



**TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL**  
INSENERITEADUSKOND  
Ehituse ja Arhitektuuri Instituut

**TEEDEEHITUSLIKUD PROBLEEMID JUHENDITES  
JA PRAKTIKAS NING NENDE VÕIMALIKUD  
LAHENDUSED**

**ROAD CONSTRUCTION PROBLEMS IN GUIDES AND  
PRACTICE AND THEIR POSSIBLE SOLUTIONS**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Lauri Stimmer

Üliõpilaskood: 204039EAXM

Juhendaja: Andrus Aavik

Tallinn 2022

# AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

31. mai 2022

Autor: .....  
/ allkiri /

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele.

"....." ..... 2022

Juhendaja: .....  
/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

"....." .....2022

Kaitsmiskomisjoni esimees: .....  
/ nimi ja allkiri /

# LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ REPRODUTSEERIMISEKS JA LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS

Mina, **Lauri Stimmer**, sünd. 13.04.1978

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose **Teedehituslikud probleemid juhendites ja praktikas ning nende võimalikud lahendused**,

mille juhendaja on Andrus Aavik.

- 1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
  - 1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
  3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

\_\_\_\_\_ (allkiri)

31. mai 2022

# LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

**Üliõpilane:** Lauri Stimmer, üliõpilaskood 204039EAXM  
**Õppekava, peeriala:** EAXM15/15 – Hooned ja rajatised, teedeehitus  
**Juhendaja:** Andrus Aavik, andrus.aavik@talltech.ee

## Lõputöö teema:

*Teedeehituslikud probleemid juhendites ja praktikas ning nende võimalikud lahendused*  
*Road construction problems in guides and practice and their possible solutions*

## Lõputöö põhieesmärgid:

1. Analüüsida erinevatel aegadel kehtinud juhendeid, võrreldes neid kogemuslike ehituslike probleemide vaatenurgast. Analüüsi kaasata muldkeha ja katendi erinevate kihtide (killustikalus, stabiliseeritud alus, asfaltkate) ehitamise juhised (Transpordiamet).
2. Hinnata, kuidas on eelkõige ehitaja pilguläbi juhistesse sisse viidud olulisi muudatusi.
3. Analüüsida ehitusprotsessi kõrvalekallete põhjuste olemust, mis on seotud kehtivate juhiste ettekirjutatuga ning pakkuda välja autori enda kogemusest lähtuv ennetus- või järeltegevus tekkinud tagajärgede likvideerimiseks.

## Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Teoreetilise osa kirjutamine, andmete kogumine	07.03.2022
2.	Tulemuste analüüsimine	25.04.2022
3.	Töö 96% valmis, lõputöö kaitsmistaotluse esitamine	09.05.2022
4.	Töö lõplik vormistamine, esitamine retsenseerimiseks	29.05.2022
5.	Kaitsmine	02.06.2022

**Töö keel:** Eesti keel

**Lõputöö esitamise tähtaeg:** 31.05.2022

**Üliõpilane:** Lauri Stimmer ..... 10.01.2022  
/allkiri/

**Juhendaja:** Andrus Aavik ..... 10.01.2022  
/allkiri/

# SISUKORD

SISSEJUHATUS .....	5
1. MULLATÖÖD .....	6
1.1. Ajavahemikul 2014-2021 välja antud muldkeha ehitamise juhise tähtsamate muudatuste võrdlus .....	6
1.2. Muldkeha ehitamine.....	8
1.2.1. Töömaa hoidmine veevabana ning ajutiste äravoolukraavide rajamine ...	8
1.2.2. Muldkehale laienduste juurdeehitamine .....	11
1.2.3. Muldkehade tihendamine.....	14
1.2.4. Süvendipõhja kaitsmine .....	15
1.2.5. Muldkeha ja drenkihi ehitamine, erilahendused .....	17
1.2.6. Muldkeha ja drenkihimaterjalide tootmine .....	20
1.2.7. Kraavide kaevamisel ülejääva pinnase ladustamine .....	22
1.2.8. Truupide ja trasside paigaldamine tee muldkehasse.....	24
1.3. Käsitletud probleemide lahenduste kokkuvõte .....	26
2. KILLUSTIKALUSED.....	28
2.1. Aastatel 2012 ja 2016 välja antud killustikaluste ehitamise juhendite võrdlus 28	
2.2. Killustikaluste ehitamine.....	30
2.2.1. Killustikmaterjali ülekulu .....	30
2.2.2. Killustikaluse pealiskihi nõuetekohasena hoidmine .....	31
2.2.3. Killustikaluse ehitamine betoonalusele .....	32
2.3. Käsitletud probleemide lahenduste kokkuvõte .....	34
3. KOMPLEKSSTABILISEERITUD ALUSE EHTAMINE.....	35
3.1. Erinevatel aegadel väljastatud stabiliseerimistööde juhendid.....	35
3.1.1. KS aluste ehitamiseks vajaminev materjalid .....	37
3.1.2. Kompleksstabiliseeritud aluste seguretseptide koostamine .....	39
3.1.3. Freesafaldi komponent stabiliseeritud segus .....	41
3.1.4. Segude katsetamine .....	43
3.1.5. Ilmastiku mõju ehitatavale alusele .....	45
3.1.6. Stabiliseerimistööde teostamine liiklusele avatud teedel .....	47
3.2. Käsitletud probleemide lahenduste kokkuvõte .....	52
4. ASFALTBETOOMKATETE EHTAMINE.....	53
4.1. Ajavahemikul 2005 - 2021 väljaantud juhendite „Asfaldist katendikihtide ehitamise juhise“ tähtsamate muudatuste võrdlus.....	53
4.2. Ettevalmistustööd - tee aluspinna puhastamine.....	56

4.3.	Ettevalmistustööd - märkimistööd .....	59
4.4.	Asfalteerimistööd .....	60
4.4.1.	Seisakud asfalteerimisprotsessi ajal.....	60
4.4.2.	Asfaldikihtide paigalduse ajastus kõrgete mullete juures .....	61
4.4.3.	Kaevud asfaltkattel.....	63
4.4.4.	Kaevude jätmine asfaltkatte alla .....	65
4.4.5.	Asfaltkatte deformatsioonid – praod pikivuugis .....	66
4.4.6.	Võrkpraod ringristmiku äärtes.....	68
4.4.7.	Puurkehade puurimiskohtade kinnikatmine .....	69
4.4.8.	Pikiroopad teel .....	71
4.4.9.	Ehitusaegsete liikluskorralduslike tööde mõju katetele .....	73
4.5.	Käsitletud probleemide lahenduste kokkuvõte.....	75
	KOKKUVÕTE .....	77
	SUMMARY.....	79
	VIIDATUD ALLIKATE LOETELU.....	81

## SISSEJUHATUS

Käesoleva magistritöö autor on teedehituse alal tegev olnud alates 1999 aastast, kui alustas töötamist suveperiooditi AS Aspi asfalteerimisbrigaadis abitöölisena. Lõpetanud 2001 Tallinna Pedagoogikaülikooli tehti samasse ettevõttes tööpakkumine jätkata toimetamist õpetajaametis asemel teetööde alal. Sellega nõustudes jätkus 2002 aastal töötamine töödejuhina Vabaduse puiestee rekonstrueerimise objektil ning alates 2005a. juba objektijuhina Pärnu mnt rekonstrueerimise objektil (lõigus Männiku tee-Järve tn). 2007 aastast jätkus töö projektijuhina Merivälja tee ehitusobjektidel (lõigus Randvere ristmik – Ranna tee). Edaspidiselt on suuremad objektid olnud Nordecon AS nime alt Vaida - Aruvalla maanteelõigu ehitus ning Tartu idaringtee 1. ehitusala ehitamine üldobjektijuhina, kuna Tallinna Tehnikakõrgkool ja 6 insenerikutse sai omandatud alles pärast nende objektide valmimist. Hetkel on töö autor paljudel ehitusobjektidel garantiiperioodiaegne töövõtjapoolne esindaja ja taustajõud AS TREF Nord-is.

Töö autor on tänaseks juba suhteliselt pika aja vältel osalenud tee-ehitustööde teostamise ning ka juhtimise protsessides erinevatel ametitasemetel ja on omandanud arvestatava osa erialastest teadmistest ja kogemustest reaalsetelt ehitusobjektidelt. Sellest ajendatuna on tekkinud nii mõnedki probleemid ja olukorrad, mis on väärinud ülestäheldamist ning uurimist, kas mingid olulisemad tegevused või tegematajätmised ehitusprotsessis on kuidagiviisi ka juhistes ja juhendites reglementeeritud. Samuti huvitav töö autorit see, kuidas on eelkõige ehitaja pilguläbi juhistesse sisse viidud olulisi muudatusi.

Sellest ajendatuna olen valinud magistritöö teemaks kogemuslike ehituslike probleemide analüüsi koos juhendite võrdlusega nende esialgsetest versioonidest tänapäeval kehtivateni välja. Töös käsitletakse ennekõike teedehituslike probleeme ja kõrvalekaldeid, mille parandamine nõuab keskmisest suuremat finantsilisi ressursse. Magistritöös on analüüsitud kõrvalekallete põhjuste olemust, mis on seotud kehtivate juhiste ettekirjutatuga ning välja on pakutud ennekõike autori enda kogemusest lähtuv ennetus- või järeltegevus tekkinud tagajärgede likvideerimiseks.

Käesolevas magistritöös pööratakse kõige suuremat tähelepanu mullatöödele ja katte konstruktsioonide ehitusele, kuna need on tee-ehitustööde kõige kulukamaks osaks finantsilises mõttes. Samuti mõjutab nende osade kvaliteet enim teede defektide ja kõrvalekallete tekkimise kiirust ning teekasutajate rahulolu.

Käesolev magistritöö sisaldab ainult autori osalusel valminud ehitusobjekte ning töös sisalduv materjal jääb enamikel juhtudel anonüümseks, kuna äratundmise korral ei pruugi see eriti positiivselt mõjuda töö tellijatele.

# **1. MULLATÖÖD**

## **1.1. Ajavahemikul 2014-2021 välja antud muldkeha ehitamise juhise tähtsamate muudatuste võrdlus**

Juhiseid muldkeha kohta on tänaseks välja antud 3 tk., aastatel 2014, 2016 ja 2021. Põhilised muudatused 2014a. ja 2016a. juhendites piirduvad eelkõige õigusaktides toimunud sisulistest ja tehnilistest muudatustest seoses täitematerjalidega. Sisse on viidud olulisi täiendusi, mis avaldavad rajatiste kestvusele positiivset mõju ja tagavad kvaliteetsema lõpptulemuse. Tagatud on suurem kooskõla standarditega ning drenkihi osas on lisatud asjakohased nõuded. Suuremad muudatused on seotud Euroopa Liidu seadusandluse ja ehitusseadustiku nõuetega. Näiteks kehtivad ehitusmaterjalidele ja toodetele nõuded ning nendele nõuetele vastavuse tõendamise kord. Samuti peavad kõikidel tee-ehituses kasutatavatel toodetel olema toimivus- või vastavusdeklaratsioon, millega kinnitatakse tootja poolt toodete nõuetele vastavaid omadusi.

Juhise järgi tuleb tee projekteerimisel, ehitamisel, rekonstrueerimisel ja remondil kasutada tootestandardile vastavaid tooteid. Erandiks on mulde aluse pinnasele sätestatud nn. aluspinnase tagamine ja tellijalepingus määratud täitepinna. Muldkeha ja drenkihi projekteerimisel tuleb kasutada täitematerjalide tootestandardites sätestatud põhiomadusi. Paigaldamisel tuleb kontrollida, kas objektile toodud toode vastab projektis määratud tootestandardile ja kas kõik nõutavad põhiomaduste väärtused on tagatud (näiteks konstruktsiooni tuleb projekteerida standardikohastest täitematerjalidest, mitte kontrollomata omadustega pinnasest nagu liiv või kruus). Teekonstruktsiooni alla jääva aluspinnase geotehniliseks uurimiseks ja katsetamiseks on omakorda vastavad standardid, mille järgi hinnatakse aluspinnase sobivust ja vajadusel antakse selle tugevdamise meetmed [1]

Alljärgnevas tabelis on välja toodud peamised muudatused, mis on sisse viidud 2016 aasta juhisesse võrrelduna 2014 aasta omaga:



Tabel 1.1 Muldkeha ehitamise juhenditesse sisse viidud põhilised muudatused

<b>Muudetud / lisatud nõue</b>	<b>2014a. juh</b>	<b>2016a. juh</b>
Ehitamisel sätestatud nõuete kehtivusala	Ainult remondile	Rekonstrueerimis- ja remonttöödele
Juhendi kehtivus katendikonstruktsiooni osale	Juhend ei käsitle katendi ehitust	Juhend käsitleb katendi ehitusest drenkihti puudutavat osa
Projekteerimisel ja ehitamisel kasutatavate toodete eluiga	Käsitlus puudub juhendist	Kasutatavate toodete eluiga ei tohi olla lühem konstruktsiooni vastava osa elueast
Antud juhises toodud projekteerimis- ja kvaliteedinõuete rakenduvus	Käsitlus puudub juhendist	Tuleb pidada minimaalseteks nõueteks, mida Maanteeameti objektidel rakendatakse
Nõuded muldkehale projekteeritud drenkihi suhtes	Käsitlus puudub juhendist	Dreenkihist peab olema takistatud vee filtreerumine muldkeha kihti
Muldkehas vähese orgaanilise pinnase kasutamine, selle määramise meetod	Käsitlus puudub juhendist	Muldkeha võib ehitada 2-6% orgaanilist ainet sisaldavast materjalist, mille sisaldus määratakse põlemiskao katsega
Projektis määratud kohustuslike konstruktsioonikihtide kandevõime määramine	Käsitlus puudub juhendist	Mulde aluspinnaselt, mulde kihtidelt ja drenkihi pealispinnalt
Temperatuur, alates millest loetakse töid talvisteks	Alla 0 °C	Madalam +4 °C
Mullete rajamine talvistes tingimustes soodes	Käsitlus puudub juhendist	Ei teostata, kui stabiliseerimine osutub vähemkulukaks
Materjalide vääristamine	Töödeldud materjal peab vastama projektis etteantud nõuetele	Töödeldud materjal peab vastama EVS-EN 13242 või EVS-EN 13285 põhiomaduste väärtusele
Muldkeha pinnaste tihendamisel (tööde käigus) jälgitavad asjaolud	Käsitlus puudub juhendist	Tuleb jälgida vee äravoolu tihendatud mulde pinnalt
Täitematerjali põhiomaduste vastavuse kontroll	Käsitlus puudub juhendist	Standardkohase saatelehega „delivery ticket“
Objektile saabuvate täitematerjalide ja täitepinnaste saatelehed ja kontroll	Käsitlus puudub juhendist	Kogu objektile saabuv materjali kontrollitakse, see kohustus lasub Inseneril
Aluspinnasele esitatavad nõuded enne sellele muldkehakihtide rajamist	Käsitlus puudub juhendist	Aluspinnase tasandamise nõue; tagatud peab olema vee äravool aluspinnalt, aluspinnasele on lisatud kandevõime mõõtmise nõue
Mulde alumisse ossa rajatava drenkihi maksimaalne kapillaartõus	Käsitlus puudub juhendist	Määratakse EVS-EN 1097-10 järgi, mis on maksimaalselt 0,7m
Tegevused rajatava drenkihi vastuvõtmiseks	Käsitlus puudub juhendist	Võetakse Inseneri poolt vastu kaetud tööde aktiga, kui on teostatud kallete kontroll ja tiheduse mõõtmine
Paigaldatud ja tihendatud täitematerjali kandevõime vastavus katendiarvutuses toodud näitajatele	Käsitlus puudub juhendist	Teostada tuleb plaatkoormuskatse DIN 18134

<b>Muudetud / lisatud nõue</b>	<b>2014a. juhis</b>	<b>2016a. juhis</b>
Aheraine orgaanilise aine sisalduse määramine	Käsitlus puudub juhendist	Põlemiskao määrangud tuleb teostada BS 1377-3 järgi EVS-EN 1997-2 lisa N2 nõudeid järgides
Põlevkiviaheraine nõuetele vastavus	Vastutajateks on ehitaja koos omanikujärelevalve esindajaga	Materjalid peavad omama nõuetele vastavat vastavusdeklaratsiooni ning toimivusdeklaratsiooni vastavalt EVS-EN 13242, millele on määratud määrus 74 põhiomadused.
Dreenkihis >70% karbonaatsete kivimite sisaldus	Käsitlus puudub juhendist	Sellist segu pole lubatud kasutada dreenkihis, peab olema väiksem 70%-st
Filtratsioonimoodul standardi EVS 901-20 järgi peale tihendamist	2 m/ööp	1 m/ööp
Talvel rajatava muldkeha pinnalt vee äravoolu tagamine	Käsitlus puudub juhendist	Tagada tuleb ehitusaegne vete äravool ehitatava teelõigu piires
Muldese paigaldatava külmunud pinnase osakaal	Kuni 30%	Külmunud materjalikamakad ei tohi sattuda muldesse; paigaldatud materjalikiht ei tohi külmuda enne, kui see on tihendatud nõutud tasemeni
Mulde ülaosasse ja truubi kohale paigaldatava materjali kvaliteet	Paigaldatakse 1m paksuselt ainult külmumata savi või dreenpinnast	Paigaldatakse ainult juhise p.6.3.4. vastavat materjali
Tee remondi mõiste tähendus	On võrdne mõistega rekonstrueerimine e. teeklassi tõstmisega	Tee osa asendamine samaväärsega
Tee rekonstrueerimise mõiste tähendus	Remondi ja rekonstrueerimise mõisted on samatähenduslikud	Tee ümberehitamine sh teeklassi tõstmine

Kui võrrelda 2021a. juhendit 2016a. omaga, siis on tegemist marginaalsete muudatustega. Uuendatud on ametinimetused nt. põllumajandusministri nimetus on asendanud maaeluministri omaga. Samuti on uuenenud juhiste nimetused nt. 2021a. juhises on „Tee ja teetööde vastuvõtueeskiri“ asendatud dokumendiga „Riigiteede ehitustööde vastuvõtueeskiri“.

## **1.2. Muldkeha ehitamine**

### **1.2.1. Töömaa hoidmine veevabana ning ajutiste äravoolukraavide rajamine**

Liigvete (põhjavesi koos sademeveega või kumbki eraldi) olemasolu ehitusplatsil võib tekitada olukorra, kus võimatuks võib osutuda edasiste tööde teostamine. Kevadise liigvee või suuremate sadude korral ei ole ehitustehnikaga savisel aluspinnasel

opereerimine kuluefektiivne ilma olukorra parandamiseks lisameetmeid rakendamata. Need seisnevad palju ressursi nõudvate juurdepääsuteede ehitamises või liigvee poolt tekitatud kahjude likvideerimises. Nendeks on eelkõige rikunud struktuuriga pinnase väljavahetamisega seotud kulud ning viivitused, mis avaldavad negatiivset mõju tööde graafikule.

Seetõttu tuleb enne ehitusplatsil töödega alustamist planeerida tegevused, millega juhitakse ehitusplatsilt ära liigvesi, misjärel saaks alustada graafikujärgsete ehitustööde teostamist. Põhiliselt puudutab kõnealune temaatika objekte, mille asukoht on teises ja kolmandas niiskuspaikkonnas. Vee ärajuhtimisprobleemid esinevad esimese niiskuspaikkonna juures vaid sügavates süvendites, kuna neis eksisteerib võimalus, et ollakse kaevesügavusega põhjavee tasemega ühel tasapinnal või sellest madalamal. Juhul, kui ehitusobjektil on ette teada oht puutuda kokku põhjaveega, ei tohi hinna kujundamise staadiumis alahinnata sinna rakendatava tööjõukulu ja muude veetõrjumiseks vajaminevate vahendite osakaalu suurust, mis selleks kulub. Joonisel nr. 1.1 on kuue meetri sügavune teesüvend, mis tuleb hoida veevabana allikalise olukorra tõttu. Kolme veepumpa on teesüvendis töös hoidud ca 9 kuud järjest, mis tekitab arvestatava kulu nii tööjõu, seadmete rendi, kui ka generaatoreid töös hoidvale kütusele.



Joonis 1.1. Allikalises piirkonnas asuva teesüvendi hoidmine kogu ulatuses veevabana [erakogu]

Kui süvendi puhul on selle põhjas allikaline olukord, siis tuleb arvestada järgmiste kuluartiklitega:

- Veepumpade ööpäevaringne vajadus ehitusobjektidel;
- Ööpäevaringne inimtööjõud objektidel, kelle ülesandeks on tagada pumpade järjepidev töö;
- Elektriühenduse või generaatorite vajadus ehitusobjektidel;
- Liigvee ärajuhtimiseks vajamineva koha (olemasolev või ehituse käigus rajatud sademeveekanaliseerimine) olemasolu.

Töö autorina soovitan tähelepanu pöörata järgmistele asjaoludele:

Liigvee kogumiseks tuleb tööfrondi madalaimasse asukohta rajada süvend või auk, kuhu saab paigaldada veepumba. Juhul kui vee juurdevool toimub töömaa erinevatest suundadest, tuleb veepumbani kaevata küvetid või tagada muul viisil vee jõudmine veepumbani.

Kui vee juurdevool on nõnda suur, et pumpade pideval töötamisel nende nn. „kuivalejäämise“ oht puudub, tuleks pumpasid vooluga varustavates generaatorites jälgida kütuse piisavat varu. Selle lõppedes kattub ala koheselt liigveega. Juhul kui eksisteerib oht veepumpade kuivalejäämisele ja seetõttu jahutusfunktsiooni lakkamise tõttu läbi põlemisele, tuleb pumbad enne vee hulga kriitilise tasemeni jõudmist välja lülitada või vähendada pumpade arvu.

Samuti oleks vajalik leida sobilik koht, kuhu pumpamisel tekkiv liigvesi suunata. Maanteedel saab veed ära juhtida olemasolevatesse kraavidesse. Probleemaatilise on olukord aga linnatingimustes, kus ainsaks variandiks on kas olemasolev või ehitusobjekti raames rajatud uus sademevee kanalisatsioonitorustik. Antud juhul tuleb ehitusobjektilt sinna suunatav liigvee pumpamine kooskõlastada kindlasti trassi omanikuga, kuna pumbatavas vees sisalduv mineraalsete osakeste hulk on suurem kui tavaolukorras. Selle registreerivad veeseireseadmed ja omaalgatuslikud veesuunamised sadevee- või ühisvoolsesse kanalisatsiooni lõpevad vee-ettevõttepoolsete sanktsioonidega. Joonisel nr 1.2 on kujutatud Tartus, Võru tn viadukti puurvaiade jaoks rajatud süvend peale öist vihma sadu. Joonise vasakpoolses ülaosas seisva puurmasina ligipääsu tarbeks süvendi põhja, tuli liigvee poolt rikutud pinnas sajabrotsendiliselt eemaldada ning asendada masinat kandva karjäärimaterjaliga.



Joonis 1.2. Veetõrjetööd viadukti vaiamasina tarbeks rajatud alusel peale vihmasedu [erakogu]

Maanteede ehitusel on alates 2017 aastast Transpordiameti lepingutes nõue rajada esmajärjekorras projektijärgsed maanteekraavid, et vihmasedu ja liigvee korral oleks sellel võimalik iseseisvalt või abivahendeid kasutades eemalduda.

Vee ärasuunamise temaatika puudutab peaaegu igat tee-ehitusobjekti, mille teostamise aeg jääb kas sügisesse, talve või kevadesse. Praktika näitab, et veetõrjumisele kuluvat raha objektide eelarvetesse tavaliselt ei arvestata vaatamata sellele, et tegemist on üpris kaaluka kuluallikaga.

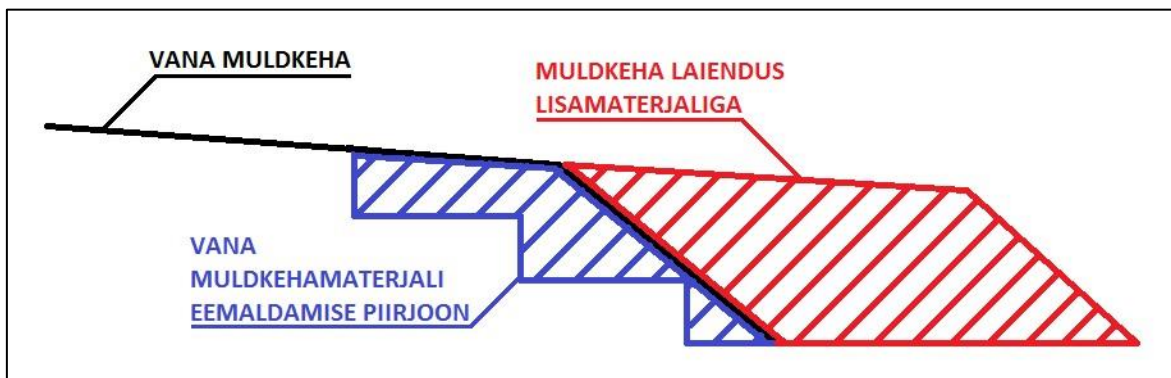
### **1.2.2. Muldkehale laienduste juurdeehitamine**

Ehitusobjektile tuleb sageli ette töid, millega tuleb olemasoleva muldkeha külge ehitada selle laiendus. Sellisel juhul tuleb lähtuda teehoiutöödele kehtestatud nõuetest.

Mulde nõlvade katmiseks kasutatavad täitematerjalid/täitepinnased ei tohi olla halvemini drenivad, kui mulde täitematerjalid/täitepinnased. Halvemini drenivad täitematerjalid/täitepinnased tuleb asetada alumistesse kihtidesse, paremini drenivad ülemistesse. Erandiks on sellised mulded, mille alaosas peab olema dreniv kiht mulde kaitsmiseks pinnasevete ja kapillaarvete eest. [1]

Erinevate täitematerjalide/täitepinnaste korrapäratu puistamine muldesse on keelatud, sest selle tõttu võib mulde keskele moodustuda veekotte ja ülemised kihid võivad lihkuda mööda kallakulisi savikihte. [1]

Kui olemasolev laiendatav muldkeha on kõrge ja seda pole mõistlik või võimalik laiali tasandada, tuleks lähtuda joonisel nr 1.3 näidatud põhimõttest, kus olemasoleva muldkeha välisserva kaevatakse astmed ning seejärel kleebitakse lisamaterjalist laiendus samasuguste astmetena vastu vana muldkeha.



Joonis 1.3. Kõrge muldkeha laiendamise põhimõtteline lahendus [erakogu]

Astmeliselt ehitamine on vajalik selleks, et tagada olemasoleva materjali ja juurderajatava muldkeha materjali tihedus ning ühtsus kuna eeldatavalt pole nende materjalide omadused teineteisega võrreldavad. Et tekkivat erinevust minimeerida, kaevatakse olemasolevale muldkehale astmed ning liidetakse uus materjal kihtidena vana laienduse külge. Juhul, kui ehitus toimuks Joonisel 1 kujutatud punase ja sinise joone kokkupuutekohal e. astmeid mitterajades tekitaksime situatsiooni, kus kulumiskihti tekivad peegelduspraod, mis on tingitud juurdeehitatud materjali järeltihenemisest või nihkumisest uue ja vana muldkehamaterjali kokkupuutekohas. Joonisel nr 1.4 on näha parempoolse sõiduraja keskel kulgev ala kahjustatud kulumiskihist, mis kopeerib nõuetele mittevastavalt rajatud muldkehalaienduse piiri.



Joonis 1.4. Vana muldkeha ja laienduse kokkupuutekohta tekkinud kattekonstruktsiooni deformatsioon [erakogu]

Muldkeha remondi projekteerimise juhise järgi tuleb olemasolevate mullete laiendamisel täita järgmisi tingimusi:

- Vanalt muldelt tuleb eemaldada mätas ja ehitada nõlv astmeliseks (astme laius vähemalt 1m 10-20% teest eemale). Liivaste pinnaste puhul astmeid ei tehta;
- Laiendamiseks kasutatav täitematerjal/täitepinnas peab olema samaväärsete omadustega kui vana mulde pinnas. Erinevuste korral peab juurdelisatav materjal olema paremate drenivate omadustega;
- Olemasolevaid drenivatest täitematerjalidest/täitepinnastest muldeid ei ole lubatud laiendada mittedreenivate täitematerjalide/täitepinnastega;
- Laiendid tuleb ehitada horisontaalsete kihtidena ja need tihendada;
- Lõpetamata mullete pealispind tuleb enne pikaajalist töövaheaega hoolikalt tihendada ja tasandada sellise kaldega, mis tagaks vihmavete takistuseta äravoolu. [1]

Muldkeha laiendustöödele ettekirjutatud tingimustest mittekinnipidamisest tulenevad kõrvalnähud omavad suurt rahalist kaalu, kuna nendega on seotud ka kõigi järgnevalt teostatavate tööde (nt. asfalteerimis- ja markeerimistööd) ümbertegemine. Töö autori kogemusele tuginedes tuleks täie tõsidusega suhtuda muldkeha laiendamistöösse, et vältida hilisemaid töö ümbertegemisele kuluvaid kulutusi.

### 1.2.3. Muldkehade tihendamine

Tihendamise põhieesmärkideks muldkeha pinnaste tihendamise ja tiheduse kontrolli juhiste järgi on:

- Pinnase nihketugevuse ja sellega seotud kandevõime tõstmine;
- Pinnase jäikuse suurendamine ja sellega seotud võimalike tulevaste püsivate deformatsioonide vähendamine;
- Pinnase pooride mahu ja sellega seotud võimaliku tulevase niiskusesisalduse ja külmakerke vähendamine. [2]

Et ära hoida võimalikke muldkeha vajumisi ja sellele pealeehitatud katendi deformatsioone, tuleb muldkehade ehitustööd teostada korrektselt võttes arvesse alljärgnevat tegurid.

Kui teedehituse põhihoajaks loetakse üldjuhul hiliskevadet, suve ning sügist, siis teede muldkehasid on võimalik rajada ka talviti. Lisaks teehoiutööde tehnoloogianõuetes väljatoodule tuleks muldkeha ehitamisel tähelepanu pöörata ka järgmistele asjaoludele, millele väga tihti ehitusobjektidel küllaldast tähelepanu ei pöörata või mille vastu eksitakse:

- Ületada ei tohi tihendatava muldkehamaterjali kihi maksimaalset lubatud paksust. Maksimaalse kihipaksuse valikul tuleb kindlasti lähtuda tihendamisseadme võimekusest rajatud muldkehakihti kogupaksuses tihendada;
- Jälgida tuleks miinuskraadidega tehtavaid tihendustöid – vältida tuleb tihendamata jäetud alasid nt. päevaseid tööfrondi lõppe;
- Suveperiooditi tuleb muldkeha kihte kuivades oludes tihendamisprotsessi vältel vajadusel kasta;
- Savikate pinnaste kasutamise korral kõrge muldkeha alakihis oleks mõistlik tööde teostamise perioodiks valida ainult suveperioodi kuiv aeg või töid teostada talvel miinuskraadidega;
- Paksemad muldkehad (kõrgusega üle 5 m) oleks mõistlik jätta mõneks ajaks (kõige parem kui üheks aastaks) seisma, et saaksid toimuda karjäärmaterjali järeltihenedamine ning ka aluspinnase kohanemine pealeveetud materjali raskusega. Sellega tagatakse katte tasetas kuni tee kasutusaja lõpuni.

Tihendamisel saavutatav pinnase tihedus sõltub paljudest erinevatest mõjuteguritest:

- Pinnase olemus ja tüüp, näiteks liiv või savi, terastikuline koostis, plastsus;
- Pinnase niiskusesisaldus ja tihendamiseks kulutatud aeg;
- Kohalikud tingimused, näiteks ilm, objekti asukoht, tihendatava pinnasekihi paksus;
- Tihendamiseks tehtav töö: kasutatava seadme tüüp (mass, tüüp, korduslööbikute arv) [2].



Töö autor soovib talvistel muldkeha tihendamisel tähelepanu pöörata järgnevatele teguritele:

Tööfrondilt tuleb ettevalmistustööna enne iga materjalikihi paigaldamist eemaldada aluskihil asuv lumikate, et vältida eraldi läätsede moodustumist paigalduskihtide vahele. Sinna jäänud lume ja jääkihi lõplik sulamine kõrgete muldkehade puhul võib võtta aega suvekuudeni. Kui kinnisuritud lumekihtide kogus muldkehas osutub suureks, võib selle sulamine muuta hiljem isegi teekatte punase joone kõrgust ja seda ebaühtlaselt.

Kõik materjalide tihendustööd tuleb teostada kohehelt. Tihendamata ei ole soovitatav jätta ka materjalikihtide lõpuosasid, kuna kohevasse olekusse jäänud pinnas külmub ja üles sulades hakkab toimuma pealeveetud materjali poolt tekitatud koormuse tõttu hilisem järeltihenemine, mistõttu tekivad ebatasasused tihenemata alade ulatuses.

Samuti on soovitatav külmaperioodil teostatava pinnase tihendamistööde puhul jälgida, et tihendatav materjal ei sisaldaks külmunud pinnasekamakaid, kuna nende hilisem ülessulamine tekitab samuti ülalpool kirjeldatud kõrvalnähtud. Külmunud materjalikamakad on soovitatav eemaldada käsitsi või lükata muldkehast eemale buldooseriga.

Seevastu suveperioodi kuivemal ajaperioodil tuleb paigaldatavaid kihte kasta, et oleks tagatud materjali optimaalne niiskusesisaldus. Selliselt toimetades on materjalikihi nõutud tiheduse saavutamine oluliselt kiirem võrrelduna ainult loodusliku niiskusesisaldusega pinnaste tihendamisel.

Mölliste või savikate materjalide paigaldamistööd oleks mõistlik ette võtta suveperioodi kuivemal perioodil juulis või augustis seetõttu, et savised ja möllised materjalid muutuvad märgudes vedelaks, raskesti töödeldavaks või kasutuskõlbmatuks.

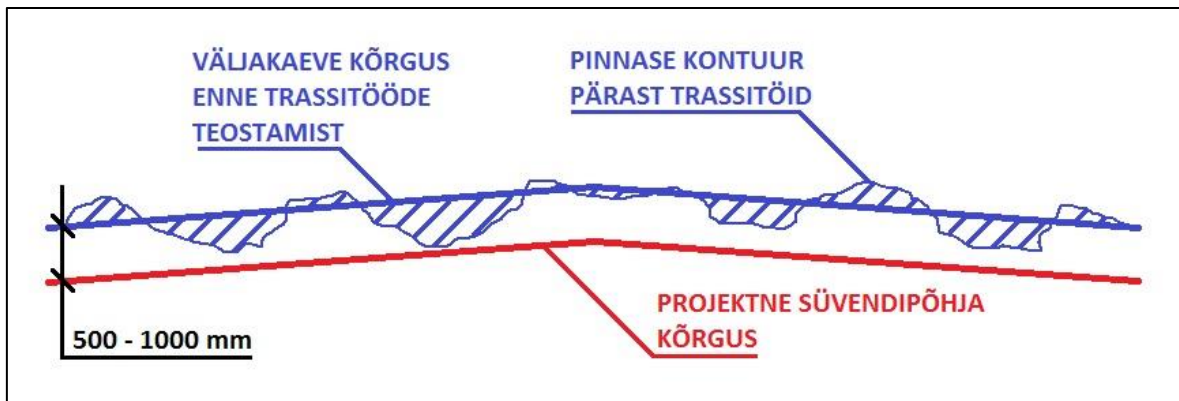
#### **1.2.4. Süvendipõhja kaitsmine**

Süvendis asuva muldkeha puhul tuleb esmalt eemaldada olemasolev pinnas kõrgusele, millele hakatakse rajama konstruktsioonikihte. Üldjuhul saavad hakata peale väljakaevetöid teostama töövõtjad, kelle tööd jäävad konstruktsioonikihtidest allapoole nt. trasside paigaldajad. Sellisel juhul tuleks väljakaeve kõrgus tõsta kõrgemale tasapinnale, kui seda näeb ette projekt. Teatavasti on pinnas sügavate väljakaevete puhul oluliselt savikam ning seetõttu ka oluliselt külmakartlikum kui kõrgemal (maapinnale lähemal) asuv pinnas. Seetõttu tuleks väljakaeve teostada kõrgemal tasapinnal põhjusel, et aluspinnasel toimuvad tööd (ilmastiku koosmõjul) rikuvad süvendipõhja loomuliku tihedusega struktuuri ning taset, nagu on kujutatud joonisel nr. 1.5.



Joonis 1.5. Projektsesse kõrgusesse kaevatud süvendi pealispinna kahjustused, mis on tingitud trassitööde ja ilmastiku koosmõjust [3]

Peale kõiki maa-aluseid kommunikatsioonide paigaldustöid eemaldatakse sinna jäetud ca 0,5 – 1 m paksune rikutud materjalikiht ja kaevatakse see projektse aluspõhja kõrguseni, millele saab peale hakata ehitama konstruktsiooni esimest kihti nagu on kujutatud joonisel nr 1.6.



Joonis 1.6. Ristlõige kattedekonstruktsioonist, millelt on näha kõrgemalt kõrguselt väljakaeve vajadus [erakogu]

Süvendipõhja seisukorda mõjutavad lisaks inimtegevusele ka looduslikud mõjud, milledeks on põhiliselt veeallikad ja sademevesi. Kui soovitakse rajama hakata nn. „rikutud“ süvendipõhjale uut katendikonstruktsiooni kihti, tuleb eemaldada ülemärgunud ja rikutud struktuuriga pinnas, mis ehituslikus mõttes on kasutamiskõlbmatu, kuna vedelat ülemärgunud pinnast pole enam võimalik tihendada

ilma lisategevusi tarvitusele võtmata, näiteks materjali kuivatamine. Rikutud pinnase eemaldamise järel tuleb uue materjaliga asendada kogu eemaldatud kiht, misjärel saab hakata ehitama projektijärgseid konstruktsioonikihte. Finantsiliselt on ehitustööde selliselt teostamine väga kulukas ja otstarbekam on lähtuda autori eelnevatest soovitusetest teostada aluspõhja projektkõrgusesse kaevamistööd hiljem. Joonisel nr 1.7 on kujutatud olukord, kus karjäärist veetud liivakihi all olev looduslik aluspind asub torude paigaldustööde tõttu u meetri võrra allapool projektsest tasapinnast. Dreenkihi projektijärgne paksus on 40 cm, aga tegelikkuses paigaldatakse aluspinnale ca 1,3 m paksust kihti. Joonise paremal poolel on näha veel eemaldamist ootav torutööde teostajate poolt segamini keeratud aluspinnas.

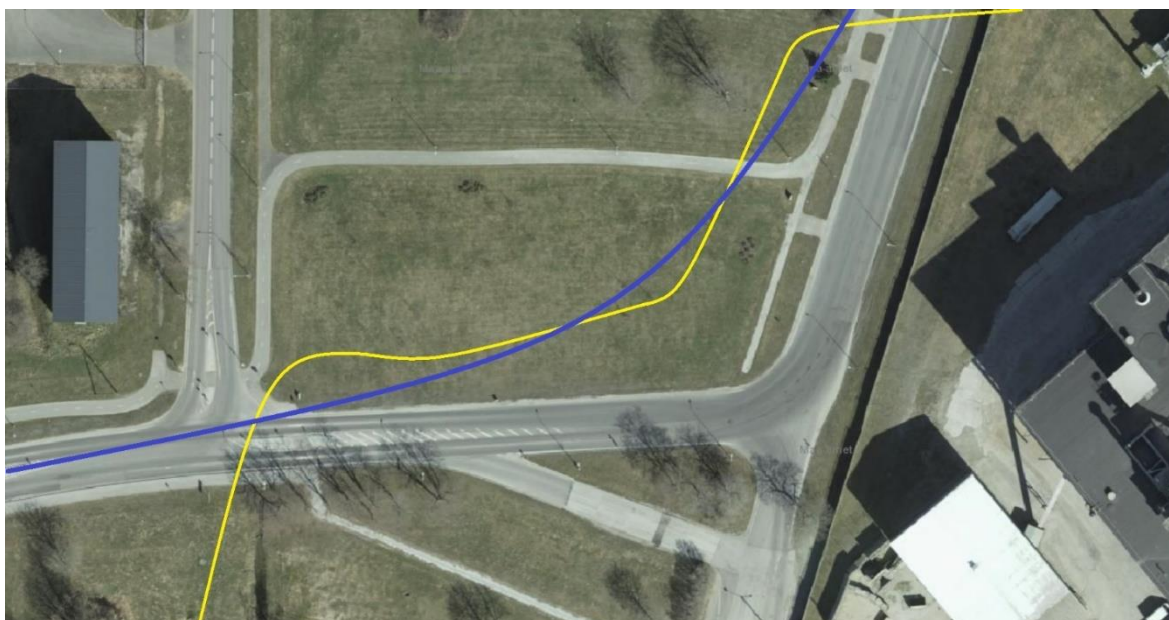


Joonis 1.7. Torutööde teostajate poolt rikutud ja väljakaevatud aluspinnase asemele karjäärimaterjali paigaldamine [erakogu]

### **1.2.5. Muldkeha ja drenkihi ehitamine, erilahendused**

Paljudel juhtudel tuleb muldkeha ja drenkiht ehitada erilahendusena. Sellega käib aga kaasas kehtestatud nõuete (ka. projekteerimisnõuded) ning tööde teostamise tehnoloogiate eiramine. Sellised situatsioonid tekivad enamaltjaolt siis, kui on tegemist maa-aluste kommunikatsioonidega, millede liigutamine või ümbertõstmine on seotud ebamõistlikult suurte riskidega või kaasnevate kuludega- eelkõige tööde tellija (kohalik omavalitsus, linn jt.) jaoks. Sellisteks riskideks võivad olla näiteks võimsad

elektrikaablid, mille asukoht paneb olulisel määral muutma tee projektlahendust. Näiteks 110kV elektrikaabel, mis toidab mõnda suurt tööstust või tootmisüksust ning mille töö seiskamine tee ümberehitustööde ajaks pole sellega kaasnevate kulude tõttu mõeldav. Sellised tehased on nt. AS Estonian Cell Kundas või Utilitase elektrijaamast alajaamadadesse kulgevad kaablid Vao tööstuspiirkonnas. Üldjuhul ei kuulu selliste kaablite trajektoor muutmisele ja töötamine nende kaitsevööndis on väga rangelt reglementeeritud. Näiteks AS Estonian Cell'i toitekaabli katkestamise korral tuleb töövõtjal maksta trahvi 1,5 milj. EUR ööpäevas, kuna puudub varutoide ja tehase taaskäivitamine võtab aega umbes nädala. Ehk allolevalt jooniselt on võimalik näha, kuidas oli Kunda linnas Selja tee esialgselt projekteeritud tee telg (tähistatud siniselt) juhul, kui 110kV kaabel (tähistatud kollaselt) poleks tee trajektooril asunud.



Joonis 1.8. Projektlahenduse muutmine kriitilise tähtsusega maa-aluseid kommunikatsioone arvestades [kuvatõmmis: Maa-amet]

Kaabli ristumised põhiteega on niisiis vaja välja ehitada enamikel juhtudel erilahendustena, kus isegi kaablit kaitsvad olemasolevad telliskivid tuleb jätta oma endisesse asukohta ja projektijärgsesse katendikonstruktsiooni tehakse sisse erilahendusena katkestused, jättes muldkeha koos drenkihiga üldse välja ehitamata, paigaldades antud asukohtadesse kas oluliselt paksem killustikust kiht või nt. tänapäevased betoonpaneelid. Antud erilahenduste väljatöötamine jääb enamasti töövõtja kanda, kuna tee projektides on selliste toimingute juures kaablitega klausel „võimalusel ümber tõsta“ või „vastavalt kaabli tegelikule sügavusele rajada vastav erilahenduslik kattedkonstruktsioon“. Siinkohal tulebki töövõtjal aktiivselt suhelda

kommunikatsiooni omanikuga ning käsitsi kaabli tegelikku asukohta kindlaks tehes välja töötada kõiki osapooli rahuldav lahendus.

Töö autoril on ette tulnud projekteerimis-ehitushankel olukord, kus uut teekoridori pole võimalik kaabli suhtes kuhugi nihutada. Eelkõige võivad sellise olukorra tingida lähiümbruses asuvad era- või tootmismaa, millele uue tee rajamine pole lubatud. Sellisel juhul määrab kaabli kõrgus uue tee pikiprofiili. Nõuded kaablite peale rajatava kattekonstruktsiooni paksuse ja kaitsemeetodite osas on samuti rangelt kaablite haldaja poolt määratud – eelkõige kaabli peale rajatava kattekonstruktsiooni paksuse ja sellele paigaldatava betoonplaatide laiuse-pikkuse osas. Kui need nõuded siduda kokku tee projekteerimisnõuetega, siis mitte alati ei saa antud lahendus lähtuda isegi mitte teele kehtestatud miinimumnõuetest, mis seisneb eelkõige selles, et betoonplaatide kõrguslik asukoht võib jääda välja tee muldkehast või tasa drenkihi pealispinnaga. Selles piirkonnas tuleb töö teostamisel jälgida, et betoonplaatide alus saaks tihendatud nõutud tasemele, plaatide alla ei jääks tühimikke, mis hiljem drenpinnasega niiskuse mõjul täituma hakkavad ning et killustikalus plaatide peal ja ümber korralikult ära tihendatud saaks. Soovitatavalt võiks peale killustikaluse valmimist plaatide osa freesasfaldiga katta ja jätta mõningaks ajaks objekti teenindavale transpordile avatuks, et sellel oleks võimalik nn „paika vajuda“. Kõige ohustatumateks kohtadeks jäävadki betoonplaatide ja mineraalmaterjalide kokkupuutekohad, sest need võivad hakata mõne aja pärast alusest nn „välja peegelduma“. Seda aitab vältida ainult korralikult tihendatud alus plaatide vahetusläheduses. Sellisel juhul tuleb olukord Inseneriga fikseerida ja antud piirkond jätta garantiiperioodiks jälgimise alla.



Joonis 1.9. Väo liiklussõlmes 110kV kaabli kaitsmiseks paigaldatud betoonplaadid [4]

## 1.2.6. Muldkeha ja drenkihimaterjalide tootmine

Alates aastast 2017 on peamiselt Transpordiameti tövõtulepingutes hakatud tövõtjatelt nõudma materjale, mille tähistusena kasutatakse E(tm)-<nr>. Enimlevinumad materjalid on nt. drenkihi või muldkehade ehitamiseks mõeldud materjalid täitematerjal\_130 või 90 (vastavalt E-130, E-105 või E-90), millega on määratud ka filtratsioonimoodul, mis muldkehade puhul jääb vahemikku 0,2 – 0,5 m/ööp ja drenkihi puhul enamasti  $\geq 1,0$  m/ööp. Selliseid materjale pole aga enamikel juhtudel töötlemata kujul võimalik otse karjäärist kaevandada, vaid neid materjale peab eraldi tootma. Kokkusegatud materjale tuleb katsetada ja nendele juurde hankida ka toimivusdeklaratsioonid.

Peamised nõuded E-130 täitematerjalile on järgmised:

- Materjal peab olema filtreeruv  $k \geq 0,5$  m/ööp;
- Sisehõõrdenurk  $\varphi = 42^\circ$ ;
- Plaatsustegur  $< 10$ ;
- Sõelkõver  $> 0,5$  mm  $> 50\%$ ;
- $C_u > 3$  2...3;
- Standardkohane radioaktiivsuskirguse analüüs.

Nõuded E-105 (kasutatakse drenkihis) ja E-90 (kasutatakse muldkehas):

- peab olema filtreeruv E-90  $k \geq 0,2$  m/ööp; E105  $k \geq 1,0$  m/ööp;
- Sisehõõrdenurk  $\varphi = 38 - 40^\circ$ ;
- Plaatsustegur  $< 10$ ;
- Sõelkõver E-90  $> 0,1$ mm  $> 50\%$ ; E-105  $> 0,25$ mm  $> 50\%$ ;
- $C_u > 3$  2...3.

Antud materjalide tootmisel tuleb arvestada märkimisväärse ajakuluga, mis tekib eelkõige alljärgnevatest toimingutest:

- Materjalide optimaalsete vahekordade leidmine;
- Materjalide katsetamine laboris;
- Lõpliku ja korrektse sõelkõveraga segule radoonikatsetuse teostamine.

Et materjali ehitusobjektile tarnima saaks hakata, tuleb leida küllaldase tootlikkusega tootmisviis, et tagada ehitusmaterjali ühtlane koostis. Nt. liivakarjääri juurde tuleb katsetamiste läbiviimiseks tarnida erineva fraktsiooniga killustikmaterjali. Mida suurem on nõutav täitematerjali koefitsient seda suuremafraktsioonilisemat killustikku tuleb peen- või keskliivale juurde lisada ning katsetused läbi viia. Põhimõtteliselt eksisteerib materjali tootmiseks kaks moodust:

- Materjali tootmine sõela kasutades;

- Materjali tootmine ekskavaatorit/laadurit kasutades.

Alustuseks oleks vaja määrata erinevat liiki materjalide vahekorrad, seda näiteks viite erinevasse kuhja asetades. Seejärel tuleb igast materjalist eraldi võtta proovid ja need laboris katsetada. Autori kogemusele tuginedes tuli näiteks Tammemäe II karjääris kaevandatavale liivmaterjalile E-130 materjali saamiseks 40% olemasolevale peenliivale lisada 20% juurdeveetavat killustikku 4/16 ning 40% kohapeal kaevandatavat värvietalonist väljas olevat jämedateralisemat keskliiva.



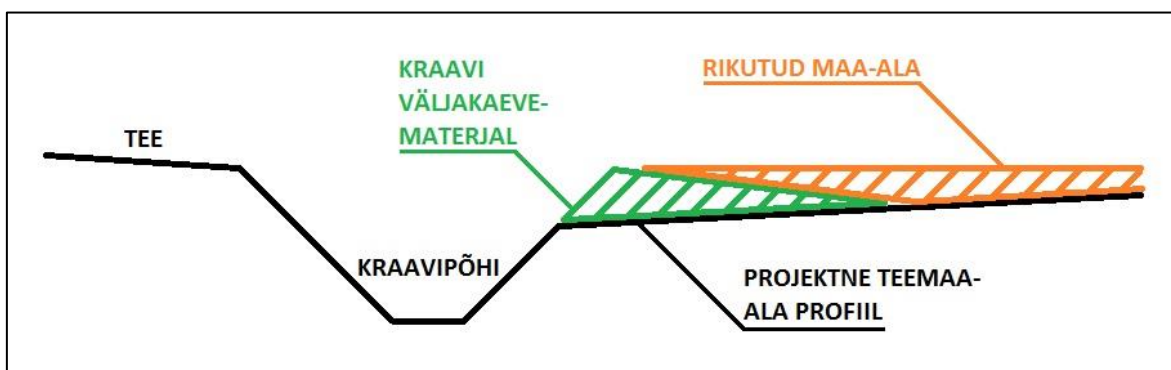
Joonis 1.10. Täitematerjali E-130 tootmine Tammemäe II liivakarjääris [4]

Kuna radioaktiivsuskiiirguse analüüs võib aega võtta umbes 30 kalendripäeva, siis tasub suuremate objektide puhul arvestada ajakuluna materjali kokkusegamise alustamisest kuni sertifitseerimise lõpuni ca 2 kalendrikuud.

## 1.2.7. Kraavide kaevamisel ülejääva pinnase ladustamine

Töövõtjad teostavad töid eelkõige kasumi saamise eesmärgil. Seetõttu püütakse leida võimalusi töid teostada võimalikult väikese kuluga – e. tehnikat püütakse liigutada ja koormata võimalikul vähimal moel. Üheks selliseks suuremahulisemaks tööks pikkadel maanteelõikudel on maanteekraavide kaevamine. Alatasa tekib antud töö puhul olukord, kus projektijärgset kasutuskõlbmatut materjali ei pea kogu mahus eemalasuvatele kruntidele, põllumaadele jne. teisaldama, vaid seda on võimalik ladestada kraavide vahetus-lähedusse metsa äärealadele nagu on kujutatud joonisel nr 1.11. Sellisel juhul pööratakse tähelepanu ainult sellele, et võimalikult palju materjali kerge vaevaga nn. kuhugi ära sokutada. Tähelepanuta jäetakse aga see, mida selline käitumine endaga kaasa võib tuua:

- Suurel määral mõjutatakse kraaviäärse maa-ala veerežiimi;
- Halveneb objekti hilisem visuaalne väljanägemine.



Joonis 1.11. Kraavide kaevest saadava materjali ladustamine teemaa-alale [erakogu]

Seoses kasutamiskõlbmatu materjali ladustamisega kraavide läheduses asuvale maa-alale muudetakse selle veerežiimi, millega võib käivituda suurte teeäärsete alade soostumisprotsess. See seisneb põllumaalt või metsast voolava vee juurdepääsu blokeerimisel kraavini sinna pinnasest rajatud valli tõttu nagu on kujutatud joonisel nr 1.12. Vesi jääb tasasema maa-ala puhul suurele alale pidama, mille tulemusena hävinevad teeäärsel alal varem kasvanud puud. Olukorda saab parandada viisil, kus teatud vahemaa tagant kaevatakse valli väikesed äravooluküvetid, mille kaudu pääseb seni maa-alale seisma jäänud vesi kraavidesse ja hoides sellega ära suuremahulisema puude hukkumise.





Joonis 1.12. Maanteekraavi servale planeeritud pinnase tõttu hävinev mets [erakogu]

Kraavide välisservale mittesobiliku pinnase paigaldamine tuleb kindlasti kooskõlastada maaomanikuga, kuna lõpptulemus võib välja näha küllaltki ebaeetiline. Joonisel nr 1.13 on kujutatud tee maa-alale paigaldatud pinnas, mis tuli pärastpoole maaomaniku nõudmisel sealt eemaldada. Maaomanik oli teadlik sellest, mida oleks kaasa toonud veerežiimi muutus tema maal. Samuti oleks tulemus jäänud visuaalselt mitterahuldav. Põlluäärsetele maa-aladele on mõeldav ladestada ainult kasvupinnast, muid materjale sisaldavad pinnased tuleks objektilt ära transportida. Põldude äärealadele paigaldatud materjal kantakse ajapikku põllumeeste poolt põllule laiali ja kultiveeritakse.

Materjali paigaldamist lubatakse teostada teetööde tehnilises kirjelduses kraavide puhastamise puhul, milles on öeldud järgmist:

Kraavist eemaldatud pinnas tuleb ära vedada või asetada kraavi välisserva ning tasandada. Kraavit eemaldatud pinnase ladustamisel ei tohi halvendada ümbritseva ala veerežiimi. [11]

Enamikel juhtudel pole kraavide puhastustööde käigus võimalik tekkivat materjali ära vedada, kuna tööfront kulgeb tavaliselt risti tee küljkraavide suhtes. Need kujutavad endast enamasti olemasolevaid võsastunud ja kinnikasvanud kraave, mis on peamiselt ettenähtud kuni mõnekümne meetri pikkuselt puhastada. Tavaliselt on need kraavid juba varasemalt kaevatud selliselt, et kaevepinnas on jäetud kraavi servadele. Sellist tööd uuesti tehes tuleb kindlasti inseneriga enne töödega alustamist olemasolev olukorda fikseerida, vastasel korral tuleb töövõtjal leida võimalus nii sinna varasemalt paigutatud kui ka uue materjali äraveoks.



Joonis 1.13. Uus kraav ja ladustatud pinnas teemaa äärealale [erakogu]

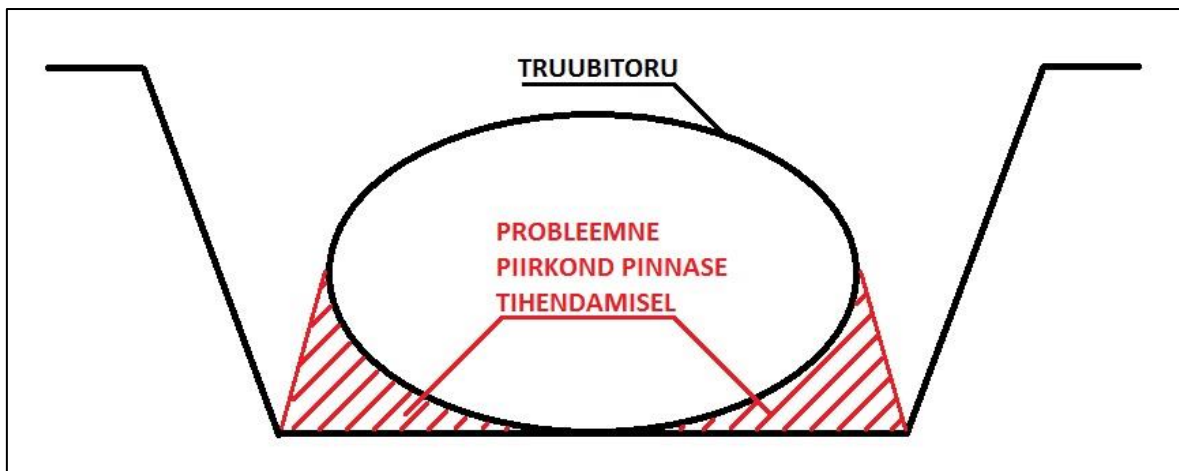
### **1.2.8. Truupide ja trasside paigaldamine tee muldkehasse**

Truubitorude ning teiste teed läbivate trasside paigaldamine ja selle tarbeks tagasitäite teostamise kvaliteet mõjutab suurel määral muldkeha kvaliteeti. Kui truubitorude tagasitäited teostatakse mittenouetekohaselt, võivad trassipealsetesse kohtadesse tekkida vajumised nii muldkehasse kui ka kattekihtidesse (kui need on jõutud välja ehitada). Kui kasutada tagasitäitena olemasoleva tee muldkehamaterjalist erinevate karakteristikutega materjale, võib trassi asukohale teel tekkida nt. kerge.

Tavaliselt paigaldatakse objektidel truupide viisil, kus valmishitatud muldkehasse kaevatakse truubi jaoks kaevik. Sedasi rikutakse aga olemasoleva muldkeha homogeensus ja materjali ühtlane tihedus, mistõttu on soovitatav truubi paigaldustöödel tähelepanu pöörata alljärgnevatele faktoritele:

- Truubi perimeetri alaosasse ei tohiks jääda tühimikke;
- Parim tagasitäitematerjal on muldkehaga sarnaste omadustega uus täitematerjal;
- Paigaldatud truubitoru kohal ei ole soovitatav vibrorulliga tihendada materjali kihti, mis jääb masina töösügavusesse;
- Truubi kohal asuv materjal ei tohi sisaldada suuri kiviakaid, mis võivad põhjustada truubitoru läbivajumise.

Truupide paigaldamisel on üheks problemaatilisemaks kohaks materjali tihendamine nende alumise perimeetri alas. Eriti oluline on see suurte ovaalsete truupide puhul, nagu on näidatud joonisel nr 1.14.



Joonis 1.14. Viirutusega on näidatud piirkonnad, kus materjali tiheduse saavutamine on raskendatud [erakogu]

Antud juhul tuleb truubialune kaevikupõhi ehitada pikisuunaliselt kumerana, mis peab jäljendama truubipõhja ovaalset kuju ja see vibroplaadiga tihendada. Peale truubi paikatõstmist tuleb selle aläärtesse drenivat liivpinnast paigaldada ja see veesurvega truubi alla suruda, et sellega täita truubi alaosasse jäänud tühimikud. Pikisuunal truubi välisservadel pinnase vibroplaadiga tihendamist tuleb teostada selliselt, et tihendaja serva ja truubitoru vahele on paigaldatud puitpruss. Sellega hoitakse ära truubi pealispinna vigastused. Kui järg on truubi kohal asuva pinnase tihendamiseni jõudnud, tuleb 50 cm paksune kiht tihendada kergema tihendamismasinaga. Pinnaste tihendamisel vibrorulliga tuleb veenduda, et tihendatav materjal ei sisaldaks suuri kive, mis võivad vibratsioonist tingituna lõhkuda truubi ülaosa. Vigastatud piirkond truubitoru ülaosas põhjustab truubitoru ettenähtud rõngasjäikuse kaotuse ning see tuleb kogu ulatuses asendada uuega.

Üheks olulisemaks asjaoluks olemasolevasse muldkehasse truupi paigaldades on järgida põhimõtet, kus truubi ümbrusesse paigaldatava ja olemasoleva muldkeha materjalide omadused oleksid teineteisele võimalikult sarnased. Olemasoleva muldkeha materjaliga tuleks teostada laborikatsed, määrata peenosise sisaldus, filtratsioonimoodul ning terastikuline koostis. Parima tulemuse saavutame juhul, kui tagasitäitematerjali omadused on võimalikult ligilähedased olemasoleva muldkehamaterjali omadele. Kui need aga erinevad, võivad peale külmakerkelist kevadperioodi hakata materjalid reageerima ilmastikutingimustele erinevat moodi. Näiteks kui olemasolev muldkeha koosneb valdavalt mittefiltreeruvast saviliivast pinnasest, aga uue truubi tagasitäiteks on kasutatud hästifiltreeruvast materjali, võib kevadel truubi kaeviku laiusel alal tekkida

seisukord, kus truubi kaevikupealne jääb nõuetele vastava materjali tõttu kõrguslikult muutumatuks, samas võib kerkida aga vana muldkeha kogu ulatuses. Sedasi võib jääda mulje, nagu oleks truubile paigaldatud tagasitäide ebapiisavalt tihendatud. Külmakerkest põhjustatud hälbele annab vastuse suveperiood, kus külmakerkelised pinnased on endises asendis tagasi ja kate truubi kohal on tasane- selline nagu vahetult peale ehitustööde teostamist. Joonisel nr 1.15 on kujutatud aga vastupidine olukord.



Joonis 1.15. Truubikaeviku tagasitäitematerjali ja tee muldkehamaterjali erinevate karakteristikute tõttu on truubi kohale tekkinud katte ebatasasus [erakogu]

### **1.3. Käsitletud probleemide lahenduste kokkuvõte**

Mullatööde peatükis on põhiline raskuskese tööde teostamise tehnoloogial – eelkõige tööde teostamise järjekorral, liigsete kulutuste ärahoidmisel, õigete tövõtete kasutamisel, erinevate muldkeha ja drenkihi materjalide tootmisel ning tööde teostamisel mittetraditsioonilistes tingimustes. Siin omab suurt osakaalu tövõtjapoolne asjatundlikkus, omanikujärelevalve kompetentsus ning mõlemapoolne tööde teostamise kontroll.

Mullatööde peatükis käsitletud probleemide ja lahenduste lühikokkuvõte on leitav alljärgnevast tabelist nr 1.2.

Tabel 1.2. Mullatööde peatükis käsitletud temaatika lühikokkuvõte

<b>Aspekt</b>	<b>Toimingud</b>	<b>Tulemus</b>
Muldkeha ehitamine, liigvesi	Aluspinnase hoidmine liigveest vabana	Veepumpade ja inimtööjõu ööpäevaringne vajadus, liigvee eemalejuhtimiseks äravoolukraavide rajamine maanteedel ja olemasolevasse/uude kanalisatsiooni linnades
Muldkeha ehitamine, laiendused	Vana muldkeha laiendamisel kokkupuutepiirkonda tekkivate defektide ärahoidmine	Olemasoleva muldkeha serva astmete lõikamine; Kogu olemasoleva muldkeha laiendi planeerimine samasse tasapinda; Laiendamisel kasutatava pinnase karakteristikute ühtlustamine olemasoleva materjaliga.
Muldkeha ehitamine, tihendamine	Muldkeha järeltihenemisest tingitud hälvete ennetamine	Maksimaalsest lubatud tihendatava materjalikihi paksusest kinnipidamine; Muldkehade rajamisel tehnoloogilistest nõuetest kinnipidamine talviste ja suviste tööde puhul; Kõrgete muldkehade rajamine, nende pikemale ajaperioodile formeerumisele jätmise.
Muldkeha ehitamine, süvendipõhja kaitsmine	Rajatava süvendipõhja rikkumise vältimine sellel töötava ehitustehnika poolt	Projektse süvendipõhjakõrguse teadlik ehitamine projektsest tasapinnast kõrgemale; Pärast ehitustehnika lahkumist selle rajamine projektjärgsesse tasapinda.
Muldkeha ehitamine, erilahendused	Kehtivate projekteerimisnõuete eiramine	Võimsate elektri kaablite kohal ehitustööde teostamine, mille puhul pöörata erilist tähelepanu konstruktsiooni rajamisele ja nõuetele mittevastavate ehitusmeetodite fikseerimine garantiiperioodi võtmes.
Muldkeha ehitamine, materjalide tootmine	Täitematerjalide E-130, E-105 ja E-90 tootmiseks vajalikud toimingud	Töövõtja peab tootmisprotsessi jaoks arvestama olulise ajakuluga; Materjale toodetakse kogemusele / katsetulemustele vastavalt
Muldkeha ehitamine, külgkraavid	Kraavide rajamisel tekkiva pinnase planeerimine teemaale ning sellega ümbritseva taimestiku hävimise vältimine	Kõige mõistlikum oleks eelarvesse lisada kraavide kaevamisel saadava materjali pealelaadimise ja äraveo maksumus
Muldkeha ehitamine, truubitööd	Truupide paigalduskohale tekkida võivate defektide vältimine kattel	Truupide aluste nõuetekohane tihendamine; Olemasolevale muldkehale samalaadse materjali kasutamine;

## 2. KILLUSTIKALUSED

### 2.1. Aastatel 2012 ja 2016 välja antud killustikaluste ehitamise juhendite võrdlus

Killustikust katendikihtide ehitamise juhendeid on välja antud alates 2012-aastast. Esimese väljaandmise kuupäev oli 30.04.2012a. ja nimetuseks „Killustikust katendikihtide ehitamise juhend“. Teine, 2016-aastal väljastatud ja Maanteeameti (praegune Transpordiamet) direktori poolt kinnitatud „Killustikust katendikihtide ehitamise juhend“ on eelmise juhendi uusversioon, milles on arvestatud õigusaktides ja seadusandluses toimunud muudatusi ja sisse on toodud Maanteeameti poolt ehitustööde protsessid omandatud uued kogemused. Sellest juhiseist on aluseehituse tehnoloogilisi nõudeid suurel hulgal eemaldatud ning peamist rõhku pööratakse juba valmishitatud aluste nõuetele. Juhise sisu on läbi töötatud MTÜ Eesti Taristuehituse Liiduga ning saadud tulem on kantud ühiste arvamusetele jõutud kohtadesse. 26.01.2022a. väljastati Transpordiameti poolt eelmise juhendi täiendus, milles arvestatakse peamiselt normides toimunud muudatustega ning Transpordiameti poolt omandatud täiendavate kogemuste ja teadmistega. Juhend sisaldab ka täitematerjalidele ja nendest ehitatud killustikalustele kehtestatud täiendavaid nõudeid, kuid suurema tähtsusega muudatusi pole sisse viidud.

Tabel 2.1 Killustikust katendikihtide ehitamise juhenditesse sisse viidud põhilised muudatused

<b>Muudetud / lisatud nõue</b>	<b>2012a. juhis</b>	<b>2016a. juhis</b>
Juhendis käsitletavat teemad	Käsitlus puudub juhendist	aluste ehitamist EVS EN 13285 kohastest sidumata segudest
Antud juhise rakenduvus projekteerimisel ja tööde teostamisel	Käsitlus puudub juhendist	Juhis rakendatakse kõigil Maanteeameti (TRAM) objektidel, kui see on töövõtulepingus sätestatud
Täiendatud mõisted, mida lepingus käsitletakse	Killustik - fraktsioneeritud jämetäitematerjal ja sidumata segu	Killustik – jämetäitematerjalid, fraktsioneerimata täitematerjalid ja sidumata segu
Eraldi peatükkidena nõuded aluste projekteerimisele ja ehitamisele	Ainult ehitamisele	Nii projekteerimisele kui ehitamisele
Liivade käsitlemine juhendis	Liiva ja tehisliva mõisted	Ei käsitleta
Nõrgemate (LA40 ja F8) materjaliomaduste kompenseerimine katte projekteerimisel	Käsitlus puudub juhendist	Nõrkade materjalide kasutamisel tuleb projekteerijal kaaluda kompleksstabiliseerimise meetodika kasutamist kuni liikluskõrguseni AKÖL 20 < 3000
Sidumata segudest või ridakillustikust aluse tüübi projekteerimine vastavalt kihipaksusele	Käsitlus puudub juhendist	-Kui projekteeritav paksus on 15 cm, kasutada sidumata segusid 0/31,5 või 4/32
Killustikaluse ehitus on keelatud juhul kui ...	niiskus allolevas konstruktsioonis on	alloleva konstruktsioonikihi materjali niiskusesisaldus on

<b>Muudetud / lisatud nõue</b>	<b>2012a. juhis</b>	<b>2016a. juhis</b>
	optimaalsest niiskusesisaldusest suurem	suurem kui EVS-EN 13286-2 modifitseeritud Proctorteimiga määratud optimaalsest niiskusesisaldusest +0,5% võrra
Sidumata segu minimaalne ja maksimaalne kihipaksus	Minimaalne paksus 1,5D ja maksimaalne kuni 25 cm	Minimaalne paksus 2,5D ja maksimaalne kuni 25 cm
Juhised sidumata segudest ja ridakillustikust aluste kihtide tihendamisel	Juhised on ette antud	Ei käsitleta
Sidumata segust, ridakillustikust või fraktsioneerimata killustikust materjali omaduste kontroll	1 proov iga 10000 tonni objektile veetud materjali kohta	1 proov iga 6000 tonni objektile veetud materjali kohta
Proovi võtmise koosseis	Töövõtja võtab proovi ja viib selle ise laborisse	Töövõtja võtab koos Järelevalveinseneriga proovi ja Insener viib selle laborisse
Mustkillustiku tootmine	Võib toota segistis	Peab olema valmistatud asfalditehases
Mustkillustiku veokaugus	Ei tohi ületada 40km	Üle 60km vedudel tuleb lähtuda „Asfaldist katendikihtide ehitamise juhendis“ kirjeldatud nõuetest
Katete ehitamisel immutusmeetodil kasutatava bituumeni penetratsioon	160 kuni 130	16/220 või pehmem
Nõuded sideainega töödeldud alustele	Telje kõrguse kontroll $\pm 30\text{mm}$	Immutatud aluse korral $\pm 50\text{mm}$ , immutatud kattel $\pm 20\text{mm}$
	Aluse serva kaugus tee teljest -5 cm/+10 cm	Aluse serva kaugus tee teljest -0 cm/+10 cm
Tööde vastuvõtmine	Siin käsitletakse ainult kattekihtide maksumuse vähendamist lähtudes „Riigimaanteede ehitus- ja remonttööde vastuvõtu eeskirjast“	Tuleb lähtuda lepingus esitatud nõuetest ning kvaliteedimäärusest. Tellijal ja Inseneril on õigus Tööd kontrollida igal ajahetkel. Esitatud on materjalide ja aluse omaduste informatiivsed kontrollitabelid.

## 2.2. Killustikaluste ehitamine

### 2.2.1. Killustikmaterjali ülekulu

Killustikaluse ehitamisel on üheks enim ettetulevaks probleemiks ehitusmaterjali projektsete ja reaalsete koguste erinevused ja seda eelkõige töövõtja kahjuks. Joonisel nr 2.1 on kujutatud killustikuga kaetud suur muldkeha nõlv, kus materjali ülekulu põhjustas hooletuid töövõtteid kasutanud buldooserijuht.



Joonis 2.1. Killustikmaterjaliga kaetud nõlv [erakogu]

Peamised tegurid killustiku ülekulu tekkimiseks on:

- Killustikaluse rajamisel drenkihile peab arvestama nende kihtide osalise segunemisega ca 5-10 cm paksuselt. Segunemise sügavus oleneb drenmaterjali omadustest;
- Erinevate tööde teostajate hoolimatu suhtumine ehitusmaterjalidesse;
- Ehitusmasinate juhi oskus järgida materjali paigaldamisel ettemärgitud piirjooni ning kõrguseid.

Projektis killustikkatte ehitamisele ettenähtud materjalikogus on üheks paikapidavamaks tööde mahuks, kuna seda arvestatakse ruutmeetrites. Killustiku koguse saamiseks tuleb korrutada killustiku alune pindala kihi kõrguse ja materjali mahumassiga (tihedas olekus). Samas kordub reaalsel ehitusobjektidel väga tihti olukord, kus peaaegu alati on killustiku projektne kogus ületanud tegeliku koguse.



Kõige olulisemaks teguriks killustikumaterjali ülekulu tekkel on (dreen) liivast kihi pealispinna omadus seguneda killustikukihi alumise osaga. Seda arvesse võttes tuleb tähelepanelikult suhtuda drenikihi pealispinna tasesusse ning ehitada drenliivast alus maksimaalse lubatud hälbe (+2 cm) võrra kõrgemaks. Kui on juhtunud see, et killustikukihi ehitustöödel on tekkinud ülekulu, jääb kahju peaaegu alati töövõtja kanda. Materjalide ülekulu tekkepõhjuseks võivad olla ka teised objektil töötavad töövõtjad (näiteks kivitööde teostajad) ja nende hoolimatu suhtumine ehitusmaterjalidesse. Tavaliselt jääb nende ülesandeks killustikaluse fr. 32/64 viimistlemine ja sinna peale peenema killustiku lisamine, mis tegelikkuses seisneb aga minilaaduriga killustiku eemalelükkamises nt. haljasalale või alale, kust materjali kättesaamine osutuks liiga kulukaks ja seetõttu mitteotstarbekaks, nagu on kujutatud joonisel nr 2.2.



Joonis 2.2. Äärekivide paigaldustööde käigus haljasalale paigaldatud killustikmaterjal [erakogu]

Töö autor soovib kõigi eritööde teostajatega alltöövõtulepingusse lisada punktid, mis paneksid nad juba paigaldatud ehitusmaterjalidesse hoolikamalt suhtuma.

### **2.2.2. Killustikaluse pealiskihi nõuetekohasena hoidmine**

Kogu killustikaluse ehitusprotsessi käigus tuleb jälgida kihi pealispinna puhtust. See sõltub eelkõige erinevate tööde oskuslikus planeerimises, kus kõik ehitustööd, millega

kaasneb ehitusmasinate poolt konstruktsioonikihile mulla, liiva või mõne muu materjali kandmine, peavad olema killustikaluse rajamise alustamise hetkeks lõpetatud. Joonisel nr 2.3 on kujutatud trassitööde teostajaid, kes kasutavad sügisperioodil tööfrondile juurdepääsuks juba väljaehitatud killustikalust. Suveperioodil või sademetevabal ajal oleks killustikalusele tekitatud kahju kindlasti minimaalne.



Joonis 2.3. Pealekantud pinnasega rikutud valmishitatud killustikalus [7]

Rikutud killustikaluse pealispind tuleb alati välja vahetada uue ehitusmaterjali vastu. Määratud pealispinda ei tohi kindlasti peita uue killustikukihi alla. Rikutud materjal tuleb eemaldada maani, kust hakkab paistma puhas killustiku tase. Tavaliselt on sellise töö teostamiseks vajalik ekskavaator ja kallurveok, ehk sellise parandustöö teostamine on suhteliselt kulukas.

Kui on teada kohad, kus tuleb objektile rasketehnikaga liikuda üle valmishitatud killustikaluse, siis on soovitatav jätta see ala killustikukihi alla. Teise variandina võib antud ületuskohta rajada ainult killustikaluse jämedafraktsioonilise kihi ning hiljem peale jämeda aluse puhastamist konkreetsel kohal paigaldada sinna peenemafraktsiooniline kiht.

### **2.2.3. Killustikaluse ehitamine betoonalusele**

Kui projektis on ettenähtud killustikaluse rajamine jäigale aluspinnasele nt betoon, siis ei tohi killustikmaterjalina kasutada ridakillustikku, ega null fraktsiooni sisaldavaid

killustiksegu (nt. fr. 0/63,5 ja fr. 0/16). Kasutada tohib sellisel juhul ainult fraktsioneeritud materjale. Fraktsioneerimata killustikusegudel on oht segregeeruda ning need on seetõttu külmakerkelised. Sellest tingituna võib selliselt väljaehitatud lahendus nt. viaduktil hakata kergitama asfaltkate, nagu on kujutatud joonisel nr 2.4. Joonisel on viadukti kõnniteealuse osa raudbetoonpinnale paigaldatud killustik fr. 0/16, mille tõttu on kõnnitee asfaltkate kerkinud sõidutee äärekivist ca 1 cm kõrgemale. Suve alguseks taastub aga paigaldusjärgne olukord täielikult.



Joonis 2.4. Vale killustikufraktsiooni kasutamisest tingituna üleskerkinud kõnnitee asfaltkate viaduktil [erakogu]

Killustikust katendikihtide ehitamise juhendis käsitletakse antud temaatikat järgmiselt:

- Kui teeremondi korral killustikaluse alla jäävatel kihtidel ei ole tagatud kogu mulde laiuselt filtratsioon  $\geq 1$  m/ööp (katsestandardi EVS 901-20 järgi määratuna) vähemalt 20 cm sügavuseni mõõdetuna killustikaluse alapinnast, siis on alustes sidumata segude ning sideaineta segatud segude kasutamine keelatud ning alus tuleb ehitada kogu mulde laiuselt fraktsioneeritud killustikust või ridakillustikust. Projektis tuleb ette näha täiendavad meetmed (nt. torudreenid või drenivad geosünteedid), millega juhitakse vesi alusest ja teekonstruktsioonist välja. [5]

Vaatamata sellele, et juhis justkui lubaks kasutada antud olukorras ridakillustikku, ei ole see autori arvates siiski sobilik. Fraktsioneerimata killustikusegus sisalduv peenosis ummistab ära viaduktile rajatud salaojade dreniva pealispinna, mis koheselt ka tsementeerub. Sellega on takistatud kogu sadevee äravool tee killustikalusest. Killustikalusesse jääv liigniiskus põhjustab aga külmakerkelise olukorra tõttu asfaltkate

kerkimise ja tekkinud situatsiooni korrastamine osutub väga kulukaks- asfaltkate tuleb eemaldada, killustikalus välja vahetada misjärel mõlemad kihid tuleb uuesti taastada. Ainus võimalus probleemi ennetamiseks on kasutada fraktsioneeritud materjali (fr. 32/64, fr. 16/32 vm).

## 2.3. Käsitletud probleemide lahenduste kokkuvõte

Üldiselt on kõik killustikmaterjaliga seonduvad kõrvalekalded põhjustatud eelkõige ehitustööde teostajast, mistõttu on tööde tehnoloogiate rikkumise eest vastutad eelkõige ehitaja ja kontrolli teostavad järelevalve insenerid. Nendest sõltub kogu tööde teostamise tase ja nõuetele vastavus. Eestis toodetav killustikmaterjal on suures osas väga hea kvaliteediga, eriti mandri põhjapoolsemas osas. On mõned Ida- ja Kesk-Eesti piirkonnad, kus materjalide tugevusklass võib jääda nõutud väärtustest allapoole. Killustikaluse peatükis käsitletud probleemide ja lahenduste lühikokkuvõte on alljärgnevas tabelis nr 2.2

Tabel 2.2 Killustikaluse peatükis käsitletud temaatika lühikokkuvõte

Aspekt	Toimingud	Tulemus
Killustikaluse ehitamine	Killustikaluse ehitustööde käigus tekkida võiva ülekulu ärahoidmine	Arvestada tuleb asjaoluga, et killustikmaterjal vajub tihendamise käigus liivalusesse; Ehitusmaterjaliga hoolikam ümberkäimine ning töö teostamisel oskuslikema operaatorite eelistamine
	Valmishitatud killustikaluse pealiskihi rikkumise vältimine	Samal ajaperioodil toimuvate ehitustööde planeerimine killustikaluse rajamisele eelnevasse aega; Tööde planeerimine kuivemale ajaperioodile vältimaks pori sattumise alusele.
	Killustikmaterjali paigaldamine betoonpinnale	Lubatud on ainult 0 fraktsiooni mittesisaldava killustikmaterjali paigaldus.

### 3. KOMPLEKSSTABILISEERITUD ALUSE EHITAMINE

#### 3.1. Erinevatel aegadel väljastatud stabiliseerimistöõde juhendid

12.08.2005a. väljastatud üheksa lehekülje pikkune dokument „Stabiliseeritud katendikihtide ehitamise juhised“ on 2016a. uusversioonina saanud juurde 15 lehekülge. Peamiselt seisnevad uuendused ja täiendused aastatepikkuste kogemuste lisamisel nii tellija (endine Maanteeamet) kui ka töövõtjapoolsetest (peamiselt endise MTÜ Asfaldiliit) ettepanekutest, märkustest ja tähelepanekutest. Paljud täiendused on sündinud ning realselt läbi kogetud objektidel, kohtuvaidlustes aga ka lihtsalt garantiobjektide jälgimise tulemusena. Näiteks on uuest juhiseist saanud Transpordiameti objektide lepinguline dokument, milles sisalduvat tuleb arvesse võtta nii projekteerimis- kui ka ehitustöödel.

07.01.2019a. välja antud üheleheküljeline käskkiri, milles muudetakse lõhestus- ja tõmbetugevuste nõudeid bituumenstabiliseeritud segu puhul kujul, kus ära jäetakse 7 päeva vanuste proovide katsetamise nõue ning kompleksstabiliseeritud segude puhul ei nõuta enam survetugevuse katset ning 7 päeva vanuste lõhestus- tõmbetugevuse proovikehade katsetamist. Nii BS kui KS segude lõhestus-tõmbetugevuste katsetamisel 28-päeva vanustel proovikehadel jäävad kehtima endised nõuded.

Alljärgnevas tabelis on välja toodud peamised muudatused, mis on sisse viidud 2016 aasta juhisesse võrrelduna 2005 aasta omaga.

Tabel 3.1 Stabiliseeritud katendikihtide ehitamise juhenditesse sisse viidud põhilised muudatused

<b>Muudetud / lisatud nõue</b>	<b>2005a. juhised</b>	<b>2016a. juhised</b>
Killustikmaterjali purunemiskindlus (LA)	LA ≤35 killustiku kasutamine keelatud	Luba kasutada ka aherainet purunemiskindlusega ≤40 AKÖL 20 <3000 puhul
Dokumendi kehtivus	Kehtivuse nõue puudub	Projekteerimisel ja ehitamisel kohustuslik
Seguprojekti koostamise juhend	Käsitlus puudub juhendist	Rangelt reglementeeritud, välja toodud 6 osa, mida projekt peab sisaldama. On lisatud ka retsepti näidis
Täitematerjalidest proovide võtmine	Töövõtja võtab proovid koos inseneriga, misjärel viib töövõtja need laborisse. Proovitulemused saabusid töövõtjale, koopia saadab töövõtja Insenerile	Töövõtja võtab proovid koos Inseneriga. Insener viib proovid laborisse. Proovitulemused saavad insenerile, koopiaga töövõtjale
Stabiliseeritud kihi laius	Juhend puudub	Kiht tuleb rajada terve muldkeha laiuses
Katselõik	On soovitatav rajada vähemalt 100m pikkuselt	On kohustuslik rajada vähemalt 200m pikkuselt, millest võetakse 3 proovi (terakoostis, sideaine sisaldus), 5 kihipaksuse proovi ning hüdraulilise sideaine mõõtmise 3x

<b>Muudetud / lisatud nõue</b>	<b>2005a. juhis</b>	<b>2016a. juhis</b>
Toimingute kirjeldus, kui katselõik ei vasta nõuetele	Käsitlus puudub juhendist	Toimingud üksikasjalikult kirjeldatud
Soovituslikud stabiliseeritud katendikihi liigi valiku suunised	Käsitlus puudub juhendist	AKÖL 20, raskeliikluse osakaalu ja aluse kandevõime alusel
Survetugevuse määramine KS segude puhul	Käsitlus puudub juhendist	7 ja 28 päeva vanuste proovikehadest
Enne tööde algust teepeenarde lahtilõikamine, pinna puhastamine	Käsitlus puudub juhendist	Reglementeeritud
Üle 90mm suuruste tükide eemaldamine freesasfaldist	Käsitlus puudub juhendist	Reglementeeritud
Stabiliseeritud kiht segatakse projektsest 2 cm ulatuses sügavamalt	Reglementeeritud	Käsitlus puudub juhendist
Paani jätkamisel tuleb eelmine paani ots uuesti läbi segada	3 meetri ulatuses	1 meetri ulatuses
Vahtbituumeni temperatuur pihustamis hetkel	150 °C	160-190 °C, soovitatavalt 170 °C
Stabiliseeritud kihi maksimaalne ühekordselt läbisegatav paksus	20 cm	25 cm
A ja B proovide võtmine segust	Juhend puudub	Reglementeeritud
Tegelikult mahalaotatud hüdraulilise sideaine erinevus võrreldes seguprojektiga	±0,3 kg/m <sup>2</sup>	0,2 g/m <sup>2</sup>
KS orgaanilise sideaine koguse erinevus võrreldes seguprojektiga	Käsitlus puudub juhendist	Ühe vahetuse piires 0,1 kg/m <sup>2</sup> kohta
KS ja TS stabiliseerimise sideainete mark	Hüdrauliline teesideaine 22,5 või 32,5	TAS 32,5
Segu niiskusesisalduse piirnorm	±1%	-2,0% kuni +1,5%
KS bituumeni vahustuvuse kontroll	Puudub	Mahu kasv vähemalt 20x
Rajatud stabiliseeritud kattekiht peab enne katte paigaldamist kuivama ja formeeruma	Mitte varem kui 7 päeva	Vähemalt 3 päeva
Segamisfreesi eelseadistatud sügavuse hoidmine	-	±10mm
Seguris toodetud segu laotamisviis	Käsitlus puudub juhendist	asfaldilaoturiga
Tihendatud stabiliseeritud kihi paksus	Käsitlus puudub juhendist	Keskmine paksus ei tohi olla väiksem kui 10%

2016 aasta ja hetkel kehtiva juhiste osas on muutused marginaalsed. Peamisteks muudatusteks võib pidada seda, et nii bituumen-, tsement- kui ka kompleksstabiliseerimise osas on välja jäetud seguresepti korrigeerimise nõue kvaliteedimäärusega seoses. Kvaliteedimääruses e. Tee ehitamise kvaliteedinõuetes on etteantud sideainete / materjalikoguste sisaldused asendatud karakteristikutega, millele peab lõpptulemus vastama. Ehk paika on pandud surve ja tõmbetugevuse väärtused,

naftabituumeni margid e. töövõtja peab ise koostama seguprojekti ja tagama selle vastavuse kehtestatud nõuetele.

2016a. juhendis on p.4 „Nõuded segudele“ stabiliseerimisretsepti koostamisel eemaldatud järgmine nõue: Juhul kui segu summaarsed sideaine sisaldused ei mahu *kvaliteedimääruses* nõutud piirmääradesse, siis tuleb korrigeerida seguretsepti täitematerjalide lisamisega. [6]

Samuti on eemaldatud p.4.1 „Bituumenstabiliseeritud (BS) segud“ alampunkt 4.1.3 Keskmine summaarne bituumenisisaldus peab jääma *kvaliteedimääruses* toodud piiridesse. Vajadusel tuleb retsepti korrigeerida täitematerjalide lisamisega. [6]

Eemaldatud on p.4.2 „Kompleksstabiliseeritud (KS) segud“ alampunkt 4.2.3. KS 32 puhul peavad summaarsed sideainesisaldused jääma *kvaliteedimääruses* toodud piiridesse. Vajadusel tuleb retsepti korrigeerida täitematerjalide lisamisega. [6]

Eemaldatud on p.4.3. „Tsementstabiliseeritud (TS) segud“ alampunkt 4.2.3. Keskmised summaarsed sideainesisaldused peavad jääma *kvaliteedimääruses* toodud piiridesse. [6]

Muudetud on p. 5. „Nõuded stabiliseeritud katendikihtide ehitamisel“ alampunkti 5.1.19 Kus on öeldud, et vahtbituumeni vahustumise mahu kasvu kontrollitakse usaldusväärse mahumõõtmisviisi abil ning lisatud klausel „(nt seadme tootja poolt etteantud meetoodika järgi)“ ja see peab olema vähemalt 20-kordne.

### **3.1.1. KS aluste ehitamiseks vajaminev materjalid**

Eestis kasutatakse kokku kolme võimalikku stabiliseeritud aluste rajamismeetodit:

- Bituumenstabiliseeritud segu (lühend BS) on täitematerjalide ja orgaanilise sideaine seotud segu. Orgaaniliseks sideaineks on bituumen, mis lisatakse segusse vahustatud kujul või emulsioonina. Täitematerjalideks on EVS-EN 13043 nõuetele vastavad fraktsioneerimata täitematerjalid ja jämetäitematerjalid ning 13108-8 nõuetele vastav korduvkasutatav asfalt. Bituumenstabiliseeritud katendikiht on täitematerjalide ja orgaanilise sideaine nõuetekohaselt tihendatud segu. [7]
- Kompleksstabiliseeritud segu (lühend KS) on täitematerjalide ja orgaanilise ning hüdraulilise sideainega seotud segu. Orgaaniliseks sideaineks on bituumen, mis lisatakse segusse vahustatud kujul või emulsioonina. Hüdrauliliseks sideaineks on bituumen, mis lisatakse segusse vahustatud kujul või emulsioonina. Hüdrauliliseks sideaineks on EVS-EN 197-1 nõuetele vastav tsement, EVS-EN 13282-1 nõuetele vastav hüdrauliline teesideaine või EVS 925 nõuetele vastav materjal teede aluste stabiliseerimiseks (nn. TAS). Täitematerjalideks on EVS-

EN 13043 nõuetele vastavad fraktsioneerimata täitematerjalid ja jämetäitematerjalid ning 13108-8 nõuetele vastav korduvkasutatav asfalt. Kompleksstabiliseeritud katendikiht on täitematerjali ja orgaanilise ning hüdraulilise sideaine nõuetekohaselt tihendatud segu. [7]

- Tsementstabiliseeritud segu (lähend TS) on täitematerjalide ja hüdraulilise sideainega seotud segu. Hüdrauliliseks sideaineks on EVS-EN 197-1 nõuetele vastav tsement, EVS-EN 13228-1 nõuetele vastav hüdrauliline teesideaine või EVS 925 nõuetele vastav materjal teede aluste stabiliseerimiseks. Täitematerjalideks sobivad EN 13242 nõuetele vastavad fraktsioneerimata täitematerjalid ja jämetäitematerjalid ning 13242 nõuetele vastav taaskasutatav täitematerjal. Tsementstabiliseeritud katendikiht on täitematerjali ja hüdraulilise sideaine nõuetekohaselt tihendatud segu. [7]

Eestis kõige laialdasemalt kasutatavaks stabiliseeritud seguks ehitusobjektidel on Transpordiameti objektide puhul kompleksstabiliseerimine ning Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalameti objektidel rajatakse enamasti tsementstabiliseeritud aluseid.

Kompleksstabiliseeritud aluste rajamisel on põhilisteks kasutatavateks komponentideks: killustik fr. 16/32 (harvemal juhul ka fr. 32/64), freesasfalt, bituumen, tsement ja vesi. Edasisel teemakäsitusel peatuksingi eelkõige kompleksstabiliseeritud alustel, kuna nendega on töö autor kõige sagedamini oma töötamise ajal kokku puutunud.

Kõikide segus kasutatavate materjalide kohta tuleb esitada toimivus- või vastavusdeklaratsioonid ja teostada katsetamised. Need kätkevad endas järgmisi andmeid:

- Segusse lisatavate täitematerjalide (välja arvatud korduvkasutatava asfaldi) nõutud omadusi kinnitavad katseprotokollid;
- Segu terastikuline koostis ja täitematerjalide (sh korduvkasutatava asfaldi ja hüdraulilise sideaine) terastikulised koostised, korduvkasutatava asfaldi sideaine sisaldus(ed);
- Lisatavate täitematerjalide petrograafiline kirjeldus, tootja(d)/karjäär(id) ja deklareeritud omadused;
- Sideainete tootja(d), mark ja deklareeritud omadused;
- Juhul kui kasutatakse lisandeid, siis nende nimetused ja tootjad. [7]



### **3.1.2. Kompleksstabiliseeritud aluste seguretseptide koostamine**

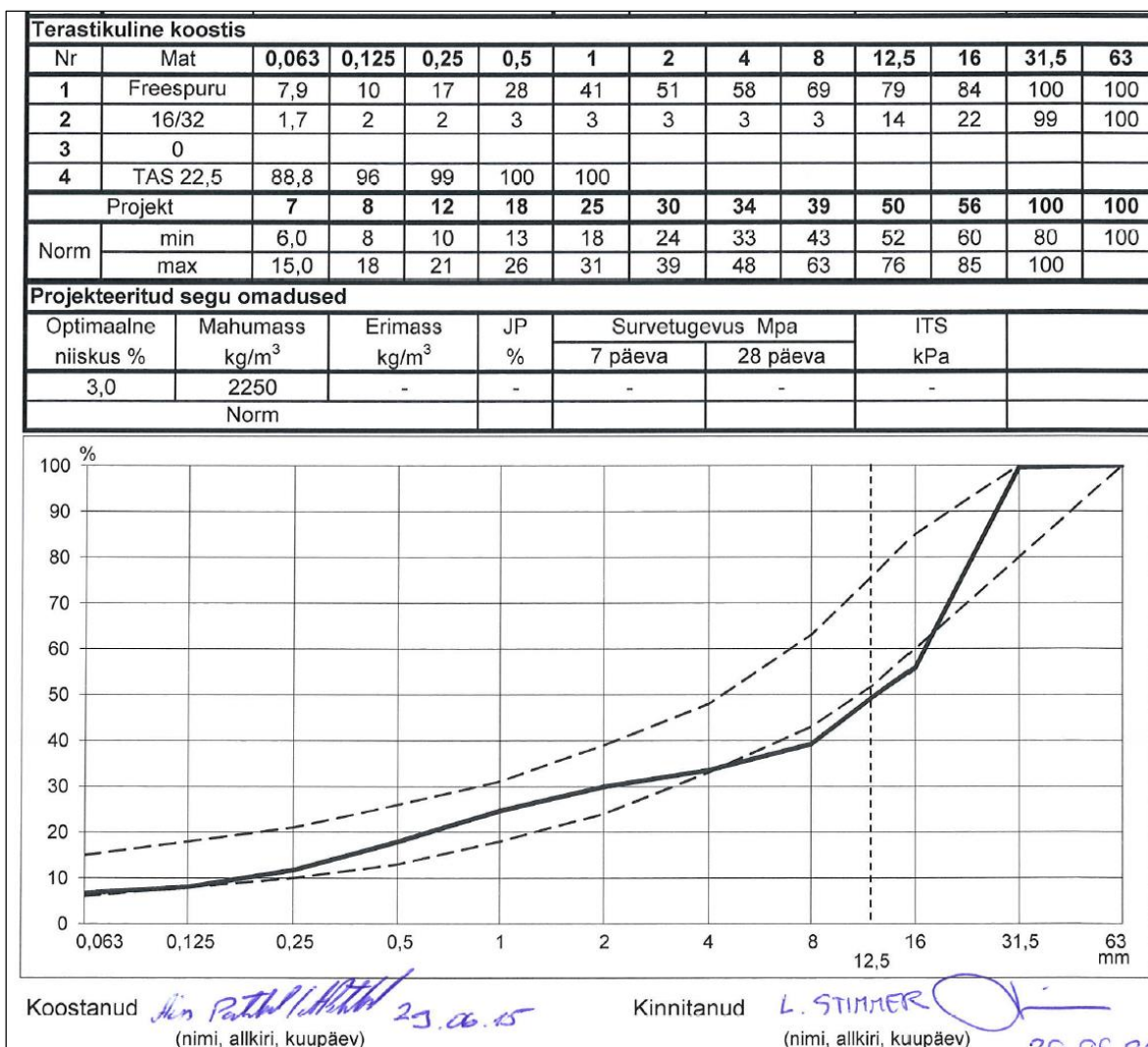
Üldiselt ei esine stabiliseerimistöode retsepti koostamisel killustikmaterjaliga probleeme, kuna Eestis asuvad suuremad tootjad väljastavad kvaliteetset ja nõuetele vastavat materjali (nt. AS Kunda Nordic Tsement, OÜ Vao Paas, Limestone Factories of Estonia OÜ jt.). Antud materjalide osas eelpoolmainitud tootjate suhtes valitseb vaikimisi kokkulepe, kus töövõtja neist väljastatavat killustikku eraldi katsetama ei pea ning piisab vaid katseprotokollist, mis on välja antud retsepti koostamisega samal aastal akrediteeritud labori poolt. Harjumaalt väljaspool esineb mõningaid karjääre, kus killustikmaterjali külmakindlus ning LA jääb nõuete alumisse otsa (nt. Ahtme Killustik OÜ, Eesti Killustik OÜ-le kuuluv Eivere karjäär), ehk nende puhul tuleb suuremat tähelepanu pöörata materjali kaevandamisele st. milliseid kivimikihte parajasti kaevandatakse ja töödeldakse. Samuti tuleb mitte nii üldtuntud karjäärimaterjalidest teostada eraldi materjaliproovid konkreetset objektide jaoks toodetud killustikupartiidest.

Stabiliseerimisegu retsepti koostamisel tuleb etteantud Exceli tabelisse sisestada käsitsi alljärgnevad andmed:

- Freesasfaldi proovide terastikuline koostis ja sideaine sisalduse protsendid;
- Lisatava täitematerjali karakteristikud (info mõttes);
- Hüdraulilise- ja bituumensideaine karakteristikud;
- Projekteeritud segukihi paksus meetrites;
- Projekteeritud segu koostis (freesasfalt, killustik, bituumen ja tsement) osakaalu protsentides;
- Killustikmaterjali ja TAS proovide terastikuline koostis;
- Projektne sõelkõver, mis moodustavad välja minimaalse ja maksimaalse terakoostise osas.

Segu sõelkõverat projekteerides, tuleb kõigepealt sisestada ehitusobjekti projektdokumentatsioonis etteantud minimaalsed nõutavad materjalikogused ning hakata neid suurendama vastavalt sellele, et tabeli alumisesse osasse tekkiv sõelkõver jääks minimaalse ja maksimaalse välja piiridesse. Autori kogemusele tuginedes võib väita, et töövõtjad ei ole segu projekteerimisel eriti valmis lisama lisaks põhifraktsioonile muid killustikufraktsioone eelkõige töö hinna kallinemise tõttu. Nt KS-32 puhul lisatakse retsepti ainult põhifraktsiooni killustikku 16/32. Samuti tuleb arvestada, et seguprojekti koostades ei saa lähtuda sellest, et materjalid segamisprotsessis deklareeritud omadusi ei muuda. Tegelikult purustatakse segamisprotsessi käigus väikene osa killustikmaterjalist ka LA35 juures, mistõttu tuleks sõelkõver sellist teadmist arvesse võttes projekteerida neljanda ja kahekümnenda sõela juures piiridest väljapoole. Peale

antud seguretsepti järgi valmistatud aluse läbisegamist on sõelkõvera joon projektsees alas sees. Seda eirates võib juhtuda, et nimetatud vahemikus läheb piiridest välja just segu peenem osa.

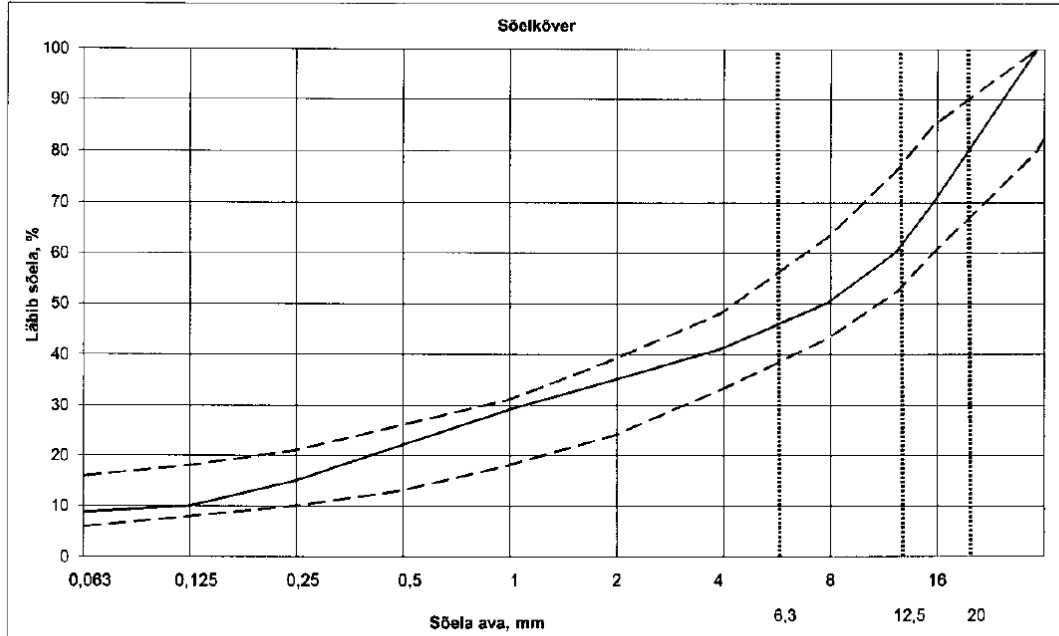


Joonis 3.1. Väljavõtte KS-32 retseptist, milles on näha sõelkõvera väljumist maksimaalse välja piiridest vahemikus fr 4 - 20 [8]

Jrk nr	Omadus	Katsemeetod	Katsetamise tulemus	Tähis
1.	Lahustuva sideaine sisaldus	EVS-EN 12697-1:2012 (massierinevuste meetod)	3,3 %	S

2. Segu terakoostis EVS-EN 12697-2:2015 järgi:

Sõela ava, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	31,5	63
Faktiline	8,8	10	15	22	29	35	41	50	60	70	100	
Norm, min	6	8	10	13	18	24	33	43	52	60	80	100
Norm, max	16	18	21	26	31	39	48	63	76	85	100	



Läbimineks sõelast avaga 6,3 mm oli 46%, sõelast avaga 20 mm 81% ja sõelast avaga 25 mm 99%.

Joonis 3.2. Väljavõtte KS-32 katseprotokollist, milles katsetatud segu on tehtud eelneval pildil kujutatud seguretsepti järgi [8]

### 3.1.3. Freesafaldi komponent stabiliseeritud segus

Kompleksstabiliseeritud segu kõige ebamäärasem komponent on freesafalt, olles 10 aastat tagasi kasutuskõlbmatu materjal ja ohtlik jääde, on nüüdsel ajal aga määratud kui ehitusmaterjal. Sellise materjali ebamäärasus seisneb eelkõige selle orgaanilise sideaine sisalduses (eelkõige selle ebaühtluses) ja terastikulises koostises. Alates 2014 aastast on projektidesse lisatud nõue tagada nõuetekohane maksimaalne terakoostis sõelumise või purustamise teel. KS 32 puhul ei tohi suurimast sõelaavast läbi minna suurem materjal kui 32mm. KS 64 puhul siis vastavalt 64mm. Tegelikult purustatakse stabiliseerimistöde käigus segamifreesiga ka freesafaldisse jäänud suuremad asfalditükid väiksemasse fraktsiooni ehk kindla fraktsiooni tagamise nõue freesafaldi osas jääb siinkohal autorile arusaamatuks.

Viimases juhises on terakoostise kohta aga öeldus järgmist:

Üle 90 mm läbimõõduga terad tuleb stabiliseeritavast kihist eemaldada. Tekkinud tühimikud tuleb tasandada (näiteks rehitsedes) ja tihendada. [7]

Ehk lihtsaim mõeldavam viis freesmaterjali ühtluse tagamiseks on selle sõelumine või purustamine. Inimtööjõu kasutamine suurte tükkide ära koristamisel on praegusel ajal mõeldamatu. Sõelumist on võimalik ära hoida viisil, kus freesimine toimub aeglasemal kiirusel. Tõstes töökiirust, muutub freesitava materjali terakoostis jämedamaks. Kuna freesimistöid teostatakse ruutmeetri arvestuse alusel, siis on väga küsitav freesijate hoo mahavõtmine parema kvaliteediga freesasfaldi nimel. Selline tingimus tuleks töö teostajaga kokku leppida juba hankestaadiumis, kui objektile tööde teostamise ühikuhinda arvutatakse. Sõelkövera alampiiri osas pole aga freesasfaldiga võimalik midagi ette võtta st. materjal võib sisaldada olulisel määral peenosist, mis on tekkinud eelkõige vanemate teekatete „higistamise“ vastu kattele puistatud liiva või lubjatoolmu tagajärjel. Samuti võib freesmaterjali sattuda ka muid sinna mittekuuluvaid lisandeid – puitu, kummijäätmeid, riidesemeid, mida alati segust välja noppida ei õnnestu. Põhjuseks saab pidada käesoleval ajaperioodil ulatuslikku nõukogude ajal ehitatud teede taaskasutamist, mil tööde teostamise kvaliteet polnud just suurima tähelepanu all.

Freesitud materjalist on kompleksstabiliseeritud seguretsepti tarvis vaja määrata ka materjali sideaine sisaldus. Mingil põhjusel võib selle katse teostada töövõtja siiani oma laboris, mis peab olema akrediteeritud ja kust töövõtja saab tulemused kätte kõige kiiremini. Varasemalt oli siia aga peidetud nn. teenimisvõimalus töövõtja poolt vaadatuna, kui määratud oli kindel protsent, kui palju sideainet segu sisaldama peab. Visuaalse hinnangu alusel võetakse 2 korda suuremas mahus materjaliproove normaalsest materjalist, pooled aga kivisemast, mitte nii bituumenirikkast materjalist. Needsamad sideainete vaesemad materjaliproovide tulemused lisatakse seguprojekti. Näidates freesasfaldi sisaldust tegelikkusest väiksemana, lisati stabiliseerimisprojekti suuremas mahus bituumenit. Tegelikuses doseeriti aga lisatavat vahtbituumenit oluliselt väiksemas mahus, mistõttu tänu freesasfaldi tegelikule suuremale sideaine sisaldusele vastas lõpptulemus igati etteantule. Töö autorile on teada olukordi, kus olemasolev freesasfalt on olnud nõnda suure bituumensideaine sisaldusega, et juurdedoseeritavat orgaanilist sideainet pole vaja läinudki ja bituumeni tsistern stabiliseerimisrõngis sõitis kaasa tühjana. Tellija maksis töövõtjale aga projektis oleva bituumenikoguse pealt. Tänapäeval on aga nõutud bituumenitsisterni küljes mõõdikud, mida läbivat bituumenikogust on võimalik igal ajal kontrollida. Samuti on tellija tänapäeval ette andnud vähimad koostisosade protsendid (hüdraulilise osas 1,5% ja orgaanilise sideaine osas 0.8%), mistõttu peab töövõtja tagama, et kõik segust võetavad proovitulemused vastaksid kehtestatud nõuetele ja tugevusomadustele, mille osas on tellijal samuti võimalik teha mahaarvamisi. Varasemalt olid täpselt määratud

materjalide ja lisandite kogused, mida töövõtja pidi segusse kindlasti lisama. Teisisõnu oli tööde tellija vastutav retsepti järgi ehitatud aluse eest, tal oli range kontroll alusesse lisatavate koguste üle, ning neid ületades või vähendades oli võimalus töö maksumust kas suurendada või vähendada.

### **3.1.4. Segude katsetamine**

Läbisegamisele järgnevalt tuleb tihendamata materjalist võtta katsetamiseks vajalik segukogus ja see laborisse viia. Tekkida võivad probleemid on järgmised:

- katsetulemuste kättesaamise aeg;
- katsetulemused erinevate laborite vahel;
- katsetulemused erinevate proovivõtumetoodikate puhul.

Teedehituse kõrghooajal on igasuguste proovide õigeaegne kättesaamise aeg vägagi problemaatiline. See on pea alati hilisem kui lepingus fikseeritud. Peeaegu alati jõuab tööjärg asfaltkatte paigaldamiseni või pindamistöode teostamiseni enne, kui saabuvad laborist katsetulemused. Sellega seoses rakendatakse töövõtulepingu punkti, kus töövõtja jätkab tööde teostamist omal vastutusel ehk töövõtja peab olema teadlik, millised probleemid kaasnevad ebakõladega proovide tulemustes uue katte alla jäänud konstruktsioonikihi puhul. Juhul kui katsetulemused ei vasta etteantud piirmääradele, võib see olla töövõtja jaoks väga suure negatiivse finantsilise mõjuga- tellijal on õigus keelduda tasu maksmisest töövõtjale või palub tal töö täies mahus ümber teha. Töövõtulepingus on määratud laborid, millistes töövõtja kõik katsetused materjalidega teostama peab ning juhul kui labor kirja pandud tähtaegadest kinni ei pea, on töövõtjal õigus pikendada tööde teostamise lõpptähtaega. Autori kogemusele tuginedes oleks mõistlik alati enne stabiliseeritud aluse katmist järgmise kihiga ära oodata laboritulemused, rakendades kõiki lepinguga ettenähtud võimalusi tööde ajutiseks peatamiseks.

Väga tihti erinevad samade materjalide katsetulemused ka erinevate laborite piires. Autorina olen käinud erinevates laborites kohapeal ja vaadanud, kuidas ja millistes tingimustes käib materjalide katsetamine. Sellele vastavalt tuleks leida endale meelepärane labor ja võimalusel suunata materjalid katsetamisele just sellesse. Valikuvõimalus tekib juhul, kui tellija poolt määratud laborid on ülekoormatud ja tellija annab töövõtjale loa teostada katsetused tema poolt valitud laboris.

Katsetulemused võivad varieeruda ka proovivõtumeetodite piires. Kui töövõtjal on ebaõnnestunud nii A kui ka B proov, on tal erandkorras tellijaga kokkuleppel võimalik kihist võtta ka raidkehad.

Lahkarvamuste esinemisel tööde kvaliteedi hindamisel katsetatakse Insenerile vastutavale hoiule antud teine proov (proov B) ning esimese proovi (proovi A) ja teise

proovi (proovi B) katsetulemuste põhjal arvutatud keskmised tulemused on lõplikud ja vaidlustamisele ei kuulu. [7]

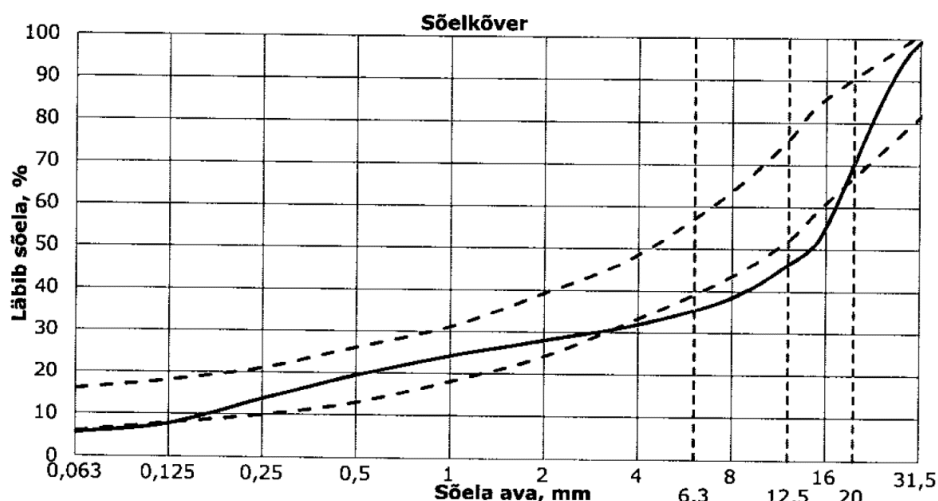
Erandkorras kokkulepe võib sündida juhul, kui töövõtja pole laboritulemusi etteantud tähtjaks kätte saanud ja on otsustanud alusele paigaldada näiteks asfaldikihi, halvemal juhul ka pealmise. Siis tuleb välja saagida ca 0,5 x 0,5 m suurune raidkeha stabiliseeritud kihist ning see laborisse ekstraheerimisele viia.

Autori kogemusele tuginedes on raidest saadud ekstraheerimise tulemused alati näidanud reaalsemat tulemust kui veel tahenemata alusest võetud materjali puhul. Kui töövõtja on teinud kõik kooskõlastatud retsepti järgi ja tahenemata segust võetud laboritulemused näitavad peamiselt sõelkõvera väljumist projekteeritud väljadest, siis viimase variandina jääb võimalus teostada teelt väljaraided. Autori hinnangul erineb väljaraidest saadud tulemus kuivamata segu omast alljärgnevatel põhjustel:

- Kuivsegust labidaga proove võttes hakkab proovivõtja visuaalset tulemust hinnates alateadlikult materjali valima st. kui tundub, et esimene kotti asetatud materjali kogus sai liiga suureteraline, hakatakse tahtmatult järgnevaid peenematerialisemat koguseid otsima;
- Raidkeha annab täieliku ülevaate ainult stabiliseeritud materjalist kogu kihi paksuses. Puistest võetud materjali puhul võetakse vaid lokaalselt ühest kohast proovimaterjali ning juhtuda võib, et kaasa haaratakse ka stabiliseeritud kihi all olevat puhast killustikku.

## 2. Segu terakoostis EVS-EN 12697-2 järgi:

Sõela ava, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	12,5	16	31,5	63
Sõela läbim, % kivimaterjali massist												
Faktiline	5,6	8	14	19	24	28	32	38	46	53	98	100
Norm, min	6	8	10	13	18	24	33	43	52	60	80	100
Norm max	16	18	21	26	31	39	48	63	76	85	100	



Läbimine sõelast avaga 6,3 mm oli 36 %, sõelast avaga 20 mm 69 % ja sõelast avaga 45 mm 100 %.

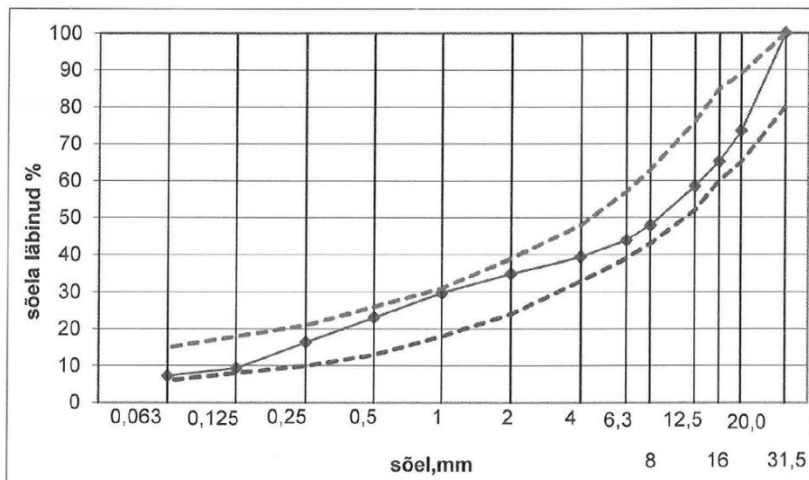
Saadud tulemused kehtivad ainult kirjeldatud proovide kohta.

Joonis 3.3. Objektilt võetud proov veel rullimata stabiliseeritud kihi segust PK 103+50 pp [8]

2. Segu terakoostise määramine EVS-EN 12697-2:2015

3. Segukõvera välja piirid on võetud stabiliseeritud katendikihtide ehitamise juhisest 2005-2

Sõela ava mm	Sõela läbind % kivimat. st
31,5	100
20	73
16	65
12,5	59
8	48
6,3	44
4	39
2	35
1	30
0,5	23
0,25	16
0,125	9
0,063	7,3



Märge: Katsetulemused kehtivad ainult kirjeldatud proovide kohta

Margus Soa  
Labori juhataja

Joonis 3.4. Objektilt võetud proov raidkehast stabiliseeritud kihi segust PK 103+50 pp

[8]

### 3.1.5. Ilmastiku mõju ehitatavale alusele

Kompleksstabiliseeritud aluse ehitamist saab võrrelda asfaltkatte paigaldamisega, seda eelkõige ilmastikutingimusi arvesse võttes. Stabiliseerimistöid oleks rangelt soovitatav teostada ainult kuivade ilmastikutingimustega ning sademete korral on mõistlik ehitustööd koheselt peatada. Kuna stabiliseerimistöde üheks osaks on vee lisamine paigaldatavasse segusse, võib sademete üleküllus põhjustada aluse liigniiskeks muutumise, mis omakorda põhjustab kihi kandevõime kadumise. Tavaliselt teostatakse neid töid liiklusele avatud teel, mistõttu tekivad sinna koheselt pikiroopad ja löökaujud. Vihmasadu koos sademevee üleküllusega mõjutavad suurel määral ka aluse läbisegamise protsessi, kuna vihmavesi võib suure osa teele laotatud tsemendist enne segamisprotsessi algust tee servadesse ära uhtuda. See omakorda põhjustab selle, et segu ei vasta koostatud retseptile ja nõutud tugevusarvud jäävad saavutamata. Katsetulemustest sõltuvalt võib see kaasa tuua hilisema juba valmishitatud aluse uuesti läbisegamise koos puuduolevate ja täiendavate koostisosade juurde lisamise eesmärgiga segu vastaks muutmisega koostatud retseptile.

Samuti mõjutab ilmastik aluste stabiliseerimistöid sügisperioodil tuntuvalt, sest ilmad on oluliselt jahedamad ja niiskemad võrrelduna suveperioodiga. See omakorda põhjustab selle, et juurdelisatav vee kogus peaks olema nõutust veidi väiksem, kuna

vihmasadude tõenäosus on suurem ja kõrgema õhuniiskuse tõttu on stabiliseeritud aluse tahenemisprotsess aeglustatud. Kui varem oli juhises määratud kuivamisperioodiks 7 päeva, siis uuendatud versioonis on toodud see kolme päevani. Seda ilmselt selleks, et objekti ajagraafik ei võimalda nädalaajast seisakut ja isegi siis pooldas insener nelja päevasele perioodile asfaltkatte paigaldamist, kuna lisaks kõigele mõjutab valmishitatud alust ka ilmastik.

SKEJ näeb ette stabiliseeritud killustikalusele ebasobivate ilmade korral järgmist:

Kui ilmastikutingimused on niisked (vihm, sügis) või liikluskoormus ähvardab stabiliseeritud pinna lõhkuda, siis tuleb stabiliseeritud katendikiht katta võimalikult kiiresti järgmise kihiga või tuleb töövõtjal kihti pinnata näiteks „fog seal“ meetodiga, kasutades sõelmeid või liiva. [7]

Et ära hoida ilmastikust tingitud kahjustusi stabiliseeritud alustele, oleks mõistlik suhelda meteoroloogiakeskusega eesmärgiga paika panna segamisprotsessi algusaeg järgneva ajaperioodi ilmast lähtuvalt. Kui prognoos on stabiliseerimistööd mittesoosiv, tuleks tööd panna ootele ja jätkata töödega peale vihmaperioodi lõppu. Kuigi objektimeeskonnale võib tunduda otsus vastavalt graafikule töödega edasi minna ainuvõimalik ja õige otsus, siis töö autori kogemusele tuginedes ei hoomata selle otsuse tegemisega kaasnevat võivaid väga suuri rahalisi kahjusid ja tarbetut asjaajamist nii tööde tellija, kindlustusettevõtte kui ka töövõtja ettevõtte siseselt.

Käesolevaga esitab Töövõtja lausvihmast kahjustatud KS-32 parandamiseks rakendatavate parandusmeetmete töödekirjelduse põhiteel vahemikus PK 673+38 – 706+50, mille maht on hinnanguliselt 20 800 m<sup>3</sup>).

Olemasolev stabiliseeritud aluse pealispind harjatakse, et eemaldada lahtised kivid, tolm, oksad jmt. Seejärel krunditakse puhas aluspind bituumen-emulsiooniga.

Parandamisel kasutatakse segu AC 12 bin (retsept kirja lisa nr. 1).

Kõik löökaukud, mille sügavus kihi pealispinnalt mõõdetuna on sügavamad kui 5cm täidetakse eraldi asfaltseguga ja tihendatakse asfaldirulliga. Kuna enamikus osas on KS-32 pealispind ühtlaselt aukudega kaetud (sügavus kuni 5cm), paigaldab Töövõtja asfaldilaoturiga täis lauses tasanduskihi, mis ei muuda projektset punast joont st. asfaltkattega täidetakse ainult lohud ja pikiroopad. Laotatud asfaltkate tihendatakse asfaldirulliga. Nimetatud tegevus toimub inseneriga kooskõlastatult ja vahetult enne AC 20 base kihi paigaldust. Töösooniks valitakse järgmise päeva asfaltbetoonkatte paigalduseks vajalik vahemaa.

Koopia: Heiko Ojavee / Maanteeameti ida regioon

Lugupidamisega

/allkirjastatud digitaalselt/

Lauri Stimmer  
(Nordecon AS projektijuht)

Joonis 3.5. Töövõtja kiri Tellijale lagunenud KS-32 kihi parandusmeetmete rakendamise seoses [8]





Joonis 3.6. Kompleksstabiliseeritud alus, mille hävitas objekti läbiv liiklus koos nädalapikkuse vihmaperioodiga [erakogu]

Samuti osutub raskemaks stabiliseeritud katendikihtide juhendis toodud eesmärkide saavutamise, kus aluses nõutakse 2,5%-st väiksemat niiskusprotsenti. Väga tihti jääbki selline nõue saavutamata ning asfaltkate paigaldatakse alusele, mille niiskusprotsent on üle 2,5. Peale asfaldikihi paigaldamist ei pääse enam niiskust ülevalt küll juurde, mis sügisperioodil on iseenesest hea, küll aga väheneb alusest niiskuse väljapääsemise võimalus. Kui niiskust jääb alusesse üle lubatud piirmäära, siis aluse külmumisel võib liigniiskus lõhkuda aluse struktuuri ja see omakorda annab tagasilöögi kandevõimes.

### **3.1.6. Stabiliseerimistöode teostamine liiklusele avatud teedel**

Ehitusobjektidel, mille ehitus toimub tavaliklusele avatud teedel, tuleks arvestada mitmete kitsenduste ning piirangutega, mis avaldavad otsest mõju nii tehtava töö kvaliteedi, kui ka töödele kuluva ajale. Ka stabiliseerimistöid, mida tööde tehnoloogianõuete järgi oleks soovitatav teostada liikluseks suletud teel, on tavaliselt

tellija poolt lepingus ettemääratud teostada liikluse all pool-poolega töömeetodit kasutades.

Stabiliseeritud katendikihtide ehitamise juhises on liiklusele avatud teel töö teostamise kohta öeldud järgmist:

- Stabiliseerimistöode planeerimisel tuleb arvestada, et tööde ajal ei tohi kõrvalised sõidukid (v.a. stabiliseerimistöode koosseisus olevad sõidukid ja seadmed) sattuda lõplikult tihendamata stabiliseeritud katendikihi peale;
- Enne stabiliseerimistöodega alustamist tuleb paigaldada kõik kooskõlastatud liikluskorralduse projektis või skeemil ettenähtud liiklusmärgid.
- Stabiliseeritud kihil võib liikluse avada kaks tundi pärast stabiliseeritud kihi lõplikku tihendamist. Esimesel ööpäeval võib suurim lubatud sõidukiirus stabiliseeritud kihil olla kuni 50 km/h ja hiljem, kuni katte paigaldamiseni või pindamiseni kuni 70 km/h. [7]

Aluse stabiliseerimistöodel on võimalik valida, kas juurdelisatav killustik paigaldatakse freesasfaldi alla või selle peale. Killustiku pealepaigaldamisel tuleks see paigutada tee pikiteljele valli ja vahetult enne läbisegamistöid lükata teele laiali. Kui seda teha koheselt st. killustiku laialilükkamise ja segamisprotsessi vahele jääb liiga suur ajavahemik, sõidaks objekti läbiv liiklusvoog killustiku nn. ümaraks ja ehitusmaterjal ei vastaks enam nõuetele.

Kuna pikkadel teeremondilõikudel on peamine, et liiklejate heaolu oleks võimalikult kõrge, siis sellest tulenevalt tuleks killustikukiht rajada eraldi kihtidena freesasfaldikihi alla. Vastasel korral oleksid teedel mitme kilomeetri pikkused killustikuvallid, mis olulisel määral häiriks liiklust. Samuti piiraksid need sõidukiiruse 30 km/h-ni ning pikeneks ka läbisegamisprotsess, kus enne selle töö algust ja pärast sõidusuuna vahetamist tuleb jõuda killustik veel vallist laiali planeerida, mis omakorda kulutab väärtuslikku aega. Tsemendi tahenemise tõttu peaks see võimalikult lühike olema.

Üheks olulisemaks teguriks liiklusele avatud teel on aluse tahenemise ajast kinnipidamine, mis normaalsetel tingimustel on 3 päeva, peale mida tuleks aluskihile paigaldada koheselt ka asfaltkate. Juhul kui antud ajaperiood oluliselt pikeneb, siis hakkavad stabiliseeritud alusele tekkima löökaugud, mis tekivad vihma ja liikluse koosmõjust. Ainuke toimiv aukude paikamise meetod on teha seda asfaltsegu kasutades. Suure liikluskoormuse all võib aga auke tekkida nõnda palju, et neid igat ühte eraldi lappida pole otstarbekas. Samuti võib alusel toimuv liiklusvoog paigast ära ajada tee põikikalded, mis tähendab seda, et enne asfalteerimist tekib vajadus alus suuremahuliselt profiilseguga parandada. Antud meetod on aga väga ressursimahukas - ainus alternatiiv aluse uuesti stabiliseerimisele. Selline tegevus tähendab topelt sideainete lisamist, mis tõstab töö maksumuse sarnaseks või suuremaks profiilsegu

paigaldamisega võrrelduna, mistõttu jääbki asfaldiga parandamine ainukeseks valikuks. Ilmastiku ja liikluse koosmõju jääb alati töövõtja riskiks.

Liikluskoormuse ja niiskete ilmastikutingimuste koosmõjul tekkinud pikiroobaste parandamisel tuleks stabiliseeritud alusel ette võtta pikiroobastesse tasanduskihi paigaldamine. Asfalt on ettenähtud paigaldada aladele, kus roopasügavus ületab 15 mm. Kogu tee ulatuses koostatakse mõõteprotokoll, kus fikseeritakse inseneri ja tellija poolt piketaaziliselt remontimist vajavad kohad. Need tähistatakse vastavalt joonisel nr 3.7 esitatule, kus tellija nõudmisel pidi töövõtja teostama roopa sõidetud aluse parandustööd asfaldiga (tähistatud oranžiga). Põhjuseks oli seekord stabiliseerimistöode ja asfalteerimistöode teostamise vahele jäänud liigpikk paus.

PK	Vasak pool		Parem pool		PK	Vasak pool		Parem pool	
	%	pilu mm	%	pilu mm		%	pilu mm	%	pilu mm
86 + 75	2,4	25	2,6	16	99 + 75	2,4	16	2,7	7
87 + 00	2,7	12	2,7	8	100 + 00	2,6	5	2,2	3
87 + 25	2,7	17	2,2	9	100 + 25	2,7	13	2,2	1
87 + 50	2,4	9	2,9	6	100 + 50	2,2	7	2,7	16
87 + 75	2,3	22	2,7	16	100 + 75	2,6	14	2,7	4
88 + 00	2,7	19	2,4	1	101 + 00	2,7	16	2,2	30
88 + 25	2,7	10	2,6	11	101 + 25	2	9	2,6	4
88 + 50	2,7	23	2,6	9	101 + 50	2,6	7	2,9	4
88 + 75	2,6	16	2,9	2	101 + 75	2,4	3	3,6	2
89 + 00	2,4	14	2,2	5	102 + 00	2,6	13	2,9	6
89 + 25	2,2	12	2,3	1	102 + 25	2,7	6	2,4	1
89 + 50	2	11	2,4	8	102 + 50	2	2	2,4	6
89 + 75	2,4	1	2,4	0	102 + 75	2	3	2,4	3
90 + 00	2	12	2,7	0	103 + 00	1,9	17	2,6	9
90 + 25	2,4	20	2,7	1	103 + 25	1,5	2	2,4	8
90 + 50	2,6	10	2,4	6	103 + 50	1,3	12	2,7	3

Joonis 3.7. Järsi-Aruküla tee kallete ja põikpilu mõõteprotokoll [8]

Tasanduskihina kasutatav asfaltsegu peab olema peeneteraline, maksimaalne teraläbimõõt on 8 mm. Joonisel nr 3.8 on kujutatud teelõik stabiliseeritud alusest, millele on paigaldatud AC 8 surf tasanduskihina.

Isegi siis, kui eraldi tasanduskihi paigaldusvajadus puudub (roopa sügavus alla 15 mm), kujuneb nn. nõuetele vastavate roobaste täitmiseks kuluva asfaltsegu maksumus märkimisväärseks selle ülekulu tõttu.



Joonisel nr 3.8 on kujutatud vaade stabiliseeritud alusele paigaldatud AC 8 surf tasanduskihile [erakogu]

Tähelepanu tuleb pöörata ka stabiliseerimistööde teostamise suunale. Sageli alustatakse stabiliseerimistöödega ühest remondilõigu otsast, samas kui objekti teises otsas teostatakse aluse ehitustööd (paigaldatakse freespuru või killustikku). Töid tuleb planeerida viisil, kus ehitusmaterjali massvedu ei teostataks üle stabiliseeritud aluse. Seda põhjusel, et stabiliseeritud alus peab formeeruma ühtseks kivistunud plaadiks. Kõige suuremat negatiivset mõju avaldavad valmissegatud alusele (kus käivad protsessid struktuuri ja kandevõime saavutamiseks) 30 km/h sõitvad täislastis raskeveokid, kuna need tekitavad tahenevasse alusesse pragusid ja deformatsioone, mistõttu väheneb aluse kandevõime.

Töö autorina soovitan kaaluda järgmise tegevuskava rakendamist:

- Aluse kastmise alternatiivina võib stabiliseeritud kihi katta 24 tunni jooksul peale segamisprotsessi bituumenemulsiooniga BE50R, mis tuleks teele laotada koguses 0,15–0,3 kg/m<sup>2</sup>.

Selliselt toimetades ei pea alust 4 päeva kastma ning vihmade korral ei teki tavalii kluse mõju all alusesse sellisel hulgal löökauke nagu tavaliselt. Seega tõstab kruntimine olulisel määral aluse nõuetekohaselt säilimise tõenäosust, kuid on mõnevõrra kulukam (bituumeni ja pindamistegevuse maksumus).

### **3.1.6.1. Korduva intervalliga põikipraad asfaltkattes**

Mõne aasta pärast peale ehitustöid hakkavad kattes tekkima põikipraad, nagu on näha joonisel nr 3.9.



Joonis 3.9. Kompleksstabiliseeritud alusega teel on näha kindla vahemaa tagant korduvad põikipraad [erakogu]

Selle tekke põhjuseks võib eelkõige pidada jäiga aluskihi (KS, TS) mahukahanemispragude asfaltkattesse peegeldumist. Samuti võivad kattesse tekkida temperatuurimuutustest (eelkõige väga külma talve korral) tingitud tõmbepraad (sagedased SMA segu puhul). Kui tee aluskonstruktsioon on rajatud siirdekiile kasutamata, tekib oht asfaltkattesse pragude tekkimiseks.

Kõige tõenäolisem on kindla vahemaa tagant tekkivad praod aga tingitud stabiliseeritud aluste puhul. Sinna tekkivad praod peegelduvad mõne aja möödudes alati asfaltkatte pealispinnale. Peamiselt on see tingitud ettenähtust suuremast tsemendikogusest e. tegemist on kõrvalekalletega väljatöötatud seguretseptis. Vastvalminud stabiliseeritud alust on vajalik hoida niiskena 3 kuni 4 päeva. Kui selle ajaperioodi lõppedes ilmneb katte pealispinda pragude tekkeprotsess, siis suure tõenäosusega tekivad need ka asfaltkattesse ca 1 – 1,5 aasta jooksul. Ühtegi toimivat parandusmeetet tekkinud probleemi kõrvaldamiseks pole, stabiliseerimistöõde teostamisel tuleb lihtsalt jälgida doseeritavate lisainete kogust. Kõige kriitilisema elemendi- tsemendi koguse mõõtmiseks kasutatakse mõõteplaati pindalaga 0,5 m<sup>2</sup>. See asetatakse tsemendi laotava traktori alla, millest üle sõitmisel on võimalik sinna langenud tsemendikogus ära kaaluda. Tsemendidosaatõri reguleerimine toimub vastavalt mõõtmistulemustele. Autori kogemusele tuginedes võin väita, et paljudel kordadel suurendatakse tsemendi osakaalu tahtlikult, püüdes sellega parandada segu tugevusomadusi, kus nt. puurkehade survetugevust katsetatakse 28 päeva möödudes. Tsemendi osakaalu suurendatakse ka eesmärgiga doseerida segusse väiksem protsent bituumenit. Kogu

selline tegevus kokku halvendab aga tuntuvalt nii stabiliseeritud aluse enda eluiga kui ka katendi oma.

### 3.2. Käsitletud probleemide lahenduste kokkuvõte

Stabiliseerimisel võivad probleemid tekkida eelkõige segamistöode või kuivamisperioodi vältel ebasobivate ilmastikutingimuste ilmsikstulekul, materjali komponentide (eelkõige segu põhikomponendi – freesafaldi) kvaliteedist ja osakaalust (eelkõige hüdrauliline sideaine) ning seguproovide katsetamise meetodikatest (tihendamata materjal vs raidkeha).

Peatükis nr 3 käsitletud temaatika „Kompleksstabiliseerimine“ on kokku võetud tabelis nr 3.2.

Tabel 3.2 Stabiliseeritud aluse peatükis käsitletud temaatika lühikokkuvõte

Aspekt	Toimingud	Tulemus
Juhendid	Juhendeid on aja möödudes oluliselt täiendatud	Täpsustatud on oluliselt aspekte, mis parandavad nii stabiliseeritud aluste kvaliteeti nii tööde kirjelduste kui ka töödele esitatavate nõuete täpsustumisega
Lähtematerjalid	Killustiku, orgaanilise- ja hüdraulilise sideaine, vee tarnimine	Eestis saadavad lähtematerjalid (killustik, tsement vesi) on väga hea kvaliteediga. Sisseveetava materjali (bituumen) kvaliteet on kontrollitav
Seguretseptid	Retseptide koostamisel ei pea lähtuma täpselt etteantud sõelkõvera väljadest	Retsept ja tegelikkus erinevad teineteisest oluliselt
Freesasfalt kui segu koostisosa	Määratakse terastikuline koostis ja sideaine sisaldus	Tegemist on komponendiga, mis olulisel määral mõjutab kogu segu kvaliteeti. Tegemist on kõige ebamäärasema koostisosaga stabiliseeritud segudes
Seguproovid	Stabiliseeritud aluste seguproovide katsetamine	Proovitulemuste kättesaamise aeg, katsetulemuste erinevused erinevate laborite vahel, tulemuste erinevused proovivõtumeetodite vahel
Stabiliseeritud alus	Aluse ehitamine lähtuvalt tegelikest ilmastikuoludest või ilmaprognoosist	Sademetete võimaluse korral töö kohene katkestamine või segamistöode planeerimine tulevikku, tööde teostamine suveperioodil sobivas temperatuurivahemikus.

## 4. ASFALTBETOONKATETE E HITAMINE

### 4.1. Ajavahemikul 2005 - 2021 väljaantud juhendite

#### „Asfaldist katendikihtide ehitamise juhis“

#### tähtsamate muudatuste võrdlus.

Asfaldist katendikihtide ehitamise juhiseid on tänaseks välja antud 5 tk

- Aastal 2005, kuupäevaga 12.08. Maanteeameti peadirektori käskkiri nr 134
- Aastal 2010, kuupäevaga 30.12. Maanteeameti peadirektori käskkiri nr 383
- Aastal 2014, kuupäevaga 25.11. Maanteeameti peadirektori käskkiri nr 315
- Aastal 2015, kuupäevaga 23.12. Maanteeameti peadirektori käskkiri nr 0314
- Aastal 2021, Transpordiamet

Kõige suuremahulisemad muudatused on sisse viidud 2010a. juhendisse võrrelduna 2005 aasta omaga. 2010a. ja 2014a. juhendite vahe seisneb eelkõige väiksemate muudatustega õigusaktides. 2014a. juhis on vaheversioon, millega on alustatud Eesti päritoluga standardite EVS 901-1, 2 ja 3 ümbertegemist. Suuremahulisemad muudatused on sisse viidud 2021a. juhendisse võrrelduna 2015 aasta omaga.

Tabel 4.1 Asfaldi juhenditesse sisse viidud põhilised muudatused

<b>Muudetud / lisatud nõue</b>	<b>2005a. juhis</b>	<b>2010a. juhis</b>
Segumarkide markeering	TAB I, TAB II, PAB, KAB, KMA	AC surf, AC bin, SMA
Katendikihtides kasutatavate asfaltsegude liigid määrab ...	projekteerija	projektis või teetööde kirjelduses, mis lähtub katendi tugevusarvutustest või katendi tüüplahenditest
Seguresepti esitamine	Tellijale	Omanikujärelevalvele
Materjalipartiide omaduste (f, LA, Fl, C, ja An) kontrolli sagedus	Käsitlus puudub juhendist	Iga tarnitava 3000 tonni järel
Sideaine penetratsiooni/viskoossuse kontrolli sagedus	Käsitlus puudub juhendist	Iga tarnitava 200 tonni järel
Asfaldisegude tootmisel asfaldiseguri automaatjuhtimissüsteemi poolt väljastatavate tooteraportite esitamine	Käsitlus puudub juhendist	Paberkandjal või elektrooniliselt
Asfalditehase materjalide ladustusplatsidele esitatavad nõuded	Käsitlus puudub juhendist	Laoplatši kate peab elimineerima võimaluse materjalide segunemise loodusliku aluspinnasega ning tagama sajuvete äravoolu
SMA segude nõuded alakihis segutüübile	Käsitlus puudub juhendist	Kahe- või kolmekihilise katte alakihis, milles pealmise kihina kasutatakse SMA segu, tuleb alakihis kasutada kas AC bin või AC surf asfaltsegu

<b>Muudetud / lisatud nõue</b>	<b>2005a. juh</b>	<b>2010a. juh</b>
Seguskeleti koostamine vastavalt AKÖL-ile	Käsitus puudub juhendist	Paika on pandud täitematerjalide söelkõverad, filleri sisaldused. Samuti kehtestatud nõuded LA, F ja C-le
Happelisest tardkivimitest valmistatud AC ja SMA segudes nakkeparandaja kasutamine	Käsitus puudub juhendist	Naket parandava pindaktiivse lisandi kasutamine kohustuslik
Asfaldiseguris keskkonnanõuete täitmist tagava põlemisgaaside puhastusfiltri olemasolu	Käsitus puudub juhendist	Peab olema varustatud
Lubatud terastikulise koostise kõrvalekaldeid seguretseptist	Käsitus puudub juhendist	Koostatud üksikasjalik tabel
Proovide võtmise täpsustatud tingimused	Käsitus puudub juhendist	Proov koosneb kolmest osaproovist; Kehtestatud tingimused proovide tähistamisel; Lahkarvamuste lahendamine; Lisatud asfaltkattest puurkehade võtmise skeem
Kehtestatud normidest madalamatel temperatuuridel laotamine	Ei ole lubatud laotada alla kehtestatud temperatuuripiire: KMA +10 °C TAB, PAB +5 °C	Asfaltsegu laotamisel alla kehtestatud temperatuuripiire (SMA +10 °C, AC surf ja AC bin +5 °C) kuid positiivsetel temperatuuridel võib laotamistööd teostada segusse töödeldavust parandavate lisandite lisamisega.
Krundi soovitatav kulunorm	0,15 – 0,3 l/m <sup>2</sup>	0,1 – 0,2 kg/m <sup>2</sup>
Kruntimise mittevajalikkuse eritingimus	Värsket betoonasfaldist alust pole vaja kruntida, kui see pole olnud liikluse all	Värsket betoonalust on vajalik kõikidel tingimustel kruntida
Pikivuukide nihutamise nõue	Mitmekihilise ja kahepoolse kaldega asfaltkatte puhul võivad pikivuugid teineteise suhtes nihkes olla 10 cm	Mitmekihilise ja kahepoolse kaldega asfaltkatte puhul tuleb pikivuuke teineteise suhtes nihutada kuni 5 cm
Seisakud PMB sideainete kasutamise korral	Pole määratud	Seisakud pole lubatud, tagada tuleb pidev laotamisprotsess
Katte tihendusteguri ja jäävpoorsuse nõuded	Käsitus puudub juhendist	On toodud üksikasjalik tabel, milles on kõikide kasutusel olevate segude katteproovide keskmised ja vuugiproovide nõutud tihendustegurid ja jäävpoorsuse protsendid
SMA kihilt esialgse libeduse kõrvaldamine (gritting)	Käsitus puudub juhendist	Esitatud nõuded töö teostamiseks
Lubatud kõrvalekallete loetelu projektist	Käsitus puudub juhendist	-tee teljekõrguse erinevus projektist; -põikkallete erinevus projektist -kaugus tee telje ja katte serva vahel -kihipaksuste erinevus projektist -teekatte tasasuse tabel (IRI ja tasasuslatt)



Tabel 4.2 Asfaldi juhenditesse sisse viidud põhilised muudatused

<b>Muudetud / lisatud nõue</b>	<b>2015a. juhis</b>	<b>2021a. juhis</b>
AKÖL-i mõiste lahtiselgitamine	Käsitlus puudub juhendist	AKÖL X (aastate arv) on katte valmimisest alates ennustuslik X-nda aasta vaadetatavat tee ristlõiget läbinud sõidukite arv jagatuna päevade arvuga aastas
Katendi konstrueerimisel määratud maksimaalne ja minimaalne terasuurus/kihi paksus	Määratud tera maksimaalne suurus	Määratud kihi maksimaalne ja minimaalne kihi paksus
SMA segude alla paigaldatud kihi nõuded	Puuduvad juhised	Siduvkihina kasutada AC bin segu, kui SMA segu paigaldatakse mitme aasta pärast, tuleb vahelihina kasutada AC surf segu
Seguresept, kasutatavad täitematerjalid, sideained, lisandid, asfaldi kordvkasutamine	Käsitletakse „Üldosa“ alampunktides	On toodud välja eraldi peatükkides, mis on oluliselt detailsemad
Segus kasutatava ringlusse võetud asfaldi katsetamine	Pole nõutud	Nõutud materjali deklareerimine
Katte ühtlane värvitoon	Pole nõutud	Nn. malelaua efekti tekkimise vältimine peale sideainekihi ajapikku mahakulumist täitematerjalilt
Teebituuminite penetratsiooni kontrolli sagedus	1 x iga 200 tonni sideaine kohta	1 x iga 300 tonni sideaine kohta
Polümeermodifitseeritud bituumeni kasutamise eelised	Käsitlus puudub juhendist	Õigustatud AC bin ja AC base kihtide puhul, vähendamaks nihke- ja tõmbepingetest tekkida võivaid defekte, parandamaks katte väsimuskindlust, sideaine vananemise vähendamiseks pikendamaks katte eluiga
Asfaltsegude katsetamisel erimeelsuste tekkimise korral	Käsitlus puudub juhendist	Võetakse A- ja B-proov. Erimeelsuste korral avatakse B-proov ning selle tulemus vaidlustamisele ei kuulu
Lisandite sh. naket parandavate lisandite kasutamise lähteallikas	Käsitlus puudub juhendist	Tuleb lähtuda EVS 901-3 nõuetest
Parafiinsete vahade kasutamine segudes	Käsitlus puudub juhendist	Kasutus keelatud
Ringlusse võetud asfaldi katseprotokollide kehtivusaeg	Käsitlus puudub juhendist	24 kuud
Juhised taaskasutatavate materjalide kasutamiseks asfaltsegudes	Käsitlus puudub juhendist	Lubatud kasutada teedel liiklussagedusega kuni 500 a/ööp
Asfaltsegude tootmisraportite säilitamise aeg	Käsitlus puudub juhendist	Objekti garantiiaja lõpuni
Kulumiskihi asfaltsegude hoiustamise aeg punkrites	Käsitlus puudub juhendist	Ei tohi hoida üle nelja tunni
Segude paigaldamisel eelsöötja kasutamise nõue	Kohustuslik, kui objekti valmimisaasta AKÖL on $\geq 6000$	Kohustuslik, kui objekti valmimisaasta AKÖL on $\geq 1500$
Asfaldiveokite ümaratele termoisoleeritud kastidele kehtestatud nõuded	Käsitlus puudub juhendist	Joonised koos üksikasjalike nõuetega / kirjeldustega

<b>Muudetud / lisatud nõue</b>	<b>2015a. juhis</b>	<b>2021a. juhis</b>
Stabiliseeritud alusele määratud kruntimise kulunorm arvestatuna puhtale bituumenile	Vähemalt 0,5 kg/m <sup>2</sup>	0,3 kg/m <sup>2</sup>
Kruntimise keelamine nn. „higistavatel kohtadel“	Käsitlus puudub juhendist	Nõue sees
Peale sademeid asfalteerimistööde jätkamise otsuse vastuvõtja	Insener	Käsitlus puudub juhendist
Laotamistööl tuulekülma arvestamine	Käsitlus puudub juhendist	Temperatuuri ja tuulekiiruse suhted on välja toodud tuulekülma indeksi tabelis
Kattekihi tihendusteguri ja jäävpoorsuse nõuetel tehtud muudatused	-MSE -AC 4 surf -Segumark puudub	-MSE16, MSE 20, MSE 32 -Segumark puudub -AC 8 bin
Kattekihilt kareduse kõrvaldamise peamine põhjus	Meetmeid rakendatakse, kui 1,5 kuu jooksul peale katte valmimist pole saavutatud nõuetekohast haardetegurit	Kui kattele on peale asfalteerimistööd tekkinud bituumensideaine laigud
Liikluse lubamine vastvalminud kattele	SMA puhul alla +50 °C	SMA puhul alla +60 °C
Kuumtaastamise temaatika - Rooparemix	Töölaius kuumutatakse temperatuurini +150 °C	Taastatav kate kuumutatakse pinnatemperatuurini +250 °C
Pehmete asfaltbetoonkatete taastamine (REMO) ja ribataastamine (Rooparemo)	Käsitletakse juhises	Juhisest eemaldatud

## 4.2. Ettevalmistustööd - tee aluspinna puhastamine

Asfalteerimistööde maksumus moodustab tee-ehitusprojekti eelarvest ühe olulisema osa, mistõttu tuleb asfalteerimistöid teostada läbimõeldult. Kõik asfalteerimistööl ettetulevad eksimused, on rahaliselt väga suure kaaluga.

Asfalteerimistöödele eelneva ettevalmistustöö puudulik teostamine võib põhjustada ekspluateerimisperiodil (garantiiperiodil) probleeme, mille kõrvaldamine nõuab arvestatava lisaressursi kaasamist.

Garantiiperiodil võivad ilmneda kulumis- ja binderikihi omavahelise nihkumise jäljed, nagu on kujutatud joonisel nr 4.1. Tekkinud on situatsioon, kus kulumiskiht on hakanud alumise asfaldikihi suhtes puuduliku nakke tõttu koos liikuma.



Joonis 4.1. Kulumiskihi nihkumisest tekkinud deformatsioonid [erakogu]

Antud puuduse tekkepõhjused on:

- Alumise asfaltkatte pind on olnud enne kulumiskihi paigaldamist liigniiske;
- Asfaldi vahekihile paigaldatud emulsioonikogus pole olnud küllaldane;
- Alumise asfaltkatte pinnale on tööde käigus sattunud lahusteid (näiteks kütuseleke);
- Alumise asfaltkatte pealispind on olnud tolmune (näiteks objekti läbivalt ehitustranspordilt pudenenud mineraalsed ja orgaanilised osakesed);
- Alumisele asfaltkatele on alles jäetud suures mahus teekattemärgistust.

Töö autorina soovitan asfalteerimistöde ettevalmistavasse osasse suhtuda täie tõsisusega, kuna eelnevalt käsitletud defektide kõrvaldamine nõuab arvestatavat rahalise ressursi kaasamist. Asfalteerimistöid võib teostada niisketes ilmastikuoludes (väikeste sademete korral) paigaldades ainult asfaltkatte esimest kihti sidumata killustikalusele. BIN, SURF ja SMA kihtide paigaldamistööd tuleb ka väikese sademete hulga korral koheselt katkestada.

Asfaldist katendikihtide ehitamise juhised näeb ette järgmist:

- Katendikihtide omavahelise nakke parandamiseks tuleb asfalt- ja mustkatte aluskihte kruntida bituumeni või bituumenemulsiooniga.
- Kruntimiseks kasutatav sideaine tuleb valida selline, et see ei kahjustaks katte ja aluse omadusi. Krunt peab katma aluspinna ühtlaselt ja tungima aluse peentesse pragudesse, mis on eriti oluline vanade katete kruntimisel. Emulsioonis sisalduv vesi peab enne kihi laotamist olema välja aurunud. [9]

Töö autorina pööran tähelepanu tihti esinevale asjaolule, kus emulsioonikihti paigaldatakse märjale asfaldikihile. Sellisel juhul ei teki naket asfaltkatte ja maha

pandud emulsiooni vahel, mille teeb võimatuks märja teepinna omadus hüljata emulsiooni. Antud tegevuse tõsieluline näide on kujutatud joonisel nr 4.2. Vihmasaju algfaasis on juba objektile saanud segukoguse paigaldamine mõeldav juhul, kui emulsioonikiht on olemasolevale asfaltkatele paigaldatud enne ilmamuutuse toimumist st. kuiva ilmaga. Sellisel juhul aurustub emulsioonipinnale sattunud vesi kuuma segu laotamisprotsessi käigus, mistõttu tekib segul koheselt nakkumine alumise asfaldikihiga.

Tähtsat rolli mängib ka paigaldatava bituumeni laotamiskogus:

- Asfaltkatete omavaheliseks kruntimiseks ettenähtud kulunorm arvastatuna puhtale bituumenile on minimaalselt  $0,15 \text{ kg/m}^2$ . [9]

Samuti on kihtidevahelise mittenakkumist põhjustavateks teguriteks erinevate keemiliste ainete, lahustite või kütuse sattumine asfalteeritava teekatte aluspinnale ning samuti on kohustuslik enne asfalteerimistöid eemaldada kogu tööfrondil asuv mineraalmaterjal. Sellistele pindadele järgmise asfaldikihi paigaldamine ilma lisameetmeid tarvitusele võtmata põhjustab arvestatavaid kõrvalekaldeid tee ekspluatatsiooniperioodi jooksul.



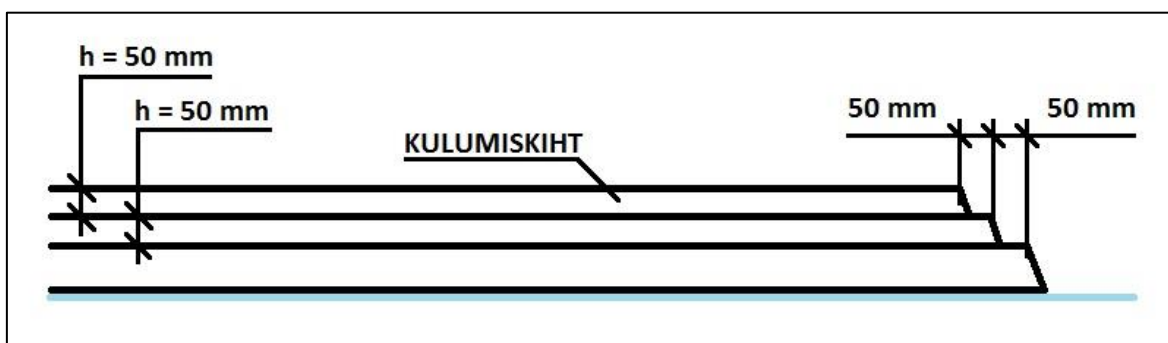
Joonis 4.2. Tugevalt kahjustunud kulumiskiht, mille põhjustajaks on määratud ja niiskele pinnale paigaldatud kulumiskiht [erakogu]

Selleks, et üksteise peale laotatud asfaltkatte kihid hakkaksid toimima nn. ühtse plaadina ja oleksid murdumistele, nihke- ning tõmbepingetele vastupidavamad, tuleb nad korralikult teineteisega siduda. See on väga oluline tegur vältimaks katte deformatsioone, mis tulenevad keskkonnast ja liikluskoormusest. Halva nakke korral on

ka löökaukude tekkeprotsess kiirem, kuna katte murenemisel tekkivad asfalditükid eemalduvad alumise kattekihi küljest kergemini.

### 4.3. Ettevalmistustööd - märkimistööd

Asfaltkatte piirjoonte märkimisel tuleb jälgida põhimõtet, kus projektne asfaltkatte laius on võrdne kulumiskihi laiusega. Iga järgnev asfaldikiht ülalt allapoole vaadatuna peab olema pealmisest kattekihist selle paksuse võrra laiem. Ehk siis kolmekihilise (pealmised 2 kihti on 5 cm paksused) asfaltkatte puhul on kolmanda kihi laius pealmisest 10 cm võrra laiem nagu on näidatud joonisel nr 4.3.



Joonis 4.3. Asfaltkatte kõrguse ja laiuste suhe paigalduslaiusesse [erakogu]

Märkimistöödel tuleb lähtuda asfaldist katendikihtide ehitamise juhises kirjeldatust:

- Kulumiskihi pikivuugid tuleb paigutada sõiduradade eraldusjoonele, vähendades vuukidele tulevat liikluskoormust. Katendi laiendustel (näiteks ristmikud, bussipeatused jm) tuleb asfaltsegu laotada nii, et põhilise liiklusvoo sõidujäljed ei satuks pikivuugile. Laotatavate paanide arv ristlõikes peab olema optimaalne;
- Mitmekihilise ühepoolse kaldega asfaltkatte puhul tuleb iga järgneva kihi pikivuuk nihutada vähemalt 15 cm võrra eelnevate asfaldikihtide pikivuukide suhtes.
- Kahepoolse kaldega kahe- või enamarajalise sõidutee katte alumise ja ülemise kihi murdepunktil asuvad pikivuugid peavad olema üksteise suhtes nihutatud vähemalt 5 cm. [9]

Kõrvalekaldeid esineb samuti ka mahasõitude katte raadiuste mahamärkimisel, juhul kui sinna ei kaasata geodeete vaid märkimistöid teostavad objekti- või töödejuht. Lõpptulemus sõltub siis suuresti mahamärkija vilumusest. Tulemuseks on enamikel juhtudel see, et tegelikud raadiused joonistatakse maha väiksemad ja ebasümmeetrilised, ning peale teostusjooniste kättesaamist tuleb need ümber teha projektile vastavateks. See näeb välja aga selline, kus valmis raadiused tuleb laiendada lisades sinna nn siilakud, mille lõpptulemuseks on mahasõidu katte vastupidavuse vähenemine (nt. jääb vuuk ratta pöörderaadiusesse).

## 4.4. Asfalteerimistööd

### 4.4.1. Seisakud asfalteerimisprotsessi ajal

Vahetult peale asfaltkatte valmimist on sellel sõites tuntavad ebatasasused.

Autori arvates on antud puuduse tekkimise põhjused järgmised:

- Asfaldi kulumiskihi laotamisprotsessi ajal seisakute tekkimine koos asfaldilaoturi operaatorite poolt etteandekoonuse liigtühjaks laskmisega;
- Täislastis asfaldiveoki tagurdamine vastu laoturit mõjutades hetkeks selle liikumiskiirust;
- Asfaltkattele on asfaldiveoki eemaldumisel laotamisprotsessi käigus kastist maha pudenenud asfaltsegu, mistõttu on see jäänud laoturi roomiku alla;

Asfaldi laotamisprotsessis ei ole mõistlik kasutada töövõttena viisi, kus asfaldikoorma saabumise järel võetakse eesmärgiks paigaldada see maksimumkiirusel maha, tekitades sellega puhkepausi kuni järgmise veoki saabumiseni. Kasutades segu paigaldamisel aga ühtlast paigalduskiirust ja reguleerides laoturi jõudluse ja veokite arvu selliselt, mis hoiab ära seisakud, jääb katte kvaliteet oluliselt parem. Iga seisakuga jääb asfaltkattesse defekt, mis on hiljem teekasutaja poolt tunda. Defekti tekkimise põhjuseks on pausi ajal tihendusplaatide mõningane vajumine tingituna plaadialuse asfaltsegu kuumutamisesest. Samuti ei ole asfaldirullil võimalik teostada laoturi vahetus läheduses asfaldisegu tihendamist, mistõttu võib antud piirkonnas tihendamata asfalt jahtuda alla kriitilise taseme ja seda pole asfaldilaoturi edasiliikumisel enam nõuetekohaselt tihendada, mistõttu jääb teekattesse kõrgendik.

Ebatasase katte laotamist põhjustab ka olukord, kus asfaldiveoki eemaldumisel laoturist koos ülestõstetud asendis kastiga pudeneb laoturi roomikute ette asfaldisegu jääke. Juhul kui see segu roomikute eest eemaldamata jäetakse või laoturi mõlemad operaatorid masina kõrguse muutust märkavad, võivad nad puldist tihendusplaati reguleerides tekkida võivad defekti tasandada, aga tekkinud situatsioonile mitte reageerides jääb kattesse tuntav ebatasasus. Tegelikult peab eelpool kirjeldatud olukorda jälgima eraldi tööline, kelle töökohustuse hulka kuulub ka asfaldiveokite juhendamine laoturile ettesõitmisel, segu mahalaadimisel laoturisse ning sellest eemaldumisel. Juhul kui eemalduvast veokist pudeneb teele asfaltsegu, on selle laoturi roomikute alt kiiremas korras eemaldamine peamine ülesanne. Selle töölise üheks oluliseks ülesandeks on ka asfaldiautode sujuv juhendamine vastu laoturi rullikuid. Kuna täislastis kallurveok mõjutab liiga suurel kiirusel laoturiga põrkumisel viimase asendi muutuse, võib see samuti tekitada lokaalse ebatasasuse teekattel.

Suurt mõju avaldab tee tasetasusele ka asfaldikoguse muutuv hulk laoturi tihendusplaatide all. See võib olla tingitud asjaolust, kus asfaldiveokite kogus on ebapiisav ja laoturi juhtimispuhli operaatorite käitumine on välja kujunenud viisil, kus seisaku hetkeks jäetakse segu plaatide alla minimaalses koguses. See põhjustab laoturi tihendusplaatide kõrguse languse, mille tagajärjel jääb teele ebatasasus, mis väljendub lohuna. Laoturi punkrisse ja tihendusplaatide alla tuleb jätta alati selline hulk segu, mis tagaks laoturi segutransportööride katmise kogupikkuses.

Asfalteerimise põhinõue on, et segu laotamise ja tootmise protsess oleks pidev. Juhul kui uus koorem pole veel kohale jõudnud, tuleb laotamise tempot aeglustada. Juhul kui paus osutub liiga pikaks, tuleb asfaldist katendikihtide ehitamise juhise järgi talitleda järgnevalt:

- Kui paigaldamine katkeb ja on võimalus, et asfaltsegu jahtub alla 140 °C, tuleb laotur tühjendada ja teha põikivuuk.
- Põikivuuk tehakse sirge ja risti sõidurajaga või sellest kuni 30° nurga all. Paigaldamise jätkamiseks tuleb juba paigaldatud paani otsast eemaldada pealesõiduramp ja nii palju varasemalt paigaldatud katet, et kate oleks jätku kohalt tasane, ühtlase koostisega ning nõutud tihedusega. Seisaku pikkus, mille korral säilib paigaldatava asfaltsegu töödeldavussõltub ilmast, kasutatava asfaltsegu ja sideaine omadustest ning kihi paksusest. [9]

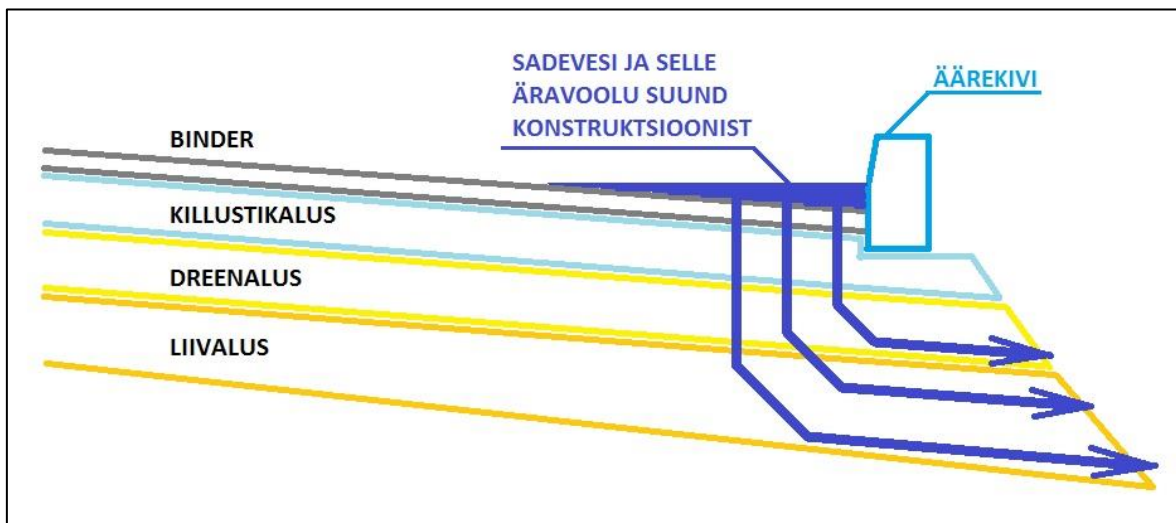
#### **4.4.2. Asfaldikihtide paigalduse ajastus kõrgete mullete juures**

Peale killustikaluse ehitamist, äärekivide paigaldamist ning esimese asfaldikihi laotamist tekib kõrgete mullete juures tugevate sadude korral oht nõlvade uhtumisele. Joonisel nr 4.4 on kujutatud suuremahuline nõlvakahjustus, mis on põhjustatud liigvee ja hästidreeniva asfaltkatte koosmõjul.

Tekkinud olukorra põhjuseks saab pidada kõrgel muldkehal (nt. viaduktide pealesõidurambid jmt) asuvat ühepoolses kaldes ristprofiiliga teed, millel on välja ehitatud ainult AC base kiht. Alumise asfaltkatte suure drenivuse tõttu suunatakse kogu sadeveest põikiprofiili madalasse ossa, kust see imbub läbi kattekonstruktsiooni ja sealt satub vesi omakorda asjavalminud nõlvadele, nagu on näha joonisel nr 4.5.



Joonis 4.4. Laiaulatuslik nõlva uhtumine, mis on tingitud hästidreenivast asfaltkattest [erakogu]



Joonis 4.5. Sadevee liikumissuund dreniiva asfaltkatte puhul [erakogu]

Vihmaperioodil ei ole soovitatav planeerida asfaltkatte paigaldust kõrgetele muldkehadele. Kui rajatud on konstruktsioon kuni killustikukihini, siis saju korral imub sadevesi ühtlaselt suunaga alla läbi kogu kattekonstruktsiooni, mis ei põhjusta muldkeha nõlvadele mingeid väliseid kahjustusi.

Võimalike kahjustuste vältimiseks, oleks mõistlik asfalteerimistöode planeerimine vihmaperioodivälisesse ajaperioodi või paigaldada koheselt alumisele asfaltkattele vettpidav kulumiskiht, millega oleks tagatud sadevee projektijärgne liikumine. Kui



kulumiskihi vahetu paigaldamine pole mingil põhjusel võimalik, tuleks alumise asfaldikihi laotamise puhul jälgida seda, et restkaevude kaante alt oleks eemaldatud riided, mis on sinna pandud ehitusmaterjalide kaevu sattumise takistamiseks.

### 4.4.3. Kaevud asfaltkattel

Vaatlus- või restkaevude asetsemine asfaltkatte pealispinnast madalamal on üheks enimlevinumaks puuduseks äsjaalminud objektidel.

Selline probleem ilmneb kahel kujul:

- Kaevukaas jäetakse koheselt madalamaks asfalteerimistöde käigus;
- Kaevukaante äravajumised tekivad vahetult pärast liiklusele tee avamist.

Põhjustena võib esile tuua järgmisi aspekte:

- Aluse ehitustööde teostamise käigus pole piisavalt tihendatud kaevuümbruse drenliivast- või killustikust alust, mille tagajärg on kujutatud joonisel nr 4.6;
- Juba kaevude paigaldustööde teostamise ajal on kaevude alla laotatud killustikalus ja kaevukubu ümbritsev liivmaterjal ebapiisavalt tihendatud;
- Asfalteerimistöde käigus ei suudeta kaevukrae alla paigaldatavat asfaltbetooni nõutud tasemeni tihendada.



Joonis 4.6. Vahetult peale asfalteerimistöid toimunud vaatluskaevu vajumine [erakogu]

Tee tasapinnast allapool paiknev kaevukaas hakkab saama sõidukite ratastelt korduvaid lööke, mistõttu hakkab kiiresti toimuma kaevuluugi madalamale vajumise protsess.

Antud probleemi vältimise kõige mõistlikumaks lahenduseks oleks projekteerimise käigus sõiduteede alt torustike tõstmine näiteks haljasalade alla. Kui see aga muude maa-aluste kommunikatsioonide tõttu võimatuks osutub, tuleks vähemalt kaevud projekteerida rattajälgedest välja.

Ülalpool kirjas olevatele asjaoludele tuginedes võib väita, et asfaltkatte pealispinnal asuvate kaevupeade vajumise põhjused saavad alguse töödest, mis järgnevad kaevude paigaldamisele nende projektijärgsetesse asukohtadesse. Põhiraskuseks siin on kaevu ümber asuva pinnase tihedaks saamine. Selliseid töid tuleb teostada maksimaalselt 40 cm kihtide kaupa tihedustegurini 0,98. Restkaevukubude aluspinnase tihendamisel tuleb pinnasele lisada vett, kuna problemaatiliseks võib osutada pinnase tihedaks saamine ümara kaevukubu perimeetri all.

Samuti tuleb tähelepanu pöörata kaevuümbruse dren- ja killustikaluse tihendamisele. Üldises plaanis on kattekonstruktsioonide ehitajal suhtumine kaevudesse kui „tööd segavasse lisatakistusesse“. Sellest tulenevalt jääb kaevudega seonduv suurel määral tähelepanuta. Kaevuümbrused tihendatakse viisil, kus need jäetakse meelega killustikukihi alla, see tihendatakse raskemate tihendusmasinatega nt. pinnaserull hoides ära olukorda, kus antud tööd peaks tegema töömees vibroplaadiga. Tegelikult tuleb aga kaevu ümber lisatava puistematerjali tihendamisesse suhtuda täie tõsidusega, kuna sellega pannakse alus tavaliikleja poolt vaadatuna ühele olulisemale tee kvaliteedinäitajale- sõidumugavusele.

Samuti on üks olulisi faktoreid asfalteerimistöde käigus kaevukaantega ümberkäimine. Välja on kujunenud käitumismuster, kus asfaldilaoturiga asfaldikihi paigaldamisejärgselt asetatakse asfaldis asuva kaevukrae alla raudkangid, tõstes selliselt teleskoopkaevud asfaltkatte pealispinnaga samasse tasapinda. Siis paigaldatakse labidaga kaevukrae alla kuuma asfaltsegu, misjärel tihendatakse kaevukaant ja kraed kangiga lüües kattega samasse tasapinda. Sellisel viisil kaevukaantega ümberkäimine ei kindlusta aga kaevukrae aluse asfaldi saajaprotsendilist tihendamist. Töö autor soovib vahetult peale kaevukaane ülestõstmist täita tekkinud avaus asfaltseguga, mis tuleb koheselt vibroplaadiga tihendada ning seejärel rihtida see asfaltkattega ühte tasapinda. Korralikult tihendatud kaevukrae alune asfalt kindlustab edasise kaevu asendi muutumatuse.

Ühe ohuna eksisteerib kaevukaante aluste raudkangiga tihendamisel oht murda kaevukraede metallosad, nagu on kujutatud joonisel nr 4.7. Seda juhtub tihti ka killustikaluse tihendamisel vibrorulliga kaevukraed riivates või sellest üle sõites. Kaevu tasapinda kattega samasse tasapinda tagasilöömisel tuleks eelistada kaevukrae pihta löömise asemel kaevukaane ääre tabamist. Kaevukrae murdumine põhjustaks kaevu kandevõime kao, mistõttu tuleks kaevukrae asendada uuega.



Joonis 4.7. Tihendamistööde käigus murtud restkaevukrae [erakogu]

#### 4.4.4. Kaevude jätmine asfaltkatte alla

Sageli tuleb ehitusobjektidel ette olukordi, kus vastvalminud asfaltkattel toimuvad saagimistöid, mille lõpptulemus on konstruktsiooni sisse „unustatud“ kaevupea tõstmise teega ühte tasapinda, nagu on kujutatud joonisel nr 4.8.



Joonis 4.8. Kaevu asukoha lahtikaevamine vahetult enne kulumiskihi paigaldustöid [erakogu]

Sellised olukorrad tekivad põhiliselt järgmistel põhjustel:

- Teede ehitajad ei oma täit ülevaadet objektil teostatavatest töödest;
- Enne alumiste konstruktsioonikihtide rajamist ei fikseerita kõiki ehituse alasse jäävaid kaevupäid, neid hakatakse otsima liiga hilja.

Kõige suurema tõenäosusega katte alla jäävateks kaevudeks on need, mida projektis kajastatud ei ole nt. kaevud, mis on rajatud lisatööde raames. Sellisel juhul on peamiseks põhjuseks info mitteõigeaegne liikumine objektil töötavate meeskondade ja erinevate allüksuste vahel. Enne asfaltkatte paigaldustöid teevad alusehitajad killustikaluse üleandmiseks viimistlustöid, et saada insenerilt luba asfalteerimistöödeks. Näiteks linnatänaval on kaevusid (rest-, kanalisatsiooni-, drenaaži vaatluskaevude, sidekaevude jne) märkimisväärses koguses ning oht mõnede märkamatuks jäämisele on neile tähelepanu pööramata märkimisväärne. Piisanud on ka õhukesest killustikukihist, mis katab kaevukaane, mistõttu see asfaltkatte alla jäetakse. Halvemal juhul võib tegemist olla aga kattekonstruktsiooni alla unustatud kaevuga, mille sügavus katte pinnast võib ligineda isegi meetrile. Sellisel juhul toimub kaevu väljakaevamistööde tõttu teekonstruktsiooni terviklikkuse rikkumine, kuna tagasitõõtmine toimub kaevu ümbrusesse tavaliselt ühte liiki puistematerjaliga projektseid katendi konstruktsioonikihte arvestamata. Sellise remondimeetodi puhul eksisteerib väga suur oht kaevu vajumisele eksploatatsiooni käigus ning jäämine teetasapinnast allapoole. Sellisel juhul tuleb arvestada lisagarantiitööde kuludega kaevukaane õigesse tasapinda tõstmise näol.

Selliste probleemide ärahoidmiseks, tuleb leida küllaldaselt aega kaetud töö ülevaatuseks ja insenerile üleandmiseks. Järelevalveinseneri ülesandeks ei ole kontrollida kaevupeade asetsemist killustikukatte pinnal, vaid seda teeb ta hiljem teostusjoonistelt. Töö autorina soovitan kaevude ülevaatuse juurde kaasata nii kaevude paigaldaja esindaja kui ka geodeet, kelle ülesandeks on vajadusel välja märkida kadunud kaevu täpne asukoht. Kaevude asukoha määramisel võib kasutada metalliotsija seadet, millega on võimalik kaevu tuvastada maksimaalselt 1,5 m sügavuselt.

#### **4.4.5. Asfaltkatte deformatsioonid – praod pikivuugis**

Joonisel nr 4.9 on näha avanenud ja pragunenud pikivuugid.



Joonis 4.9. Avanenud pikivuuki tee teljel [erakogu]

Peamised põhjused pikivuukide avanemise juures on:

- Nõuetele mittevastav dren- või killustikukihi materjal;
- Muldkeha külmakerkelisus;
- Vanale muldkehale uue laienduse juurdeehitamine;
- Pikivuugi asumine rattajäljes;
- Mitmekihiliste asfaltkatete kohakuti paiknevad teljevuugid.

Peamiselt on asfaltkattesse tekkivad kahjustused seotud eelkõige kihi all asuvate ehitusmaterjalide omadustega. Kindlasti peab dren- ja killustikaluse materjal vastama projektis nõutule. Killustikmaterjali juures tuleb optimaalse terastikulise segu korral jälgida materjali peenosise sisalduse suurust, mille normist kõrgem kogus võib põhjustada kihi külmakerkeliseks muutumise, kuna sellega vähenevad tuntavalt materjali drenivad omadused.

Samuti võib hakata asfaltkattesse peegelduma olemasoleva muldkeha piirjoon juhul, kui see on ehitatud ilma siirdekiilude või astmeteta.

Vuukide lagunemist võib esineda ka kulumiskihi vuugi asetsemisel liiklusvoo rattajäljes. Sellisel juhul kiirendavad lagunemisprotsessi tuntavalt naastrehvid. Seda on võimalik vältida enne katte paigaldust telgede nihkes mahamärkimise ja liikluskorraldusprojekti arvesse võttes. Näiteks tuleb kõik täislaiuses paanid paigaldada sõiduradasid arvestades, kus paanide liitekohad jäetakse markeeritud teetelje või ohutussaarte äärejoonte lähedusesse.

Asfaltkatte erinevate kihtide pikivuugid ei tohi samuti asetseda kohakuti. Need tuleb jätta ca 5 – 7 cm teineteise suhtes nihkesse. Samas tuleb jälgida, et kulumiskihi pikivuuk

peab ühtima projektijärgse telje omaga. Ühepoolse teekalde juures võib erinevate kihtide pikivuuke nihutada teineteise suhtes vahemikus 10 - 50 cm.

Segregeerumine tähendab asfaltsegu homogeensuse kadu tehnoloogilise protsessi käigus, milleks on segu valmistamisel, veol, laotamisel tekkinud materjali ühtse oleku kadu. Segregeerumise ärahoidmiseks segu laotamise ajal peab laoturi kubu tiivad vahetult enne uue segukoorma punkrisse valamist üles tõstma, hoides sedasi ära vana jahtunud segu kinnijäämise punkri tiibade sisekülgedele. Homogeense segu paigaldamisega tagatakse teekatte nõuetekohane kvaliteet ja vastupidavus.

Asfaltkatte pidevuse katkemine võib toimuda näiteks ka tee temperatuuri kiire muutuse tagajärjel tekkinud tõmbepingete tõttu, eelkõige talvel ja varakevadel. Töö autor täheldanud analoogseid protsesse eelkõige SMA segude puhul.

#### 4.4.6. Võrkpraod ringristmiku äärtes

Vastvalminud ringristmikel on garantiiperioodi algusperioodil ära vajunud nii siseringipoolsed äärekivid, kui ka ringteelt mahapöörete väliskülje katteservad. Joonisel nr 4.10 on kujutatud mahapööre ringristmikult, kuhu on tekkinud teekatte ja peenra kahjustus, ning raskeliikluse all vajunud graniitäärekivi.



Joonis 4.10. Ringristmiku teekatte äärte kahjustused [erakogu]

Tekkinud olukorra põhjusteks võib loetleda järgmisi tegureid:

- Graniitäärekivide ebaühtlane vajumine raskeveokite rataste all, mis põhjustab vajumeid asfaltkatte ja äärekivi ühenduskohtades;

- Pikemad raskeveokid „lõikavad“ nende suurema pöörderaadiuse tõttu teepeenart.

Ringristmikul avaldab raskeliiklus asfaltkatele tavapärasest suuremat jõudu, sest lisaks liiklusvahendi massile avaldavad konstruktsioonile mõju ka tõmbe- ja pikijõud. Need tekivad kiirendamisel, hoo mahavõtmisel ning pööramisel, mis on oluliselt suuremaks asfaltkatet mõjutavateks teguriteks nt. sirgelt kulgeva maanteega võrrelduna. Graniitäärekivide paigaldamisel tuleks nende killustikaluste tihendamistööd viia tasemeni, kus selle aluse tihedus on võrreldav tee killustikaluse kandevõimega (170 MPa). Kasutama peab paksema segukihiga sängituskihti. Asfaldi ja äärekivi vahele tuleks paigaldada vuugiteip (sarnaselt viadukti servaprussi ja asfaltkatte serva vahele paigaldatavaga).

Kui pöörde välisservas asuva katte serv piirneb lihtsalt teepeenraga, võib katte äär pikema raskeveoki haagise tagarataste all hakata lahti murduma. Mõne aja möödudes tekivad tee serva mõned või võrkpragude kogum, mille lõpptulemuseks on löökaugud.

Nende tekkimist saab vältida järgnevalt:

- Ääre- ja graniidist sillutuskividest saarte ehitamine teekatte serva;
- Kindlustatud teepeenarde rajamine;
- Teehooldajapoolne ärasõidetud teepeenra õigeaegne taastamistööde teostamine;
- Projekteerija ülesanne ei ole olla nn. maailmaparandaja, kes tegeleb „autojuhtide koolitamisega“ projekteerides ringristmikud minimaalsete lootes panna selliseid võtteid kasutades autojuhid nõ. „õigesti sõitma“.

#### **4.4.7. Puurkehade puurimiskohtade kinnikatmine**

Objekti valmimisejärgselt on asfaltkattesse jäetud puuraugud kinnikatmata, mistõttu võib mõne aja pärast märgata nendes kohtades teekatte lagunemist. Need võivad ohtlikuks osutada nii kergliiklejatele kui negatiivset mõju avaldada kattekonstruktsioonile. Selline olukord on kujutatud joonisel nr 4.11.



Joonis 4.11. Kergliiklustee, millel asuvad täitmata puurkehade võtmiskohad [erakogu]

Tühjad puurkehade augud võivad teekattesse tekkida viisil, kus puuraukude täitmiseks on kasutatud mõnda muud täitematerjali peale selleks ettenähtud segule või on augud lihtsalt täitmata unustatud. Töö autoril on ette tulnud olukordi, kus lahtiseid auke täidetakse selleks mittesobiva materjaliga – nt freesasfaldiga. On olemas spetsiaalsed külmsegud puuraukude täitmiseks.



Joonis 4.12. Puuraukude täitmine külmseguga vahetule peale puurkehade puurimist [erakogu]



Puuraugud taastatakse töödeks sobivate ilmastikuolude korral kolme tööpäeva jooksul peale puurkehade võtmist kas uuritava kihi ehitamiseks kasutatud materjali, külma parandusseguga või AC 12 surf tüüpi asfaltseguga. Enne täitmist peavad puuraugud olema kuivad, puhtad ja krunditud sideainega. Tagasitäide peab olema tehtud viisil, mis tagab paigaldatud segu tihendatuse ja ei tohi põhjustada ebataasususi. [9]

Kuna puurkehad tuleb võtta viisil, kus läbitakse kõiki asfaltkatte kihte kuni killustikaluseni, siis aukude katmata jätmise korral on kahjulike mõjutegurite ligipääs alusesse avatud. Kõige negatiivsemat mõju avaldavad konstruktsioonile teele puistatavad kloriidid, mille toimet hakkab nt. lubjakivikillustik murenema. See omakorda tekitab asfaltkatte pragunemise augu ümber ning see hakkab nn. „sisse vajuma“. Samuti on lahtised puuraugud ohtlikud kergliiklusteedel, millega tekitatakse ohtlikud olukorrad erinevate sportimisvahendite kasutajatele või lihtsalt jalakäijatele.

#### **4.4.8. Pikiroopad teel**

Pikiroopad vastvalminud objektide asfaltkatetel võivad põhjustada vesiliu tekke ning tekitada liiklusohtlikke olukordi, kus autojuhid hoiduvad roopasse sõitmisest liigeldes kas tee teljel või teepeenrale liiga lähedal. Joonisel nr 4.13 on kujutatud mõne aasta vanust rekonstrueeritud maanteed, millele tekkinud pikiroopad on märkimisväärse sügavusega.



Joonis 4.13. Pikiroopad maanteelõigul [erakogu]

Pikiroobaste tekkimise põhjused on:

- Asfaltkatte ületihendamine;
- Asfaltkatte alatihendamine;
- Ebapiisav killustiku / drenikihi kandevõime;
- Teed läbivad ülekoormatud raskeveokid;
- Naastrehvide kasutamine.

Ületihendamise pikiroobaste tekkimisel ilmneb nähtuses, kus asfaldi poorid on täitunud liigse bituumeniga, mistõttu ei toimi katend liikluskoormuse all elastsena. Teekattel hakkab tekkima plastne deformatsioon ning protsess süveneb eriti kuuma suveperioodil. Katte ületihendamine võib põhjustatud olla nii segu tootjapoolsest eksimusest koostisosade doseerimisel kui ka rullijuhi valede töövõtete kasutamisest katte tihendamisel. Normikohaselt tihendatud segu puhul peaks see peale liiklusvoost tingitud kokkusurumist alati oma esialgsesse seisundisse taastuma.

Alatihendamise korral ei ole asfaltkatte jämedam täitematerjali osa teineteisega piisavas kontaktis, mistõttu hakkab toimub sõidujälgedes järeltihenemisprotsess ja see lakkab lõpliku tiheduse saavutamisel. Siin mängivad samuti rolli eelnevas lõigus väljatoodud tegurid – segu kvaliteet ning rullijuhi professionaalsus.

Teetööde teostamise kvaliteet on otseselt seotud piisava või ebapiisava kattekonstruktsiooni kandevõimega. Ebapiisavalt teostatud katendikihtide tihendamist saab leevendada viisil, kus väljaehitatud kattekonstruktsioon (nt. dren- ja killustikukiht) jäetakse sihilikult liiklusele avatud teele nn. järeltihenema. Samuti saab alumise ja pealmise asfaldikihi paigaldamise vahele jätta märkimisväärse ajavahe eesmärgiga oodata ära konstruktsiooni nn paikavajumine. Samas on selliselt käitumine suhteliselt kulukas, kuna ainus viis tekkinud ebatasasuste tasandamiseks on teha see kulumiskihi seguga. Selline käitumismudel on laialdaselt kasutusel põhjamaades, kus vahekihile paigaldatakse kulumiskiht ca 1 - 2 aasta pärast.

Samuti tuleb arvestada asjaoluga, et nõukogudeaegsed teemuldkehad on rajatud arvestatavas osas meetodil, kus orgaanika (turvas või muld) jäeti kruusast aluse alt eemaldamata. See on üheks oluliseks faktoriks teekatte kandevõime ammendumisel, kui rekonstrueerimise käigus on kavas tee koormust ja massi suurendada.

Eestis on kehtestatud üldine täismassipiirang 44 t ja seda nii kuueteeliste ühe rattapaariga konteinerveokitele kui ka kuue- ja seitsmeteljeste paariratastega sõidukitele. Seda piirangut soovitakse aga tõsta põhjanaabrite eeskujul kuuekümne tonnini. Põhiargumendina on välja toodud süsihappegaasi väljapaiskamise vähenemise keskkonda ning suuremate kaubakoguste transportimisel väheneb omakorda veokordade arv, millest tulenevalt ka liiklussagedus ja liiklusohutus. Samas on maanteed projekteeritud 60 tonnise kandevõimega maksimaalselt.

Teiseks oluliseks teguriks massi tõstmise vastu on Eesti territooriumil asuvad viaduktid ja nende kandevõime. Suurim arv tänapäeval kasutuses olevaid sildasid ja viadukte rajati nõukogude Eestis ajavahemikul 1960 – 1969a. , mistõttu läheneb selliste rajatiste eluiga oma loomulikule lõpule. Et säilitada nende praegune tase, tuleks tõsiselt hakata plaanima nende rajatiste massilist renoveerimist.

Katte (katendi) seisund muutub (halvneb) kasutusaja jooksul. Ka korrektne hooldus ja õigeaegsed remondid ei taga katte seisundit sellisena nagu see oli ehitusjärgselt. Kuid toimunud sõidetavuse halvenemine peab jääma ka kasutusaja lõpuks teatavatesse vastuvõetavatesse piiridesse. [10]

Neid piire iseloomustab töökindluse tegur  $K_{tk}$ , mille normväärtus reeglina on 0.95 ... 0,60. See tähendab, et kasutusaja lõpus võib esineda katte pinna defekte (mitmesuguseid jäävdeformatsioone, sh ebatasasust, pragunemist, remonditud auke jmt) vastavalt 5% kuni 40% sõidutee pinnast. [10]

Naastrehvide negatiivsest mõjust kõneleb ilmekalt fakt, kus aastal 1993 kasutas naastrehve umbes 20% liiklejatest, aga aastast 1997 ca 80%. Viimasel ajal lumevaesemate talvede ja keskkonnasäästlikuma tegevuse tõttu 2020 aastatest on naastrehvide kasutus läinud langustrendi. Naastrehvide negatiivset toimet suurendab eelkõige niiskus, kus naatriumkloriidi sisaldavas keskkonnas kulub teekate 4-6 korda kiiremini.

#### **4.4.9. Ehitusaegsete liikluskorralduslike tööde mõju katetele**

Uuele kulumiskihile on tekkinud silmnähtavad autode rattajäljed, nagu on kujutatud joonisel nr 4.14.



Joonis 4.14. Vastvalminud pealiskihile tekkinud lokaalsed deformatsioonid, mis on põhjustatud ajutise valgusfoori ette peatunud sõidukitest [erakogu]

Asfalteerimistöodega kaasneb pikematel maanteelõikudel olukord, kus eelneval päeval paigaldatud asfaltkatele suunatakse järgneval päeval liiklus. Sellega kaasneb aga olukord, kus järgneva lõigu asfalteerimise ning sellest tingitud ehitusaegse liikluskorralduse tõttu peatub objekti läbiv liiklusvoog vastvalminud asfaltkattel. Selliselt asfalteerimistöid teostades tuleb ehitusaegse liikluskorralduse projekteerimisel arvesse võtta äsja paigaldatud asfaltkate formeerumisaeg, mis peaks olema minimaalselt 4 päeva. Enne selle aja möödumist ei tohiks lubada sõidukite- eriti raskeveokite seismist foori ootejärjekorras. Tagajärjeks on suur kulumiskihi deformatsioon, mille ainukeseks remondimeetmeks võib kujuneda kulumiskihi freesimine ning asendamine uuega. Alternatiivina võib proovida ka kuumema ilmaga kate vibrorulliga rullimist, aga sellise tegevuskava rakendamine sõltub eelkõige tööde tellija tahtest. Et antud puudust ära hoida, tuleb kulumiskihi asfalteerimistöde etappe planeerida nn maleruudu meetodil, kus eelneva ja järgneva päeva tööfrondi vahele jäetakse teadlikult küllaldane vahemaa vältimaks seisakuid vastvalminud asfaltkattel.

Katte pealispinna deformeerumine toimub ka siis, kui ehitusaegsele laiendusele, übersõitule või ringristmikule paigaldatakse segumark, mis liikluskoormuse või ilmastikutingimustega kooskõlas pole. Kui asfaltkate peab kestma üle talve, siis ei ole kokkuhoiu mõttes mõeldav segumargina kasutada AC base või paekivikillustikku sisaldavat segu. Sellistesse tingimustesse valmistatud segu ei ela üle talveperioodi heitlikku ilmastikku, kloriidide ning naastrehvide negatiivset mõju.

Juhul kui AC base segust katendikiht jääb talveperioodiks liikluse alla, tuleb vähendada naatriumkloriidi kasutamist libedusetõrjel. Vahetult enne järgmise kihi paigaldust tuleb teostada kihi ülevaatus Insneri ja/või tellija juuresolekul. Töövõtja peab arvestama, et kloriidide mõjul võib AC base asfaltsegusse talveperioodil tekkida defekte ning need kuuluvad likvideerimisele lisatasu nõudmata. [9]

Seda eirates tekitatakse olukord, kus lagunevat asfaltkatet tuleb parandada kas külmseguga või freesasfaldiga, kuna talveperioodil on asfaltsegude tootmine tehastes peatatud. Loodetud kokkuhoiu asemel tuleb töövõtjal kulutada arvestataval hulgal inimtööjõudu lagunenud tee kordategemiseks. AC base segu asemel tuleb koheselt plaani võtta graniitsegu (AC bin või AC surf) paigaldus, mis tagab tee kestvuse sajaprotsendiliselt ka talvistes ilmastikutingimustes.



Joonis 4.15. Ajutisele ringristmikule paigaldatud AC 32 base lagunemine ilmastiku, naatriumkloriidi ja naastrehvide koosmõjul [erakogu]

## 4.5. Käsitletud probleemide lahenduste kokkuvõte

Asfaldi ja selle paigaldamisega seotud probleemid võib kokkuvõttes jagada kaheks: Esimesena võivad probleemid tekkida asfaltsegude tootmisel. Teise olulise osa moodustavad situatsioonid ja asjaolud, mis võivad tekkida objektil tööde teostamisel. Need kaks faktorit võivad eksisteerida ka koos, kus nõuetele mittevastavast segust tingituna tekivad omakorda probleemid ka segu laotamisel, aga minu poolt käsitletud probleemid on seotud eelkõige tööde teostamise tehnoloogiate rikkumisest eeldusega,

et segu on 100% nõuetele vastav. Ehk siinkohal omab samuti suur tähtsust ehituse omanikujärelevalve ja töö teostaja pädevus ning nendevahelise koostöö sujuvus. Asfaltbetoonkatete peatükis käsitletud probleemide ja lahenduste lühikokkuvõte on leitav alljärgnevast tabelist nr 4.3.

Tabel 4.3 Asfalteerimistöõde peatükis käsitletud temaatika lühikokkuvõte

<b>Aspekt</b>	<b>Toimingud</b>	<b>Tulemus</b>
Asfaltbetoonkatete ehitamine, eeltööd	Asfaltbetoonkatete aluspinna puhastamine	Eeltööna katte paigaldamisel olemasoleva katte korrektne puhastamine sinna mittekuuluvatest materjalidest ja ainetest
Asfalteerimistöõde teostamine, ehitustööd	Asfaltbetoonkattele tekkida võivate defektide ennetamine	Kulumiskihi paigaldamise katkestamine ebasoodsate ilmastikutingimuste korral; Normidekohaselt ettenähtud emulsioonikihi paigaldus; Asfalteeritaval tööfrondil märkimistöõde teostamisel liiklusvoo gabariitidega arvestamine, asfaldikihtide pikivuukide mittekattuvusega arvestamine; Asfaltkattest puurkehade puuraukude korrektne täitmine; Pikiroobaste tekkepõhjuste ärahoidmine
	Asfalteerimistöõde teostamistehnoloogia järgimine	Paigaldusprotsessi kestel asfaldilaoturi seismajäämise ärahoidmine; Paigaldustööde ajavahe planeerimine alumise ja pealmise kattekihi vahel kõrgete mullete puhul; Kaevupeade asukohtade kindlakstegemise meetodite väljatöötamine ning kaevuümbruse asfaltsegu nõuetekohane tihendamine.
Ehitusaegne liikluskorraldus	Teostatavate ja teostatud tööde kvaliteedi ja kestvuse tagamine	Äsja valminud asfaltkattel liiklusest tingitud seisakute ärahoidmine; Ajutiste asfaltkatete puhul nende rajamine välismõjudele vastupidava segumargiga

## KOKKUVÕTE

Käesoleva uurimustöö eesmärgiks oli teostada juhendite võrdluse alusel erinevate kogemuslike ehituslike probleemide analüüs. Käsitatud on alljärgnevasse juhenditesse sisse viidud olulisemaid muudatusi ja täiendusi:

- aastatel 2014, 2016 ja 2021 välja antud „Muldkeha ja drenkihi projekteerimise, ehitamise ja remondi juhis“;
- aastatel 2012, 2016, 2020 ja 2022 välja antud „Killustikust katendikihtide ehitamise juhend“;
- aastatel 2005, 2016 ja 2020 välja antud „Stabiliseeritud katendikihtide ehitamise juhis“;
- aastatel 2005, 2010, 2014, 2015 ja 2021 välja antud „Asfaldist katendikihtide ehitamise juhis“;

Kõiki juhendeid on regulaarselt täiendatud ja kaasajastatud nii tellija- kui ka töövõtjapoolsete kogemuste lisandumisel, sisse on viidud muudatusi vastavalt teostatud uuringutulemustele. Paljud täiendused on sündinud objektidel läbi kogetule nii tellija kui ka tööde teostaja poolt vaadatuna. Suure panuse töövõtjapoolsetest ettepanekutest ja täiendustest annab siin eelkõige Eesti Taristuehituse Liit (endine MTÜ Asfaldiliit), mille alla kuulub arvestatav osa Eesti teedeehitusega tegelevaid ettevõtteid. Mõned täiendused on kohtuvaidluste tulemustele vastavad, paljud on sisse viidud ka lihtsalt garantiobjektide jälgimise tulemustele vastavalt. Samuti tuleb tähtsaks pidada asjaolu, et viimastest juhistest on saanud Transpordiameti objektide puhul lepinguline dokument, milles sisalduvat tuleb arvesse võtta nii projekteerimis- kui ka ehitustöodel. Samuti viidatakse järjest rohkematel kohalike omavalitsuste objektidel Transpordiameti poolt väljastatud juhiste. Väljatöötatud juhised on siiski ettekirjutatud detailsed juhendmaterjalid, mida kohustub järgima nii tööde teostaja kui ka omanikujärelevalve. Nende mõlema kompetentsusest sõltubki kogu ehitustegevuse lõppkvaliteet. Kindlasti saab ettekirjutatud lubatud hälvete piires (või ka üle selle) eirata, aga selleks ongi olemas omanikujärelevalve insenerid, kelle ülesanne on kontrollida kogu ehitusprotsessi ja selle vastavust kehtestatud reeglitele.

Käesolevas magistritöös käsitletavat ehitusprotsesside ja lõpptulemuste kõrvalekaldeid on eelkõige töö autori enda kogetud ehituslikud situatsioonid nii ehitustööde käigust kui garantiiperioodist, mis on kirja pandud näitliku juhendmaterjalidena koos vastavate viidetega hetkel kehtivatele juhenditele. Töös on põhiline rõhk asetatud eelkõige reaalselt objektidel teostatavatele ehitustööde tehnoloogiatele ning kõrvutatud need vastavate väljavõtetega kehtivatest juhistest.

Töö tulemusena saab välja tuua järgmist:

- Paljudel juhtudel on juhistes ette antud valikuvariandid töö teostamiseks. Teadmine, millist tehnoloogiat kasutada, peab tulema aga töö teostajalt (nt betoonalusele võib juhendi järgi ka ridakillustikku paigaldada, mis tegelikkuses võib tekitada külmakerkelisi ilminguid);
- Juhistes ettekirjutatu ei pruugi rakenduda kas töövõtja poolt tahtliku või mittetahtliku käitumise puhul (nt. unustatakse asfaltkatte puuraugud täita);
- Juhistes ettekirjutatud (k.a. parandusmeetmed) ei pruugi ehitaja endale teadvustada enne, kui on ise ehitusprotsessi kogenud (nt. talvistes tingimustesse ajutise asfaltkattena kokkuhoiu mõttes paekillustikust asfaltsegu kasutamine graniitsegu asemel);
- Suurem osa töös kirjeldatud olukordadest on põhjustatud ehitusobjekti juhtivate töötajate (k.a. järelevalveinsenerid) lühikesest tööstaažist ning sellest tingitud kasutatavatest valedest töövõtetest, millel on kalduvus korduda (nt. on töö autor täheldanud oma teedehitaja karjääri jooksul enda põhjustatud ehituslike möödalaskmiste kordamist hilisemal ajaperioodil nooremate kolleegide poolt).

Kokkuvõtvalt on kokku pandud materjal, millega tutvumine võiks olla soovituslik vähemkogenud tee-ehitustööde objekti- või tööjuhil, kuna tihtipeale lasub nende õlul kogu objektil toimuv ning nende tegevusest sõltub otseselt ehituskvaliteet ja ka majanduslikud tulemused.



## SUMMARY

The aim of this study was to perform an analysis of various experiential construction problems based on a comparison of guidelines. The author of the thesis elaborates on the most important changes and additions made to the following guidelines:

- "Guidelines for the design, construction, and repair of the embankment and drainage layer" issued in 2014, 2016, and 2021;
- "Guidelines for the Construction of Gravel Pavements" issued in 2012, 2016, 2020, and 2022;
- "Guidelines for the Construction of Stabilized Pavements" issued in 2005, 2016, and 2020;
- "Guidelines for the Construction of Asphalt Pavements" issued in 2005, 2010, 2014, 2015, and 2021;

All guidelines have been regularly supplemented and updated with the experience of both the customer and the contractor, and changes have been introduced according to the results of the research. Many additions have been made to the objects, as seen by both the customer and the contractor. The major contribution of the proposals and additions of the contractor is provided by the Estonian Infra Construction Association (former MTÜ Asfaldiliit), which includes a considerable number of Estonian road construction companies. Some additions are in line with the outcome of litigation, and many have been introduced simply according to the results of monitoring the objects of warranty. It is also important to note that the latest guidelines have become a contractual document for the Transport Administration's sites, the contents of which must be taken into account in both design and construction work. The guidelines issued by the Transport Administration at an increasing number of local government sites are also being referred to. However, the developed guidelines are prescribed detailed instruction materials, which both the contractor and the owner supervision undertake to follow. The final quality of all construction activities depends on the competence of both of them. Certainly, the precepts can be disregarded within (or exceeding) the permitted tolerances, but for this purpose, there are engineers responsible for owner supervision, whose task is to check the entire construction process and its compliance with the established rules.

The deviations in the construction processes and final results discussed in this Master's thesis are primarily the construction situations experienced by the author himself during the construction work and the warranty period, which are written down as illustrative instruction materials with corresponding references to the current instructions. In work,

the main emphasis is placed primarily on the construction technologies that are actually carried out on the site, and they are compared with the corresponding extracts from the valid guidelines.

As a result of the work, the following can be pointed out:

- In many cases, the guidelines provide options for carrying out the work. However, the knowledge of which technology to use must come from the party performing the work (e.g., according to the guidelines, crushed stone can also be installed on a concrete base, which in practice can cause frost heaving phenomena);
- The guidelines may not apply to intentional or unintentional behavior by the contractor (e.g., forgetting to fill boreholes in the asphalt pavement);
- The builder may not be aware of what is prescribed in the guidelines (including corrective measures) until he/she has experienced the construction process himself/herself (e.g., the use of an asphalt mixture of crushed limestone instead of granite mixture as a temporary asphalt pavement in winter conditions for the purposes of savings);
- Most of the situations described in the work are caused by the short length of service of the employees managing the construction site (incl. surveillance engineers) and the resulting incorrect working methods, which have a tendency to recur (e.g., the author of the work has noticed the repetition of self-caused construction failures during a later period of his career as a road builder by younger colleagues).

In summary, the material has been compiled reading of which could be recommended to the less experienced road construction site manager or supervisor, as they often have the responsibility for the entire site, and the construction quality and economic results directly depend on their activities.

## VIIDATUD ALLIKATE LOETELU

[1] Maanteeamet, Muldkeha ja drenkihi projekteerimise, ehitamise ja remondi juhised, Tallinn: Maanteeamet 2021

[2] „[https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Juhendid/ehitus/pinnaste\\_tihendamise\\_ja\\_tiheduse\\_kontrolli\\_juhised.pdf](https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Juhendid/ehitus/pinnaste_tihendamise_ja_tiheduse_kontrolli_juhised.pdf)

“ [Võrgumaterjal] [Kasutatud 07.02.2022]

[3] Juhan Ressar. Fotode erakogu

[4] Juri Kožanov. Fotode erakogu

[5] Maanteeamet, Killustikust katendikihtide ehitamise juhised, Tallinn: Maanteeamet 2022

[6] Maanteeamet, Stabiliseeritud katendikihtide ehitamise juhised, Tallinn: Maanteeamet 2016

[7] Maanteeamet, Stabiliseeritud katendikihtide ehitamise juhised, Tallinn: Maanteeamet 2020

[8] Nordecon AS, sisedokumentatsioon

[9] Maanteeamet, Asfaldist katendikihtide ehitamise juhised, Tallinn: Maanteeamet 2021

[10] Maanteeamet, Elastsete teekatendite projekteerimise juhend, Tallinn: Maanteeamet 2017

[11] Maanteeamet, Teetööde tehnilised kirjeldused, Tallinn: Maanteeamet 2019