvesterid. Materjali kokkuvedu tehakse jooksvalt ning ära vedu kui töö on teostatud terves mahus ja materjal kokkuveetud ladustuskohta.

Seejärel alustatakse väljakaevetega, siis teostatakse kihiti tagasitäide ja tihendamine ning rajatakse 0,30 m paksune killustik-liivakiht. Muldkeha rajatakse ja tihendatakse 0,30 m kihtide kaupa. Tagasitäideks kasutatakse loodusliku kruusa filtratsiooniga 0,5 m/ööp ja muldkeha aluse kindlustamiseks kasutatakse peenkillustiku, fraktsioon 0/32 mm ja ehitusliiva filtratsiooniga 0,5 m/ööp. Muldkeha kihil kontrollitakse tihedust elastsusmooduli mõõtmise teel Inspector-3 tüüpi seadmega. Tee muldkeha pinnase tihedust kontrollitakse tihendatavate kihtide kaupa ristlõike kolmes punktis, muldkehal kõrgusega kuni 3 meetrit iga 100 meetri järel ja muldkehal kõrgusega üle 3 meetri iga 50 meetri järel. Muldkeha pinnal, ei tohi elastsusmoodul olla väiksem projektis ettenähtust, aluspinnal 80 MPa ja pealispinnal 120 MPa. Juhul kui seda ei saavutata, paigaldatakse ballastiprisma alla geovõrk 40/40. Mullatöodes kasutatavad mehhanismid: dumper (30 t), roomikekskavaator

(21 t), 3D roomikekskavaatorid (21 t), 3D buldooser (14 t), pinnaserull (10 t), kallurpoolhaage (30 t), soolokallur (20 t) ja laadur (20 t). [6]

Seni kuni valmib uus muldkeha, planeerib peatöövõtja pealisehitise materjali— liiprid ja pikkrööpad 60E1 tarne objektile. Tapa-Nõmmküla jaamavahe õgvendatav raudteelõik on 1 095 m pikk, selleks läheb vaja 2 015 tk/liiprit ja 1 095 m/teed pikkrööbast. Arvestades materjali koguseid on mõistlik materjalid tarnida mööda raudteed. Sellest lähtuvalt tellitakse aknad materjali tarneks ning esitatakse materjali tellimus tellijale, Eesti Raudtee Keskladu, kes väljastab materjalid. Tellija on tarninud hanke perioodil liiprid Aegviidu jaama ja Tapa sorteerimisjaama laoplatsile ning pikkrööpad Eesti Raudtee Kesklattu (edaspidi kasutatakse lihtsustatult "Ülemiste VB"). Liiprite laadimise teostab peatöövõtja vastavalt tellijale eelnevalt esitatud materjali tellimusele. Pikkrööbaste laadimise teostab tellija vastavalt peatöövõtja eelnevalt esitatud materjali tellimusele.

Kuna ühe korraga on võimalik tarnida 1 184 tk/liiprit ja 900 m/teed pikkrööbast, tuleb teha 2 reisi liiprirongi ja 2 reisi pikkrööparongi. Selleks vaja tellida kokku 9 töö teostamise akent:

- 4 akent Tapa-Nõmmküla jaamavahe;
- 2 akent Nõmmküla jaama;
- 2 akent Nõmmküla-Tamsalu jaamavahe sulgemiseks ja;
- 1 aken Aegviidu jaama kõrvaltee(edaspidi kasutatakse lihtsustatult „tee“) nr. 6 tupiku sulgemiseks.

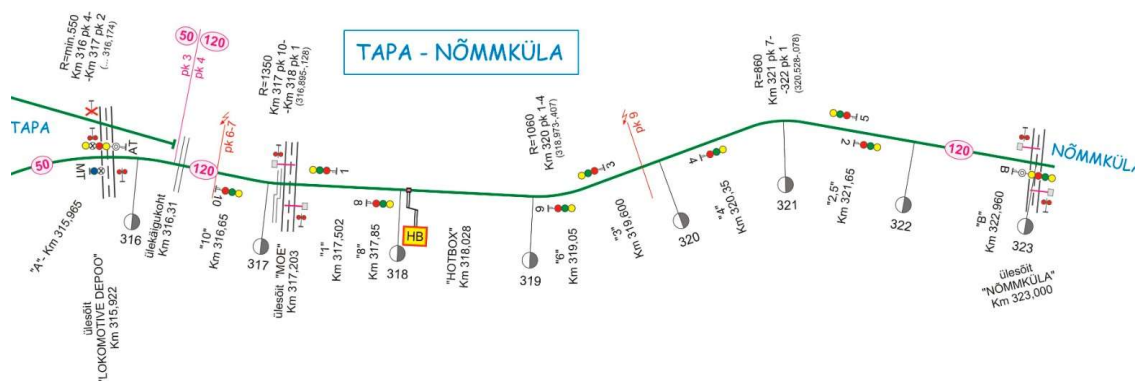
Kõrvaltee on tee, mis ei ole peatee ja millele suundudes raudteeveerem kaldub pöörmel sirgjoonelisest liikumissuunast kõrvale. Aegviidu jaama 6. tee tupikut kasutatakse liiprite laadimiseks, sellest lähtuvalt tellitakse üks suur aken kuni 2024. aasta lõpuni. Sellega on Aegviidu jaama 6. tee tupik akende ajal peatöövõtja kasutada. Aegviidu jaama 6. tee tupikus liiprite laadimise päeval on vaja jaamakorraldaja olemasolu manöövrite tegemiseks. Aken (edaspidi kasutatakse lihtsustatult "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 [2].

Õgvendatava raudteelõigu materjal tarnitakse Tapa-Nõmmküla jaamavahe km 320,248 – 321,343 olemasoleva peatee kaudu. Peatee on tee jaamavahel või jaamas, mis on jaamavahe tee vahetu jätk ja mis üldjuhul ei pöördu pöörmel kõrvale. Kuna päeval on raudteel tihe liiklus, saab materjali tarnida ainult öösel. Selleks tellitakse Eesti Raudtee liikluse infosüsteemis VJS (edaspidi kasutatakse lihtsustatult "VJS") maksimaalsed öised aknad kestvusega 8 h, alates 22:30 kuni 06:30. Akna tellimuses peab olema kirjas: „tööde

asukoht (km, pk) ja kirjeldus, kuupäev ja kestvus (kellaaeg algus ja lõpp), masinate loetelu ja liikumine, manöövrivite asukohad ja vastutav tööjuht”.

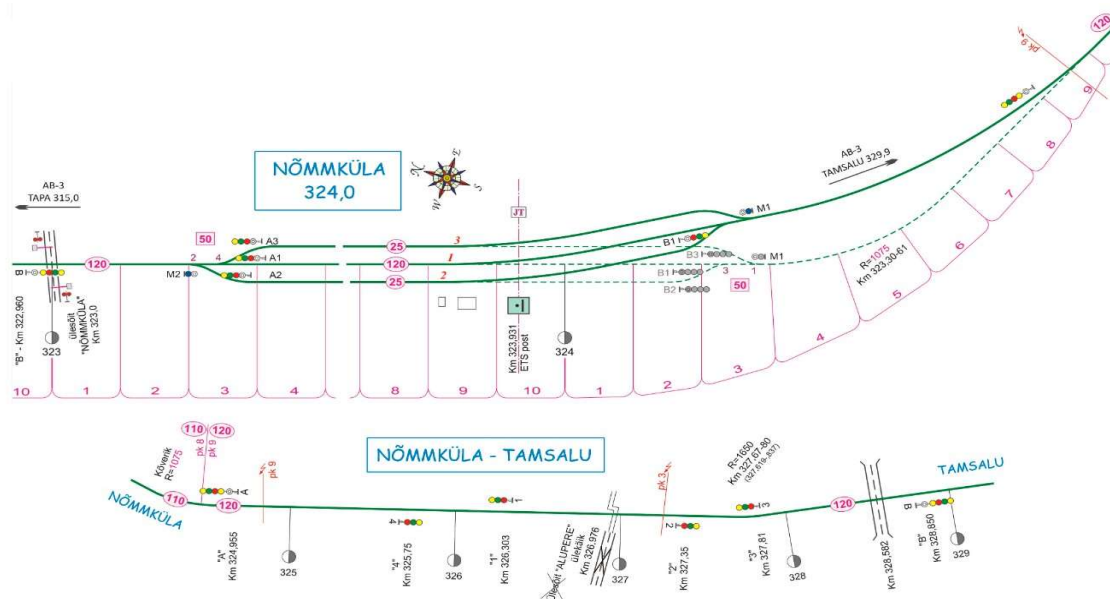
Materjali tarneks tellitakse kokku 8 akent, töö realiseerimiseks on vaja 4 ööd. Akende plaan näeb välja selliselt: 2 ööd toimuvad tööd Tapa-Nõmmküla jaamavahel ja 2 ööd toimuvad tööd samaaegselt kolmes piirkonnas–Tapa-Nõmmküla jaamavahel, Nõmmküla jaamas ning Nõmmküla-Tamsalu jaamavahel.

Tapa-Nõmmküla jaamavahele tarnitakse materjal km 320,248 – 321,343, selleks tuleb sulgeda liiklus terve jaamavahe ulatuses, km 315 pk 9 – km 322 pk 9 (Joonis 13).



Joonis 13. Tapa-Nõmmküla jaamavahe (foor A-B) skeem [4]

Nõmmküla jaama õgvendamiseks tarnitakse järelejääv materjal km 323,760 – 324,964 kui Tapa-Nõmmküla jaamavahe õgvendamiseks vajalik materjal on tarnitud. Selleks tuleb sulgeda liiklus terve Nõmmküla jaama ulatuses, km 322 pk 9 – km 324 pk 10 ja osaliselt Nõmmküla-Tamsalu jaamavahe, km 324 pk 10 – Foor 4 km 325 pk 8 (Joonis 14). Manöövrivite tegemiseks kasutatakse vajadusel Nõmmküla jaama 2 või 3. teed. Selle tegevuse ajal on vaja Nõmmküla jaamakorraldaja olemasolu. Jaamakorradaja on töötaja, kes jaamas ainuisikuliselt korraldab rongide vastuvõtmist, saatmist, läbilaskmist ja muu raudteeveeremi liikumist pea- ja vastuvõtu-saateteeidel, ning jaamades, kus puudub mõni teine pädev liiulukorraldaja, ka muudel teedel [2].

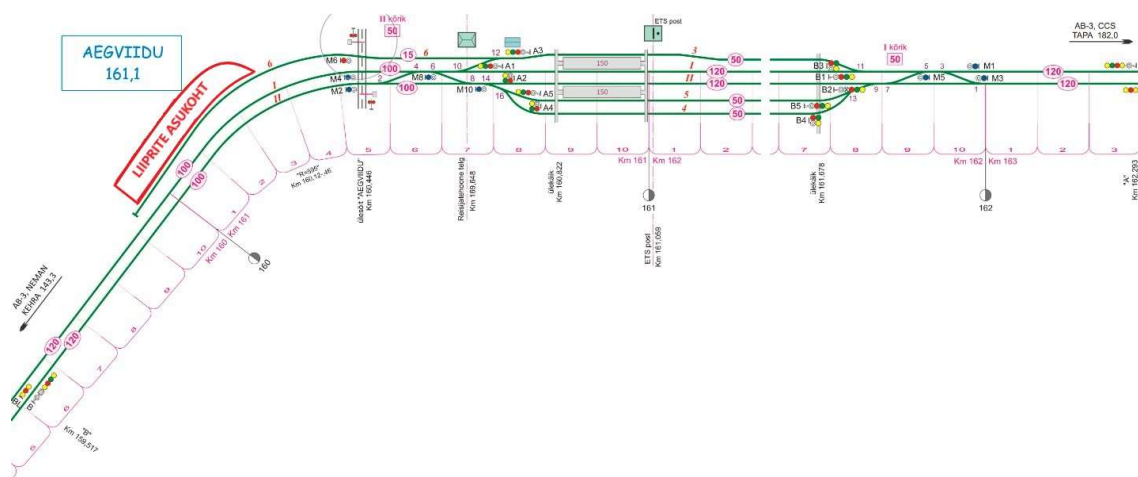


Joonis 14. Nõmmküla jaam (foor B-A) ja Nõmmküla-Tamsalu jaamavahe (foor A-B) skeem [4]

Materjali tarneks kasutatakse lisarongi, nelja teetöölist ühes vahetuses (12 h vahetus). Liiprite veoks vaja ette valmistada liipriring, mis koosneb: dresiin TKA-8+Kesla+7 PL (fitting). Liipriringil on vaja ette valmistada platvormid, mille peale laetakse liiprid, antud juhul on koosseisus 7 fitting platvormi. Liiprite veoks kasutatakse teist tüüpi platvorme— universaal ja fitting. Universaal platvorm on portedega vagun, mille kogupikkus on 14,62 m ja laadida saab kogupikkusest 13,40 m. Fitting platvorm on portedeta vagun, mille kogupikkus on 19,62 m ja laadida saab kogupikkusest 18,40. Antud juhul kasutame liiprite veoks fitting platvorme, kuna nende peale saab rohkem materjali laadida ning hoiame kokku väärtusliku aega portede avamise ja kinnitamise pealt, kuna need puuduvad.

Liiprite veoks kinnitatakse puitprussid pikkupidi terve liipriringi ulatuses, antud juhul 7 fitting platvormi jagu. Puitprussid kinnitatakse platvormi põranda külge kruvidega, et oleks hiljem võimalik need lahti võtta ja taaskasutada. Selleks, et liipripakk püsiks, paigaldatakse puitprussid platvormi mõlemale poole pikkupidi ja teineteisest 1 m kaugusele. Sellest lähtuvalt kulub puitprusse liipriringi ettevalmistamiseks $(7 \times 18,40) \times 2 = 257,6$ m.

Liiprite laadimine toimub Aegviidu jaama 6. tee tupiku kaudu (Joonis 15), kuna liiprid on mahalaaditud raudtee äärde. See lihtsustab oluliselt tööd peatöövõtja jaoks.



Joonis 15. Aegviidu jaam 6.tee tupik liiprite laoplatz [4]

Liiprite laadimine tehakse aknavälisel päeval, 1 päev enne akent. Iga kuu koostab raudteetaristu valdaja, antud juhul aktsiaselts Eesti raudtee liiklusteenistus (edaspidi kasutatakse lihtsustatult "liiklusteenistus") vastavalt kauba- ja reisirongidele liikumisele liiklusgraafikud. Sellest lähtuvalt antakse töövõtjatele öised aknad vajalike tööde teostamiseks. Ööajaks töö tegemise akende saamisel on kaks varianti: kas kolm akent või üks aken nädalas. Kolme akna puhul on nädalapäevad T/K, N/R ja L/P ja ühe akna puhul L/P. See oleneb suuresti, sellest kui tihe liiklus on öösiti, kui kaubaronge on mõni kuu vähem, saab sellel kuul raudtee valdaja eraldada töövõtjale öösiti rohkem aknaid.

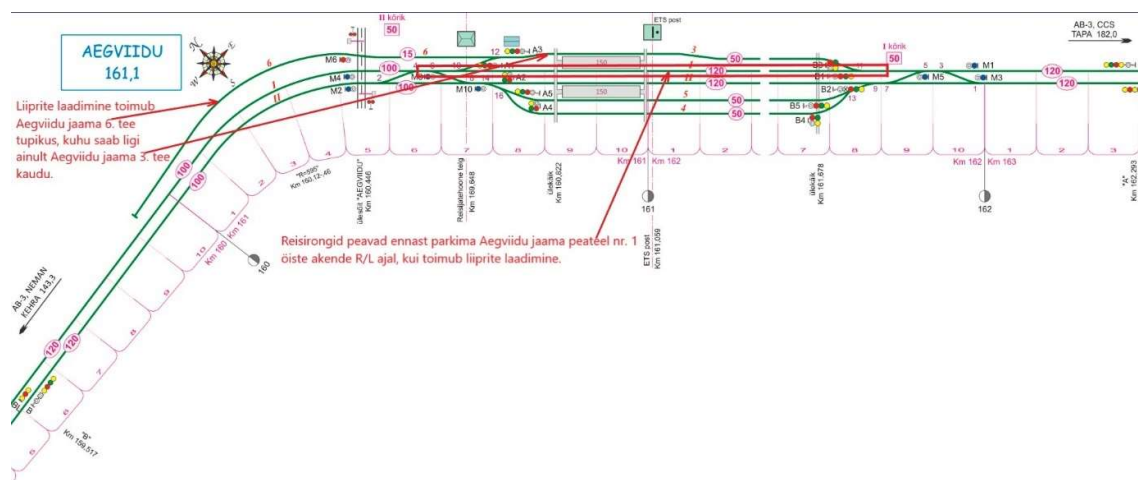
Kui liiklusteenistus eraldab töövõtjale ühe akna, öösel L/P, siis tuleb liiprite laadimine teha üks öö enne, antud juhul öö R/L. Selleks vaja liiprirong üks päev enne liiprite laadimist saada Aegviidu jaama 6. tee tupikusse. Antud juhul asub liiprirong Türi jaamas, selleks tuleb koostada tööplaan (edaspidi kasutatakse lihtsustatult "tööplaan") töörongi liikumise kohta ja esitada see liiklusteenistusele kooskõlastamiseks. Töörong on raudteeveerem, millele on vagunid külge haagitud. Antud juhul koosneb töörong: dresiin TKA-8, Kesla ja 7 platvormi (tühjad).

Kuna Türi jaamast saab ajaliselt plaanida väljasõit mitte varem kui 21:30, näeks tööplaan välja selliselt:

- N/R alates 21:30 sõit Türi-Liiva-Ülemiste-Aegviidu—TKA-8+Kesla+7 PL (tühjad);
- R alates 01:30 sõit Aegviidu 6.tee tupik—TKA-8+Kesla+7 PL (tühjad);
- R alates 17:00 Aegviidu 6.tee tupik liiprite laadimine— TKA-8+Kesla+7 PL (tühjad);
- R alates 22:00 sõit Aegviidu-Tapa— TKA-8+Kesla+7 PL (laetud);
- R/L alates 00:00 sõit Tapa 12s. teele— TKA-8+Kesla+7 PL (laetud).

Tööplaanis peab olema kirjas samuti raudteeveeremi juhtide, antud juhul eriveeremijuht ja koostaja nimi, perekonnanimi ja kontakt telefoninumber ning vastutava tööjuhi nimi, perekonnanimi ja kontakt telefoninumber. Vastavalt tööplaanile tehakse liiprirongile kaaluleht, kus on kirjeldatud koosseisu vagunite numeratsioon, kaal/t, saatejaam ja sihtjaam. Saabudes Aegviidu jaama, tuleb liiprirongil teha manöövrid Aegviidu jaama 6. tee tupikusse saamiseks. Manöövrid saab antud juhul teha ainult Aegviidu jaama 3. tee kaudu, läbi paariskõriku pöörme nr. 12 (Joonis 15). Paariskõrikuks nimetatakse kõik pöörmel, millel on paariskohaline numeratsioon.

Selleks tuleb enne tööde algust, paralleelselt akna tellimustega esitada liiklusteenistusele ja aktsiaselts Eesti liinirongid kirjalik palve parkida peatöövõtjale vajalikel päevadel reisirongid peateel nr. 1 (Joonis 16), et Aegviidu jaama kõrvaltee nr. 3. oleks vaba.



Joonis 16. Aegviidu jaama peateel nr. 1 reisirongide parkimine, selleks, et 3. tee oleks vaba 6.tee tupikusse sisse- ja väljasõiduks [4]

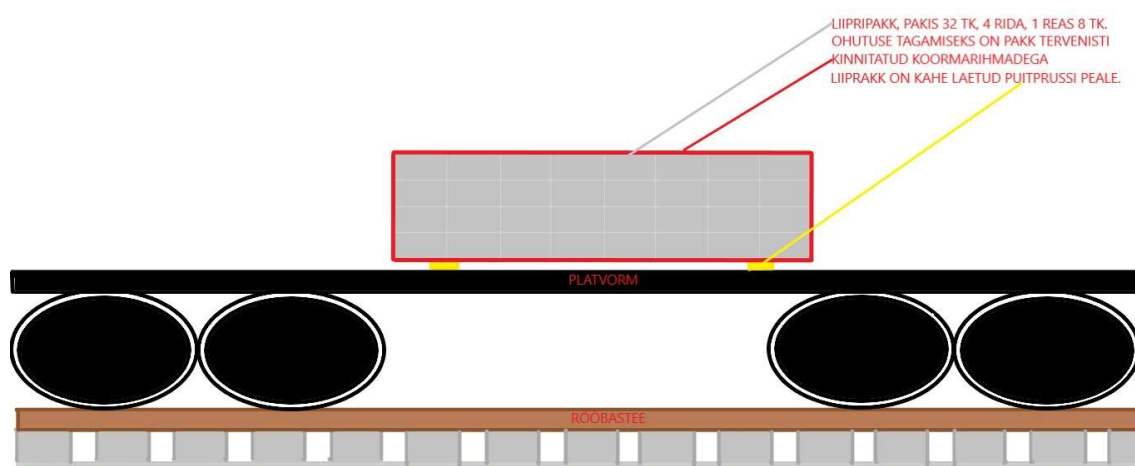
Samuti tuleb selline info lisada Aegviidu jaam 6. tee tupiku akna tellimusse. Kirjas peab olema soov põhjendatud, antud juhul soovitakse Aegviidu jaama 3. tee kaudu pääseda 6.tee tupikusse. Vastasel juhul ei ole võimalik liiprirongil Aegviidu jaama 6.tee tupikusse pääseda ja töö jääb tegemata. Antud juhul on nendeks nädalapäevadeks ööd N/R ja R/L, kuna liiprirong on ületoodud, vaja edaspidi Aegviidu jaam 6. teele ligipääs ainult laadimisajaks R/L.

Liiprite laadimine teostatakse R/L alates 17:00 kuni 22:00, selleks kasutatakse:

- dresiin TKA-8+Kesla+7 PL (fitting)— 2 vahetust (12h vahetus);
- 1 roomikekskavaator+pakitööstja 8 liiprile— 2 vahetust (12h vahetus);
- 1 teemees— 2 vahetust (12h vahetus);
- 1 tööjuht— 2 vahetust (12h vahetus);

- 1 metsaauto 1 vahetus (h+km).

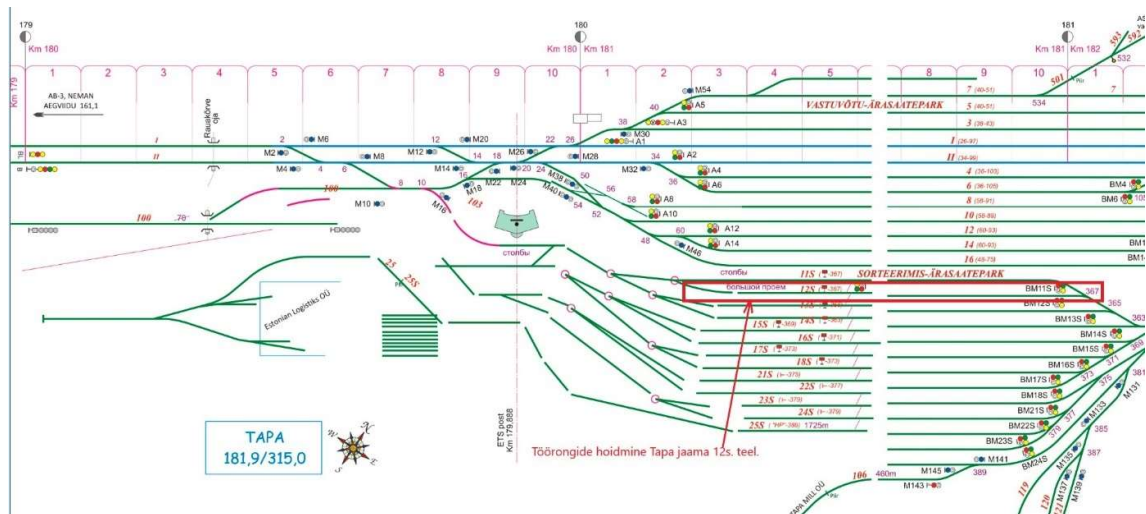
Liiprite laadimise ja mahalaadimisega tegeleb roomikekskavaator (21 t), selleks sõidab roomikekskavaator Aegviidu jaama 6. tee tupikuprisma muldele ja liipriong sõidab samal ajal tupikuprisma kohale, et masin saaks peale minna. Liiprite laadimiseks on roomikekskavaatoril agregaadiks pakitõstja 8 liiprile, kuna liiprid on mahalaaditud pakkidesse 8 liipri kaupa. Roomikekskavaator alustab liiprite laadimist Aegviidu poolsest otsast, suunaga Tallinna poole. Liiprid laetakse pakkidesse, ühes pakis on 32 tk/liiprit, üks pakk on neli korrust ja üks korrus on 8 tk/liiprit (Joonis 17).



Joonis 17. Liiprite laadimine, 1 pakk 32 tk, 4 rida, 1 reas 8 tk

Kui üks pakk on valmis, paneb tööjuht koos teemehega paki kinni koormarihmadega ja roomikekskavaator jätkab samal ajal liiprite laadimist. Dresiin TKA-8 liigutab koosseisu vastavalt tööjuhi korraldustele. Metsaauto toob Türitl kasutusel olnud puitliiprid, mida liiprite mahalaadimisel pakkide alla. Ühe pakki alla läheb kaks puitliiprit, kokku vaja 126 liiprit 2 015 tk/liiprit mahalaadimiseks.

Kui liipriong laetud, vaatab tööjuht koostajaga laetud koorma üle, et kõik liipripakid oleksid korralikult koormarihmadega kinnitatud. Seejärel annab tööjuht dresiin TKA-8le korralduse teavitada Aegviidu jaamakorraldajat, et töö on lõpetatud ja paluda luba väljasõiduks. Aegviidu jaamakorraldaja annab loa, liipriong teeb vajalikud manöövrid ja sõidab Tapa jaama 12s. teele (Joonis 18), kuhu jääb seisma, valmistamaks aknaks L/P.



Joonis 18. Töörongide hoidmine Tapa jaama 12s. teel [4]

Tapa-Nõmmküla jaamavahe km 320,248 – 321,343 vaja tarnida 2 015 tk/liiprit, esimese reisiga tarnitakse 1 184 tk/liiprit ja teise reisiga 831 tk/liiprit. Järgmine kord laetakse 1 184 tk/liiprit, millest 831 tk/liiprit tarnitakse Tapa-Nõmmküla jaamavahe km 320,248 – 321,343 ja ülejäänud Nõmmküla jaama km 323,760 – 324,964.

Liiprite mahalaadimise ressurss:

- dresiin TKA-8+Kesla+7 PL (fitting)— 2 vahetust (12h vahetus);
- 1 roomikekskavaator— 2 vahetust (12h vahetus);
- 1 HR-raudtee ekskavaator—2 vahetust (12h vahetus);
- 1 teemees— 2 vahetust (12h vahetus);
- 1 tööjuht— 2 vahetust (12h vahetus).

Liiprite mahalaadimine teostatakse öises aknas L/P selleks esitatakse vastav tööplan:

- L/P alates 22:30 sõit Tapa-Nõmmküla jaamavahe —TKA-8+Kesla+7 PL (laetud);
- L/P alates 23:00 Tapa-Nõmmküla jaamavahe liiprite mahalaadimine—TKA-8+Kesla+7 PL (laetud);
- P alates 06:30 sõit Tapa 12s. tee— TKA-8+Kesla+7 PL (tühjad).

Dresiin TKA-8 sõidab kooskõlastatult Tapa jaamakorraldajaga aknasse, L/P alates 22:30 Tapa-Nõmmküla jaamavahe, km 320,248 – 321,343 peateele. Objektile sõidab ca. 30 min, sellest lähtuvalt alates 23:00 alustatakse liiprite mahalaadimisega.

Selleks kasutatakse dresiin TKA-8, kes liigutab vaguneid. Koosseis koosneb, üks dresiin TKA ja 8 vagunit (1 Kesla ja 7 Platvormi). Dresiin TKA-8 ees sõidab üks HR-raudtee ekskavaator, kes teeb olemasoleva peatee muldele liiprite taskud liiprite mahalaadimiseks.

Kui liiprite taskud on tehtud, sõidab dresiin TKA-8 esimese tasku kõrvale nii, et Kesla saaks 2 tk/puitliiprit mahalaadida. Paralleelselt 1 tööjuht ja 1 teemees võtavad laetud liipripakkidelt maha koormarihmad ja 1 roomikekskavaator, kes on ise platvormi peal, alustab liiprite mahalaadimisega. Selleks kasutab roomikekskavaator agregaat liiprijagaja, mis on mõeldud 8 liiprile. Liiprid laetakse maha olemasoleva peatee teljest 2,5 m kaugusel, et koorem poleks gabariidis. Peale tööde lõppu vaatab koostaja üle koosseisu ja tööjuht raudteelõigu ning vabastatakse jaamavahe. Tööjuht teavitab tööde lõpetamiseks rongidispetšerit, selleks antakse teada, et töö on tehtud, jaamavahe on vabastatud ja raudtee gabariit on vaba. Järgnevad liiprite mahalaadimised teostatakse sama tehnoloogia alusel, esitatakse vastav tööplaan ja tellitakse ressurss.

Pikkrööpa mahalaadimise ressurss:

- vedur+PRR— 2 vahetust (2×12h vahetus);
- 1 Roomikekskavaator— 2 vahetust (12h vahetus);
- 1 HR-raudtee ekskavaator—2 vahetust (12h vahetus);
- 3 Teemeest— 2 vahetust (12h vahetus);
- 1 Tööjuht— 2 vahetust (12h vahetus).

Pikkrööpa mahalaadimine teostatakse öises aknas L/P selleks esitatakse vastav tööplaan:

- L/P alates 18:00 sõit Iru-Ülemiste VB —Vedur reservis;
- L/O alates 19:00 sõit Ülemiste VB-Tapa 13s.tee —Vedur+PRR (laetud);
- L/P alates 22:30 Tapa-Nõmmküla jaamavahe pikkrööpa mahalaadimine— Vedur+PRR (laetud);
- P alates 06:30 sõit Tapa-Ülemiste VB— Vedur+PRR (laetud).

Vedur sõidab kooskõlastatult Tapa jaamakorraldajaga, L/P alates 22:30 Tapa-Nõmmküla jaamavahe, km 320,248 – 321,343 peateele. Objektile sõidab ca. 30 min, sellest lähtuvalt alates 23:00 alustatakse pikkrööpa mahalaadimisega.

Selleks kasutatakse vedurit, kes liigutab vaguneid. Koosseis koosneb, üks vedur ja üks pikkrööparong (edaspidi kasutatakse lihtsustatult "PRR"), mis koosneb 12 vagunist. Vedur sõidab Tapa jaamast välja vagunid ees, et PRR-i luugid vaataksid Nõmmküla poole. Sellest lähtuvalt alustatakse pikkrööpa mahalaadimist Nõmmküla poolt, töösuunaga Tapa poole. Pikkrööbas laetakse maha selliselt: 300 m/teed paigalduse algusest Tapa poole olemasoleva peatee keskele, 450 m/teed paigalduse lõpust Tapa poole, uue muldkeha peale ja ülejäänud 150 m/teed paigalduse lõpust Nõmmküla poole olemasoleva peatee keskele. Pikkrööpa mahalaadimist teostab 1 HR-raudtee ekskavaator, 3 teemeest ja 1 tööjuht. HR-raudtee ekskavaator kasutab pikkrööpa mahalaadimiseks agregaat papagoi, selleks võtab pikkrööpa otsast kinni ja tõmbab enda poole, samal annab tööjuht vedurile

korralduse sõita vaikselt eest, et pikkrööbast saaks PRR-st maha. 3 teemeest ja 1 tööjuht avavad PRR-i otsas, valmistavad ette pikkrööpaid mahalaadimiseks, selleks avatakse võtmete ja mutrikutega pikkrööpad ja kinnitatakse tross HR-raudtee ekskavaatori agregaadile, papagoi külge.

Peale tööde lõppu vaatab koostaja üle koosseisu ja tööjuht raudteelõigu ning vabastatakse jaamavahe. Tööjuht teavitab tööde lõpetamiseks rongidispetšerit, selleks antakse teada, et töö on tehtud, jaamavahe on vabastatud ja raudtee gabariit on vaba. Järgnevad pikkrööpa mahalaadimised teostatakse enamjaolt sama tehnoloogia alusel, esitatakse vastav tööplaan ja tellitakse ressurs. Muutub ainult pikkrööpa mahalaadimise asukoht, selle jaoks vaatab objektimeeskond enne akent üle, kuhu on kõige mõistlikum pikkrööbas mahalaadida, et hiljem ei tekiks selle arvelt lisatööd.

Kui liiprid ja pikkrööbas on tarnitud, alustatakse liiprite ja pikkrööpa paigaldusega uuele muldkehale. Enne akent 72 h valmistatakse ette 650 m raudteelõik, km 320,470 - 321,120. Liiprid paigaldatakse 650 m, 1 196 tk/liiprit, km 320,470 - 321,120. Pikkrööbas paigaldatakse, 450 m/teed, km 320,548 - 320,998. Liiprite ja pikkrööpa paigaldusel arvestakse, et alltöövõtja ehitab aknas 72 h ühendused uue ja olemasoleva muldkeha kokkuviiamiseks. Selleks jäetakse alltöövõtjale vajalik ala vabaks, et aknas saaksid masinad toimetada.

Liiprite ja pikkrööpa paigaldamise ressurs:

- 1 Roomikekskavaator+ liiprijagaja 8 liiprile+ pakitõstja 8 liiprile—2 vahetus, 12 h; vahetus;
- 1 Terex+papagoi—1 vahetus, 12 h vahetus;
- 2 teemeest—1 vahetus, 12 h vahetus;
- 8 Teemeest—1 vahetus, 12 h vahetus;
- 1 Tööjuht—1 vahetus, 12 h vahetus;
- 1 treiler (km-põhine).

Kuna liiprid on mahalaaditud olemasoleva peatee äärde, tuleb 1 päev enne planeerida liiprite kantimine uuele muldkehale. Selleks kasutatakse 1 roomikekskavaator pakitõstjaga 8 liiprile ja 2 teemeest. Kui liiprid kanditud, alustatakse liiprite paigaldusest, selleks on arvestatud 1 roomikekskavaator ja 2 teemest, kes alustavad päeva alates 08:00. Sellest lähtuvalt on 2 h-ga olemas front vähemalt 150 m, et paigalda pikkrööbast. Pikkrööbas on 25 m rööbas, mida on tehases keevitatud 150 m pikaks, selleks on kasutatud 6 tk 25 m rööbast. Vastavalt sellele 1 Terex ja 6 teemeest alustavad päeva alates 10:00, et paigaldada pikkrööbast. Tööks on arvestatud 1 tööpäev, pikkusega 10 h. Sellega on Tapa-

Nõmmküla jaamavahe, km 320,248 – 321,343 õgvendatava raudteelõigu kõik raudteetööd ettevalmistatud, nüüd jääb oodata akent 72 h.

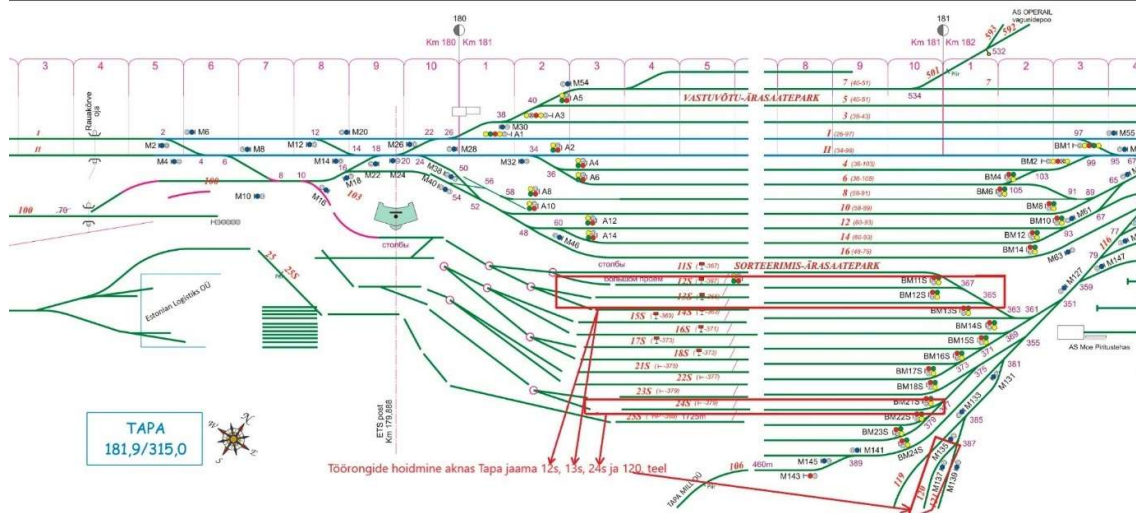
Samas aknas paigaldatakse Nõmmküla jaama 2. teed. Selleks paigaldab alltöövõtja Nõmmküla jaama 2. tee olemasolevale muldele 650 m sõelutud ballasti fr. 31,5/63 mm, kihipaksusega 25 cm. Sõelutud ballast pärineb Tapa-Nõmmküla jaamavahe, km 318,768 – 319,613 olemasolevast peateest, raudteelõigu õgvendamine on nüüdseks lõpetatud. Nõmmküla jaama 2. tee on eelnevalt demonteeritud, teostatud olemasoleva ballasti väljakaevamine, profileerimine ja tihendamine. Kuna Nõmmküla jaama 2. tee plaanigeomeetria muutub, nihkub olemasoleva peatee ja uuele muldkehale, saab Nõmmküla jaama 2. teed paigaldada hetkel 650 m/teed. Ülejäänud osa ca. 300 m paigaldatakse peale Nõmmküla jaama, km 323,760 – 324,964 akent 72 h, kui olemasoleva peatee raudteelõik on õgvendatud. Nõmmküla jaama 2. tee alla nähakse ette 650 m geovõrgu paigaldus, kuna 650 m ulatuses rajatakse pealisehitis olemasolevale muldele. Ülejäänud Nõmmküla jaama 2. tee, ca. 300 m rajatakse pealisehitis uuele muldkehale, sinna geovõrgu paigaldust pole ette nähtud.

2.1.4 EHITUSTÖÖD AKNAS 72h

Enne akent 72 h Tapa-Nõmmküla jaamavahe, km 320,248 – 321,343 pannakse paika ehitustööde tegevuskava, tehnoloogia, materjalid, inimesed, tehnika ja selle liikumine ning edastatakse tellijale kooskõlastamiseks. Enne tellija kooskõlastust ei ole võimalik ehitustöödega alustada. Kui tellija kooskõlastus olemas, tellitakse aken 72 h 45 päeva enne akna algust. Seejärel edastatakse tellijaga kooskõlastatud akna plaan alltöövõtjatele ja planeeritakse järgmised tegevused. Mullatööde alltöövõtja tarnib enne akent 72 h vajaliku materjali olemasoleva ja uue muldkeha ühenduste ehitamiseks.

Peatöövõtja tellib vastavalt akna 72 h plaanile vajaliku ressursi raudteetööde teostamiseks. Väljast tellitakse ballast fr. 31,5/63 mm ja 1 UK rong (UK kraana, suusk, 8 USO, MPD), muu ressurss on peatöövõtjal endal olemas. Ballast tellitakse Rudus AS-lt ja 1 UK rong Leonhard Weiss AS-lt.

Tapa-Nõmmküla jaama, km 320,248 – 321,343 aken 72 h toimub teisipäev kell 00:00 kuni reede kell 00:00. Esimesena tehakse tööplaani töörongide ja raudteeveeremite ületoomiseks Tapa jaama, antud juhul tohib peatöövõtja parkida oma tööronge ja raudteeveeremit Tapa jaama 12s, 13s ja 24s akna tellimuse alusel (Joonis 19).



Joonis 19. Töörongide ja raudteeveeremite hoidmine Tapa jaama 12s, 13s, 24s ja 120.teel [4]

Kuna aken 72 h toimub E/T alates 00:00, tuleb töörongide ja raudteeveeremite ületoomine teha vähemalt 2 päeva enne akna algust, antud juhul tehakse seda eelneva nädala R/L ja öösel. Tööplaani koostamisel arvestatakse, et peatöövõtja töörongid ja raudteeveeremid asuvad Türil, ekskavaatorid tuuakse objektile traileriga. Leonhard Weiss AS toob vastavalt peatöövõtja tellimusele 1 UK rongi Tapale jaama P/E öösel.

Tööplaan näeks välja selliselt:

- R/L alates 21:30 sõit Türi-Liiva-Ülemiste-Tapa-Vedur+UK rong+TKA-8+VPR+SSP;
- L alates 01:30 Tapa manöövritööd, UK rong+TKA-8 Tapa 12s. teele, VPR ja SSP Tapa 120. tee tupikusse;
- L alates 02:00 sõit Nõmmküla jaam 3. teele—TKA-8+UK rong;
- L alates 03:00 sõit Tapa 120. teele—TKA-8 reservis.

Vahetult enne akent esmaspäeval, alates 19:00 (Lisa 1) koostatakse Tapa jaamas töörong, selleks teostatakse vajalikud manöövritööd. Peale manöövritööd näeb veduri koosseis selliselt: Vedur, Kompressor, 34 HDV-d (laetud), UK rong (kate+UK kraana nool Tallinna poole, suusk, 8 USO, MPD, 8 USO+vints+TKA-8). UK rong on UK kraana koosseis, kuhu kuulub dresiin TKA-8 või vedur, mis liigutab koosseisu, ohutuse tagamiseks kate platvorm, mis on UK kraana ees, et saaks töömaale, UK kraana, mis demonteerib või paigaldab rööbasteed, suusk platvorm, mida mööda sõrestik liigub, suuskadega USO platvorm, mille peale laetakse sõrestikud ja MPD või vints platvorm, mis tõmbavad sõrestikupakid enda peale, et UK kraana saaks edasi sõrestikud laadida. Antud juhul on väga oluline, et Leonhard Weiss AS-lt tellitud UK kraana nool oleks Tallinna poole, selleks keeratakse UK kraana ringi enne Tapa jaama saabumist. Kui see jääb tegemata, tuleb UK kraana ringi

keerata vahetult enne akent Tapa Depoo kolmnurgas, manöövritööde ajal. Peatöövõtjal on manöövritööde jaoks arvestatud (Lisa 1) varuga 5 h, kuid probleem võib tekkida sellest, et Tapa Depooga tuleb sellised manöövritööd kooskõlastada vähemalt 1 päev enne manöövritööde teostamist. Teisipäeval, alates 00:00 sõidab veduri koosseis kooskõlastatult Tapa jaamakorraldajaga aknasse 72 h.

Vedur haagib lahti UK rongi (Lisa 1) Tapa-Nõmmküla jaamavahe, km 320,248 – 321,343 raudteelõigul. Siinkohal on väga oluline, et vedur paneb UK rongi paika olemasoleva peatee demonteerimise algusesse, antud juhul alates km 320,248 ja võtab UK kraana eest kattevaguni. Kui see tehtud, alates 01:00 alustab UK rong olemasoleva peatee demontaažiga (Lisa 1), kokku tuleb demonteerida 1 095 m/teed. Olemasolev peatee 1095 m demonteeritakse 25 m sõrestike kaupa, kokku tuleb 44 sõrestikku. Enne akent märgib tellija lõikekohad, kus peatöövõtja lõikab aknas rööbasteed.

Demontaažis kasutatakse (Lisa 1) 10 teemeest, 4 teemeest lõikavad rööpasaagiga rööbasteed 25 m sõrestikeks ja 6 teemeest töötavad UK rongi peal. UK rongil tuleb kinnitada sõrestikupakid, antud juhul koosneb 1 pakk 6-st sõrestikust, 150 m ja seda kinnitatakse trossiga, seejärel tõmbavad MPD ja vints paki koosseisu lõppu, et oleks võimalik järgmised sõrestikud üles võtta. UK Kraana koosseisu liigutamiseks kasutatakse dresiin TKA-8, kes viib laetud UK kraana koosseisu Nõmmküla jaama 3. tee.

UK rong laeb 44 sõrestiku, iga sõrestik kaalub ca. 20 t, kokku tuleb koormaks 880 t, mida ei ole võimalik korruga viia Nõmmküla jaama 3. tee. Selleks teeb dresiin TKA-8 demontaaži ajal vajalikud manöövritööd, poolitab UK kraana koosseisu, viib laetud vagunid minema ja tühjad jätab alles.

Demontaaži ajal teostatakse paralleelselt (Lisa 1) Tapa-Nõmmküla jaamavahe, km 318,768 – 319,613 õgvendatud raudteelõigul viimane killustiku lisamine. Selleks kasutatakse veduri koosseisu: vedur, kompressor, 34 HDV-d (laetud) ja 4 teemeest. Killustiku lisamine teostatakse 850 m õgvendatud raudteelõigul kuni 05:00, selleks ajaks on killustik lisatud ja veduri koosseis jaamavahe vabastanud. Veduri koosseis sõidab Muugale laadimisse ja tuleb tagasi kolmapäeval, alates 00:00. Alates 08:00 tuleb jaamavahele toppimismasin VPR (edaspidi kasutatakse lihtsustatult "VPR"), kes teostab km 318,768 – 319,613 toppimis- ja rihtimistööd. Alates 10:00 tuleb jaamavahele ballasttöör SSP (edaspidi kasutatakse lihtsustatult "SSP"), kes teostab km 318,768 – 319,613 VPR-i taga ballastiprisma planeerimistööd.

Alates 03:00 alustab mullatööde alltöövõtja (Lisa 1) olemasoleva ja uue muldkeha ühenduste ehitust, aknas rajatakse 295 m, km 320,248 – 320,400 ja km 321,200 – 321,343

killustik-liivakiht 0,30 m. Selleks teostatakse olemasoleva ballasti väljakaevet, mulde profileerimine ja tihendamine. Muldkeha aluse kindlustamiseks kasutatakse peenkillustiku, fraktsioon 0/32 mm ja ehitusliiva filtratsiooniga 0,5 m/ööp. Muldkeha kihil kontrollitakse tihedust elastsusmooduli mõõtmise teel Inspector-3 tüüpi seadmega. Muldkeha pinnal, ei tohi elastsusmoodul olla väiksem projektis ettenähtust, aluspinnal 80 MPa ja pealispinnal 120 MPa. Juhul kui seda ei saavutata, paigaldatakse ballastiprisma alla geovõrk 40/40. Alltöövõtja teeb Tapa poolse ühenduse, km 320,248 - 320,400 valmis 6 h-ga ja seejärel kolib tegema Nõmmküla poolset ühendust, km 321,200 - 321,343. Ühenduste rajamiseks kulub 12 h, plaanis olema arvestanud 4 h varu. Ühenduste rajamiseks kasutatakse: roomikekskavaator (21 t), 3D roomikekskavaatorid (21 t), 3D buldooser (14 t), pinnaserull (10 t), soolokallur (20 t).

Alates 10:00 alustab peatöövõtja (Lisa 1) Tapa poolse ühenduste ehitusega, km 320,248 - 320,400. Nõmmküla poolse ühenduste ehitusega, km 321,200 - 321,343 alustab peatöövõtja alates 15:00. Ühendused rajatakse kuni 23:00, selleks paigaldatakse uuele muldkehale liiprid ja pikkrööbas. Selleks kasutatakse 12 teemest, 1 roomikekskavaator liiprijagajaga 8 liiprile ja 1 HR-raudtee ekskavaator papagoiga. Alustuseks jagatakse liiprid ja siis paigaldatakse pikkrööbas. Ühenduste ehituseks on arvestatud 15 h.

Kolmapäeval (Lisa 1), alates 00:00 alustatakse Tapa-Nõmmküla jaamavahe, km 320,248 - 321,343. Selleks kasutatakse veduri koosseisu: vedur, kompressor, 34 HDV-d (laetud) ja 4 teemest. Killustiku lisamine teostatakse 1 095 m õgvendatud raudteelõigul kuni 04:00. Killustiku lisamine alustatakse Nõmmküla poolt, töömaa lõpust km 321,343 töösuunaga Tapa poole. Alates 03:00 tuleb jaamavahele VPR, kes teostab km 320,248 - 321,343 toppimis- ja rihtimistööd Nõmmküla poolt töösuunaga Tapa poole. Aknas 72h on planeeritud teostada killustiku lisamine ning toppimis- ja rihtimistööd 3 korda.

Killustiku lisamine toimub (Lisa 1) kolmapäeval, kell 00:00-04:00, 17:00- 21:00 ja neljapäeval kell 10:00-14:00. Toppimis- ja rihtimistööd toimuvad kolmapäeval kell 00:03-10:00, kolmapäev kell 20:00- neljapäev 00:30 ja neljapäeval kell 13:00-20:00. Peale igat killustiku lisamist sõidab veduri koosseis Muugale laadima, selleks on arvestatud 12 h. Sinna on arvestatud sõit 6 h edasi-tagasi ja kohapeal killustiku laadimine 6 h. Toppimis- ja rihtimistööd toimuvad iga 9 h tagant. Kuna VPR suudab korraga teed tõsta 10 cm ja tõsta vaja kokku 35 cm 1 095 m ulatuses, tuleb ette näha lisaks 1 killustiku lisamine ning 1 toppimis-ja rihtimistööd. See töö planeeritakse teostada paralleelselt Nõmmküla jaama km 323,760 - 324,964 aknas 72 h.

Kolmapäeval (Lisa 1), alates 00:00 toimub Nõmmküla jaama 2. tee paigaldus 650 m (Joonis 18). Selleks teostatakse manöövrööbid, pannakse koosseis Nõmmküla jaama 3.

teelt peateele ja alustatakse paigaldust Nõmmküla poolt, alates paariskõriku pöörmelt nr. 2 riströöpakannast.

Selleks kasutatakse (Lisa 1) dresiin TKA-8, kes liigutab UK kraana koosseisu ja 6 teemeest. Kuna sõrestikud 25 m pärinevad Tapa-Nõmmküla jaamavahe, km 320,248 – 321,343 olemasolevast peateest, tuleb igas sõrestikus ette näha lukukohtade freesimised, vähemalt 1 lukupoldi jaoks. UK rongil on laetud 1095 m sõrestiku, millest 650 m paigaldatakse ja 445 m virnastatakse 2. teel. Peale tööd jääb UK rong seisma 2. teel ja neljapäeval alates 15:00 lisatakse UK rong veduri koosseisu ja viiakse Tapa jaama, valmistumaks järgmiseks aknaks.

Kolmapäeval (Lisa 1), alates 12:00 paigaldatakse Tapa-Nõmmküla jaamavahe, km 320,345 foor 4 isoleerlukud 2 tk, mõlemale rööpaniidile 1 tk. Selleks kasutakse 2 teemeest, kes teostavad järgmised tööd: km 320,345 rööpa lõikamine, lukukohtade freesimine ja isoleerluku paigaldus. Paralleelselt toimub Tapa-Nõmmküla jaamavahe, km 321,393 ajutise ülesõidu paigaldus. Selleks kasutatakse 1 roomikekskavaatorid ja 4 teemeest. Ajutise ülesõit on vajalik olemasoleva peatee ballasti väljaveoks. Olemasoleva peatee ballasti väljavedu teostab mullatööde alltöövõtja neljapäeval alates 08:00, selleks kasutatakse traktorid haagisega ja roomikekskavaatorid. Olemasoleva peatee ballast sõelutakse ja taaskasutatakse Nõmmküla jaam 2. tee ballastiprisma rajamiseks.

Neljapäeval (Lisa 1) alates 04:00 teostatakse pistiktrosside paigaldus ja lukupoltide lisamine. Kuna jaamavahe avatakse sidelappidel, tuleb iga lukukohale paigaldada 1 pistiktross ja lisada 4 lukupolti. Alates 15:00 peale 3ndat killustiku lisamist teostab vedur manöövritööd, haagib külge Nõmmküla jaama 2. teel UK rongi ja sõidab alates 21:00 Tapa jaama kui VPR on Tapa-Nõmmküla jaamavahe km 320,248 – 321,343 toppimis- ja rihtimistööd lõpetanud ja jaamavahe vabastanud. UK rong jääb Tapale ja veduri koosseis: vedur, kompressor, 34-HDV-d (tühjad) sõidab Muugale laadimisse.

Antud aknas 72 h Tapa-Nõmmküla jaamavahe, km 320,248 – 321,343 jääb veel teha 1 095 m ulatuses pikkrööpa keevitamine, killustiku lisamine üks kord ning toppimis- ja rihtimistööd üks kord. Need tööd lõpetakse järgmise akna 72 h Nõmmküla jaam km 323,760 – 324,964 aja sees.

KOKKUVÕTE

Käesoleva lõputöö eesmärk oli koostada töökorralduse projekt raudtee rekonstrueerimise kohta, protsessi käigus määrata sobiv ehitustehnoloogia, ressurss ja koostada kalendergraafik, mille alusel teostatakse raudtee aknas 72 h projekti põhiosa ehituslik lahendamine.

Lõputöö aluseks on võetud Eesti Raudtee AS poolt koostatud Tapa-Kaarepere kapitaalremonditööd ja õgvenduste ehitus põhiprojekt. Töökorralduse projektis kajastatud ehitustehnoloogia ja ressurss koos ajalise kestvusega põhineb autori isiklikul töökogemusel raudtee-ehitusvaldkonnas.

Antud lõputöö koosneb kahest osast, esimeses osas kirjeldab autor teoreetilist tausta, lähtudes raudtees kehtivatest seadusandlustest, juhenditest ja standarditest. Teises osas kirjeldab autor praktilist osa, lähtudes Tapa-Kaarepere kapitaalremonditööd ja õgvenduste ehitus põhiprojektist ning isiklikust töökogemusest, mille abil leitakse parim lahendus lõputöö püstitatud põhiessmärgile, milleks on sobiva ehitustehnoloogia ja ressursi määramine vajalike ehitustööde teostamiseks raudtee aknas 72 h.

Töökorralduse projekti koostamisel selgub, et 72 h on piisav aeg Tapa-Nõmmküla jaamavahe, km 320,248 – 321,343 raudteelõigu õgvendamiseks aknas ja liikluse avamine akna järgselt. Aken 72 h jooksul teostatakse olemasoleva peatee demontaaž 1 095 m, mullatööd 295 m, mille tulemusel ühendatakse olemasolev ja uus muldkeha, rajatakse uus pealisehtis 1 095 m koos liiprite, rööpa ja ballastiprismaga. Paralleelselt teostatakse ehitustööd, Tapa-Nõmmküla jaamavahe, km 318,768 – 319,613 õgvendatud raudteelõigul, kus teostatakse viimane killustiku lisamine ning toppimis- ja rihtimistööd. Samuti paigaldatakse Nõmmküla jaama 2. teed 650 m.

Autori hinnangul annab lõputöö hea ülevaate raudtee töökorraldusprotsessidest ning antud lõigu ehitamisele kuluva ressursi ja ajakulu vajadusest. Ehitustööde kalendergraafik on välja toodud lisas, autor on kalendergraafikus kajastanud vajaliku ressursi koos ajakuluga.

SUMMARY

The aim of this thesis titled *Construction Management Project for the Reconstruction of a Railway* was to prepare a work organization design for the reconstruction of the railway and in the course of the preparation to determine the appropriate construction technology, resource and draw up a calendar schedule, on the basis of which the structural solution of the main part of the design will be carried out on the railway during a 72-hour window.

The thesis is based on the basic construction design of Eesti Raudtee AS for the overhaul and track streamlining of the Tapa-Kaarepere section. The construction technology and resource outlined in the work organization design, together with the required time needs, are based on the author's personal work experience in the field of railway construction.

This thesis consists of two parts: in the first part the author of the thesis describes the theoretical background, based on the legislation, guidelines and standards in force in the railway sector. In the second part, the author describes the practical part, proceeding from the Tapa-Kaarepere section overhaul and the track streamlining from the basic design and personal work experience, in order to find the best solution to the main goal of the thesis, to determine the appropriate construction technology and resource requirement for carrying out the necessary construction works in a 72-hour railway window.

In the course of preparing the work organization design, the author determined that 72 hours is a sufficient time window for streamlining work on the Tapa-Nõmmküla section, kms 320.248 – 321.343 railway sections and opening traffic after the window. Within 72 hours, 1,095 m of existing main track will be dismantled, and 295 m of earthworks will be performed, as a result of which the existing and new embankment will be connected, a 1,095 m of new superstructure will be built with sleepers, rail and ballast prism. In parallel, construction works will be performed in the streamlining of the Tapa-Nõmmküla section, kms 318.768-319613, with the adding of the final crushing, compacting and trimming. Track 2 of the Nõmmküla station will also be constructed with a length of 650 m.

This thesis gives a good overview of the work organization processes of the railway and resource requirements and time required for railway construction. The calendar schedule of construction works is presented in the appendix (Annex 1), and the author has included in the calendar schedule, in addition to time required for construction works, the necessary resource requirements with the time requirement.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] „Raudtee rööpmelaiusega 1520 mm ehitusnormid ja projekteerimine ЧИП 32-01-95” (Moskva, 1995). [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evr.ee/files/45--TE-lisa.pdf>. [Kasutatud 01. mai 2024].
- [2] „Raudtee tehnokasutuseeskiri” (RT I, 11.11.2020, 8, jõustumine 14.11.2020). [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/111082023006?leiaKehtiv> [Kasutatud 01. mai 2024].
- [3] M. Randlane, Teebrigadiri õpperaamat, Tallinn: EVR Koehne AS, 2000
- [4] Эр-12, 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://er12.ertas.eu/> . [Kasutatud 02. mai 2024].
- [5] T. Beljatskaja, Rööbasteed, Tallinn: TTK-Moodle õppematerjal, 2023.
- [6] Eesti Raudtee AS, Tapa-Kaarepere kapitaalremonditööd ja õgvenduste ehitus põhiprojekt, Tallinn: Eesti Raudtee AS, 2024.
- [7] Maa-amet, 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/maainfo> [Kasutatud 02. mai 2024]

LISA 1. TAPA-NÕMMKÜLA KM 320,248 – 321,343 AKEN 72H EHITUSTÖÖDE KALENDERGRAAFIK

