



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Ehituse ja Arhitektuuri Instituut

EELARVESTAMINE TEEDEEHITUSES
COST ESTIMATION FOR ROAD CONSTRUCTION

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Kaspar Hillermaa

Üliõpilaskood: 211481EAXM

Juhendaja: Sven Sillamäe

Tallinn 2023

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.

"....."2023

Autor: Kaspar Hillermaa
/allkiri/

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele

"....."2023

Juhendaja: Sven Sillamäe
/allkiri/

Kaitsmisele lubatud

"....."2023

Kaitsmiskomisjoni esimees

/nimi ja allkiri/

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina, **Kaspar Hillermaa** (sünnikuupäev: 05.11.1986),

annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose,

EELARVESTAMINE TEEDEEHITUSES,

mille juhendaja on Sven Sillamäe,

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)

29.05.2023

¹ Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingu tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtajaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.

Ehituse ja Arhitektuuri Instituut

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Kaspar Hillermaa, 211481EAXM

Õppekava, peeriala: EAXM15/18 - Hooned ja rajatised, teede- ja sillaehitus

Juhendaja: Sven Sillamäe, projektijuht, 53025265

Lõputöö teema:

EELARVESTAMINE TEEDEEHITUSES

COST ESTIMATION FOR ROAD CONSTRUCTION

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Anda ülevaade infrastruktuuri hangete eelarvestamisel teostatavatest protsessidest.
2. Tuua välja tegurid, mis mõjutavad hankel osalemist ja hinnapakumise koostamist.
3. Objekti hinnastamine – kas Microsoft Excelile on alternatiive, mis aitavad hinna arvutamist efektiivsemaks muuta.
4. Tehisintellekt ehitussektoris – kas see suudab koostada samaväärse või täpsema hinnapakumise?

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Lõputööks andmete kogumine	31.03.2023
2.	Lõputöö põhiosa kirjutamine, 75% valmis	02.05.2023
3.	Kaitsmistaotluse esitamine	08.05.2023
4.	Lõputöö esitamine	29.05.2023
5.	Lõputöö kaitsmine	31.05.2023

Töö keel: Eesti keel

Lõputöö esitamise tähtaeg: 29.05.2023

Üliõpilane: Kaspar Hillermaa _____

Juhendaja: Sven Sillamäe _____

Programmijuht: Simo Ilomets _____

SISUKORD

EESÕNA	6
LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU	7
SISSEJUHATUS	8
1. EELARVESTAMISE PROTSCESS	9
1.1 Hange.....	9
1.2 Hankedokumendid	11
1.2.1 Hanketeade	11
1.2.2 Hankedokumendid	13
1.3 Hankelepingu projekt.....	16
1.4 Tehniline kirjeldus ja eritingimused	18
1.4.1 Teetööde tehnilised kirjeldused	19
1.4.2 Tehnilise kirjelduse eritingimused	20
1.5 Projektdokumentatsioon	25
1.6 Hinna arvutamine.....	29
1.7 Vormistus	34
2. TAKISTUSED EELARVESTAMISEL JA NENDE MÕJU HINNAPAKKUMISELE	36
2.1 Kvalifitseerimistingimused	36
2.2 Hankelepinguprojekt.....	37
2.3 Projektide kitsaskohad	38
3. HINNA ARVUTAMINE – PABERIL, EXCELIS VÕI ALTERNATIIV?	44
3.1 Uuring	44
3.1.1 Lähteülesanne.....	44
3.1.2 Tulemused ja valiku otsus	44
3.2 Heavy Bid ja selle ettevalmistus kasutamiseks	45
3.3 Igapäevatöö Heavy Bidiga	52
3.4 Heavy Bidi puudused	55
3.5 Kokkuvõte – Heavy Bid või Excel.....	56
4. TEHISINTELLEKT EHTUSES JA EELARVESTAMISES.....	59
4.1 Tehisintellekt ehitusessektoris täna	59
4.2 Tehisintellekt eelarvestamises	61
4.3 Tehisintellekti tulevik ehituses ja eelarvestamisel	64
KOKKUVÕTE	66
SUMMARY	67
KASUTATUD ALLIKATE LOETELU	68
LISAD	72

EESÕNA

Soovin tänada oma juhendajat, Tallinna Tehnikaülikooli projektijuhti ja Verston OÜ innovatsioonijuhti, Sven Sillamäed, kelle algatusel antud lõputöö teema sai valitud ja selle sisu kujundatud. Samuti tänan Verston OÜ müügivaldkonna juhti, Ragnar Kangrot, kes aitas osade teemade arendusel ja andis töö kirjutamise jooksul head tagasisidet. Lisaks oli ta mõistev töökoormuse jagamisel kogu lõputöö kirjutamise perioodil.

Teiseks tahan tänada oma perekonda, kes olid mõistvad kogu lõputöö kirjutamise ajal, kuna nende jaoks jäi vähem aega.

Võtmesõnad: eelarvestamine, hanked, Heavy Bid, tehisintellekt, magistritöö

LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU

- AKEJ – Asfaldist katendikihtide ehitamise juhis
- BIM – Building Information Model – ehitusinformatsiooni mudel
- CPV – riigihangete klassifikaator ehk riigihangete puhul kohaldatav ühtne klassifikatsioonisüsteem, et ühtlustada hankijate poolt lepinguobjektide kirjeldamiseks kasutatavad viited [1]
- ISO – International Organisation for Standardization
- KAP – Elastsete teekatendite arvutamise programm
- KKEJ – Killustikust katendikihtide ehitamise juhis
- MKM – Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium
- MS – Microsoft
- MTR – Majandustegevuse register
- RHR – Riigihangete register
- RHS – Riigihangete seadus
- RMK – Riigimetsa Majandamise Keskus
- STEJ – Stabiliseeritud katendikihtide ehitamise juhis
- TEK – MKM määrus „Tee ehitamise kvaliteedi nõuded“
- VAKO – Riigihangete vaidlustuskomisjon
- ÜVK – Ühisveevärk- ja kanalisatsioon

SISSEJUHATUS

Viimasel kolmel aastal Eestis korraldatud riigihangetest 87% peamiseks hindamiskriteeriumiks on pakkumuse hind [2]. Sellest tulenevalt, et teedehitajal oleks võimalik tööd saada, tuleb hankele või hinnapäringule koostada pakkumine ehk tööks vajalik eelarve. See võib esmapilgul tunduda lihtne – arvutada tööks vajalikud kulud kokku, kuid tegelikkuses on eelarvestamine tunduvalt komplitseeritum ja nüansirikkam. Täna on probleem, et selle olulisusele ei pöörata piisavalt tähelepanu, mida näitavad ka riigihangete registris hangetel esitatud eeldatavate maksumuste ja reaalsete hinnapakumuste suured vahed. Lisaks ettevõtetesse hea ja kogunud eelarvestaja leidmine on väga keeruline. Käesoleva lõputöö peamine eesmärk on anda ülevaade, kui tähtis on teedehituse juures eelarvestamine ja mis on eelarvestaja igapäevased ülesanded, et võita hankeid ja et võidetud projekti tulem oleks positiivne.

Lõputöö on jagatud neljaks peatükiks. Esimeses peatükis kirjeldatakse, kuidas toimub tööde hankimine. Tehakse kokkuvõtte peamistest hankega seotud dokumentidest, tuues välja tähtsamad punktid, millele peaks iga eelarvestaja oma tähelepanu suunama. Kuigi oluline on läbi töötada kogu projektdokumentatsioon, siis töös on välja toodud peamised protsessid, mida järgida. Käsitlust leiab ka ühikhindade arvutus ning mõned detailid, millele hinna kujundamisel tähelepanu pöörata. Viimase osana esimeses peatükis saab ülevaate hankedokumentide vormistusest, mis ei ole vähem tähtis protsessi osa.

Teises peatükis antakse ülevaade eelarvestamisel esinevatest suurimatest takistustest ja mõjuteguritest hinna arvutamisel. Käsitletakse hanke dokumentidest tulenevaid kitsaskohti ning projektdokumentatsioonis esinevaid erinevaid näiteid, mis mõjutavad hinnapakumise koostamist. Selles peatükis tuleb välja, kui oluline on eelarvestaja insenertehniline taiplikus, et seeläbi näha olulisi hinnamõjutajaid.

Kolmandas peatükis on otsitud hinna arvutamisel täna kasutuses olevatele tabeliprogrammidele nagu MS(Microsoft) Excel, alternatiivi. Selleks katsetati ja analüüsiti eelneva uuringu raames valitud eelarvestamiseks mõeldud tarkvara. Selle ootuspäraseks tulemuseks oli analüüs, mille alusel teha otsus, kas võtta vaadeldud programm igapäevaseks töövahendiks või jätkata olemasoleva MS Exceli-põhise hinnaarvutamisega.

Neljandas peatükis antakse ülevaade tehisintelligendi kasutusvõimalustest ehitussektoris ja tee-ehitusprojektide eelarvestamisel – käsitletakse olemasolevat olukorda ning võimalikke tulevikustsenaariume.

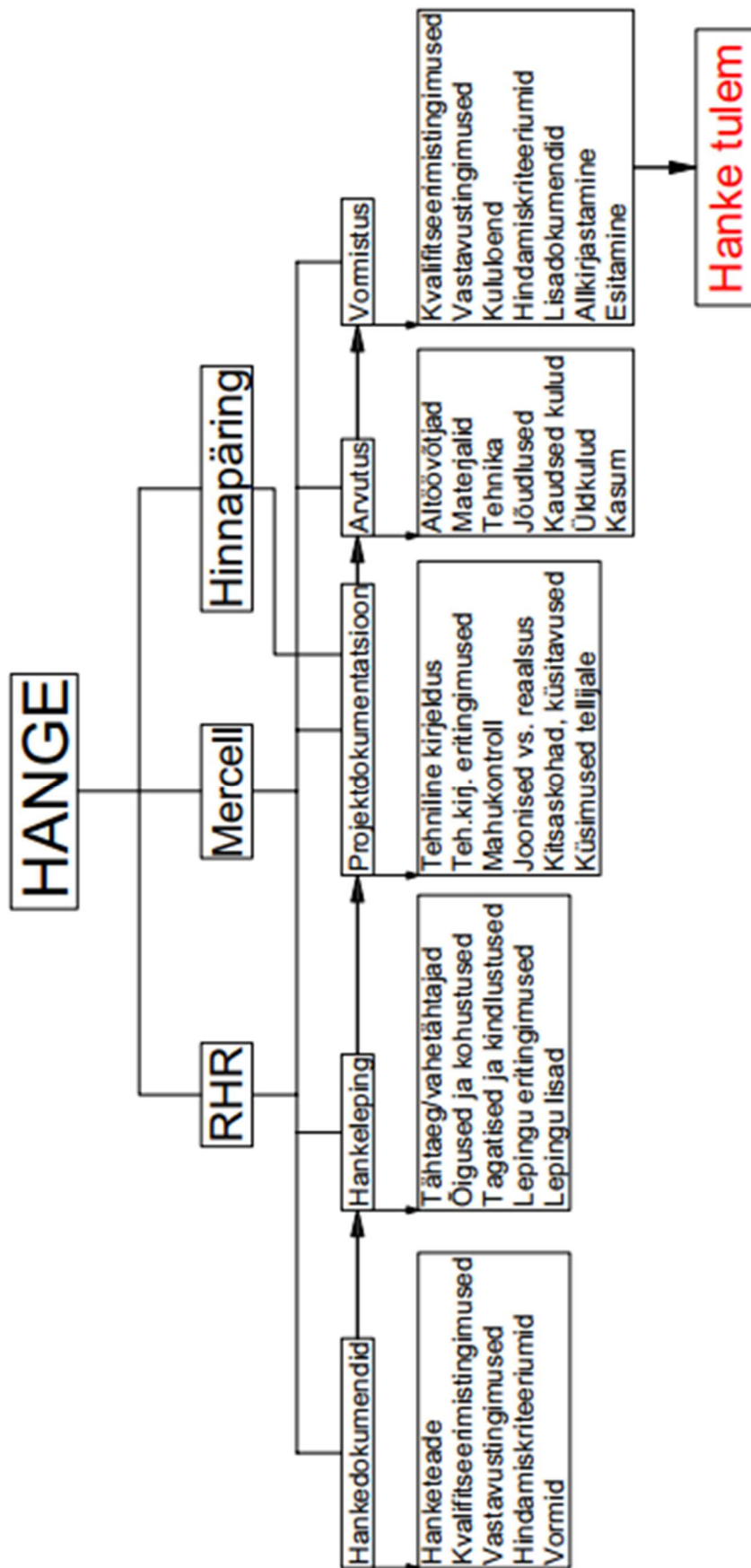
1. EELARVESTAMISE PROTSESS

Käesolevas peatükis antakse ülevaade eelarvestamise protsessist, mida teehitusprojektide eelarvestamisel järgitakse. Lühiülevaate saab hankedokumentidest ja sellest, millele nendest peab põhiliselt oma tähelepanu suunata. Samuti puudutatakse hankelepingut ja tuuakse välja suuremat tähelepanu vajavad punktid.

Tähtsamad dokumendid eelarvestuseks on tehnilised kirjeldused ja eritingimused ning projektdokumentatsioon, mis loovad aluse objekti hinnasatamiseks. Viimaseks alapeatükiks on hankedokumentide vormistamine ja hanke esitamisega seotud tähtsamad tegevused.

1.1 Hange

Riigihangete korraldamiseks kasutatakse Eestis Riigihangete registrit (RHR), kuid hankeid leidub ka Mercelli hankekeskkonnast. Mercelli registrist on võimalik lisaks Riigihangete registris korraldavatele hangetele leida väiksemaid, kohaliku omavalitsuse ja erasektori tasandil korraldatavaid hankeid, mis on keskkonna haldajate poolt välja otsitud. Eelarvestaja üks tööülesandeid on registritest välja otsida ettevõtte jaoks sobivad hanked, millele hinnapakkumist koostada. Kuna teedehitus saab olla näiteks hooneehituse üks osasid, siis peab eelarvestaja tegelema ka hinnapäringutega, kus allhankeks küsitakse hinnapakkumist kaevetöödele või katendi ehitusele. Järgneval joonisel (Joonis 1.1) on toodud hankele pakkumise koostamise protsess.



Joonis 1.1 Hankele pakkumise koostamise protsess

1.2 Hankedokumendid

Eelarvestaja jaoks algab eelarvestamise protsess pakkujatele esitatud tingimuste, mille hulka kuuluvad hanketeade, kvalifitseerimis- ja vastavustingimused, hanke alusdokument või juhised pakkujale ja hindamiskriteeriumite läbitöötamisest. Hankedokumentidest tulevad välja eelarvestamise jaoks vajalikud tähtajad - esitamise kuupäevast sõltub töö planeerimine. Lisaks peatöövõtjale kehtivad ka alltöövõtjatele tingimused, mille puhul ei pruugi mõni ettevõtte hankele kvalifitseeruda. Kõik see loob aluse objekti hinnastamiseks.

1.2.1 Hanketeade

Hanketeade on iga hanke puhul peamine dokument, kus on kirjas kõik hankega seotud üldine informatsioon. See on esimene dokument, millega peab tutvuma, kui ettevõtte hakkab hankemenetlusest osa võtma. Hanketeade on jagatud kaheksaks osaks ja olulisemate punktidenä on seal välja toodud:

- 0 Osa: Üldandmed:
 - riigihanke kuuekohaline viitenumber;
 - hanke nimetus;
 - teate avaldamise kuupäev.
- I Osa: Hankija:
 - hankija andmed ja kontaktisik, kes vastutab hankemenetluse läbiviimise eest;
 - kas tegemist on ühishankega - mõnede hangete puhul võib hankijaid olla rohkem (nt. Tartu läänepoolse ümbersõidu II ehitusala ehitus, kus hankijaid oli neli: Transpordiamet, AS Tartu Keskkatlamaja, AS Tartu Veevärk ja Tartu Linnavalitsus [3]);
 - teabevahetuse info – kus on hankedokumendid kätte saadavad;
 - hankija liik (nt. riigiasutus või valitsusasutus, kohalik omavalitsus jne.) ja põhitegevuse kirjeldus.
- II Osa: Ese – Hanke kogus või ulatus:
 - hanke nimetus ja viitenumber;
 - CPV [1] (riigihangete klassifikaator) kood;
 - lepingu liik (ehitustöö, teenus, asjad jne);
 - objekti lühikirjeldus;
 - hankeobjekti eeldatav kogumaksumus (ei ole hankijal kohustus näidata);
 - teave osade kohta (kui hankeleping peaks olema jaotatud osadeks);
 - täitmise koht;
 - hindamiskriteeriumid;

- lepingu kestus (märgitakse olenevalt hankijast kas ehituse lepinguline kestvus või ka lepingu kestvus koos garantiiajaga).
- III Osa: Juriidiline, majanduslik, finants- ja tehniline teave – Kvalifitseerimistingimused:
 - kutsetööga tegelemise sobivus, sealhulgas kutse- või äriregistrisse kuulumisega seotud nõuded;
 - majanduslik ja finantsseisund (viide kvalifitseerimistingimustele – käsitletakse peatükis 1.2.2 Hankepass);
 - tehniline ja kutsealane suutlikkus (viide hankepassile);
 - lepingu tingimused: üldjuhul hanketeates ei kirjeldata.
- IV Osa: Hankemenetlus:
 - hankemenetluse liik (vastavalt RHS 2. peatükk [4]);
 - pakkumuste või osalemistaotluste laekumise tähtaeg(hanke esitamise tähtaeg);
 - keeled, milles võib esitada pakkumused või osalemistaotlused;
 - minimaalne aeg, mille jooksul pakkuja peab pakkumuse jõus hoidma;
 - pakkumuste avamise aeg.
- VI Osa: Lisateave:
 - teave hanke kordumise kohta - kas tegemist on korduva hankega;
 - teave elektrooniliste töövoogude kohta - kas kasutatakse elektroonilisi tellimusi, kas lubatakse elektrooniliste arvete esitamist, kas kasutatakse elektroonilisi makseid;
 - vaidluste läbiviimise kord - läbivaatamiste eest vastutav organ (üldjuhul Riigihangete vaidlustuskomisjon ehk VAKO), läbivaatamise korra kohta teavet pakkuv asutus(üldjuhul VAKO);
 - käesoleva teate lähetamise kuupäev – ühildub algse hanketeate avaldumise kuupäevaga või kui hankemenetluse käigus see muutub, siis uus kuupäev tuuakse siin välja.
- VII Osa: Muudatused – Muudetav või lisatav teave: muudatuse laad, ulatus ja põhjus.

Loetelust puudub V osa: Hankelepingu sõlmimine, kuna see lisatakse peale hankelepingu sõlmimist nii hanketeatesse kui ka riigihangete registrisse. V osas tuuakse välja lepingu number ja nimetus, avaldatakse teave hankemenetluse kohta – kui palju laekus pakkumisi ning avaldatakse töövõtja andmed ja hankelepingu maksumus.

1.2.2 Hankedokumendid

Kui hanketeates tuuakse välja lühidalt hanke andmed, siis täpsem informatsioon pakkujatele esitatavatest nõuetest kirjeldatakse eraldi dokumentides. Hankemenetluses osalejatele esitatavad nõudeid on hankepassis ja vastavustingimustes. Informatiivsed dokumendid on hindamiskriteeriumid, alltöövõtjate kontrollimise tingimused ja hanke alusdokument (juhised pakkujale). Lisaks kuuluvad hankedokumentide hulka ka erinevad vormid.

Hankepass on dokument, milles ettevõtja kinnitab kõrvaldamise aluste esinemist või puudumist, kvalifitseerimise tingimustele vastavust, kui hankija on need seadnud, ning asjakohasuse korral vastavust kriteeriumidele, mille alusel hankija valib taotlejad, kellele teeb pakkumuse esitamise ettepaneku [4]. Hankepass on kohustuslik täita kõikidel pakkujatel, sest läbi selles esitatava info kontrollib hankija pakkuja kvalifikatsiooni. Hankepass on jaotatud neljaks osaks:

- I osa: Hanke ja hankijaga seotud teave:
 - teave hanke avaldamise kohta;
 - andmed hankija kohta (ametlik nimi, hankija asukohariik, juriidiline aadress, veebiaadress ja E-posti aadress);
 - teave hankemenetluse kohta (menetlusliik, pealkiri, lühikirjeldus, riigihanke viitenumber(kui see on antud));
 - hanke liik;
 - hanke CPV koodid.
- II osa: Ettevõtjaga seotud teave: Selle osa täidab pakkuja kas riigihangete registris pakkumise juures olevas kvalifitseerimistingimuste lehel või eraldi dokumendina, laadides selle hanke juurde. See osa on jagatud kaheks:
 - A: Teave ettevõtte kohta – nimi, registrikood, asukohariik, juriidiline aadress, kontaktisikud, nende kontaktid (e-mail, telefoni number), ettevõtte suurus (vastavalt ettevõtete liigitus suuruse järgi [5]), töötajate arv, käive, valuuta, finantsalase võimekuse kirjeldus, teostatud tööde kirjeldus ja ettevõtja tegevusvaldkond.
 - B: Teave ettevõtjate esindajate kohta – selle punkti alla märgitakse ühispakkuja esindaja.
- III osa – Kõrvaldamise alused – selle osa all küsitakse pakkujatel neljas punktis stampküsimusi, mis eeldavad jah-ei vastuseid (RHS [4] § 95)
- IV osa – Kvalifitseerimistingimused – selle punkti all esitavad pakkujad hankija esitatud tingimustele oma näitajad:
 - majanduslik ja finantsseisund – üldiselt pakkujatel ettevõtte eelnevate aastate käivet.

- o tehniline ja kutseline suutlikus – üldiselt küsitakse pakkuja eelneva 60 kuu jooksul tehtud teatud suuruses objekti. Näiteks pindamistöde hangetel on nõudeks seatud, et pakkuja peab riigihanke algamisele eelneva 60 kuu jooksul olema nõuetekohaselt teostanud avalikult kasutatavatel teedel pindamistöid vähemalt kolmel aastal, mahuga vähemalt 100 000 m² igal aastal (olenemata pindamise tehnoloogiast arvestatakse pealmise kihi mahtu ruutmeetrites). Tingimuse tõendamiseks peab välja tooma tehtud objekti või objektide nimed, kogusumma, teostatud töö ajavahemiku ja tellija andmed. Mõnedel hangetel soovib hankija ka mitut referentsobjekti, kus peab olema teostanud erinevaid töid. Näiteks linnatöödel, lisaks asfaltkatte ehitamise nõudele peab vastama ka ÜVK (ühisveevärk ja kanalisatsioon) ehituse või tehnovõrgu ehituse nõudele. Sellel näitel ongi vajadusel võimalik tugineda kas ühispakkuja või alltöövõtja referentsil.
- o kvaliteeditagamissüsteemid ja keskkonnanjuhtimisstandardid – peamiselt sätestab see tingimus ISO sertifikaatide olemasolu pakkujal.

Vastavustingimuste all peavad pakkujad kinnitama, et nõustuvad kõigi hankes esitatud tingimustega. See tähendab, et pakkuja on läbi töötanud kogu hanke dokumentatsiooni, et vältida peale hankemenetlust vaidlusi, et pakkuja on millestki teisiti aru saanud. Lisaks kinnitatakse, et pakkumuses on arvestatud kõigi vajalike kuludega, mis on vajalikud tööde teostamiseks, k.a nende kulutustega, mis ei ole otseselt hankedokumentide juures välja toodud, aga kuuluvad loogilise osana ja hea ehitustavaga vastavalt töö eesmärgi saavutamiseks selle hulka.

Teiseks osaks vastavustingimuste juures on üldjuhul kululoendi esitamine. Peale selle antakse ka kinnitus, et kululoend on täidetud vastavalt nõuetele ja mis kõige tähtsam, et kululoendit ei ole muudetud. Vastasel juhul muutub kogu pakkumus mittevastavaks ja edasises hankemenetluses see osaleda ei saa, isegi kui tegemist on kõige odavama pakkumusega.

Vastavustingimuste alla esitatakse ka pakkumusaegse tagatise kinnitus kas tagatissumma deponeerimise kinnitusega hankija kontole või krediidi- või finantseerimisasutuse või kindlustusandja garantiina garantiikirja näol. Vastavalt RHS §90 p.1 võib hankija pakkujalt nõuda pakkumuse tagatist pakkuja poolt riigihanke käigus kohustuste täitmata jätmisega tekitatud kulude täieliku või osalise hüvitamise, sealhulgas hankelepingu sõlmimise tagamiseks, kuid mitte suuremas summas kui üks protsent hankelepingu eeldatavast maksumusest. Pakkumuse tagatist tuleb nõuda kõikidelt pakkujatelt ühesuguses summas [4].

Järgmistes punktides peavad pakkujad kinnitama, kas pakkumuse mingis osas esitatakse ärisaladusi sisaldavat teavet. Kui jah, siis peab pakkuja selgitama, mis

informatsioon ja miks see on ärisaladus. Samuti tuleb kinnitada jah-ei vastusega, kas tegemist on ühispakkumisega. Viimase osana vastavustingimustes peavad pakkujad kinnitama, et ei kasuta Euroopa Liidu Nõukogu sanktsioneeritud alltöövõtjaid, tarnijaid ning tuginevaid isikuid. Sama kehtib ka pakkuja enda kohta, kelle asukohariik tohib olla Eesti, mõni muu Euroopa Liidu liikmesriik, muu Euroopa Majanduspiirkonna lepinguriik või Maailma Kaubandusorganisatsiooni riigihankelepinguga ühinenud riik. Pakkujad kinnitavad ka, et pakutav kaup ei ole rahvusvahelise sanktsiooni objektiks ega pärit sanktsiooni all olevatest piirkondadest.

Hindamiskriteeriumite dokumendis tuuakse välja, mille alusel pakkumusi hinnatakse. Kõige sagedasem hindamise alus on maksumus, mille järgi pakkumusi järjestatakse, aga alati ei pea odavaim hind olema 100% määrav. Parimaks näiteks võib tuua Transpordiameti hooldushanked, kus maksumus moodustab pakkumisest 80%. Ülejäänud 20% moodustavad kvaliteedinäitajad – 10% baasautode vanus, 5% täiendavalt rakendavate baasautode ja/või teehöövliite arv üle kvalifitseerimiseks sätestatud miinimumnõude ja 5% kahe teemeistri varasem töökogemus. Tulevikus on planeeritud ka teistsuguseid, väärtuspõhiseid hankeid, kus lisaks hinnale võetakse arvesse ühe näitena CO₂ emisiooni tekitamine pakkuja poolt. Kahjuks ei ole siiani veel CO₂ hindamiseks ühist näidikut välja töötatud ja kinnitatud, mille järgi ettevõtteid hinnata, aga lähitulevikus saab see suure tõenäosusega teoks.

Juhised pakkujale või hanke alusdokumendis, nagu kõigis eelnevates dokumentides tuuakse välja hanke üldandmed ja hankija andmed. Tähtsama osana tuuakse välja kõik hanke alusdokumendid ja üldjuhul on leitav ka projektdokumentatsiooni asukohta link. Dokumendis täpsustatakse lühidalt hankelepingu tingimused ja täitmise tähtpäev, pakkumuse esitamise nõuded, kuidas saada selgitusi, mis moodi toimub pakkumiste hindamine, mis tingimustel lükatakse kõik pakkumised tagasi, kas pakkumusele peab andma tagatise, mis summas ja muud tingimused.

Vormidest kõige levinumad on ühispakkumuse vormid, et volitada üks ühispakkuja esindama ja allkirjastama ühispakkumise hankedokumente. Teised vormid on sellised, mille alusel pakkuja saab toetuda teise ettevõtte näitajatel nagu finantsvõimekus ja MTRi (Majandustegevusregistri) tegevusteated. Finantsvõimekuse puhul võib pakkuja tugineda alltöövõtja müügitulule, liites selle pakkuja enda müügituluga, et kokku saada hankes nõutud summa. Teisel puhul saab alltöövõtja näitajatel tugineda olukorras, kus hankija on nõudnud, et töövõtjal peab olema mõni MTRi tegevusteade. Kui näiteks suurematel linnatänavate ehitustel on vaja teostada ka ÜVK ja tehnovõrkude – tänavavalgustuse, elekteri ja telekommunikatsioonitrasside töid, siis üldjuhul hankija soovib pakkuja pädevuse tõestamiseks MTRi tegevusteade olemasolu nendele

töödele. Selleks on pakkujatel võimalus toetuda alltöövõtja näitajatel. Mõlemal juhul tuleb võtta alltöövõtjatelt vastavad kinnitused vormide täitmise ja allkirjastamise näol.

1.3 Hankelepingu projekt

Käesolevas alapeatükis käsitletakse hankelepingu projekti, sest lepingu tingimused on aluseks ka pakkumise koostamisele. Lepingus on välja toodud dokumentide tähtsuse järjekord. See on oluline, kuna võib esineda erinevate dokumentide vahel vastuolusid, aga nende tähtsuse järjekorrast tingituna saab üks tingimus prevaleerida teist.

Üheks tähtsamaks lepingu tingimuseks on tähtaeg. Sellest sõltub objekti ehituse planeerimine, mille alusel hinnastada erinevaid töid, et projekt õigeaegselt valmis saaks. Lisaks lõpptähtajale võib hankija olla sätestanud vahetähtaegasid. Näiteks Riigitee 92 Tartu – Viljandi – Kilingi-Nõmme km 76,39-80,952 taastusremondi hanke lepinguprojekt p.3 tähtajad:

3.1. Töö teostamise tähtaeg on 75 päeva alates Alustamiskorralduses märgitud kuupäevast, milliseks ajaks kohustub Töövõtja lõpetama kõik tööd ning kõrvaldama avastatud puudused.

3.2. Töö teostamise vahetähtajad:

3.2.1. Objektile peab olema paigaldatud AC 16 surf asfaldikiht 14 kalendripäeva jooksul alates tasanduskihi paigaldamisest samal lõigul;

3.2.2. Teepeenrad peavad olema täidetud ja tihendatud 14 kalendripäeva jooksul peale ülemise asfaldikihi paigaldamist mistahes teelõigul;

3.2.3. Teekatte märgistus peab olema paigaldatud hiljemalt 21 kalendripäeva jooksul alates ülemise asfaldikihi paigaldamisest [6].

Nende vahetähtaegadega sätestatakse selged ajalised piirid pakkujale, millega tuleb tööde teostamisel, aga ka objekti hinnastamisel arvestada.

Leping sätestab mõlema osapoole õigesed ja kohustused, autoriõigused, tasumistingimused (maksetähtaeg), poolte vastutused, kontaktisikud, lepingu kehtivuse, teadete edastamise tingimused, tööde vastuvõtu ja riskide ülemineku tingimused. Riigikaitsealistel objektidel peab arvestama julgolekutingimustega ja nendega kaasneva võivate piirangutega. Lisaks on lepingus kirjas vaidluste tekkimisel nende lahendamise tingimused ja organisatsioonid.

Üheks tähtsamaks punktiks, mis mõjutab ka hinnastamist, on ettemaksete, tagatiste ja kindlustuste tingimused. Suurema mahulistes lepingutes on tellijad andnud töövõtjatele võimaluse taotleda tööde alustamiseks ettemaksu, aga selleks peab töövõtja andma finantsasutuse või kindlustusseltsi garantiikirja, mis on tasuline. Sama on

täitmistagatise ja garantiiaegse tagatise kinnituskirjade ja kindlustuspoliiside tasudega. Olenevalt projekti maksumusest on need summad märkimisväärsed. Näide täitmistagatise maksumuse kohta:

- projekti lepinguline maksumus ilma käibemaksuta: 10 000 000 €;
- täitmistagatise suurus lepingu maksumusest: 10%;
- lepingu periood: 10 kuud ehk 300 päeva;
- panga intress: 2%;
- garantiikirja tasu: 100 €;
- arvestuslik aasta: 360 päeva;

Arvutus:

garantiikirja summa = lepingu maksumus * tagatise suurus

- $10'000'000€ \cdot 10\% = 1'000'000 €$;

garanteeritav summa = garantiikirja summa * intress

- $1'000'000 € \cdot 2\% = 20'000 €$;

garantii tasu ühes päevas = garanteeritav summa / arvestuslik aast

- $20'000 € / 360 \text{ päeva} = 55,56 €$;

garantii tasu lepingu perioodiks = garantii tasu päevas * lepingu periood

- $55,56 € \cdot 300 \text{ päeva} = 16'668 €$;

garantiikirja tasu kokku = garantii tasu lepingu perioodiks + garantiikirja tasu

- $16'668 € + 100€ = 16'768 €$.

Lisaks täitmistagatisele on garantiiaegne tagatis, mis sama lepingu maksumuse puhul viieaastaseks perioodiks sama intressi juures on 50'100€. Mõned tellijad nõuavad ka objektile koguriskikindlustust ehk CAR kindlustust ning 10'000'000€ projekti puhul on see tasu ca 25'000 € – 30'000 €. Kui kõik need summad kokku liita, siis tagatised ja kindlustused võivad moodustada umbes 1% kogu lepingu maksumusest.

Osadel lepingutel (nt. Traspordiamet) on lisaks lepingu põhitingimustele ka **lepingu eritingimused**. Eritingimustes tuuakse välja lepingu sõlmimisest alates tegevuste vahetähtajad (nt. Kvaliteeditagamise plaan ja kalendergraafik tuleb esitada 10 päeva pärast alustamiskorraldust tellijale ja insenerile kooskõlastamiseks), kellele oma ehitustegevuse alustamisest tuleb teatada (nt. ühistranspordi korraldaja, Tööinspeksioon) ja kellega on vaja sõlmida mõne tegevuse leping. Tuuakse välja konkreetsemad töövõtja kohustused (nt. proovide võtmine ja katsetamine, tulemuste esitamine) ja muud tegevused (nt. toimingud objektilt freesitava materjaliga).

Eritingimused sätestavad ka töövõtja võtmeisikute nõuded - projektijuhi kvalifikatsiooni (kutsetaseme, töökogemuse, referentsobjekid), objektijuhi kvalifikatsiooni, vajadusel sillaehituse objektijuhi kvalifikatsiooni, elektritööde eest vastutava isiku pädevuse ja ÜVK objektijuhi kvalifikatsiooni, harvemal juhul ka geodeetiliste tööde eest vastutava

isiku pädevuse, maastikukujunduse eest vastutava isiku kutsetaseme ja projekteerimise projektijuhi kutsetaseme. Lepingu eritingimused võivad sisaldada tööde dokumenteerimise nõudeid ning liiklusohutuse ja liikluskorralduse reegleid objektil. Välja on toodud ka juhendmaterjalid, millest peab tööde tegemisel lähtuma.

Lepingu lisadena on levinumad leppetrahvide määrad, tagatiste ja garantiidega seotud vormid, inseneri juhiste vorm, muudatustööde vorm, Tallinna Kommunaal- ja Keskkonnaameti lepingus akt hoolde ülevõtmise kohta objektil ja ülevaatuse aktide vormid. Transpordiameti lepingutel on lisadena rahalise täitmise graafik, tehtud tööde akti ja maksetõendi vorm ning enimlevinud kontroll- ja vastuvõtutoimingute loetelu. Viimasest tuleb välja erinevate materjalide katsetamise tiheduse vajadus, mis labori teenustasude näol on hinnastamisel oluline.

Kõige tähtsam lisadokument, mis on pakkumise koostamiseks väga oluline, on mahtude muutmine, lepingu muudatuste tegemine ja bituumeni hinna korrigeerimine. Selles dokumendis toodud bituumeni hinna korrigeerimise baaskuu hinnast ehk BMT hinnast sõltub pakkumise koostamisel asfaldi- ja stabiliseerimistööde hind. Lihtsustatult, kui tööde teostamise ajal on bituumeni hind sõltuvalt nafta maailmaturu hetkeseisust näiteks kõrgem, kui see oli hanke ajal, siis tellija kompenseerib töövõtjale selle hinnaerinevuse. Vastupidises olukorras peab töövõtja tellijale aga raha tagasi andma. Bituumeni hinna korrigeerimiseks on Transpordiamet välja töötanud juhendi, mille leiab Lisast 1.

1.4 Tehniline kirjeldus ja eritingimused

Üldiselt tuleb iga töö teha mingite normide ja nõuete kohaselt. Erinevatel tellijatel on selleks koostatud vastavad dokumendid. Transpordiametil on selleks Teetööde tehnilised kirjeldused [7] ning Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalamet on kehtestanud oma töödele eraldi tingimused - Sillutiskivi, asfalt- ja tsementbetooniga teede ja tänavate tüüpkatendikonstruktsioonide projekteerimisele, rajamisele ja remondile esitatavad nõuded [8]. Peale selle on igal omavalitsusel näiteks enda kaevetööde eeskiri või muu taoline dokument, aga paljuski tuginetakse Transpordiameti ja Tallinna linna nõuetele. Lisaks täpsustatakse tehnilises kirjelduses toodud töökirjeldusi eritingimustega, kus on täpsemalt kirjas konkreetsele projektile vastavad, täiustatud nõuded.

1.4.1 Teetööde tehnilised kirjeldused

Kõikide tööliikide teostamise aluseks on tööde tehnilised kirjeldused. Sellega sätestatakse tööde tegemiseks nõuded, tööde kirjeldused, mahu ühikud ja mille alusel toimub teostatud tööde akteerimine. Võttes aluseks Transpordiameti teetööde tehniliste kirjelduste, siis selles on eraldi peatükkidena välja toodud kõikide tööde üldine kirjeldus, mida mingi makseartikli juures teostatakse [7]. Tehniline kirjeldus määrab tööde käsitusala, materjalide nõuded, mille järgi teostatakse töö vastavuse kontroll ja mõõtmine ning kuidas iga töö arveldatakse ehk millest peab tööliik koosnema.

Iga tööliigi kirjelduse peatükk on jagatud kuueks osaks:

- Tööde käsitusala – kirjeldatakse, mis töödest antud kulurida koosneb ja milliste kuludega peab arvestama. Näiteks Transpordiameti Teetööde tehnilised kirjeldused p.3.5 Dreenkiht, p.3.5.1 - Dreenkihi ehitamine sisaldab ehitamisel kasutatavaid seadmeid, materjale, tööjõudu, varustust ja transporti, kaasa arvatud kirjeldatud materjali kaevandamist karjäärist, segamist, vedu, laotamist, tihendamist ja katsetamist [7].
- Materjalinõuded – üldjuhul viidatakse normdokumentidele, kust tuleb materjalide nõuded võtta või lähtuda projektist. Näiteks Transpordiameti Teetööde tehnilised kirjeldused p.4.2 Aluste ehitamine, p.4.2.2 - Sideainega töötlemata ja orgaaniliste sideainetega töödeldud aluste ehitamisel kasutatavad materjalid peavad vastama KKEJ (Killustikust katendikihtide ehitamise juhised)[9], TEK (Tee ehitamise kvaliteedi nõuded) [10] ja lepingu nõuetele. Töövõtja peab enne materjalide või toodete kasutamist saama inseneri heakskiidu kooskõlastuse näol, esitades kasutatava materjali toimivus- või vastavusdeklaratsioonid. Aluste ehitamiseks segistis valmistatud mustkillustikud, sideainega töödeldud aluste ehitamisel kasutatava sideaine omadused, katsed, katsemeetodid ja kvaliteedinõuded täitematerjalidele peavad vastama KKEJ-le [9].
- Ehitamine ja töö – Antud peatükis antakse täpsed juhised töö teostamiseks. Kirjeldatakse lõpptulemus ja mida peab töö teostamisel vältima. Kaevetööl näiteks antakse iga pinnaseliigi kohta eraldi kirjeldus, mis sellega teha tuleb. Samuti tuuakse välja ohutusega seotud aspektid – näiteks, mis olukorras tuleb kaevik toestada. Katendikihtide ehitamisel viidatakse konkreetse kihi ehitamise juhisele, kus on eraldi välja toodud, kuidas mingit kihti ehitada, minimaalsed ja maksimaalsed kihi paksused jne. Muldkeha ehitamise nõuded leiab Transpordiameti dokumendist Muldkeha ja drenkihi projekteerimise, ehitamise ja remondi juhised [11] ning Muldkeha pinnaste tihendamise ja tihenduse kontrolli juhised [12]. Aluse ehitamisele esitatavad nõuded leiab KKEJ-st [9]. Stabiliseeritud kihi ehitamise nõuded on dokumendis Stabiliseeritud katendikihtide ehitamise juhised (SKEJ) [13]. Asfaltbetoonikatendi

ehitamine teostatakse vastavalt Asfaldist katendikihtide ehitamise juhisele (AKEJ) [14]. Viimati nimetatud on peamised teedehituses kasutatavad juhendid, aga neid on veel ja nendega saab tutvuda Transpordiameti kodulehel [15].

- Vastavuse kontroll – Kirjeldatakse, kuidas toimub töö kvaliteedi kontroll. Viidatakse juhendile või projektile või teostab kontrolli insener visuaalse vaatusega - näiteks olemasolevate veeviimarite puhastamine. Osade tööliikide puhul nagu drenide ehitus, on välja toodud ka hälbed, mis vahemikus võib drenitoru olla paigaldatud kõrgemale või madalamale.
- Mõõtmine – Täpsustatakse iga tööliigi mõõtühik ja selle mõõtmismeetod.
- Arveldamine – Üldjuhul kirjeldatakse, et tasumine toimub lepingu ühikhindades töömahuleondis makseartiklite alusel.

Objekti hinnastamisel on vajalik arvesse võtta kõik eelnevalt kirjeldatud punktid, et kõikide tööde ja materjalidega oleks arvestatud.

1.4.2 Tehnilise kirjelduse eritingimused

Kui tehniline kirjeldus on üleüldine dokument kõikide võimalike tööde kirjeldustega, siis eritingimustega täiustatakse konkreetse projekti tööliike detailsemalt. Lisaks täiendavad eritingimused ka projektis toodud nõudeid ja üldjuhul on tehnilise kirjelduse eritingimused dokumentide tähtsuse järjekorras eespool nii projektist kui tehnilistest tingimustest. Eritingimused prevalveerivad tehnilised tingimused, projekti ja kululoendi.

Võttes aluseks erinevatel Transpordiameti projektide tehnilise kirjelduse eritingimused, siis ülesehitus on kõigil peaaegu ühesugune. Esmalt täpsustatakse üldised tingimused. On hankeid, kus esitatud projekt on projekteeritud suuremas mahus, kui hangitav töö ehk täpsustuvad objekti piirid. Välistatakse mingid tööd või antakse selgitus, milline peaks olema lõpptulemus. Järgnevalt täpsustuvad kõikide tööliikide kirjeldused, kui lisatakse tehnilisele kirjeldusele täpne nõue.

- **Üldised**

Proovivõttu ja katsetamise nõuete täpsustus. Antakse juhised, kes peab teostama mõõtmised, võtma materjalide proovid. Täpsustatakse mõõteprotokollide esitamise ajad ja mis kujul protokollid esitada tuleb (digitaalselt või paber kandaja). Määratakse ka kogu protseduuride eest vastutaja – üldjuhul on selleks töövõtja.

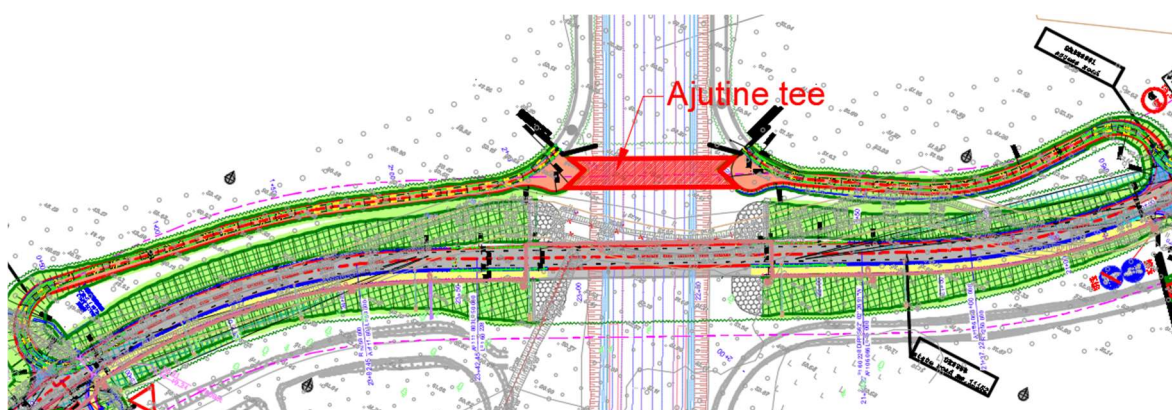
Load ja kindlustused – Tellija annab ette, millised load peab töövõtja taotlema enne töödega alustamist. Levinumad on raieluba RMK-lt ja vee-erikasutusluba, kui töid teostatakse veeristetel, mis seda luba nõuavad, vastavalt Veeseadusele. Kõige tähtsam

selle punkti juures on jälgida piiravaid tingimusi – raierahu aeg ja kahepaiksete sigimisperiod raiepiirkonnas. Sama kululoendi rea alla arvestatakse ka kulud tagatistele ja kindlustustele (kirjeldatud p. 1.3 Hankelepingu projekt).

Töödest teavitamise punktis antakse töövõtjale info selle kohta, kas mõne objektiga piirneva kinnistu omanikuga on mõni erikokkulepe. Siin tuuakse välja näiteks, millal peab piirnevate kinnistu omanikega suhtlema, et töödest tingitud häiringutele jõuaks õigeaegselt reageerida. Mõnel puhul jääb objekti piiridesse näiteks kellegi aed, mille lammutusjääd tuleb omanikule tagastada. Üldisemalt on paika pandud ka laiemad teadvustustöö tingimused. Mastaapsemate objektide puhul on välja toodud infolehtede koostamise nõuded ja võimalikud avaldamisallikad – Tark Tee keskkond, kohalikud ajakirjanduse väljaanded, veebilehed jne.

Tööpiirkonna ja teede korrashoiu punktis kehtestatakse ehitustööde ajaks hoolde tegemise kohustus – kas läheb üle töövõtjale või teostab tellija korrashoiu lepingu raames. Antakse juhised kohalike elanike juurdepääsetavuse tagamise kohta. Sellest punktist tuleb kulude arvestamise mõistes välja hooldekulude suurus ja igasugused objekti puhtusega seotud kulud.

Ajutisete tööde alla tuleb arvestada kõikide ajutiste juurdepääsuteede ja rajatiste kulutustega. Sõltuvalt ehitusloogikas võib vaja minna ajutiste teede ehitust. Näiteks Rail Baltica hangetel, kus on vaja ol.ol. teele ehitada viadukt, peab liikluse suunama kõrgete muldkehade ehituse ajaks mulde kõrvale, saab selleks ära kasutada rajatavaid hooldusteid, aga tuleva raudtee trassi asukohas peab ehitama ajutise tee nii kohaliku liikluse kui ka ehitustranspordi jaoks – vt. Joonis 1.2



Joonis 1.2 Objekt 1: Ajutine tee ehituse ajaks

Ajutiste tööde all täpsustatakse minimaalne töövõtja kontori suurus ja selle varustus kui ka tellija ja inseneri kontorite suurused ja varustatus. Lisaks täpsustatakse muid tingimusi - näiteks laoruumude (proovide konteineri) vajadus ning territooriumi suurus ja selle kate (freespuru, asfalt jne).

Tööde mahamärkimisi ja mõõdistamisi eritingimustega üldjuhul tehnilist kirjeldust väga ei muudeta, kuigi näiteks Rail Baltica maantee rajatiste ehituse hangetel on kirjeldatud geodeetilise alusvõrgu rajamine väga täpselt. Põhjusteks on, et see alusvõrk jääb alles ka raudtee põhitrassi ehituseks.

Projekteerimise punktis täpsustatakse vajalike lisaprojekte või ol.ol. projekti mingi osa ümberprojekteerimist. Näitena saab jällegi välja tuua Rail Baltica projektid – kuna need on projekteeritud välismaiste normide järgi, siis tellija lubab neid kohendada optimaalsemaks ja need peavad olema BIM tööprojektid. Selle alla kuulub ka ol.ol. mudelite täiendamine ja puuduva info lisamine.

Muude kulude alla kantakse kõik kulud, mida ei ole võimalik kanda eelnevalt kirjeldatud punktide alla. Nendeks kuludeks võivad olla näiteks kvaliteedi tagamise plaani koostamine, progressifotode tegemise kulud, kinnisasjadele realservituutidega või isikliku kasutusõigusega koormise seadmisega seotud kulud.

- **Ehitusobjekti ettevalmistus**

Täpsustuvad tingimused raadamistööde teostamise kohta. Raietööde puhul riigimetsades teostab tööd üldjuhul RMK ja muud raadamise ja juurimisega seotud tööd on töövõtja teostada. Kui raietöid on vaja teostada erametsades, siis antakse juhised puitmaterjalide sorteerimise ja ladustamise kohta.

Konstruksioonide lammutamisel antakse juhised, kellele kuuluvad lammutusjäägid. Liikluskorraldusvahendid üldjuhul tagastatakse antud lõigu hooldajale, täpsustatakse ladustamise asukoht. On juhuseid, kus teeäärse kinnistu aed tuleb demonteerida, siis antakse info, mis aia materjaliga peab tegema – tagastama kinnistu omanikule või utiliseerima.

- **Mullatööd**

Mullatööde juures selgitatakse kaevatud pinnaste käitlemine – kas saab objektil ära kasutada või peab töövõtja selle utiliseerima. Lisaks selgitatakse toimingud, kui kaevist ei saa kasutada objekti piires ja selle peab väljaspoole objekti piire ladustama või utiliseerima, siis tuleb taotleda kaevise võõrandamise luba ja tasuda sellega seotud tasu vastavalt maapõue seadusele (MaaPS § 97 lg 9 p 2 [16]). Näitena saab välja tuua turba, mis on maapõueseaduse tähenduses maavara, mille kaevandamisel peab riigile maksma ressursitasu.

Täitepinnaste puhul täpsustuvad üldjuhul täitematerjalide nõuded võrreldes projektiga. Antakse suunised mingite materjalide väljavahetamiseks. Näitena võib välja tuua Rail Baltica hangetes projekteeritud muldkeha materjalid. Enamustes siiani hankes olnud

projektides on kõrged muldkehad projekteeritud TM 90 matejalist, aga eritingimustega on lubatud tööprojektis see vahetada välja TM 65 täitepinnase vastu tingimusel, et see jääb katte pinnast sügavamale kui 1,5 m. Lisaks on lubatud nendes projektides kasutada 1,0 m kuni 1,5 m sügavusel katte pinnast täitepinnast TM 90 filtratsioonimooduliga vähemalt 0,2 m/ööp ja kuni 1,0 m sügavusel täitepinnast Tm 105, mille minimaalne filtratsioonimoodul standardse Proctor-teimiga saavutatava maksimaalse tihenduse juures on vähemalt 0,5 m/ööp. TM 65, TM 90 ja TM 105 materjalidele esitatavad nõuded leiab lisa 2 – Elastsete katendikihtide ehitamise juhise Lisa 2, Tabel 3 - KAP arvutuslehe kohustuslik lisa - materjalide klassifikatsioon, esitatud nõuded ja arvutusparameetrid.

Seoses ebastabiilse olukorraga maailma majanduses – Covid-19 kriis ja sõda Ukrainas, on eritingimusetesse toodud punkt, mille alusel saab töövõtja akteerida osa töö maksumuses, kui selleks kasutatav materjal on tarnitud väljaspool Eestit ja jõudnud konkreetse objektiga seoses, tõestatud, töövõtja lattu. Mullatöodes on sellisteks materjalideks näiteks geosünteedid.

- **Katend**

Katendi juures täpsustatakse samuti materjali nõudeid. Üldjuhul on projekti seletuskirjas nõuded välja toodud, aga tehnilise kirjelduse eritingimustes neid täpsustatakse veelkord ja vahepeal ka muudetakse võrreldes projektiga karmimaks. Tallinna Keskkonna- ja kommunaalmeti hangetes on juhtumeid, kus projektis viidatakse Transpordiameti KKEJ-le [9], aga eritingimustega muudetakse need nõuded vastavaks Tallinnas kehtiva juhendi nõuetele.

Sama kehtib ka stabiliseeritud kihi puhul, kui projektis ei ole konkreetselt välja toodud stabiliseeritud kihi retsepti. Eritingimustes antakse töövõtjale suunised, millele peab kiht vastama või on lisatud minimaalsed nõuded materjalide kasutamisele. Näiteks väljavõtte riigitee 11240 Tõdva – Hageri km 9,5-14,8 Aespa-Hageri lõigu rekonstrueerimise teetööde tehnilise kirjelduse eritingimustest, kus tellija on ette andnud nõude: Töövõtja on kohustatud tagama, et freesipuru on terasuurusega 0/31,5 mm (vajadusel purustada ja sõeluda õigesse fraktsiooni). Freespuru kasutamine kompleksstabiliseeritud kihis on lubatud maksimaalselt kuni 40%. Muus osas peab stabiliseeritud kiht vastama SKEJ-le [13] ja MKMi (Majandus- ja kommunikatsiooniministeriumi) määrusele 101 - Tee ehitamise kvaliteedi nõuded [10].

Asfaltbetooni puhul täpsustatakse segudele esitatavaid nõudeid ja erinevatesse asukohtadesse paigaldatavate erinevate segude nõudeid, kui need on projekti seletuskirjas jäänud välja toomata. Lisaks tuuakse välja kvaliteedikontrolli miniaalsed nõuded - nt. IRI arv. Näiteks sellel aastal hankes olnud riigitee 11240 Tõdva – Hageri

km 9,5-14,8 Aespa-Hageri lõigu rekonstrueerimise eritingimustes oli välja toodud soojade asfaltsegude piloteerimise nõuded ja lõigud.

Asfaltkatete paigalduse juures lisatakse kihtidevahelise kruntimise nõuded. Täpsustatakse üle kulunormid bituumenemulsioonile või viidatakse AKEJ-le. Esitatakse nõuded ka vuukidele – kas vuugid teostatakse kuumvuukidena või peab arvestama spetsiaalsete vuugiliimidega ning antakse ette konkreetset tooted või nende analoogid.

Peenarde kindlustamise juures täpsustatakse vahest materjali nõuded, kui projekteerija ei ole neid seletuskirjas käsitletud. Antakse ette terakoostis, mis üldjuhul peab vastama MKM määruse 101 „Tee ehitamise kvaliteedinõuete [10]“ Lisa 10 tabelile positsioon 5 (fr. 0-16 mm) või positsioon 6 (fr. 0-31,5 mm)(vt. Lisa 3) ja materjali tugevusnäitajad.

Sama moodi nagu mullatööde juures geosüntetidelle antakse ette akteerimise juhend, siis ka asfaltbetoonsegude materjalide puhul on see võimalus välja toodud. Arveldamise peatükis on selgitatud, kuidas saab osa tööst akteerida, kui väljaspool Eestit sisse tarnitud bituumen ja graniitkillustik on ladustatud konkreetse objekti tarbeks kindlasse asukohta ja see on tellijale ja insenerile ära tõestatud.

- **Drenaaž ja truubid**

Selle punkti all antakse peamiselt suunised truubi päiste materjalidele. Kuna truupide ja drenaaži materjal võib tulla töövõtjatele välismaalt, siis antakse juhised truubimaterjalide akteerimiseks enne konkreetse töö lõpliku valmimist.

- **Konstruksioonid**

Konstruksioonide tehnilisi kirjeldusi üldjuhul ei muudeta. Sillad-viaduktid tuleb ehitada vastavalt teetööde tehnilistele kirjeldustele. Maailmas toimuvate sündmuste tõttu on konstruksioonide tehniliste eritingimuste juures samuti juhised, kuidas on võimalik akteerida Eestist väljapoolt tarnitavat metallmaterjali (nt. terasarmatuur).

- **Liikluskorraldus- ja ohutusvahendid**

Üldiste eritingimustena peamiselt antakse juhised, et liikluskorraldus tuleb enne paigaldamist täiendavalt kooskõlastada nii tellija kui inseneriga, seda põhjusel, et projekteerimise ja reaalse ehituse vahele võib olla jäänud pikem aeg, mille jooksul võib olla tekkinud vajadus lisamärkidele või mõnda projektset liiklusmärki ei ole vaja paigaldada. Teekatte märgistuse puhul antakse juhised ol.ol. märgistusega kokkuvõimiseks. Põrkepiirete juures, näiteks Rail Baltica hangetes tuleb üldse ümber projekteerida projektne lahendus. Tellija on ette andnud uued toimivusklassid ja töölaused, millega tuleb tööprojekti koostamisel arvestada.

Ajutise liikluskorralduse punktis antakse täpsed juhised, kuidas on lubatud ehituse ajal liiklust häirida. Kas on lubatud objekt ehituse ajaks sulgeda või peab tagama läbipääsu ka ehituse ajal. Kulude mõistes tähendab see ajutiste ümbersõitude ehitust või ol.ol. katte laiendamist, et kahe-suunaline liiklus teele ära mahuks. Täpsustatakse minimaalsed raja laiused ja piirkiirused. Liikluse ümbersuunamise puhul on peamine ühistranspordi teekonna pikenedisest tingitud liinikiilomeetri tasudega arvestamine. Tallinna linna hangetes antakse info, kas, millal ja millistel tingimustel võib tänavaid sulgeda. Näide Jõe ja Pronksi tänava rekonstrueerimise tehnilise kirjelduse eritingimustest, kus ristmike ehitus tuleb planeerida suvekuudele, aga samaaegselt ei tohi olla suletud Narva mnt. ja Gonsiori tn. ristmikud.

Enamikes omavalitsustes tuleb tasuda ka tee sulgemise tasusid, kui tellija ei ole kohalik omavalitsus ise. Samas on ka hankeid, kus peab arvestama sulgemistasudega, kui tellija on omavalitsus. Põhjuseks tuuakse, et töövõtja peaks kinni temale seatud tähtaegadest, kuid nende ületamisel tuleb tasuma rohkem sulgemistasusid.

- **Tehnovõrgud**

Tehnovõrkude tehnilised eritingimused üldjuhul projekti ei muuda. On hankeid, kus täpsustatakse töömahupiire – näiteks mingid tööd jäävad ära. Transpordiameti ja Rail Baltica hangetel viidatakse ka kolmepoolsete lepingu sõlmimisele trassihaldajatega ja tööprojekti koostamisele. Tallinna Keskkonna ja Kommunaalameti hangetes on igale tehnovõrgule detailsemad nõuded, milline peab lõpptulemus välja nägema ja millised materjale tuleb kasutada, sest need ühendatakse ol.ol. linnavõrku ja see eeldab varem kasutatud materjalidega ühtivust.

- **Maastikukujundus**

Maastikukujunduse eritingimustena Transpordiameti hangetes üldjuhul võrreldes projektse lahendusega ei ole midagi muudetud. Kohaliku omavalituste projektides täpsustuvad tihtipeale järelhoolduse nõuded, kui neid projektis ei ole välja toodud. Rail Baltica ökoduktide hangetes on pidanud arvestama näiteks terve maastikukujunduse projekti koostamisega lähteülesande alusel. Keeruliseks muudab eelarvestamise juures selle, et tihti ei ole tellija ära määranud täpseid istikute arve ehk pakkujat peab ise juba hankefaasis n.ö projekteerima lahenduse ja selle hinnastama.

1.5 Projektdokumentatsioon

Kõiki suuremaid infrastruktuuritöid teostatakse üldjuhul projekti alusel. Tulenevalt projekti staadiumist – eelprojekt, põhiprojekt või tööprojekt, sõltub selle detailsus.

Taristuehituses hanke staadiumis on kõige levinum, et tellija on koostanud põhiprojekti ja selle järgi tuleb koostada pakkumine. On hankeid, kus tellija on pakkujatele ette andnud eelprojekti ja töövõtu korras peab peatöövõtja koostama põhiprojekti ja vajadusel tööprojekt. Tööprojekti koostamise vajadus sõltub üldjuhul põhiprojekti detailsusest, kas selle järgi on võimalik ehitada. Transpordiameti hangetel, kus on põhiprojekt ette antud, üldjuhul kogu projekti ei ole vaja tööprojektiks ümber vormistada, vaid vajadusel peab tööprojektiga täpsustama mõnda projekti osa. Rail Baltica hangetel seevastu on vajalik kogu põhiprojekt vormistada BIM tööprojektiks.

Projektdokumentatsiooni läbitöötamine algab seletuskirjast ja joonistest. Nagu projekti teostajatele, on ka eelarvestajal vaja aru saada, mida on objekti ehitamiseks vaja. Selleks on oluline seletuskiri ja kõik joonised viimsete detailideni selgeks teha. Hinnastamise aluseks on objekti asukoht – sellest sõltuvad vajalike karjäärade kaardistamine ja võimalike alltöövõtjate ring.

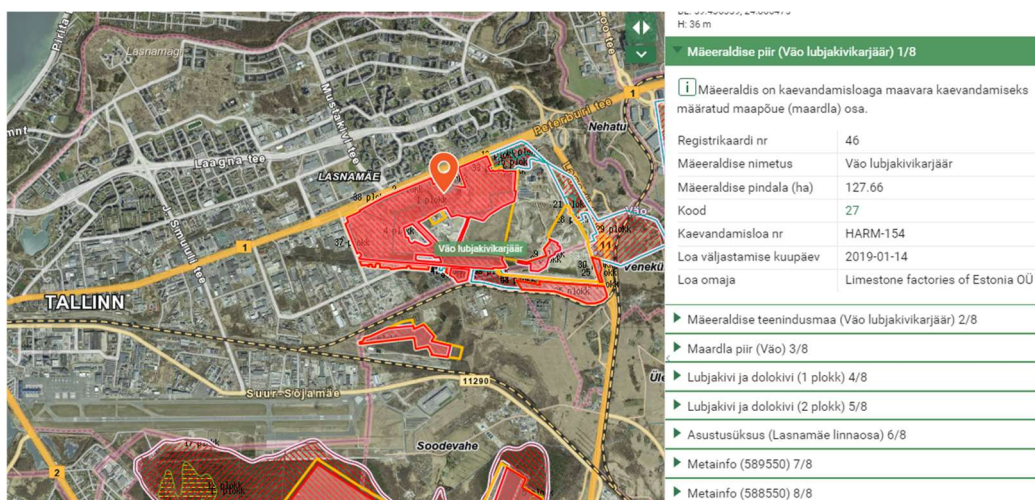
Eelarvestaja üks tähtsamaid töid on mahtude kontroll. Esiteks tuleb kontrollida tellija esitatud kululoendi ja projektis esitatud mahutabelite mahtude ühtivust. Teiseks ja kõige tähtsamaks peab kontrollima, kas igal real esitatud maht vastab ka joonistele. Oluliste mahuerinevuste korral tuleb sellest kindlasti teavitada tellijat, et need korrigeeritakse õigeks ja vastavalt ühtseks kõikide projekti osade vahel. Sellest tulenevalt jõutakse eelarvestuse protsessi järgmise osani, milleks on tellijalt selgituste küsimine.

Üsna tihti tekib projektdokumentatsiooni läbitöötamisel küsimusi, mis on projekteerija või tellija mõne lahenduse juures mõelnud. Eelarvestaja ülesandeks on nende vastuolude või küsitavuste tuvastamine ja nende kohta pärimine. Enamikesse hanketingimustesse on sisse kirjutatud klausel, et küsitavate lahenduste kohta on pakkujal kohustus hanke ajal esitada küsimusi ja tellijal on kohustus nendele vastata vastavalt RHS [4] § 46 l.1 kolme tööpäeva jooksul asjakohase selgitustaotluse saamisest arvates.

Oluline on selgituste saamise juures tähele panna ka asjaolu, et vastavalt sama seaduse paragrahvi lõikele 3 on hankijal keelatud hanke alusdokumentide muutmise selgitustega. See tähendab, kui tellija antud vastusega muudetakse mistahes hanke alusdokumente (kvalifitseerimistingimusi, vastavustingimusi s.h. kululoend, projekti dokumente jne), on hankija kohustatud hanke esitamise tähtaega pikendama selliselt, et hanke dokumentide muutmise järgselt pakkumuse esitamiseni vähemalt pool esialgselt hankemenetluse ajast. Näiteks kui ehitustöödel, mille eeldatav ehitusmaksumus on üle lihthanke piiramäära (150 000€) ja jääb alla rahvusvahelise hanke piiramäära (5 382 000€), on hankemenetluse ajaks vastavalt RHS [3] § 93 l.3, 25

päeva, siis muudetud hankedokumentide kättesaadavaks tegemise ja pakkumuse esitamise vahele peab jääma vähemalt 13 päeva.

Eelarvestaja kohustus on kaardistada kõik hanke hinnastamise jaoks vajalikud koostööpartnerid. Üldiselt ei ole ühelgi teedeehitusega tegeleval ettevõttel kõiki vajalike ressursse objektide ehitamiseks ja selleks on vaja alltöövõtjaid, kes teostaks mõne spetsiifilisi oskusi nõudva töö või tarniks puistematerjale. Kuna teid ehitatakse põhiliselt uutest karjäärimaterjalidest, siis eelarvestaja peab selgeks tegema kõik objekti lähiümbruses olevad karjäärid. Selleks on võimalik kasutada Maa-ameti geoportaali maardlate kaardirakendust [17], kus on välja toodud kõik täna kehtiva kaeveloaga karjäärid. Näiteks Vão lubjakivikarjäär joonisel 1.3



Joonis 1.3 Kuvatõmmis Maa-ameti maardlate kaardirakendusest – Vão lubjakivi karjäär

Iga karjääri juures on välja toodud mäeeraldis detailandmed nagu joonisel 1.4

Mäeeraldis detailandmed

Kood 27					
Nimetus Vão lubjakivikarjäär					
Maardla 46 - Vão					
Seisund aktiivne					
Asukoht Harju maakond Tallinn					
Kaevandamisloa number HARM-154					
Kaevandamisloa kehtivus 14.01.2019 - 13.01.2039					
Kaevandamisloa omanik Limestone factories of Estonia OÜ					
Maavara kasutamise eesmärk killustik betooni valmistamiseks, teeketeks, täitematerjal					
Korrastamissuund tootmismaa					
Mäeeraldis varu loa vormil ehituslubjakivi (kõrgemargiline) aT 1483,575 tuh m ³ , kõrgemargiline ehituslubjakivi aT 467,51 tuh m ³ ja madalamargiline ehituslubjakivi aT 124 tuh m ³					
Kasutusala	Max kogus aastas	Kaevandatav varu loa vormil			
ehituslubjakivi	-	1433.575			
kõrgemargiline ehituslubjakivi	-	412.51			
madalamargiline ehituslubjakivi	-	109			
Plokid					
Registrikaart	Ploki nimi	Kasutusala	Uuringuviis	Ploki liik	Jääkvaru kogus
46	1 plokk	ehituslubjakivi	2005. a määrus nr 44	aT	484.357
46	2 plokk	ehituslubjakivi	2005. a määrus nr 44	aT	149.401
46	3 plokk	kõrgemargiline ehituslubjakivi	2018. a määrus nr 52	aT	83.195
46	37 plokk	ehituslubjakivi	2005. a määrus nr 44	aT	36.766
46	39 plokk	kõrgemargiline ehituslubjakivi	2018. a määrus nr 52	aT	285
46	4 plokk	ehituslubjakivi	2005. a määrus nr 44	aT	345.492
46	44 plokk	madalamargiline ehituslubjakivi	2018. a määrus nr 52	aT	0.32
46	45 plokk	madalamargiline ehituslubjakivi	2018. a määrus nr 52	aT	81

Joonis 1.4 Vão lubjakivikarjääri mäeeraldis detailandmed

Kuna asfaltbetooni tehaseid on vastavalt Eesti Taristuehituse Liidu 2022 aasta aruande Asfalt arvudes 2021 [18] alusel 10 tootjal 24 tehist, siis objekti asukohast tingituna on vaja pärida asfaltbetooni segude hindasid. Enamikul suurematel teedeehituse ettevõtetel

on oma asfaltbetoonsegu paigaldusmeeskonnad (ja tehased), aga vajadusel peab küsima hinnapakumist ka asfalkatte ehituseks. Konstruktsioonide nagu sillad ja viaduktid (k.a ökoduktid) ehituseks, kui neid ise ei teostata, tuleb samuti leida alltöövõtja, kes rajab raketised, seob armatuurid ja valab betooni. Peale valutööde on spetsiifilise tööna vaja paigaldada näiteks hüdroisolatsiooni.

Peamisteks alltöövõtjateks teedehituse peatöövõtuga tegelevatel ettevõtetel on tööde järjekorda arvestades:

- projekteerijad – põhiprojekt, tööprojekt, tööjoonised;
- geodeedid – objekti väljamärkimised, mõõdistustööd, teostusjoonised, geodeetiliste punktide ümbertõstmine;
- kõrgtaimestikuga seonduv – raadamine, juurimine ja üksikpuude langetamine;
- kivitööd – äärekivide ja sillutuskivide paigaldus;
- liikluskorraldusvahendid – liiklusmärgid, teekattemärgistus, ohutuspiirded, muutteabega liiklusmärgid ja tablood ning ajutine liikluskorraldus;
- tehnovõrgud – elektrivõrgu tööd, telekommunikatsiooni rajatised, tänavavalgustus, foorid, gaasitrassid, soojus- ja jahutustrassid, ÜVK trassid;
- maastikukujundustööd – haljastus(murukate, puud ja põõsad), välimööbel, aiad ja väravad, loomatõkked ning bussipaviljonid.

Üks tähtsamaid projektdokumentatsiooni osasid on **ehitusgeoloogiline aruanne**. Hinnastamisel on väga tähtis aru saada, mis on ol.ol. tee aluskihtides. Puuraukude aruandest on võimalik välja lugeda katendi paksused, millest sõltub freesimise hinnastamine. Lisaks freesimise hinnale on võimalik ol.ol. teekatte paksuse järgi arvutada välja koefitsient, mille alusel toimub freesimise hinna muutmine sõltuvalt paksusest. See koefitsient on välja toodud peamiselt Transpordiameti hangetes, vähemlevinud on see kohaliku omavalitsuse tee-ehitushangetes. Teiseks saab ehitusgeoloogia puuraukude aruandest võimalik välja lugeda, mis materjalidest on ol.ol. tee ehitatud. Sellest sõltub, kas on võimalik tee aluseid materjale taaskasutada uue tee muldkeha ehitamisel näiteks alumistes kihtides. Vana tee muldkeha materjalidest sõltub ka ehitusloogika ülesehitamine – näiteks, kas need materjalid on ehitustehnika raskust kandvad materjalid või peab ehituseks kasutama spetsiifilisemat tehnikat.

Olulise punktina peab arvestama ka **kooskõlastusi ja tehnilisi tingimusi**. Eriti olulised on need linnatöödel, kus peamiselt tuleb arvestada erinevate maa-aluste trassidega. Levinumad Transpordiameti hangetel on Elektrilevi OÜ, Telia Eesti AS ja Eesti Lairiba Arenduse Sihtasutus ehk ELASA trassidega seotud kooskõlastused. Seoses mõne tee rekonstrueerimisega on vaja tihti ümber tõsta või kaitsta ol.ol. kaableid. Mõne projekti puhul, pigem linnatöödel, on vaja ka ehitada uued trassid, mille puhul on

üldjuhul töövõtja kohustus sõlmida kolmepoolne leping tellija, trassi valdaja ning ehitaja vahel. Sellisel juhul on hankedokumentide juurde lisatud nende lepingute projektid, kus trasside ümberehituseks on eraldi tingimused.

Teistest kooskõlastustest võib välja tuua projekti kooskõlastuse antud teelõigu kohaliku omavalitsusega, Maa-ametiga (kui projekti realiseerimiseks on vaja uusi maa-alasid, mis jäävad väljaspoole ol.ol. teemaa-ala), Põllumajandus- ja toiduametiga (maaparandusobjektid), Keskkonnaametiga, Muinsuskaitseametiga ja kõikide maaomanikega, millega objekt kokku puutub. Sõltuvalt objekti asukohast ja muudest asjaoludest, mis võivad kedagi mõjutada, on kooskõlastusi teisigi (nt. riigikaitset puudutavad).

Kui üldjuhul igasuguste teede laiaulatuslikeks rekonstrueerimiseks või uute teede ehituseks peab koostama eelpool käsitletud projektdokumentatsiooni, siis näiteks ol.ol. katete taastamiseks piisab objekti(-de)le tehnilise kirjelduse koostamisest. Need tehnilised kirjeldused hõlmavad endas samuti ülevaadet lõigu või lõikude hetkeolukorrast, tellija soovitud lahendusest ja tööde kirjeldusest. Sellised tööd ei vaja ehitusluba ja kooskõlastamisi erinevate instantsidega, kuna tööde iseloomu arvestades ei ehitata uut teed. Tehnilise kirjeldusega hangitakse asfaltkatte taastamise (ka kuumtaastamise, novaflex meetodi, rooperemix meetodi), katte pindamise, mustkatete ehituse ol.ol kruusateele või kruusateede taastusremondi töid. Tehnilise kirjelduse koostajateks on üldjuhul Transpordiametis projektijuht, kohalikus omavalitsuses selle teedega tegelev isik, kellel ei pea olema projekteerimispädevust.

1.6 Hinna arvutamine

Kui kõik eelnevalt kirjeldatud dokumendid on läbi töötatud, objekt eelarvestajal enda jaoks selgeks tehtud ja kõik vajalikud sisendhinnad alltöövõtjatelt ja mujalt päritud, saab hakata kõikide tööde maksumusi arvestama. Iga töö hinnastamise aluseks on näiteks Transpordiameti hangetel Teetööde tehnilised kirjeldused, mille alusel tuleb arvestada iga kululoendi real kirjeldatud töö. Kohaliku omavalitsuse hangetel üldjuhul on hankedokumentides kirjas, et kõikide kululoendis kirjeldatud tööd tuleb teostada selliselt, et nende tulemus vastaks kehtestatud normidele ja heale ehitustavale. Hinna arvutamiseks on aegade jooksul olnud erinevaid meetodeid. Kõige lihtsam viis selleks on paber, pliiats ja kalkulaator, mida kasutatakse endiselt aeg-ajalt. Tänapäeva kiiresti arenevas digitaalmaailmas on kandunud kõik arvutused digitööriistadele ja ühest neist saab ülevaate käesoleva töö kolmandas peatükis.

Hinna arvutamisel on kõige tähtsam eelarvestajal välja mõelda, kuidas objektile töid teostada. Selle ümber tekib tööde loogiline järjestatus ja tööplaan. Iga rea juures peab arvestama kõik konkreetse töö jaoks vajalikud otsekulud. Näiteks ol.ol tee rekonstrueerimisel teostatakse ehituseks sobimatu pinnase kaeve. Selle töö hinnastamise näidisenäidiseks võib kasutada järgnevat MS Excelis koostatud tabelit (Tabel 1.1):

Tabel 1.1 Hinna arvutus – Ehituseks sobimatu pinnase kaeve

Ehituseks sobimatu pinnase kaeve			m³		
			1 500		
<u>Materjal</u>	<i>mahumass</i>	<i>tonne</i>	<i>EUR/t</i>	<i>EUR/m³</i>	<i>Kokku EUR</i>
	1,70	2 550	0,00 €	0,00 €	0,00 €
<u>Transport – 8*4</u>	<i>arv</i>	<i>EUR/h</i>	<i>h/päevas</i>	<i>päevi</i>	<i>Kokku EUR</i>
<u>Tunnivedu</u>	5,0	37,00 €	10	3,0	5 550,00 €
	<i>1 auto koormaid/päev</i>	<i>koorem/t</i>	<i>EUR/t</i>	<i>EUR/m³</i>	
	9	18,0	2,18 €	3,70 €	
			Transport	3,70 €	EUR/m³
<u>Töö</u>				Tehnika jõudlus	
			<i>m³</i>	500	
			<i>Päevi</i>	3,0	
	<i>EUR/h</i>	<i>h/päevas</i>	<i>Päevi</i>	<i>EUR/m³</i>	
Ekskavaator	48,00 €	10	3,0	1 440,00 €	
Vastuvõtt - Buldooser	66,00 €	10	3,0	1 980,00 €	
				3 420,00 €	
				<i>Kokku EUR</i>	
	Maksumus		<i>EUR/t</i>	<i>EUR/m³</i>	
	8 970,00		1,34 €	2,28 €	
			Töö	2,28 €	EUR/m³
			Kokku EUR/m³	5,98	

Selle arvutustabeli järgi on hinnastamise peamiseks komponendiks teostatava töö maht – 1500 m³, materjali veoks vajalik tehnika ja töö teostamiseks vajalik tehnika. Kõige tähtsam töö hinnastamise juures on jõudlus ja tuleb arvesse võtta, et tihti on projekteerija või tellija esitatud maht antud kogu objektile, aga näiteks rekonstrueerimisel võib kaevatav profiil muutuda. Lisaks on üldisesse mahtu liidetud näiteks mahasõitude kaeve maht ning seda tööd teostatakse oluliselt madalama jõudlusega. Kõike eelnevat arvesse võttes on kaks võimalust – arvutada iga kaeveprofiili jaoks eraldi jõudlusega ühikhind või arvestada keskmise jõudlusega ja selle järgi leida tööle ühikhind.

Kui iga töö juures on põhitehnikale jõudlus leitud, saab hakata selle ümber tooma arvutusse järgmisi komponente, milleks antud näite puhul on pinnase vedu ja selle vastuvõtt buldooseriga planeerimise näol. Näites on veokiteks valitud korraga 18t mahutavad veokid ehk nendeks on 4*8 veoskeemiga kallurid, mille töötunni hinnaks on arvestatud 37€. Veokite arvu leidmiseks on aluseks võetud maht tonnides ja mahumassiks on arvestatud 1,7 t/m³. Ehitusgeoloogilise aruandest on küll info olemas, mis materjal on ol.ol. muldkehas, aga reaalsus ei pruugi olla vastavuses uuringutega. Seega valitud mahumass peaks olema keskmine, mis kehtib igasugusele pinnasele.

Teine probleem on materjali ladustamise asukoht, mis tihtipeale hanke raames ei ole selge, vaid konkreetsed ladustuskohad leitakse enne töö teostamist projektmeeskonna poolt. Seega peab eelarvestaja hindama võimalikke ladustuskohti kaardilt või objektiga tutvumisel. Praeguse näite puhul on arvestatud, et üks 18 t veok suudab päevas teha üheksa reisi ehk ekskavaatori laetava koguse peavad suutma ära vedada viis veokit. Lisaks on selle tööliigi juurde arvestatud, et veetav ol.ol. muldkeha materjal tuleb ladustuskohas vastu võtta buldooseriga, mis on arvestatud täisajaga tööd tegema.

Näite tabelis on materjali sektsioonis võimalik lisada veetava materjali maksumus – võib olla vajalik, kui ladustamise või utiliseerimise eest tuleb tasuda või tuleb maksta kaevise võõrandamise tasu vastavalt maapõue seadusele [16]. Eriti tähtis on seda tähele panna, kui kaeviseks on turvas, sest seda ei saa kasutada uuesti ehituseks. Üldjuhul tuleb turvas utiliseerida ehk objekti piiridest välja vedada ja vastavalt Keskkonnatasude seaduse §9, selle eest kehtestatud määrale tasuda riigile temale kuuluva maavara kaevandamise, kasutamise või kasutuskõlbmatuks muutmise eest [19].

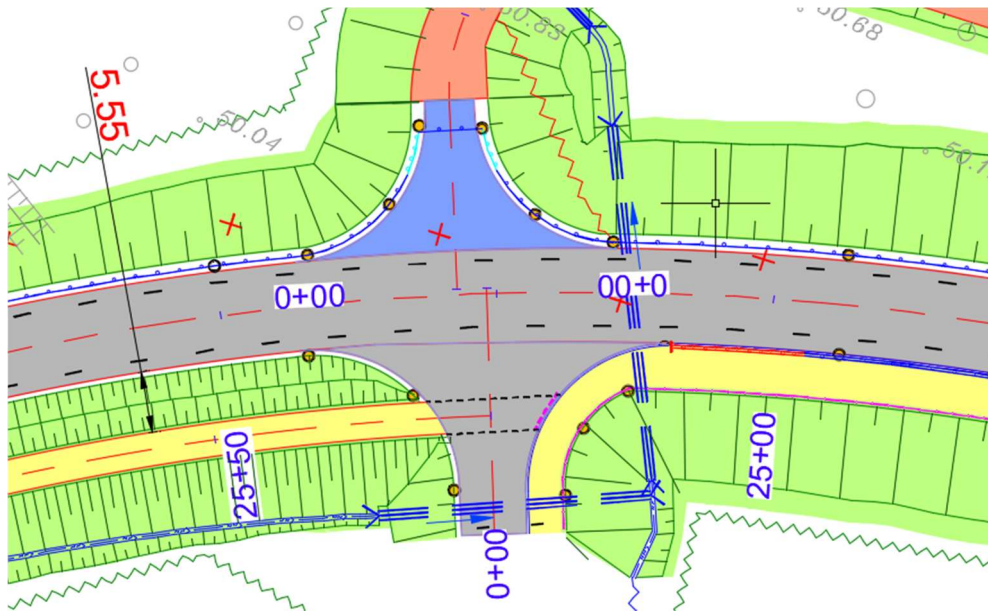
Kui muldkeha ja katendi ehitamisel koosneb ühikhinna arvutus selle töö teostamiseks vajaliku tehnika (üldjuhul 1-4 ühikut), veovahendite ja olenevalt tööst, materjali hinnast ning tööks vajaliku jõudlusega arvestamisest, siis näiteks asfalteerimise puhul on muutujaid rohkem. Alustades materjalist, siis asfaltbetoonsegu maksumuse hinnastamisel, mis moodustab asfalteerimise ühikhinnast ca 80%, on olulisi muutujaid juba kolm – bituumen, tootmiseks kuluv kütus (elekter, gaas, kütteõli) ja pealmise katendi puhul graniitkillustik. Kuna need materjalid ei ole Eestis ühegi ettevõtte jaoks endal olemas, siis sõltuvad kõik pakkujad maailmaturul toimuvast. Näiteks peale Ukrainas alanud sõda kehtestati ulatuslikud piirangud Venemaalt ja Valgevenest tarnitavatele naftasaadustele, mis mõjutasid esiteks bituumeni ja vedelkütuste hindasid ning isegi olulisemalt nende kättesaadavust. Piirangute pakett mõjutas ka graniitkillustiku kättesaadavust. Probleemiks ei olnud niivõrd tõusnud materjali enda hind, kuivõrd transport, sest keelustatud on Vene Föderatsiooni lippude all sõitvate laevade randumine Euroopa sadamates. See tekitas palju probleeme nii asfaltsegu hinna

arvutajatele kui ka pindamise eelarvestajatele, kes pidid leidma uued tarneallikad väga lühikese aja jooksul.

Asfalteerimise ühikhinna teine komponent on tehnika. Eelarvestaja peab tundma kõiki asfalteerimiseks vajaliku tehnikat ja nende hindasid (tunnitöö hind, päeva hind), et erineva iseloomuga töödel neid arvestada. Näiteks laoturite puhul on oluline teada selle laotamisplaadi laiusi – minimaalne, maksimaalne ilma ja koos laiendustega. Samuti on oluline hinnata, milliseid rulle (2,5 t, 4 t, 7 t, 9 t) kasutada erinevatel töödel. Lisaks muu, toetav tehnika – gudronaator, frees, minilaadur, veeauto. Väga tähtis on veokite vajaduse hindamine. Esiteks, millist tüüpi veokid on sobivad – kasti maht, veoki laius (oluline kitsaste kergliiklusteede asfalteerimisel), manööverdamisvõime. Teiseks, kui kaugel on segu tootev tehas. Need kaks komponenti määravad ära veokite arvu, et oleks tagatud pidev asfaltbetooni tarnitus laoturile.

Viimaseks komponendiks on segu paigaldamise jõudlus. Sõltuvalt objektist (ja ka eelarvestajast) saab arvestada paigaldamise jõudlust erinevalt ning kõige olulisem on ära tunda, kus võib segu tarnimisel tekkida kitsaskoht. Nendeks saavad olla objekti tüüp (maantee, parkla, kergliiklustee), õige kallurite valik segu ette andmiseks, tehase võimekus ja laotamise kiirus.

Näiteks kergliiklusteele, mis asub sõiduteest eemal - 5,55 m kaugusel, nagu näidatud joonisel 1.5 (mahasõidust paremal PK 25+50 ja edasi), on võimalik segu transportida kas väikese 6*2 veoskeemiga soolo kalluril (kui laius võimaldab) või laaduriga laoturi kodusse vedades. Sellest tulenevalt on kitsaskoht segu tarne laoturisse, mis tingib laotamise kiiruse (objekti iseloomust tulenev ja kallurite valik). Vaadates sama joonist, aga mahasõidust paremale, PK 25+00 ja tagasi, tekib teine takistus – sõidutee ja kergliiklustee vahel on äärekivi ja muldkeha läheb kõrgemaks. Kallurite mõistes ei ole oluline, milliseid kasutada, kuid segu ette andmiseks laoturisse peab kasutama kas minilaadurit (aeglane tulenevalt liikumiskiirusest ja kopa suurusest) või kasutada ekskavaatorit, mis laeb segu kalluri kastist sõiduteelt või laotamiskiiruse maksimaalseimaks tõstmiseks kasutada eelsöötjat, mis tagab kallurite kiire mahalaadimise ja konstantse segujoa laoturi kodus.



Joonis 1.5 Objekt 1 – Kergliiklustee asfalteerimine

Teise vastandina jõudluse kohalt saab tuua maantee asfalteerimisel, kus kitsaskohaks on laotamise kiirus ja võib olla tehase tootlikus. Eelarvestamise mõistes tuleb siinkohal arvestada esiteks laoturi liikumise kiirust, milleks ideaaltingimustes on 5 m/min. Selle alusel saab välja arvutada, mitu tonni segu peab tehas tootma tunnis (Valem 1.1) ja mitu veokit on vaja asfaltbetooni tarnimiseks, et ei tekiks seisakut.

Näiteks:

- laotamise kiirus: 5 m/min;
- asfaldi paani laius: 4 m;
- segu kihi paksus: 5 cm;
- segu kulunorm: 25 kg/m².

$$\text{Tunnis segu vajadus} = \frac{\text{Laotamise kiirus} \cdot \text{Paani laius} \cdot 60 \text{ minutit} \cdot \text{kulunorm} \cdot \text{kihi paksus}}{1000} \quad (\text{Valem 1.1})$$

$$\text{Tunnis segu vajadus} = \frac{5 \cdot 4 \cdot 60 \cdot 25 \cdot 5}{1000} = 150 \text{ t/h}$$

Antud asfaltbetoonsegu vajadus aga ei näita, millise suutlikkusega peaks olema tehas, kuna näiteks 160 t/h nominaaltootlikkusega tehas, suudab äärmisel juhul ideaalsetes tingimustes antud koguse toota. Ideaaltingimuseks on eeskätt kuiv puistematerjal (veesisaldus kuni 2%) ja stabiilselt soe (+15°C ja rohkem) välistemperatuur. Iga väiksema edasine takistus või häiring on oluline mõjutegur hinnastamisel, millega eelarvestaja peab arvestama.

Kõik eelnevalt kokku arvatud kulud annavad töö otsekulu hinna. Niisamuti on võimalik arvutada välja kõikide kululoendi ridadele ühiku hinnad ja antud juhul on see üks võimalike viise seda teha. Erinevatel eelarvestajatel võib neid viise olla erinevaid ja näites

toodud tabelleid võib olla erinevatel kujudel. Põhiline on, et eelarvestajal oleks endal selgus, milliseid kulusid ta mingi töö juures arvestab.

Lisaks otsestele kuludele peab lõplik töö ühikhind sisaldama ka muid, kaudseid kulusid, mida ei ole kululoendis otseselt välja toodud, aga on vaja kõikide tööde teostamiseks. Nendeks võivad olla projekti juhtimisega seotud kulud – projektijuhi, objektijuhi, töödejuhi, tööliste ja muu objekti juhtiva personali töötasud, transpordi kulu jne. Peale selle on veel ettevõtte üldkulud ja kasum, mis arvestatakse kõikide kululoendiridade ühikhindadesse. Nii kujunebki projekti kogumaksumus.

1.7 Vormistus

Kõige viimase protsessina eelarvestuses, enne pakkumuse esitamist hankele, tuleb eelarvestajal üle vaadata dokumentide vormistus. Üheks tähtsamaks osaks sellest on kululoendi valemite kontroll. Tihti on hankijad ette andnud kululoendid MS Exceli tabelitena koos sisestatud valemitega, aga need tuleb kindlasti üle kontrollida, sest esineda võib vigasid ja vigaste valemite tõttu ei tule pakkuja hinnapakumine õige. Tähtis on jälgida, et eelnevalt kokku arvatud ühikinnad ja summad oleksid vastavuses.

Teine punkt, mida jälgida, on see, et kõik kululoendi ühikhinna read oleksid õiges vormingus. Üldjuhul on hankedokumentidesse sisse kirjutatud, et ühikhinnad peavad olema esitatud kaks kohta peale koma ehk ühe sendi täpsusega.

Kolmas punkt, mida peab jälgima, on see, et kõik kululoendi read oleks täidetud. Seda viga ei tehta küll väga tihti, aga on olnud juhuseid, kus kellegi esitatud pakkumus ei vasta vastavustingimustele, kuna mõnile kululoendi reale ei ole esitatud ühikhinda. Näiteks võib tuua, et tühjaks on jäetud freesimise hinnamuutuse ühikhinna rida.

Peale kululoendi peavad korrektselt olema täidetud ka kõik teised hankedokumentid. Väga täpselt peab jälgima tingimusi, mida tellija on esitanud ja vastavalt sellele täitma need õige informatsiooniga.

Näide töö autori isiklikust kogemusest 2022. aastal toimunud riigihanke Riigiteel nr 11154 Tagadi-Kurtna asuva Rail Baltica maanteeviadukti ehitamisest, kus koostati madalaima hinnaga pakkumine, mis oli hindamise aluseks, aga kvalifitseerimistingimuste kontrollimisel tuli välja, et ühe tingimuse vastu oli eksitud. Hanketingimustes oli nõue finantssuhtarvule (varade ja omakapitali suhe), mis pidi pakkujal olema vähemalt 1. Pakkumises esitati suhtarvuks 1, mis oli aga ümardatud 0,98-st ehk selle järgi ei vastanud pakkumine kvalifitseerimistingimustele. Selle

eksimuse tulemusena pakkumine lükati kõrvale ja hanke võitjaks kuulutati teisena madalama hinnaga esitatud pakkumine.

Kõige viimase punktina peab riigihangete registrisse sisestama hindamiskriteeriumite ja hinnatavate näitajate alla nõutavad tingimused. Üldjuhul on selleks tingimuseks pakkumuse hind, aga näiteks Transpordiameti korrashoiu hangetel, kus hind moodustab kogupakkumisest 80%, annab hindamispunktidele 10% baasautode vanus, 5% täiendavalt rakendatavate baasautode ja/või teehöövliste arv üle kvalifitseerimiseks sätestatud miinimumnõude ja 5% kahe teemeistri varasem töökogemus.

Kui kõik eelnev on täidetud, siis peab pakkumuse allkirjastama ettevõtte ametlik esindaja (juhatuse liige, isik B-kaardilt) või volitatud esindaja, kelle ettevõtte juhatuse liikme allkirjastatud volikiri tuleb samuti lisada pakkumuse juurde, lisadokumentide alla. Kõige viimase asjana peale pakkumuse allkirjastamist peab pakkumuse esitama. Näitena autori enda kogemusest saab tuua juhtumi, kus hooletusest jäi pakkumus esitamata Riigitee 1 Tallinn–Narva km 184,7-187,5 Sillamäe linna lõigu ümberehituse hankele, kuigi pakkumus oli täielikult vormistatud ja allkirjastatud.

2. TAKISTUSED EELARVESTAMISEL JA NENDE MÕJU HINNAPAKKUMISELE

Esimeses peatükis antud ülevaade peamistest protsessidest eelarvestamisel on põhimõtteliselt iga hanke puhul samad. Käesolevas peatükis tuuakse välja suuremad takistused, mis võtavad põhilise osa ajast hinnapakumise koostamisel.

Väga oluline on läbi töötada kõik hankele esitatud dokumendid, sest iga väiksema detaili võib avaldada suurt mõju hinnale. Eelarvestaja üks põhiülesandeid on igasuguste vastuolude, küsitavuste ja projektivigade tuvastamine hankemenetluse käigus ning nendele selgituste ja täpsustuste küsimine tellijalt. Eraldi on vaatluse all hankedokumentidega seotud asjaolud ja objekti projektdokumentatsiooniga seotud takistused, vastuolud ja hinnamõjutajad.

2.1 Kvalifitseerimistingimused

Kõige esimeste dokumentidena, et aru saada, kas ettevõttel on üldse võimalus hankel osaleda, peab läbi töötama kvalifitseerimis- ja vastavustingimused. Ei ole harukordne, kui hankija on seadnud tingimused, mis on ebasproportsionaalsed võrreldes hangitava objekti suurusega ja selle eeldatava maksumusega. Näiteks kvalifitseerimistingimuseks on seatud, et pakkuja peab olema hanke avaldamise kuupäevast eelneva teatud aja jooksul teostanud mingis mahus töid, mis arvestades hanke objekti, on poole suuremas mahus. Sellisel juhul on pakkujal õigus tellijalt küsida selgitust ja paluda nõude vähendamist selliselt, et see oleks samas proportsioonis hankeobjekti mahuga.

Konkreetse näitena saab välja tuua hetkel hankemenetluses oleva Rail Baltica Raplamaa põhitrassi raudteetaristu I etapi ehitustööde kvalifitseerimistingimuse muutmise, kus tehnilise ja kutsealase suutlikkuse nõudeks oli esialgu tellija seadnud, et pakkuja peab riigihanke algamisele eelneva 60 kuu jooksul olema nõuetekohaselt täitnud vähemalt ühe raudteel asuva või avalikult kasutataval teel asuva silla või viadukti või tunneli või ökodukti ehitustöö lepingu, mille raames püstitati või rajati sild või viadukt või tunnel või ökodukt pikkusega vähemalt 50 meetrit. Tellijale tehti ettepanek muuta kvalifitseerimistingimusi madalamaks, et tõsta konkurentsi. Tingimuse langetamise aluseks saab võtta asjaolu, et antud projekti raames küll ehitatakse seitse rajatist, aga ükski neist ei ole pikem, kui 30 meetrit. Tellija oli tehtud ettepanekuga nõus ja uueks kvalifitseerimistingimuseks seati, et pakkuja peab riigihanke algamisele eelneva 60 kuu jooksul olema nõuetekohaselt täitnud vähemalt ühe raudteel asuva või avalikult kasutataval teel asuva silla või viadukti või tunneli või ökodukti ehitustöö lepingu, mille

raames püstitati või rajati sild või viadukt või tunnel või ökodukt pikkusega vähemalt 30 meetrit.

Sama hanke raames tehti ettepanek muuta teist tehnilisele ja kutselisele suutlikkusele esitatud nõuet, et pakkuja peab riigihanke algamisele eelneva 60 kuu jooksul olema nõuetekohaselt täitnud vähemalt ühe avalikult kasutatava tee ehitustöö või avaliku raudtee ehitustöö lepingu, mille raames ehitati muldkeha vähemalt 300 000 m³. Kuna antud projekti raames teostatakse muldkeha ehitamise töid isegi suuremas mahus, kui on nõue, siis seda tingimust ei muudetud.

2.2 Hankelepinguprojekt

Hankelepingu läbitöötamisel tuleks esimese asjaoluna hinnata, kas tellija etteantud tähtajaga on võimalik töid teostada. Eelarvestaja ülesanne on juba enne objekti hinnastamist aru saada, kas tellija ette antud aja raames on ka reaalne tähtaegadest kinni pidada. On lepinguid, kus tellija soovib väga lühikese tähtajaga teostada väga suures mahus keerukaid töid. Teine samalaadne probleem on lühikesed vahetähtajad.

Näiteks hetkel Tallinna linnas ehitatava Jõe ja Pronksi tänava rekonstrueerimise projekt, kus hanke ajal esitatud küsimustest tingituna muudeti korduvalt hanke alusdokumente, mille tulemusel muutus pakkumuste esitamise tähtaeg. Hankelepinguprojektis oli vahetähtaegadena sätestatud konkreetsed kuupäevad, milleks pidid osad tööd valmis olema, aga hilisemast hanke esitamise tähtajast sõltuvalt muutus osadest vahetähtaegadest kinnipidamine ebareaalseks. Pakkuja ülesanne siinkohal ongi juhtida sellistele asjaoludele tellija tähelepanu, et projekti realiseerimise ajal oleks võimalik tähtaegadest ka päriselt kinni pidada.

Teise asjaoluna saab välja tuua kahetimõistetavused ja vastuolud. Pakkuja ülesanne on selliste tingimuste kohta esitada küsimusi ja teha ka muudatusettepanekud, et enne hanke esitamist oleksid kõik lepingupunktid nii tellijale kui töövõtjale üheselt arusaadavad. Hilisemate pretensioonide korral on juba tellijal eelis nõuda lepingu tõlgendamist tema nägemuse järgi. Vastuolude puhul võib lepingus olla sätestatud üks tingimus, aga mõni teine dokument jällegi prevaveerib selle. Et vältida hilisemaid vaidlusi, on pakkuja kohustus tellijat teavitada.

Näiteks Riigitee nr 49 Imavere – Viljandi – Karksi-Nuia km 53,996-58,871 asuva Viljandi – Loodi lõigu rekonstrueerimise hankemenetluse ajal esitatud täpsustus - Pakkuja küsimus: Hankelepingu projekt punkt 2.7 sätestab: „Töövõtja ehitustööde ajal arvestab, et laboratoorsete vastuvõtukatsete eest tasub Tellija hankega väljavalitud laborile, IRI,

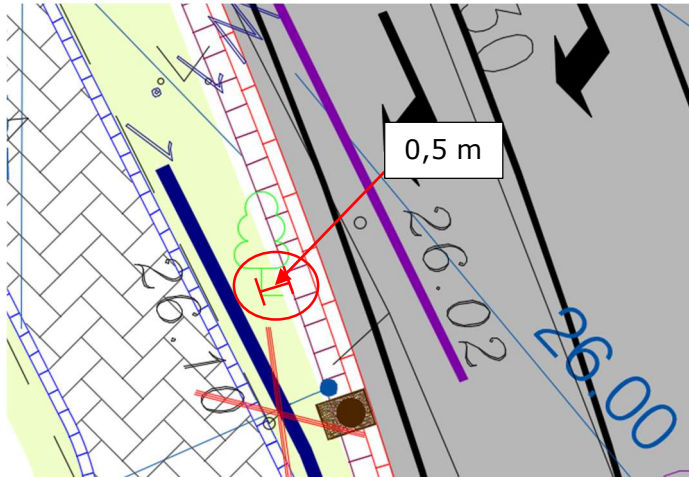
haardeteguri, plaatkoormuse, maaradariga mõõtmised ja asfaltkatte algroopa mõõtmised tellitakse ja tasustatakse Töövõtja poolt." Teetööde tehnilise kirjelduse eritingimused punkt 1.2.1 sätestab: „Kõik labori ja katsetustega seotud kulud katab Tellija v.a. IRI, haardeteguri ja maaradari mõõtmised. Plaatkoormuse ja algroopa mõõtmised siin sätestatud ei ole. Palun dokumentides üheselt sätestada, kes ja mille eest tasustab. Mõistlik oleks käsitleda antud teemat vaid ühes dokumendis või kui on tarvis mõlemas, siis kasutada identseid sõnastusi.“ Tellija nõustus ettepanekuga ja muutis riigihanke alusdokumendid ühtseks.

2.3 Projektide kitsaskohad

Kõige ajamahukamaks tööks kogu eelarvestuse protsessi juures on projektdokumentatsiooni läbitöötamine. Sellest olulisim on tellija esitatud kululoendi mahtude kontroll. Praktika on näidanud, et need tihtipeale ei vasta joonistele ja projektis esitatud mahuloenditele. Eelarvestaja ülesanne on aru saada, kuidas projekteerija on mahud arvestanud. Üks sagedasemaid vigasid, mida mahtude kontrollimisel leida võib, on see, et mahtusid on üle arvestatud ehk mahud on antud varuga ja realselt sellises mahus töid ei teostata. Esmapilgul see ei tundu oluline, kuna enamus teedeehitustööde lepingud on ühikhinna baasil lepingud ehk töövõtjale tasutakse tegelikult teostatud tööde eest, mitte kululoendi mahtude põhjal. See aga tähendab, et vähem teostatud mahtudelt jääb töövõtjal saamata kaudsete kulude osa – ettevõtte üldkulud, kasum ja kõik muud kulud, mis on ühikhindadele juurde arvestatud lisaks otsekuludele.

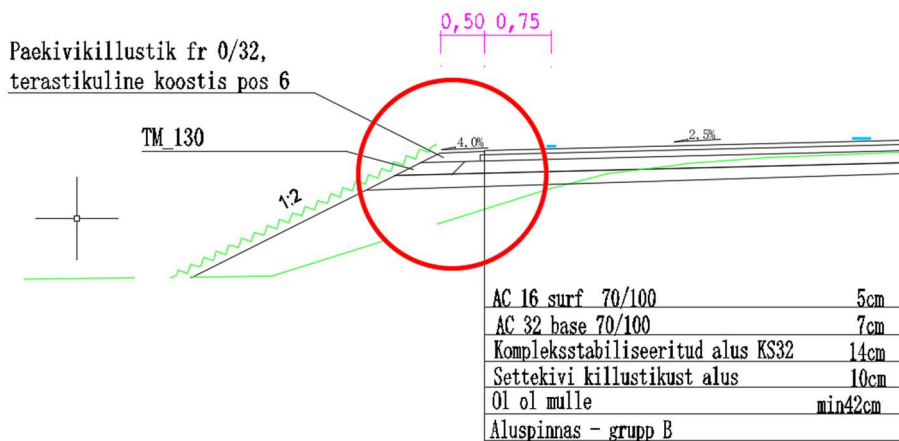
Teise asjaoluna saab välja tuua projektlahendus vs. tegelikkus. Eelarvestaja ülesanne on ka objektiga tutvumine, et vältida hilisemaid pretensioone, et pakkuja ei olnud objekti olukorraga kursis. Olulisem on see just linnaobjektidel, kus ehitusele võib ette jääda erinevaid rajatisi, puid vms. Maantee ehitusel taolisi takistusi esineb vähem. Plaanilahendusel mahub tee katend küll ära, aga ei ole arvestatud, et alumised katendikihid ja muldkeha peab ehitama laiemalt.

Näitena siin võib tuua säilivate puude lähedal ehitamise, kus joonisel on puu ühe punktina ja näiteks äärekivi koos katendiga on projekteeritud puu vahetuse lähedusse. Hinnastamise mõistes tundub vähetähtis asjaolu, aga siiski peab seda arvesse võtma kaevetehnika aevestamisel ja ressursside valikul. Joonisel 2.1 toodud näitel on vajalik, et kaevetehnika juures oleks töömees, kes käsitsi teostab puujuurte ümber pinnase eemaldamise, vältides puujuurte vigastamist.



Joonis 2.1 Objekt 2 - Puu ja murukaitseplaadi vahel vaba ruum ca 0,5 m

Järgmise asjaoluna projekti kitsaskohtadest saab välja tuua ehitustehnoloogiast. Üsna tihti tuleb ette projektlahendusi, kus projekteerija ei arvesta ehitustehnoloogiaga. Heaks näiteks on stabiliseeritud kihi ja selle aluse tehnoloogilise vahekihi ehitamine (Joonis 2.2). Kuna kululoendis esitatakse stabiliseerimistööd ja tehnoloogilise vahekihi mahud eraldi, siis justkui peaks need kihid eraldi ehitama. Reaalsuses seda siiski nii ei ole mõistlik teha, et paigaldatakse kõige pealt tehnoloogiline vahekiht näiteks 5-10 cm paksuselt ja siis eraldi selle peale stabiliseeritava kihi killustiku. Selliselt töid teostades on see esiteks rahakulukam ja teiseks, mis isegi olulisem – ajakulukam. Üldjuhul kihipaksused lubavad nii tehnoloogilise vahekihi killustiku kui stabiliseeritava kihi killustiku paigaldada ühes kihis. Probleemiks on, et stabiliseeritav kiht on projekteeritud kitsamalt ehk kui ehitada killustiku kihid tehnoloogilise kihi laiuselt, tekib stabiliseeritava kihi killustiku osas ülekulu, mida tellija ei kompenseeri.

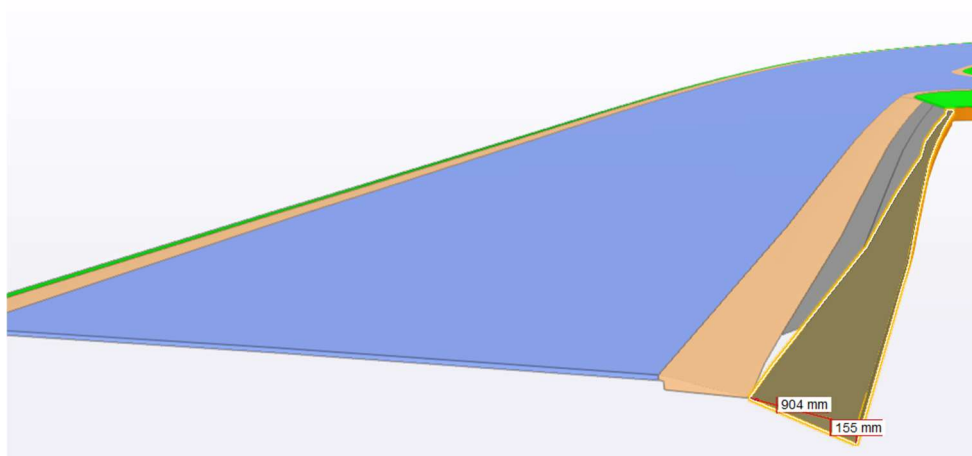


Joonis 2.2 Objekt 3 - Tee ristlõige – KS32 kiht kitsam võrreldes settkivimi kiilustikust alusega.

Lisaks sellele näitab antud ristlõige ära teise tehnoloogilise kitsaskoha TM_130 materjali paigalduse näol peenraste. Lahendusena võiks stabiliseeritava konstruktsioonikihi materjalid välja ehitada ka peenra alla, aga stabiliseerimistööd teha projektse laiuslega.

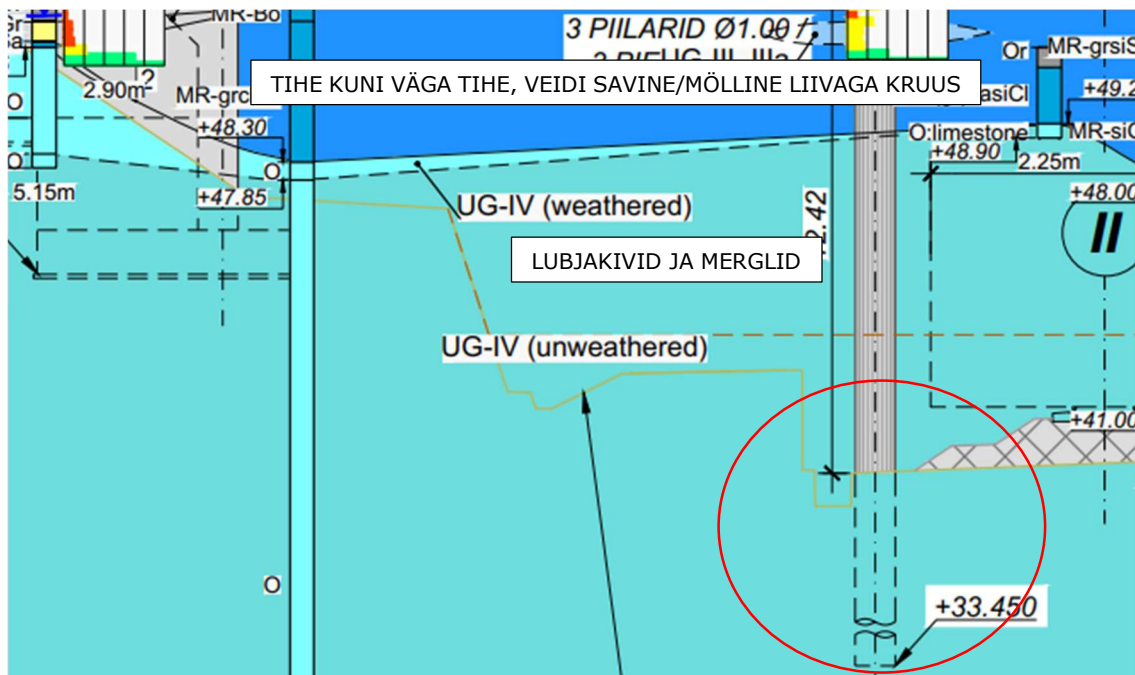
Esiteks sellisel kujul ehitamine on odavam, kui paigaldada eraldi kihina TM_130 materjal peenralaoturiga ja teiseks palju aegasäästvam.

Viimastel aastatel ja tulevikus nõutakse järjest enam mudelprojekteerimist. Siiani läbitöötatud projektides leidub samuti selliseid lahendusi, mida ehitustehnoloogiliselt on keeruline või ei ole mõistlik teostada. Üldjuhul sellised tööd ei ole mahtudelt suured ja ei mõjuta projekti maksumust märkimisväärselt, siis hilisem selliste mahtude tõestamine teostusmõõdistusega on komplitseeritud. Näitena saab tuua sellised kohad, kus püütakse väikeses koguses kohaliku materjali kasutada teeäärsete kitsaste ribade täitena (Joonis 2.3). Antud näite puhul oleks mõistlik sellised ribad täita näiteks kasvupinnasega, mis oleks odavam ja jällegi töö väiksema ajakuluga.



Joonis 2.3 Objekt 4 – Tee servas 90 cm lai ja 15 cm paksune riba, mis on kiiluna

Järgmise kokkuhoiukohana saab välja tuua rajatiste üledimensioneeritud lahendused. Näiteks Rail Baltica rajatiste puhul on esialgsed viaduktide ja ökoduktide lahendused üsna suure varuga projekteeritud. Siiski on tellijale antud mõista, et sellised lahendused on ebamõistlikud ja pakujatele on antud võimalus neid tööprojektiga etteantud piirides muuta. Lihtsama näitena võib tuua vaialahendused, kui aluspinnaseks on paekivi, aga on projekteerinud sügavale paekivisse puuritud kandevaiad (Joonis 2.4). Selle asemel saab teostada paepinnale valatud madalvundamendi lahenduse. Pakutud lahendus on rahaliselt säästlikum ja teostatav väiksema ajakuluga.



Joonis 2.4 Objekt 4 – Vaiad projekteeritud paepinnasesse, paepinnase algus kõrgusmärgil 48,60
 Järgmine näide ilmestab hästi olukorda, kus eelarvestajal võiks olla head teadmised erinevate pinnaste omadustest ja oskus hinnata ehitusgeoloogilises aruandes välja toodud pinnaste omadusi ja parameetreid.

Ühes Rail Baltica viadukti ehituse projektis oli projekteerija ette näinud pinnase parendamise lahenduse vertikaaldrenaaži näol. Aluspinnasteks on ehitusgeotehnilise uuringu järgi viadukti pealesõidurampide all keskmiselt 0,5 m kasvupinnast, 1,5-3 m peenliiva ja sellest allpool kuni 12 m sügavuseni pealispinnast savi. Projektlahendus nägi ette vertkaaldreenide paigaldamise savisse kuni 12 m sügavuseni, kus peale ehitatav muldkeha kõrgus on 3-11 m. Dreenide eesmärk on kiirendada savipinnase konsolideerumist. Lisaks oli projekteerija ette näinud tugevate(ja ka kallite) geovõrkude paigaldamise kõrge muldkeha alla:

- 2-7 m kõrguse muldkeha alla ühes kihis 600 kN/m tõmbetugevusega geovõrk;
- 7-9 m kõrguse muldkeha alla 600 kN/m tõmbetugevusega geovõrk kahes kihis;
- 9-11 m kõrguse muldkeha alla üks kiht 600 kN/m ja teine kiht 800 kN/m tõmbetugevusega geovõrk.

Kuna pakkujatel ei olnud kohustus projektse lahenduse järgi töid teostada, siis sai otsitud alternatiivne, odavam lahendus. Vaadati üle ehitusgeoloogiline uuring, millest tuli välja, et pinnast 1,5-7 m asetsevad kõrge plastsusega möll ja savi, mille proovide veesisaldus on vahemikus 30-80% ning 7-12 m sügavusel keskmiselt liivane, madala plastsusega möll, mille proovide veesisaldused on alla 20%. Eelarvestamisprotsessi käigus tehtud kontrollarvutuste tulemuste alusel sai tehtud otsus, et arvestatakse ikkagi vertikaaldreenidega, aga paigaldatakse need kuni 7 meetrini ol.ol.-st pinnast.

Teise kokkuhoiukohana kontrolliti geovõrkude lahendust. Selleks konsulteeriti geovõrke pakkuva ettevõttega, kes hindas projekteerija lahenduse üle ning esitas omapoolse ettepaneku, mis tugevusega geovõrke, millise muldkeha kõrguse juures kasutada. Koos alltöövõtja hinnapakumisega esitati ka arvutused, mis tõestasid pakutud geovõrkude lahenduse pädevust sellel objektil. Lisaks hankes arvestatud lahendustele olid kaalutlusel ka pinnase mass-stabiliseerimine ja savipinnase väljakaevamine ning selle asendamine sobivate täitematerjalidega, aga need osutusid pakkumuses arvestatud lahendusest kallimaks. Võrreldes projekteerija lahenduse maksumust ja hankesse pakutud lahenduse maksumust, siis eelarvestatud hind oli ca. 35% odavam.

Veel võib näitena tuua olukorra, kus tellija oli kululoendis ette andnud freesitava kihi paksuseks 10 cm. Lisaks oli kululoendis rida, mille alusel tellija kompenseerib töövõtjale freesitava kihi paksuse muutumisel töö kallinemise. Eelarvestamise käigus töötades läbi ehitusgeoloogilise uuringu puuraukude profiile selgus, et ol.ol. asfaltkate on peaaegu kogu rekonstrueeritava lõigu ulatuses kaks korda paksem. Selle informatsiooni alusel pakuti freesimise hinnaks esitatud esiteks reaalsest töö tegemise hinnast kõrgem ühikhind ja lisaks tõsteti kallinemise koefitsient reaalsest arvutuslikust poole kõrgemaks. Sellega tekkis ühe kululoendi real pealt rahaline võit, mille tulemusel oli võimalus teisi ühikhindasid langetada.

Viimane näide puudutab ol.ol. tee alt väljakaevatava pinnase omadusi. Projekteerija oli seletuskirjas välja toonud, et ehitaja võib kasutada seda pinnast uue tee laiemaks ehitamisel, kui ol.ol. muldkeha pinnase peenosise sisaldus on võrdne või alla 5%. Ehitusgeoloogilise uuringu analüüsi tulemusena selgus, et puurkehast tehtud proovidest vastasid sellele nõudele ainult üksikud. Arvestades, et kaevetööde käigus on väga keeruline eraldada erinevate omadustega materjale, siis pakkumise koostamise käigus sai otsustatud võtta kaalutletud risk, et ol.ol. muldkeha materjalist võetavad proovid ei vasta projekteerija esitatud nõuetele. Kuna projekteerija arvestatud muldkeha ehitamine kohaliku pinnasega kululoendi rida oli suure mahuga ja mõjutas oluliselt pakkumuse hinda, siis ühikhinna langetamisel tekkis sellest oluline võit. Selle asemel peab uue muldkeha ehitama juurdeveetava pinnasega ja hanke kululoendis oli ka selline rida olemas, aga mahult marginaalne. Hankesse sai see töö pakutud kõrgema hinnaga, mis objekti lõpphinda suuresti ei mõjutanud, aga tegeliku töömahu suurenemise tõttu oli selle kululoendi rea pealt võimalik teenida kasumit.

Eelpooltoodud 9 näidet on üksikutest projektidest väljavõtted, aga annavad hea ülevaate sellest, millega eelarvestajad puutuvad igapäeva töös kokku. Suurimat mõju hinnale avaldavad siiski mahuvead ning õigete ühikhindade esitamisega hankes saavad pakkujad endale tekitada eelise teiste ees, kes projektdokumentatsiooni ei ole samasuguse täpsusega analüüsinud. Sellest kõigest tulenevalt peaks hea eelarvestaja

omama projektijuhti, objektijuhti, teetöölise, asfalteerija, geoloogi, geodeedi, liikluskorralduse spetsialisti, tehnovõrkude spetsialisti ja maastikukujundaja baastadmisi. Lisaks sellele ka teadmisi, mis võimaldavad hästi orienteeruda riigihangete seaduses ja kõikides hankedokumentides.

3. HINNA ARVUTAMINE – PABERIL, EXCELIS VÕI ALTERNATIIV?

Kuna Eesti teedeehituse hangetel on olnud siiani peamiseks hindamiskriteeriumiks madalaim hind, siis selles peatükis antakse ülevaate ühest tööriistast, mida kasutatakse objekti hinnastamiseks. Enne arvutite tulekut käis hinna arvutamine paberil ja peamine abivahend oli kalkulaator. Käesoleval sajandil arvutiprogrammide arengutest tingituna toimub see üldjuhul tabeliprogrammides – MS Excel vms. Selle lõputöö üheks eesmärgiks on välja selgitada, kas alternatiivne, spetsiaalselt teedeehituse eelarvestamiseks mõeldud, tarkvara muudab eelarvestaja tööd efektiivsemaks või on mõistlik jätkata juba harjutud MS Exceli arvutustabelitega. Selleks tehti uuring turul pakutavatest toodetest, et välja selgitada, kas on üldse olemas eelarvestamiseks spetsiaaltarkvara.

3.1 Uuring

3.1.1 Lähteülesanne

Uuringu eesmärgiks oli leida tööriist, mis aitaks igapäeva töös vähendada eelarvestaja tehtavat manuaalset tööd nagu arvutustabelite ettevalmistus, nende koostamine ja vormindamine. Tähtis oli leida programm, milles on need toimingud juba ette ära tehtud, eelarvestaja ülesandeks peab jääma ainult tellija etteantud kululoendist informatsiooni laadimine tarkvarasse. Sellise toote kasutuselevõtu peamine eesmärk on vähendada arvutamisele kuluvat aega ja arvutustes võimalike tehtavaid vigasid ning peab olema võimalik kiiresti analüüsida hinnapakkumist. Viimase all on mõeldud seda, kuidas jagunevad erinevad kulud, kui suur on nende osakaal pakkumises (nt. materjalide transport või hind). Uuringu kriteeriumitena toodi välja, millisele turule (riik või region) on antud toode suunatud, millisele ehitusharule on see suunatud, kas tootel on üldse eelarvestamise võimekus, toote rahaline kulu ning mis keskkonnas ja kuidas toode töötab.

3.1.2 Tulemused ja valiku otsus

Kokku analüüsiti 20 toodet, mis on seotud ehitusega. Asukoha suunitluse järgi jagunesid need:

- Eesti turule ja mujale – 6 toodet;
- USA - 7 toodet;
- Suurbritannia – 3 toodet;

- Singapur – 1 toode;
- Kanada - 1 toode;
- Muud regioonid – 2 toodet.

Ehitusharud:

- hoonetehitus – 9 toodet;
- teedehitus – 7 toodet;
- elektriehitus – 1 toode;
- tehnika rent ja haldus – 3 toodet.

Eelarvestamise võimekus nendest on neljal tootel, millest kaks on ainult teedehituse harule. Nendeks on Ameerika Ühendriikides arendatud B2W Estimate ja HCSSi Heavy Bid. Mõlemad programmid on oma põhimõttelt samalaadsed ja samas hinnaklassis, tööriistad on pilveteenusepõhised ja ei vaja kasutaja omapoolset serverit. Lisaks peale eelarvestamise võimekuse on mõlema programmi loojatel veel nende portfellis erinevaid teedehituse efektiivsuse tõstmiseks mõeldud tööriistasid nagu projektijuhtimise tarkvara; kogu ettevõtte opereerimise ja jälgimise tarkvara; keskkonna ohutuse, töötervishoiu ja ohutuse jälgimise ning inspekterimisega seotud tarkvara; tehnikapargi haldamise tarkvara, mis saavad omavahel olla ühenduses.

Proovides mõlema programmi prooviversioone, siis katsetamiseks igapäevatöös sai valitud HCSSi Heavy Bid, kuna see tundus lihtsam ja selgem võrreldes B2W programmiga. Lisaks andis Heavy Bidile väikse eelise asjaolu, et nende arendused võimaldavad tarkvara kasutada ka väljaspool Ameerikat – näiteks mõõtühikute süsteemi sai muuta ameeriklaste imperiaalsest süsteemist Eestis kasutatavasse rahvusvahelisse SI süsteemi, samuti valuuta ühikud dollarist euroks.

3.2 Heavy Bid ja selle ettevalmistus kasutamiseks

HCSSi(Heavy Construction Systems Specialists) näol on tegemist Ameerikas 1986 aastal loodud ja sellest ajast just teedehitusele suunatud tarkvara arendajaga. Ettevõtte eesmärk on aidata ehitajatel oma äri teostada efektiivsemalt. Nende eelarvestuse programmi Heavy Bid eesmärgiks on vähendada tööks kuluvat aega ja suurendada võiduvõimalusi. Seda kasutab üle 50 000 eelarvestaja ja eestlase jaoks ehk tuntum on näiteks Skanska [20].

Et üldse alustada selle programmi kasutamist ja mõistmaks, kuidas selles opereerida, tuleb esmalt läbida 10 neljatunnist koolitust. Nende raames tutvustab HCSSi koolitusspetsialist esmalt kogu programmi väljanägemist. Antakse ülevaade tööpõhimõttest ja seejärel tutvustatakse tööriista võimalusi ning näidatakse erinevaid

funktsioone. Pärast üldist ülevaadet toimub praktiline osa, kus eelarvestajad koos koolitajaga hakkavad looma täpselt ettevõtte jaoks sobiliku eelarve põhjamalli, mis võetakse iga uue projekti hinnastamisel aluseks.

Põhjamalli ja iga uue eelarve koostamist alustatakse **projekti informatsiooni sisestamisega** (Joonis 3.1) – eelarve nimi, projekti nimi koos täienduste või täpsustustega ja asukoht kaardilingina.

Joonis 3.1 projekti informatsioon

Lisaks on võimalik määrata eelarves:

1. objekti asukoht koordinaatidega;
2. põhjamalli on võimalik koostada erineva tööajaga n.ö. kalendreid, kui näiteks mõne objekti spetsiifikast tuleneb selle vajalikkus (nt. töid tohib teostada ainult öösti, nädalavahetusel jne.) (Joonis 3.2);

Joonis 3.2 Tööaeg

3. vahetuse pikkus (kui ei ole kalendris sätestatud);
4. üle normaaltundide töötamise reeglid;
5. töötajatele makstav kompensatsioon ületundide eest;
6. eelarve koostaja;
7. võimalik sätestada erinevatele kulukohtadele maksumäärasid – näiteks alltöövõtjate pakkumistelt võetakse automaatselt 5% hinda vähemaks.

Heavy Bidi üks omadusi on, et programmi on võimalik sisestada kõikvõimalik ehituseks vajaminev ressurss, kus süsteemiüleselt on võimalik määrata ära erinevad **inimtööjõu tasud** (Joonis 3.3). Kuna ettevõttes võib olla erineva tasustusega töötajaid, siis näiteks erinevate valdkondade töötajatele on võimalik sätestada erinevaid töötunni tasusid kui ka päeva või kuu tasusid. Programmis on võimalik väga detailselt ühe töötaja tunnitasu kokku arvestada ehk saab määrata põhipalga, sellele lisada erinevaid maksuprotsente, ületunnitasumäärasid, tööriiete ja transpordi kulud jne ning nendest kujuneb tunnitasu, mis on ettevõttele kogukulu iga töötaja pealt pakkumises. Samuti saab määrata projektmeeskonna erinevate liikmete tasud. Nagu tööliste puhul, koosneb näiteks projektijuhi kuu kulu erinevatest osadest – palk, riigile makstavad maksud, kommunikatsiooni- ja transpordivahendite kulud jne.

Lab...	Description	Rate	Unit	Tax % >>	Fringe_ >>	OT Rule >>	Total
	TÖÖMEHED	0.00		0.00	0.000		0.00
L01	Töömees - Ehitus	25.00	MH	0.00	0.000		25.00
L06	Töömees - Pindamine	20.00	MH	0.00	0.000		20.00
L11	Töömees - KH	20.00	MH	0.00	0.000		20.00
L16	Töömees - Asfalt	25.00	MH	0.00	0.000		25.00
P	PROJEKTMEESKOND	0.00		0.00	0.000		0.00
P01	Projektijuht	10000.00	MO	0.00	0.000		10,000.00
P06	Objektijuht	8000.00	MO	0.00	0.000		8,000.00
P11	Töödejuht	7000.00	MO	0.00	0.000		7,000.00
P16	Sekretär	5000.00	MO	0.00	0.000		5,000.00
P21	Insener	6000.00	MO	0.00	0.000		6,000.00
P26	Töömees	5000.00	MO	0.00	0.000		5,000.00

Joonis 3.3 Objekti meeskonna töötasud

- Rate – töötasumäär;
- Unit – ühik(MH – töötund; MO – kuu);
- Tax % - maksuprotsent töötasust (nt. sotsiaalmaks);
- Fringe – lisatasud;
- OT rule – ületunnitasude reeglid;
- Total – tasu kokku.

Nagu tööjõud, sisestatakse põhjamalli kõik **tehnikapark**, mida saab teedehituses kasutada. Tehnika nimekirja peab lisama kõiki liike eksakvaatoreid –roomikaeksavaator 21t, ratasekskavaator, ekskavaatorid koos lisaseadmetega jne, sest muidu pole võimalik neid kasutada hinna arvutamisel. Igale masinale saab lisada erinevaid tunnihinded, päevahindasid, täpselt nii, nagu eelarvestajale sobilik või vajalik. Sama peab tegema ka transpordivahenditega – kallurid, treilerid, dumperid, traktorid (Joonis 3.4).

Equipment >>	Description	Unit	Type	Operator >>	Rent Rate >>	EOE Rate >>	Total Rate
801	EKSKAVAATOR		Inside		0.000	0.000	0.000
80101	Ekskavaator 8-15t	HR	Outside		44.000	0.000	44.000
80106	Ekskavaator 8-15t 3D	HR	Inside		0.000	0.000	0.000
80111	Ekskavaator 18-23t	HR	Inside		60.000	0.000	60.000
80116	Ekskavaator 18-23t 3D	HR	Inside		70.000	0.000	70.000
80121	Ekskavaator 30t	HR	Outside		0.000	0.000	0.000
80126	Ekskavaator 30t 3D	HR	Inside		0.000	0.000	0.000
80131	Ekskavaator 18-23t roxoniga	HR	Inside		0.000	0.000	0.000
80136	Ekskavaator 30t roxoniga	HR	Inside		0.000	0.000	0.000
80141	Ratasekskavaator	HR	Inside		45.000	0.000	45.000
802	BULDOOSER		Inside		0.000	0.000	0.000
80201	Buldooser D37	HR	Inside		70.000	0.000	70.000
80206	Buldooser D51	HR	Inside		75.000	0.000	75.000

Joonis 3.4 Tehnika nimekiri koos hindadega

- Equipment – tehnika kood;
- Description – tehnika nimetus;
- Unit – ühik (HR – tund);
- Type – Inside – ettevõtte oma; Outside – renditehnika;
- Operator – operaatori tunnitasu;
- Rent rate – tehnika tunnitasu;
- EOE rate – igasugused lisakulud (nt. kütus, määrded remont jne.);
- Total rate – kogu tunnitasu.

Võimalik on määrata igale tehnikale, kas see on ettevõtte enda valduses või renditakse alltöövõtjalt. Samamoodi nagu töäjõu puhul, saab tehnika hinda koostada erinevatest osadest - masina enda hind, operaatori tunnipalk, kütusekulu, remondikulu ja muud hinnad, mis mõjutavad tehnika tunni hinda. Kõige tähtsam muutuv komponent on kütuse hind, mis võib muutuda kuu jooksul mitu korda ja see mõjutab ka masinate ühikhindasid. Kuna põhjamalli kasutavad kõik ettevõtte eelarvestajad, siis iga uue projekti hinnastamise alguseks on kõikide masinate hinnad ajakohased ning muutes juba töös olevates projektides neid hindasid, rakenduvad need kogu projektile ja eraldi ei ole vaja iga tööliigi juures neid muutma hakata.

Kui töäjõu ja tehnikapargi nimekirjad on loodud, siis on võimalik hakata koostama **meeskondasid**. Programmis on süsteemiüleselt võimalik luua iga töö jaoks eraldi meeskonnad erinevates koosseisudes. Näiteks täitetööde jaoks (Joonis 3.5) saab kokku panna meeskonna, kuhu kuulub põhitööd tegev 21 t ekskavaator ja 3 kallurit. Sama töö jaoks võib kokku panna teistsuguse meeskonna, kuhu kuulub näiteks 4 kallurit ja lisaks veel tehnika, mis materjali vastu võtab. Dreenikihi ehitamiseks võib kasutada meeskonda buldooseri ja rullist koos vahelao laadimistehnika ja traktoritega. Lisaks saab ka iga konkreetse tööliigi juures täiendada meeskonda, lisades tehnika või töäjõu nimekirjadest osalisi juurde ning vajadusel saab nende tööaegasid eraldi muuta.

Crew Code	Description	Labor Pcs	Equip Pcs	Resource	Description	Pieces
BA	KAEVE	0	0	80206	Buldooser D51	1.00
-BA0001	Esku 8-15t	0	1	80501	Aluserull 7,5t	1.00
-BA0002	Esku 8-15t 3D	0	1	80811	Veok 27t	1.00
-BA0003	Esku 18-23t	0	1			
-BA0004	Esku 18-23t 3D	0	1			
-BA0005	Esku 30t	0	1			
-BA0006	Esku 30t 3D	0	1			
-BA0007	Esku 18-23t roxoniga	0	1			
-BA0008	Esku 30t roxoniga	0	1			
BBA	KAEVE KANTIMISEGA	0	0			
BBB	KAEVE PLANEERINGUGA	0	0			
BCA	KAEVE VEOGA 8-15T	0	0			
BCB	KAEVE VEOGA 18-23T	0	0			
BCC	KAEVE VEOGA 30T	0	0			
BDA	KAEVE VEO JA KANT 8-15T	0	0			
BDB	KAEVE VEO JA KANT 18-23T	0	0			
BDC	KAEVE VEO JA KANT 30T	0	0			
BEA	KAEVE VEO JA PLAN 8-15T + D3	0	0			
BEB	KAEVE VEO JA PLAN 18-23T + D	0	0			
BEC	KAEVE VEO JA PLAN 30T + D37	0	0			
BFA	KAEVE VEO JA PLAN 8-15T + D5	0	0			
BFB	KAEVE VEO JA PLAN 18-23T + D	0	0			
BFC	KAEVE VEO JA PLAN 30T + D51	0	0			
BGA	PLANEERINGUD JA TEKSTIILID	0	0			
CA	TÄIDE	0	0			
CBA	TÄIDE VEOGA D37	0	0			
CBB	TÄIDE VEOGA D51	0	0			
-CBB001	D51 + Rull 7,5t + Veok 12t	0	3			
-CBB002	D51 + Rull 7,5t + Veok 18t	0	3			
-CBB003	D51 + Rull 7,5t + Veok 27t	0	3			
-CBB004	D51 + Rull 7,5t + Dumper	0	3			
-CBB005	D51 + Rull 7,5t + Traktor	0	3			

Joonis 3.5 Meeskondade nimekiri

- Crew code – meeskonna kood;
- Description – meeskonna kirjeldus;
- Labor pcs– inimtöötajate kogus;
- Equip pcs – tehnika kogus;
- Resource – ressursi kood;
- Description – ressursi kirjeldus;
- Pieces – kogus.

Järgnevalt peab looma **materjalide nimekirja** (Joonis 3.6), kuhu peab sisestama kõikvõimalikud teede muldkehades ja katendites kasutatavad puistematerjalid ning määrata nende mõõtühikud, mille järgi toimub arveldamine. Samuti on vajalik sisestada kõik asfaltbetoonsegude margid ja lisaatribuutidena määratleda igale segule tema nõuded vastavalt tee liiklussagedusele (nt. AKÖL 900-1499). Nimekirjas peavad olema ka kõik geosünteedid, trübid erinevate läbimõõtudega, sadeveesüsteemide torud, kaevud jne. Põhimõtteliselt peab materjalide nimekirja sisestama kõik võimalikud tööks vajalikud materjalid, alustades naeltest-kruvidest lõpetades betooniga rajatiste puhul. Kui neid sinna sisestatud ei ole, siis ei ole neid võimalik ka ühegi tööliigi juurde lisada.

Resource >>	Description	Unit Cost	Unit
2	MATERJALID		0.0000
201	MULLATÖÖD		0.0000
20101	TÄITED		0.0000
201011	Tm65		0.0000 TON
201012	Tm90		0.0000 TON
201013	Tm100		0.0000 TON
201014	Tm105		0.0000 TON
201015	Tm115		0.0000 TON
201016	Tm120		0.0000 TON
201017	Tm130		0.0000 TON
201018	Tm150		0.0000 TON
201019	Täitepinnas, noudetä		0.0000 TON
201020	Täitepinnas, Kf=0,2 m/ööp		0.0000 TON
201021	Täitepinnas, Kf=0,5 m/ööp		0.0000 TON
201022	Täitepinnas, Kf=1,0 m/ööp		0.0000 TON
201023	Kruus-liiv		0.0000 TON
201024	Kruus		0.0000 TON
201025	Paekivi-liiv		0.0000 TON
201026	Kohalik pinnas		0.0000 M3
20106	DREENKIHT		0.0000
201061	Dreenpinnas, Tm105		0.0000 TON
201062	Dreenpinnas, Tm120		0.0000 TON
201063	Dreenpinnas, Tm130		0.0000 TON
201064	Dreenpinnas, Tm150		0.0000 TON
201065	Dreenpinnas, Kf=0,5 m/ööp		0.0000 TON
201066	Dreenpinnas, Kf=1,0 m/ööp		0.0000 TON
201067	Dreenpinnas, Kf=2,0 m/ööp		0.0000 TON
206	KÄTEND		0.0000
20601	KILLUSTIKUD		0.0000
206011	64-120		0.0000 TON
206012	32-64		0.0000 TON
206013	16-64		0.0000 TON
206014	16-32		0.0000 TON
206015	8-32		0.0000 TON
206016	8-16		0.0000 TON
206017	8-12		0.0000 TON
206018	4-63		0.0000 TON
206019	4-32		0.0000 TON

Joonis 3.6 Materjalide nimekiri

- Resource – materjali kood;
- Description – materjali kirjeldus;
- Unit cost – ühiku hind;
- Unit – ühik.

Et eelarvestaja tööd veel lihtsamaks teha, saab koostada erinevatele tööliikidele **tegevusi**, mis läbi kodeeringu on võimalik ühendada kululoendis esitatud tööliikidega. Igale tegevusele saab määrata selle tegemiseks vajaliku meeskonna ning hiljem, sõltuvalt konkreetsest töömahust vajadusel näiteks kallureid lisada või vähendada. Kui võtta aluseks Transpordiameti Teetööde tehniliste kirjelduste [7] makseartiklite numbrid, saab Heavy Bidis luua igale artiklile oma tegevuse, kus on kokku pandud selleks tööks vajalik meeskond ja materjalid.

Näiteks Transpordiameti teetööde tehnilistest kirjeldustest peatükk 3.4 – Mullete ehitamine, makseartikli number 30402 – Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest [7]. Võimalik on luua sama koodiga, 30402 tegevuse (Joonis 3.7), mis sisaldab endas meeskonda, kuhu kuulub buldooser ja rull. Sinna lisatakse ka materjali rida (nt. TM_90) ja selle transport. Kui hinnaarvutamise alguses laadida programmi kululoend koos vastava kodeeringuga töödega, siis on võimalik programmil kõikidele tööliikidele määrata sellele vastav tegevus koos vajaliku meeskonna ja resurssidega. Tulenevalt objekti iseloomust saab vajadusel jällegi täiendada ja muuta tehnikat, transporti ja materjale.

Single Crew Customize

Code: 30402 **1** Description: Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest **2**

Level#: 2 Units: M3 **3** Alt. Cost Code: Marine?

Summary Code: Use Bid Item Desc? Default LS Quantity to 1? Updated: 05/08/2023

Crew: CBB010 **4** Prod. Type: S Workers Comp Code:

Calendar: 510 Prod. Rate: 0.0000 Bid Conversion Factor: 0.0000

Report Group 1 Report Group 4

Report Group 2 Report Group 5

Report Group 3 Report Group 6

Notes:

Spreadsheet Calculation:

Resource >>	Description	Override Price	Override Units	Conv. Factor	Waste Factor	MH/Unit
201012	Tm90	0.0000	5	1.0000	0.00	0.0000
9VEDU-TN	Vedu	0.0000		1.0000	0.00	0.0000

Joonis 3.7 Tegevus vastavalt Teetööde tehniliste kirjelduste [7] kodeeringule

1. töö kood vastaval Transpordiameti Teetööde tehnilistele kirjeldustele [7];
2. tööliigi kirjeldus;
3. mõõtühik;
4. meeskond, millega töö tehakse – antud juhul buldooser, pinnase rull 12t ja kolm traktorit kalluritega;
5. vajalik materjal(TM_90) ja tonn/km vedu lisaressursina – materjali kogused lisatakse hinna arvutamise juures.

Heavy Bidis on võimlik luua ka **alltöövõtjate** nimekiri, kuhu saab koondada kõikvõimalikud partnerid, kes võiks objekti mingi osa ehitamises kaasatud olla. Neid on võimalik grupeerida vastvalt nende liigitusele (puistematrilid, geosünteedid, liikluskorraldusvahendid jne.) ja igale lisada nende kontaktandmed, pakutavad materjalid või teenused. See tähendab, et iga uue hinnapakumise koostamisel on kõikide eelarvestajate jaoks olemas kõik ühesugused ressursid. Kui mõne pakumise koostamisel tekib juurde mõni uus alltöövõtja, saab selle lisada ka põhjamalli, et järgmise pakumise juures oleks see olemas. Kuigi programmist otse hinnapäringuid välja ei saa saata, on võimalik luua erinevatele materjalidele kaustad. Päringute vastused kantakse vastava tööliigi või materjali kausta ja tekib pakumistest võrdlustabel, mille alusel saab valitud alltöövõtja ühe liigitusega lisada hinnapakumisele.

Põhjamalli viimase protseduurina on võimalik ette valmistada **arvutuse põhi**, sisestades sinna üldised kulud, mis kaasnevad iga projektiga ehk kaudsed kulud, mida kõikide tööliikide juures eraldi ei arvestata. Nendeks kuludeks võivad olla näiteks objekti juhtimiskulud – projektijuhi, objektijuhi jne. tasud, nende majutuskulud, ehitusaegsed ehitised (soojakud), valvekulud, piirdeaiad. Kui võtta aluseks Transpordiameti Teetööde tehniliste kirjelduste Makseartiklite tabel [21], siis võib iga projekti puhul lugeda

kaasnevateks kuludeks kulude loend nr. 1 – Üldised kõiki ridasid, kui neid ei ole kululoendis eraldi välja toodud (nt. Tallinna Kommunaal ja Keskkonnaameti hangetes).

Kokkuvõttes on kõik eelnev Heavy Bidi kasutamiseks ettevalmistavad tegevused. Alles peale inimressursside, tehnika ja materjalide nimekirjade koostamist saab hakata tegelema arvutustega. Teised ettevalmistused – meeskonnad, tegevused ja alltöövõtjate nimekirjad ei ole taksituseks arvutuste tegemisel. Põhimõtteliselt saaks arvutusi teostada ilma nendeta, aga kasutamaks programmi täit potentsiaali, on mõistlik need koostada ja siduda erinevate tööliikidega. See ongi Heavy Bidi peamine eesmärk, et muuta hinna arvutamine kiiremaks ja vähendada manuaalset tööd.

3.3 Igapäevatöö Heavy Bidiga

Alustuseks peab tekkima Heavy Bidi kululoend, mille ridadele ühikhindasid arvutada. Kiireim viis selleks on tellija kululoendist (üldjuhul MS Exceli tabel) info laadimine programmi. Selle protsessi juures on tähtis jälgida, et laetavas failis oleks vormingud õige, s.t. tabeliga eeltöö tegemist. Üks negatiivseid faktoreid Heavy Bidi kasutamise juures ongi see, et peab väga täpselt jälgima, mis moodi programmi laetav tabel on vormistatud ja eriti puudutab see makseartikleid. Näiteks ei ole võimalik sama makseartikli numbriga kululoendi ridasid üles laadida, kuna programm on suuresti koodidel põhinev, siis see ei erista sellisel juhul kahte sama artikli numbriga tööd. Probleemaatiline on ka ridade kustutamine - kui peaks midagi valesti minema, saab ainult ühe kaupa ja võtab palju väärtulikkku aega.

Kululoendi ridadele **ühikhindade arvutamine** käib sama moodi nagu igas muus programmis (Joonis 3.8). Heavy Bidis peaks see olema lihtsam, kuna eeltööna loodud tegevuste näol on osa tööst ühe valikuga tehtud.

The screenshot shows a software interface for bid estimation. It includes several panels:

- View of Estimate:** A tree view on the left showing a list of activities, with '30402: Muldkeha ehitamine juurdeveetavast pinnasest' selected.
- Bid Item Information:** A panel showing bid details for item 30402, including quantity (3,150.000), unit (M3), and cost (€47,435.00).
- Activity Information:** A panel showing details for activity 30402, including description, quantity, unit, and cost.
- Activity Productivity Information and Options:** A panel showing productivity data, including manhours, units per hour, and crew information.
- Resource Table:** A table at the bottom listing resources such as 'Kruus' (Crane) and 'Buldooser D51' (Excavator) with their respective quantities, units, and costs.

Joonis 3.8 Ühe kulurea arvutus Heavy Bidis

1. kululoend;
2. kulurea informatsioon koos mahu ja maksumusega;
3. tegevuse informatsioon – kood (30402), kirjeldus, kasutatava meeskonna(Crew) kood, jõudluse alus(Prod->S=shift ehk vahetus), jõudlus(rate), tehtava töö tunnid(Crew Hrs);
4. tehtava töö erinevad jõudlused;
5. tööks vajalikud ressursid, kogused, ühikud, ühiku hinnad ja summad.

Üks programmi kitsaskohti on mahtude teisendamine ühest ühikust teiseks (m³->t). Selleks on võimalus kasutada käsikalkulaatorit või arvutuse juurde luua MS Exceli kujul arvutusleht (Joonis 3.9).

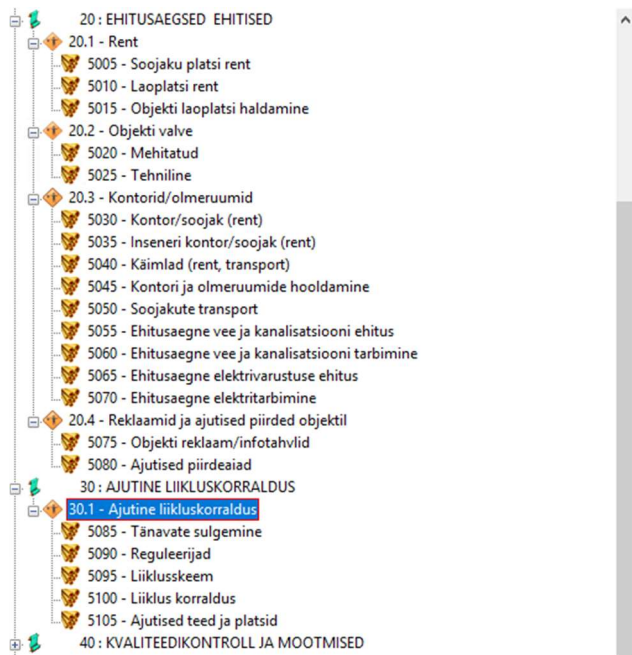
Activity	Description	Quantity	Unit	Crew	Production	Rate	CrewHours
30402	Muldkeha ehi...	30,000.00	M3	CBB010	S	60.0000	600.0000

Resource	Description	Quantity	Unit
201012	Tm90	=Sheet1 B4	TON
9VEDU-TN	Vedu	=Sheet1 B4	TON

Joonis 3.9 Mahu teisendamine

Arvutustabelis tehakse teisendamine: $30'000 \text{ m}^3 \cdot 1,9 \text{ t/m}^3 = 57'000 \text{ t}$ ja seejärel ühendatakse tulemus materjali mahu ja veo mahu ridadele ning need tekivad arvutustabelisse, kus lisatakse ühikuhinnad nii materjalile (TM_90 antud juhul) ja veole (t/km vedu antud juhul).

Kui kõikidele kululoendi ridadele on otsekulu ühikhinnad välja arvatud, jääb lisada pakkumisele üldised kulud, mille summa jaotub võrdselt kõikidele otsekulu ühikhindadele. Näitena võimalikest üldistest kuludest joonisel 3.10.



Joonis 3.10 Kaudsed kulud

Antud kaudsete kulude ridasid saab kasutada, kui tellija kululoendis vastavaid ridasid eraldi ei ole.

Hinnapakkumise kokkuvõttes (Joonis 3.11) on välja toodud erinevate kulukohtade nagu inimtööjõu (Labor), materjalide (Perm Matl), tehnika (Co Equip)(1) ja otsekulude(direct) kogukulud, kaudsete kulude (indirekt) ja ettevõtte üldkulude summad(addons)(2). Kokkuvõtte annab ülevaate, kuidas erinevad kululiigid on pakkumises jaotunud ning läbi „Markup%“ tulba on võimalus üksikutele kulukohtadele lisada näiteks kasumit.

Standard Markup Instructions			
	Cost Basis	Markup %	Markup
Labor	17,070	0.00	0
Burden	0	0.00	0
Perm Matl	35,790	0.00	0
Const Matl	1,500	0.00	0
Sub	1	0.00	0
Eq Op. Exps	0	0.00	0
Co Equip	54,947	0.00	0
Rented Eqp	0	0.00	0
Muud kulud	6,800	0.00	0
Veod	0	0.00	0
Misc3	0	0.00	0
Overrides	0	0.00	0
Use Avg:	<input checked="" type="checkbox"/>	116,108	0.00

Totals as of Last Spread			
	Cost	Markup	Total
Direct	106,258	0	106,258
Indirect	9,850	0	9,850
Addons	0	14,984	14,984
Bond	0	0	0
SubTotal	116,108	14,984	131,092
Pass Through	0	0	0
Total	116,108	14,984	131,092

Joonis 3.11 Hinnapakkumise kokkuvõtte

Lõpuks võimaldab programm teha hinnapakkumisest MS Exceli tabeli kujul väljatrüki ja sealt on võimalik kopeerida ühikhinnad hanke kululoendisse ning see riigihanke puhul laadida riigihangete keskkonda. Teise võimalusena saab programmis koostada ettevõtte kujunduse ja andmetega hinnapakkumise vormi, mida edastada näiteks e-posti teel mõnele tellijale või peatöövõtjale, kellelt on hinnapäring tulnud.

3.4 Heavy Bidi puudused

Puudustest oluliseimaks on programmi väga vähene paindlikkus teha vabal kujul arvutusi. Tihti eelarvestamise käigus on vaja ümber arvutada näiteks mahtusid ja samas need mahumuutused kaasata hinnastamisel. Igale kululoendi reale on küll võimalik lisada tabeliarvutus, aga Heavy Bidi võimekus kasutada selles keerukamaid MS Exceli valemeid on väike. Sama puudutab näiteks jõudluse määramist. On töid, kus peab jõudluse määramisele lähenema teise nurga alt ja ühikhinna arvutamise aluseks võtma mitte kululoendis antud töö ühiku alused jõudlused nagu m²/päevas(tunnis) või m³/päevas(tunnis). Vahel on vaja näiteks lähtuda sellest, mitu koormat suudab üks kallur tunnis materjali buldooserile ette vedada. Kahjuks programm sellist jõudlust ei näita (Joonis 3.12) või peab tegema palju ümberarvutusi algandmetega, et vajalik info oleks kuvatud.

Activity Productivity Information and Options							
Manhours	0.000	Units/Hr	56.4607	Un/Shift	564.6073	Crew Labor	0.00
Unit/MH	0.0000	Crew€/Unit	4.5164	Shifts	11.0000	Crew Equip	5.25

Joonis 3.12 Heavy Bidi pakutavad jõudlused, mida muuta ei saa

Teiseks puuduseks (samas saab olla ka eelis) on programmi suur võimekus. 40 koolitustunni jooksul küll püütakse põhifunktsioonid selgeks teha ja HCSS-il on 24/7 töötav klienditugi, millelt on võimalik küsida igakülget abi kõige kohta, kuid ikkagi on programmi tema liigse infohulga tõttu raske hoomata. Väga palju on erinevaid funktsioone ja keeruline on aru saada, milleks neid kõiki vaja on.

Kolmandaks puuduseks on programmi keel. Võib öelda, et tänapäeval ei tohiks inglise keele oskus kellelegi takistuseks olla, kuid antud tarkvara on üsna spetsiifilise Ameerika inglise keelne ja esialgu on keeruline kõikidest asjadest aru saada. Probleemaatiliseks muutub see kindlasti inimestele, kellel on üleüldiselt madalam inglise keele tase. Lisaks on kasutusel palju erinevaid lühendeid, mis ameeriklaste jaoks on igapäevases kasutus, aga eestlasele võõrad.

3.5 Kokkuvõte – Heavy Bid või Excel

Kokkuvõtteks võib öelda, et Heavy Bidi näol on tegemist väga võimeka tarkvaraga, mis kahtlemata võiks lihtsustada ja anda ajalist võitu eelarvestaja töös. Tugeva algettevalmistusega, koostades kõik nimekirjad ja tegevused korrektselt, on automaatselt võimalik teha ära palju eeltööd. Kui võtta arvesse, mis on selle tarkvara eesmärk – väiksema ajaga rohkem ja täpsemaid eelarveid, siis sellega saab nõustuda. Samas, et see kõik kasutusele võtta, peab eelarvestajal olema üsna hea tehnilise inglise keele oskus ja esialgu palju lisaaega igapäevatoos, et programm selgeks saada. Senisest kasutuskogemusest saab öelda, et õppeprotsessi ajal tuleb teha kindlasti kaks arvutust – üks juba sissetöötatud moel MS Excelis ja teine Heavy Bidis. Ainult niimoodi on võimalik vältida vigu ja saada see tarkvara usaldusväärset tööle.

Heavy Bidi kahjuks on ka tema kasutusmugavus. On arusaadav, et programmi on arendatud suunas, et sellele oleks võimalikult palju erinevaid funktsioone, mida vajadusel kasutada. Kuna eelarvestamisel arvutused peavad olema võimalikult lihtsad ja arusaadavad mitte ainult eelarvestaja, vaid ka tulevase võimaliku projektmeeskonna jaoks, siis need funktsioonid, mida iga arvutuse juures ei kasutata, muutuvad segavateks. Lisaks puudub programmis hea vabade arvutuste tegemise võimalus, näiteks mahtude teisendamine. Üks suurimaid miinuseid on üleliigse, mittevajaliku informatsiooni küllus. Iga arvutuse juures vajaliku meeskonna või tegevuse leidmine võtab teataval määral aega, samas kui MS Excelis sisestatakse lühikese vaevaga täpselt ja ainult selline info, mida parasjagu vaja läheb.

Kas jätkata Heavy Bidi rakendamisega eelarvestamisel või minna edasi juba sissetöötatud töövahendiga MS Exceli näol, siis kindel soovitus on MS Excel. Heavy Bidi ja Exceli võrreldavad plussid ja miinused on välja toodud tabelis 3.1. Üldiselt, kuna hankijate kululoendid on üldjuhul MS Exceli tabelitena (harva ka MS Word vormis), siis seda lihtsam on arvutusi nendes teha. Laiemas pildis saab öelda, et hinna arvutamine on kogu eelarvestamise protsessi ajalises mõistes ainult 20%. Ülejäänud ja isegi olulisem osa selle juures on eeltöö tegemine ja arvutuste jaoks sisendite leidmine. Kas selle jaoks on vaja keerukat tööriista, mis kogu protsessi 20%-st teeb ära 50%, siis võib kindlalt öelda - ei ole. Et antud Heavy Bidist oleks laiem kasu, peaks kogu ülejäänud ettevõtte võtma kasutusele HCSSi teised tarkvarad, mis võimaldavad omavahelist ühendatust.

Tabel 3.1 Heavy Bidi ja MS Exceli võrdlus

Tingimus	Heavy Bid		MS Excel	
	+	-	+	-
Uue eelarve loomine	-	Puhas leht, kohustuslik uue info sisestamine, võtab teatud aja	Kopeerida eelmisest eelarvest tabel ja sisestada uue kululoendi read	
Inimressurside nimekiri	Hinnamuutused uue eelarve juures kohe olemas	Kohustuslik koostada, muidu ei saa eelarvesse lisada	Vabalt sisestatav vastavalt vajadusele	
Tehnika nimekiri ja tasud	Hinnamuutused uue eelarve juures kohe olemas	Kohustuslik koostada, muidu ei saa eelarvesse lisada, nimekiri pikk, kohmakas otsida	Vabalt sisestatav vastavalt vajadusele	
Materjalide nimekiri		Kohustuslik koostada, muidu ei saa eelarvesse lisada, nimekiri pikk, kohmakas otsida	Vabalt sisestatav vastavalt vajadusele	
Meeskonnad erinevate tööde jaoks	Iga töö jaoks eelkoostatud meeskond olemas	Iga tehnika ühiku muutusega tekib uus meeskond, nimekiri pikk	Vabalt sisestatav vastavalt vajadusele	
Tegevuste raamat	Tööliigi juures saab valida eelkoostatud meekonna	Erinevate meeskondade nimekiri pikk, keerukas otsida vajalikku ja muuta kohmakas	Funktsioon puudub	
Kuluridade koodiraamat	Peaks muutma arvutusprotsessi kiiremaks	Alati ei ole võimalik sama tööd samade ressurssidega teostada, lisaliigutused aeganõudvad	Funktsioon puudub	
Andmete toomine/laadimine uude eelarvesse		Tellija tabeli ettevalmistus – vormistus, artiklid – lisaliigutus+aeg	Ettevalmistavad tegevused puuduvad, info saab kiiresti kopeerida ilma, et peaks midagi täpsemat jälgima	
Sama makseartikliga tööd		Ei tunne ära, peab muutma, tekitab segadust	Saab sisestada vastavalt tellija kululoendile piiramatult	
Ridade kustutamine		Ühe kaupa, ajakulukas, stressitekitav	Vabalt valitud ridasid, vastavalt vajadusele	
Ühikute teisendamine		Käsikalkulaator, käsitsi sisestus või Exceli arvutusleht, millelt saab ühendada	Eelkoostatud arvutustabelis vastavalt vajadusele	

Tabel 3.1 Heavy Bidi ja MS Exceli võrdlus jätk

Tingimus	Heavy Bid		MS Excel	
	+	-	+	-
Jõudlused		Programmis eeltäidetud jõudluseliigid, muuta ei saa	Võimalik arvutada täpselt sellise jõudluse järgi, millega vajalik	
Üldine	Inglise keelne Palju üleliigseid funktsioone Väljanägemine aegunud Palju väikeseid nuppe - keeruline mõista nende funktsioone PIIRATUD KASUTUS ehk ei saa vabalt arvutada ja sisestada infot		Eesti keelne Täpselt nii palju funktsioone kui endale vajalik VABA KASUTUS ehk saab koostada täpselt selliseid arvutusi nagu vaja	

4. TEHISINTELLEKT EHTUSES JA EELARVESTAMISES

Nagu täna igas valdkonnas, ei saa ka ehitussektoris mööda vaadata järjest arenevast tehisintellektist. Kuna ehitus üleüldiselt on üks kõige vähem digitaliseeritud valdkondi, siis ei ole ka isemõtlevad tööriistad sellesse suuresti jõudnud. Järgnevalt saab ülevaate sellest, kus on tehisintellekt ehituses üldiselt ja kas on juba võimalik seda eelarvestamise juures kasutada. Lõpuks antakse hinnang, milline võiks olla sisend, et tehisintellekt saaks olla abiks eelarvestamisel.

4.1 Tehisintellekt ehitusessektoris täna

2023. aastal, kus digimaailm areneb järjest jõudsamalt ja tehisintellekt on jõudnud inimeste igapäeva ellu, on see ehitussektoris veel väga testimisjärgus. Kui võtta aluseks tehisintellekti liigid vastavalt Euroopa Komisjoni määratlusele, siis peetakse selleks tarkvarana visuaalassistente, pildianalüüsi, otsingumootoreid ning kõne-ja näotuvastussüsteeme. Füüsilisteks tehisintellektideks on robotid, isejuhtivad autod, droonid ning asjade internett(omavahel üle võrgu ühenduses olevad seadmed) [22].

Tarkvara on kasutatav pigem inimeste igapäevaelus, aga füüsilisi tehisintellekte selles tähenduses juba ehitusmaastikul leidub. Kõige enam loetletutest on kasutusel droonid, mida kasutavad näiteks geodeedid. Täna droonid koos lisaseadmetega võimaldavad väga täpseid mõõdistusi väga kiirelt. Suurem probleem on ajakulu mõõdistustulemuste visualiseerimisel, kuna andmed on väga mahukad. Lisaks ei ole teedeehituses droonmõõdistus sellisel kujul veel reglementeeritud, kui seda on traditsiooniline geodeetiline mõõdistus elektrontahhümeetriga. Transpordiamet on hangetes seda piloteerinud näiteks riigihankes nr. 256815 - Kõrvalmaanteede 15173 Oisu – Kärevere – Taikse km 4,920-7,706 ja 15212 Raukla – Äiamaa – Oisu km 0,046-2,760 tolmuvaabakatte ehitus koos masinjuhtimise seadmetest info kogumise katsetamisega. Tööde tehnilise kirjelduse punktis 3.3 Teostusjoonised, on töövõtja kohustatud lisaks masinjuhtimise käigus korjatud kontrollpunktidele katte ehituse lõppedes mõõdistama tee üle, kasutades selleks värvilise punktipilvena laserskanneerimist või droonidega teostatavat fotogramm-meetriat. Mõõdistuse tulemused peab vormistama lisaks ka pinnamudelitena. Lõpparuande tarbeks tuleb teostada võrdlus kasutatud meetodite eeliste osas võrreldes traditsiooniliste meetoditega, kui ka tööviljakuse osas [23].

Konsulterides antud teemal ka ühe droonmõõdistuse rakendamise eestvedaja Mart Raega ettevõttest Rae Geodeesia, siis temalt saadud info kohaselt on peagi Transpordiamet kehtestamas juhiseid fotogramm-meetrilise- ja droonmõõdistusele.

Samuti on näiteks Rail Baltica Raplamaa põhitrassi raudteetaristu I etapi ehitustööde hankes, tehniliste kirjelduste lisade hulgas nõuded geodeetiliste teostusmöödistustele, mille alusel on lubatud mullatööde teostusmöödistusi teostada droonmöödistusega juhul, kui Töövõtja on koostanud vastava möödistustööde programmi, mis kirjeldab möödistusmetoodikat, kontrollpunktide rajamist ja kasutamist, milliseid konstruktsioonikihte möödistatakse ning see peab olema enne tööde teostamist Tööandja poolt kinnitatud. Samuti tuleb teostada ning esitada piisava tihedusega geodeetilised kontrollmöödistused, kasutades täpsemat metoodikat, mis kinnitavad droonmöödistuse täpsust [24].

Kui droonmöödistusel teeb tehisintellekti näol töö ära droon ja andmetöötluse inimene, siis vastupidise näitena, kus eeltöö teeb inimene ja andmetöötluse tehisintellekt, saab tuua hooldustööde planeerimise valdkonnast.

Üheks selliseks tööriistaks on RoadBotics by Michelin toode Roadway [25]. Selle olemus seisneb selles, et tee filmitakse üles, kasutades selleks nutitelefon, auto pardakaamerat, 360° kaamerat või drooniga filmimist ning ülesvõtte antakse tehisintellektile töötluks. Läbi algoritmide suudab programm tuvastada teekattel esinevad defektid ja tehisintellektile sisestatud markerite abil edastada objektiivse hinnangu nende kohta. Lisaks kuvatakse kogu analüüsitud lõik ja tulemused RoadWay interaktiivsel kaardirakendusel, mis on kõikidele vajalikele asjaosalistele kättesaadav.

Uurides kolme USA katsetööd, kus antud programmi kasutati, siis kõikide juures toodi järeldusena välja väga suur ajavõit. Näiteks Savannah linnas, Georgia osariigis, Ameerikas võeti 2018 aastal toode kasutusele ja vähem kui kolme kuuga suudeti ära hinnata 700 miilist teedest 350 miili. Varem kasutati sama töö jaoks 18 praktikanti, kellel kulus kolm aastat sama töö tegemiseks. Tulemuseks oli kõikehõlmav teede seisukorra hinnang, mis oli 60% odavam ja ajakohasem. Juhtumi näitest saab välja tuua programmi efektiivsust tõestava tabeli (Tabel 4.1) [26]:

Tabel 4.1 – RoadWay efektiivsus

	Visuaalne vaatlus (18 praktikanti)	RoadWay programm
Maksumus	130 000 \$	50 000 \$
Kuluv aeg	3 aastat	3 kuud
Hinnangu kvaliteet	Subjektiiivne	Objektiiivne

Vaadates aga laiemat pilti, kus tehisintellekt täna ehitussektoris üldse on, siis hea kokkuvõtte sellest annab 2021 aastal koostatud teadusartikkel [27]. Selles artiklis on asjatundjad ära kirjeldanud, millised tehisintellekti alamvaldkonnad on ehituses kasutatavad. Nendeks on:

- masinõpe – tehisintellekt õpib läbi varasema kogemuse või andmeid kasutades;
- arvutinägemine – inimese visuaalse süsteemi kunstlik simuleerimine;
- automatiseeritud planeerimine ja ajaplaneerimine;
- robotika;
- teadmispõhised süsteemid – tehisintellekt teeb otsused ol.ol. teadmiste põhjal;
- loomuliku keele töötlemine – inimeste keelelisi võimeid jäljendavate arvutusmudelite loomine;
- optimeerimine – otsuste või valikute tegemine, mis mingite piirangute korral annavad parima tulemuse.

Igal alamvaldkonnal on omad eelised, aga ka piirangud. Näiteks eelisteks tehisintellekti kasutamisel ehituses on kulude kokkuhoid parema ja efektiivsema planeerimise tagajärjel, ohutuse suurenemine ja tõhusam jäätmekäitlus. Piiranguteks peetakse jällegi kogu süsteemi sisseseadmise kallidust ja automatiseerimisega võimalikke kaduvaid töökohti.

4.2 Tehisintellekt eelarvestamises

Kuna tehisintellekti abi ehitustegevuses ei ole veel igapäevaselt kasutuses, siis sama on ka eelarvestamise puhul. Uurides käesoleva lõputöö jaoks erinevaid artikleid, teadustöid ja uuringud, siis mitte ühestki neist ei tule välja, et tehisintellekt suudaks luua samasuguse hinnapakumise nagu eelarvestaja. Küll on ühes teadustöös käsitletud masinõppel põhinevat objekti maksumuse ennustamist [28]. Antakse ülevaade uurimusest, milles kasutati erinevaid masinõppe meetodikaid, et leida läbi eelnevalt teostatud töödest tulenenud andmetest uute projektide maksumus.

Täpsem uuringu eesmärk oli leida selline tehisintellekti mudel, mis suudab kõige täpsemini ennustada projekti maksumust. Aluseks on võetud erinevate tsiviiltaristu objektide nagu hoonete, sildade, teede, tunnelite ja tammide andmed. Analüüsiti projekte järgnevates riikides:

- Iraak – 1 maantee projekt;
- Kanada – 1 silla projekt;
- Serbia – 166 teede projekti aastatel 2005-2012;
- India – 813 hoone projekti aastatel 2005-2016, 52 maantee projekti aastatel 2014-2017, 487 tee projekti aastatel 2000-2018;

- Iraan – 372 hoone projekti aastatel 1993-2005, 1 tunneli projekt;
- Poola – 143 hoone projekti 2015 aastal, silla projektid aastatel 2005-2018;
- Brasiilia – 14 maantee projekti aastatel 2010-2016;
- Gruusia – 1400 maantee projekti aastatel 2008-2016;
- Egiptus – 51 hoone projekti;
- Jeemen – 136 hoone projekti aastatel 2011-2015;
- Suurbritannia - 497 000 hoone projekti;
- Austraalia – 98 tunneli projekti;
- Kreeka – 20 maantee projekti aastatel 1997-2015;
- Horvaatia – teede projektid aastatel 1999-2019;
- Montana osariik(USA) – 996 maantee projekt aastatel 2006 ja 2015;
- Ameerika Ühendriigid – 139 hoone projekti aastatel 2003-2019;
- Indoneesia – teeprojektid aastatel 2012-2017;
- Palestiina – 46 hoone projekti.

Projektide analüüsiks kasutati masinõppel seitsmet erinevatel algoritmidel baseeruvat tehisintellekti alaliiki ja sügavõppel põhinevat tehisintellekti. Sügavõppe ehk süvaõppe puhul läbib sisendinfo järjekorras kõiki ühtseks võrguks ühendatud lihtsate protsessorite kihte. Põhimõtteliselt tähendab see seda, et esmalt valitakse liigi järgi välja ehitised ja järjest järgnevat kihte läbides suudab süvaõppe põhine tehisintellekt selekteerida ühesuguste omadustega teostatud rajatiste projektid ning neid analüüsides genereerida sellele vastava objekti hinna. Et selline mudel toimiks, peab analüüsitava sisendite hulk olema suur, aga kuna ehitussektor ei suuda n.ö. toota sellises mahus just ajakohast informatsiooni, siis pigem süvaõppel tehisintellekti siin ei soovitata kasutada. Kuuest masinõppe tehisintellekti alaliigist andis kõige täpsema tulemuse tehisenärvivõrgu mudel. Tehisenärvivõrguks nimetatakse lihtsustatut bioloogilise närvivõrgu mudelit.

Uuringus tulevad välja ka teatud kitsaskohad, milleks esiteks on halb sisendinfo. Nagu juba eelnevalt süvaõppe juures mainitud, ei teki piisavas koguses ajakohast informatsiooni, mida analüüsida. Uuringus kasutatud andmed pärinesid hoonete puhul aastatest 1993-2019, maanteedest 1997-2019 ja sildadest 2008-2018. Sellest tulenevalt on andmestik kaotanud oma kehtivuse tänases turuolukorras. Teise kitsaskohana toodi välja asjaolu, et vaadeldud riigid asuvad üksteisest liiga kaugel, et ühtset, adekvaatset tulemust saada.

Viimase kitsaskohana toodi välja, et ühegi objekti dokumendid, millega uurijad kokku puutusid, ei ole avalik (v.a üks juhtum Iraagis), mille tõttu on ajakohase informatsiooni kättesaadavus veel rohkem piiratud.

Kokkuvõtteks saab öelda, et selle uurimisel teostatud tehisintellekti analüüside tulemusena suutis see ennustada nende teostatud projektide maksumust 90-99% täpsusega. Tulemus on küll väga täpne, aga kahjuks see ei anna näiteks eelarvestamisel Eestis palju juurde. Arvestades, et Eesti ehitusturu mahud on võrreldes vaadeldud riikidega madalamad, siis puudub meil vajalik sisendinfo hulk, et masinõppel põhineva tehisintellekti abil adekvaatset tulemust saada.

Teise näite tehisintellekti kasutamisest eelarvestamisel saab tuua uurimustööst „Application of Artificial Intelligence for the Estimation of Concrete and Reinforcement Consumption in the Construction of Integral Bridges“, mis avaldati teadusajakirjas *Advances in Civil Engineering*. Antud uurimistö eesmärgiks oli kaasata tehisintellekt integraalsildade eelarvestamise protsessi, kus masinõppel põhineva tehinarvivõrkude mudel suudab algandmete põhjal välja tuua silla ehituseks vajaliku betooni ja terasarmatuuri mahud.

Sisendandmeteks tehisintellektile anti 101 rajatise andmed – 48 silda Montenegrost, 29 silda Bosnia ja Hertsegoviinast ja 24 silda Serbiast. Kuna igas riigis koostatud dokumendid olid erineva sisuga, siis oli andmete ettevalmistus, analüüs ja nende ühtlustamine väga keeruline. Andmetest kasutati ainult sama tüüpi töid koos nende mahtude ja pakutud hindadega. Nendeks töödeks olid eeltööd, mullatööd, betoonitööd, armatuuritööd, pingutustööd ja eelpingestus, isolatsioonitööd, asfalteerimine ja lõppviimistlus. Aluseks võetud projektid olid teostatud aastatel 2010 – 2016.

Tehisintellektile etteantud uue projekti parameetrite põhjal suutis see välja arvutada vajaliku betooni ja armatuuri hulga. Tulemuseks oli betooni puhul 8,56 % viga ja armatuuri puhul 17,31 % viga. Uuringus antakse soovitusel tulemuste parandamiseks - suurem ja veel täpsem andmete hulk ning kui ennustusmudelit kasutaks projekterija, siis tema suudaks sisendina anda täpsemad andmed uuele rajatisele [29].

Kokkuvõtvalt saab öelda nendele kahele näitele toetudes, et tehisintellekti kasutamine eelarvestamises ei ole veel aktuaalne, kuna saadud tulemused pole piisava täpsusega. Selle lõputöö jaoks materjali uurides sai leitud ainult üks ajakirjanduslik uudis, kus on alustatud tehisintellektist abivahendi loomisega eelarvestamiseks. Nimelt korraldas 2021. aasta lõpus Kanada üks suurimaid ehitusettevõtteid Pomerleau konkursi, kus rohkem kui 30 ettevõtet pidid esitlema ideid, kuidas tehisintellekti abil saaks ehituse eelarvestamist muuta kiiremaks, efektiivsemaks ja täpsemaks. 2022. aastal 15. veebruaril kuulutati konkursi võitjaks Kanadas, Montrealis baseeruv tehisintellekti arendusega tegelev ettevõtte Zetane Systems [30]. Kahjuks ei ole tänaseks avaldatud rohkem informatsiooni sellest koostööprojektist.

4.3 Tehisintellekti tulevik ehituses ja eelarvestamisel

Võib kindlalt öelda, et varem või hiljem siseneb tehisintellekt ehitussektorisse. Juba täna on arenduses erinevad projektijuhtimist efektiivsemaks muutvad abivahendid, kus kaamerate abil analüüsib tehisintellekt objektidel toimuvat. Igale veale suudab see reageerida ja automaatselt, vastavalt sellele näiteks töögraafikud ümber teha. Sama kehtib ka juhul, kui näiteks mõni töötaja jääb haigeks ja tema töö jääks tegemata. Rasketehnika arenguga töötavad mõne aasta pärast objektidel juhita masinad. Näiteks töötab raskeveokite üks tuntumaid tootjaid Scania, välja karjääris materjali vedavaid kallureid ilma juhita. Peatüki esimeses punktis sai räägitud droonmöödistamisest – juba täna on olemas võimalused, kus droonile antakse käsk ja droon tegutseb iseseisvalt, ilma juhtimiseta. See automatiseeriks näiteks igapäevaseid teostusmöödistusi. Eestis saavad täna takistuseks lennuohutusreeglid, mis on kirjeldatud Transpordiameti kodulehel, mille alusel peab drooni kaugpiloodil (isik, kes lennutab drooni) olema kogu aeg silmside lennuseadmega [31]. Möödistuselt saadud andmed saab anda töötleda tehisintellektile, mis temale sisestatud parameetrite alusel koostab teostusmudeli ning kõrvutades selle tööprojekti mudeliga, on võimalik esitada teostatud tööde maht. Sellest edasi oleks võimalik lasta tehisintellektil koostada vajalik teostusdokumentatsioon ja lõpuks näiteks ka rahaakt. See eeldab, et projektides oleks koostatud BIM mudelid ja kogu teedehitus toimuks läbi BIMi.

Eelarvestamisel võiks tulevikus tehisintellekti kasutada osade protsesside automatiseerimisel. Takistuseks on siin aga asjaolu, et kõikide tellijate ja projekteerijate dokumentide ülesehitused ja nimetused ei ole ühesugused. Selleks, et tehisintellekt saaks aru, millise dokumendiga tegu on ja mida see sisaldab, tuleks need ühtedele alustele üles ehitada. Näitena saab välja tuua p.4.2 teise näite, kus vajaliku informatsiooni kätte saamiseks tuli teha dokumentidega suur ettevalmistus, et need oleks sisult samalaadsed. Lihtsamate protsesside kiirendamiseks võiks tehisintellektist kasu olla selliste monotoonsete tööde nagu arvutustabelite koostamisel ja nendest eelarvestaja täpsustatud vajaliku info (näiteks puistematerjalide mahud, mille kohta on vaja esitada hinnapäring) väljavõtmisel.

Arvutamisel tehisintellektist täna kasu väga palju ei oleks. Et tehisintellekt saaks teha adekvaatseid otsuseid, peab analüüsitava sisendi hulk olema suur ja ajakohane. Olulisem on just kättesaadava sisendinfo hulga suurus, sest teedehitusobjekte on vähe ja nende ehitajaid palju. Võttes aluseks kehtiva Riigiteede tehoiukava 2023-2026, siis näiteks käesoleval aastal toimub ainult kuus maantee rekonstrueerimist, millest ühe objekti ehitus on osaliselt planeeritud järgmisesse aastasse. Järgneval kahel aastal ei ole planeeringus ühtegi sellelaadse töö hanget. 2026 jällegi peaks ehitusse minema 12

objekti [32]. See tähendab, kui iga ettevõtte jaoks saab sisend tulla ainult tema võidetud hangetest, siis tehisintellekti jaoks on see maht väga väike, mille najalt adekvaatseid järeldusi teha. Töö tegemise hind on ainult üks osa ühikhinnast. Kõik muutuvad ühikhinnad nagu materjal, transport ja tehnika tunni hinnad vajavad siiski igapäevast muutmist sõltuvalt objekti asukohast ja iseloomust.

Kokkuvõttes tehisintellekt juba on teedehituses ja just ehitustegevusele tuleb veel rohkem selle abi juurde. Eelarvestamise juures, vähemalt hetkel, ei ole selle kasutegur tuntav. Kahtlemata see teema vajaks rohkemat uurimist, et välja selgitada, mis peaks olema sisendinfoks, kui palju ja mis kujul seda peaks esitama. Kui juba täna suudab tehisintellekt vastata küsimustele ja luua kunsti, siis lähitulevikus suure tõenäosusega suureneb selle rakendamine igas eluvaldkonnas, k.a. teedehituses ja eelarvestamises.

KOKKUVÕTE

Lõputöö eesmärgiks oli anda ülevaade, kui tähtis on teedehituses eelarvestaja töö. Kirjeldatud sai kogu töö hankimise protsess alates hankedokumentidest kuni hinnapakumise ja dokumentide vormistamiseni. Töös on välja toodud peamised takistused, millega eelarvestaja peab igapäevaselt tegelema, näiteks mahtude üle mõõtmise ja ehitusgeoloogilise uuringu analüüs. Üheks olulisemaks osaks lõputööst on igapäevased näited teguritest, mis mõjutavad ühe projekti hinda ja mille oskuslikul kasutamisel on võimalik hange võita ning projektist kasumit teenida. Sellest tulenevalt peab eelarvestaja omama teadmisi Riigihangete seadusest, projekti- ja objektijuhtimisest, projekteerimisest, asfalteerimisest, geoloogiast, geodeesiast, liikluskorraldusesest, tehnovõrkudest ja maastikukujundusest.

Üheks osaks selles lõputöös oli katsetada eelarvestamiseks mõeldud Ameerika ettevõtte HCSS tarkvara Heavy Bid ning selle tulemusena leida, kas antud töövahend muudab eelarvestamise protsessi efektiivsemaks. Lõputöö koostamisega samal ajal igapäevatöös katsetatud programmi analüüsi tulemusena võib öelda, et kahjuks antud tarkvara kasutamine ei andnud selliseid tulemusi, et sellest oleks kasu eelarvestajale. Otsus Heavy Bidi edasise kasutamise osas ei ole veel lõplikult tehtud, aga töö tulem peaks ja võiks seda kindlasti mõjutada.

Töö viimase osana käsitletud tehisintellekti olemus ja kasutamine teedehituses ning eelarvestuses andis tulemuseks, et hetkel oleme vähemalt Eestis sellest veel kaugel. Läbi kahe välismaa andmete põhjal teostatud uurimistöö tulemuste saab öelda, et eelarvestamisel tehisintellekt veel aidata ei suuda ja seda just hinna arvutamisel. Abi võiks sellest olla, vähemalt hetkel, ainult abitegevustes nagu tabelite koostamine. Tulevikku vaadates tasub tehisintellektiga seotud teemasid kindlasti lähemalt uurida ja tehnoloogia arenedes ei ole välistatud, et masinad suudavad üks päev koostada samaväärse eelarve ühele teedehitusobjektile, kui seda teeb täna inimene.

Autori enda hinnangul andis lõputöö hea ülevaate eelarvestaja igapäevatööst ja selle tähtsusest. Tulevikus peaks kindlasti edasi uurima tehisintellekti arenguid, kuna selle kasutamine võiks anda konkurentsieelise ja vähendada eelarvestaja töömahtu. Vabaneva ajaga, mis tekib tehisintellekti kasutamisest, saab konsentreeruda kõige tähtsamale töös ehk leida need kitsaskohad projektist, mida saab hanke võitmiseks ära kasutada.

SUMMARY

The aim of this Master's thesis was to give an overview, how important is the estimators work in road construction. The entire process of procuring a work was described, from the procurement documents to the quotation and formalization of the documents. The paper outlines the main obstacles that estimators have to deal with on a daily basis, such as over-measurement of volumes and the analysis of a construction geological survey. One of the most important parts of the thesis are everyday examples of factors that affect the price of a project and, if used skillfully, it is possible to win the tender and make a profit from the project. As a result, the estimator must have knowledge of the Public Procurement Law, project and site management, design, asphaltting, geology, geodesy, traffic management, utility networks and landscape design.

One part of the thesis was to test a software of an American company HCSS called Heavy Bid for estimating and, as a result, find out whether this tool makes the estimation process more efficient. As a result of the analysis of the program tested in daily work at the same time of composing the thesis, it can be said that, unfortunately, the use of this software did not give such results that it would be useful in the daily work of the estimator. The decision, whether to continue using Heavy Bid, has not been made yet, but the results of the thesis should and could influence it.

The nature and use of artificial intelligence (AI) in road construction and estimation, discussed as the last part of the work, resulted in the fact that at the moment, at least in Estonia, we are still far from it. Based on the results of two research studies conducted on the basis of foreign data, it can be said that artificial intelligence is not yet able to contribute to the estimation process, especially concerning the calculation of the price. For the time being, AI could be helpful, at least, only for auxiliary activities such as creating tables. Looking to the future, AI-related topics are worth a closer look, and as technology develops, it is possible that machines will one day be able to compose the same budget for a road construction project as a human does today.

In the author's opinion, the thesis gave a good overview of the estimator's daily work and its importance. In the future, the developments of AI should be further investigated, as its use could give a competitive advantage and reduce the estimator's workload. With the time freed up by the use of artificial intelligence, you can concentrate on the most important thing of finding the obstacles in the project that can be used to win procurements.

KASUTATUD ALLIKATE LOETELU

- [1] Rahandusministeerium. *Kasulik teave*. [www] <https://www.fin.ee/riigihanked-riigiabi-osalused-kinnisvara/riigihanked/kasulik-teave#cpv-koodid>. Kasutatud 19.04.2023.
- [2] Rahandusministeerium. *Riigihangete läbiviimise strateegilised põhimõtted*. [www] <https://fin.ee/media/9347/download>. Kasutatud 18.05.2023
- [3] Riigihangete register. *Tartu läänepoolse ümbersõidu II ehitusala ehitus – Hanke üldandmed*. [www] <https://riigihanked.riik.ee/rhr-web/#/procurement/2732452/general-info>. Kasutatud 20.04.2023
- [4] *Eesti Vabariigi Riigihangete seadus*. Vastu võetud 14.06.2017. RT I, 23.02.2023, 7. Kasutatud 20.04.2023
- [5] Riigiportaal Eesti.ee. *Ettevõtlusvormide võrdlus*. [www] <https://www.eesti.ee/et/ettevotlus/ettevotte-loomine/ettevotlusvormide-vordlus>. Kasutatud 21.04.2023
- [6] Riigihangete register. *Riigitee 92 Tartu – Viljandi – Kilingi-Nõmme km 76,39-80,952 taastusremont – HD II Hankelepingu projekt*. [www] <https://riigihanked.riik.ee/rhr-web/#/procurement/5292862/documents/source-document?group=B&documentOldId=15903919>. Kasutatud 24.04.2023
- [7] Transpordiamet. *Teetööde tehnilised kirjeldused(2019)*. [www] <https://www.transpordiamet.ee/riigiteede-juhendid#teetoode-tehnilised->. Kasutatud 26.04.2023
- [8] Riigiteataja. *Sillutiskivi, asfalt- ja tsementbetooniga teede ja tänavate tüüpkatendikonstruktsioonide projekteerimisele, rajamisele ja remondile esitatavad nõuded(Tallinna Linnavalitsuse 18. septembri 2019 määruse nr 27 LISA 1)* [www] <https://www.riigiteataja.ee/aktilisa/4240/9201/9038/1110141708.attachment.pdf>. Kasutatud 28.04.2023
- [9] Transpordiamet. *Killustikust katendikihtide ehitamise juhised(2022)* [www] <https://www.transpordiamet.ee/media/5123/download>. Kasutatud 28.04.2023

- [10] Eesti Majandus- ja taristuministri määrus. *Tee ehitamise kvaliteedi nõuded, Vastu võetud 03.08.2015 nr 101 RT I, 07.08.2015, 1.* [www] <https://www.riigiteataja.ee/akt/120112020003?leiaKehtiv>. Kasutatud 28.04.2023
- [11] Transpordiamet. *Muldkeha ja drenkihi projekteerimise, ehitamise ja remondi juhised(Kinnitatud Maanteeameti peadirektori 05.01.2016. a käskkirjaga nr 0001).* [www] <https://www.transpordiamet.ee/media/2714/download>. Kasutatud 28.04.2023
- [12] Transpordiamet. *Muldkeha pinnaste tihendamise ja tiheduse kontrolli juhised(29.12.2006).* [www] <https://www.transpordiamet.ee/media/17725/download>. Kasutatud 28.04.2023
- [13] Transpordiamet. *Stabiliseeritud katendikihtide ehitamise juhised(2020)* [www] <https://www.transpordiamet.ee/media/2715/download>. Kasutatud 28.04.2023
- [14] Transpordiamet. *Asfaldist katendikihtide ehitamise juhised(2021).* [www] <https://www.transpordiamet.ee/media/2718/download>. Kasutatud 28.04.2023
- [15] Transpordiamet. *Juhendid.* [www] <https://www.transpordiamet.ee/riigiteede-juhendid>. Kasutatud 28.04.2023
- [16] *Eesti Vabariigi Maapõueseadus.* Vastu võetud 27.10.2016 RT I, 10.11.2016, 1. Kasutatud 03.05.2023
- [17] Maa-amet. *Maa-ameti geoportaal – Maardlate rakendus.* [www] <https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/maardlad>. Kasutatud 02.05.2023
- [18] Eesti taristuehituse liit. *Asfalt arvudes 2021.* [www] https://www.taristuehitus.ee/files/filemanager/files/Asfalt_Arvudes_21.pdf. Kasutatud 02.05.2023
- [19] *Eesti Vabariigi Keskkonnatasude seadus.* Vastu võetud 07.12.2005 RT I 2005, 67, 512. Kasutatud 03.05.2023
- [20] HCSS. *Eelarvestamine.* [www] <https://www.hcss.com/products/construction-estimating-software/>. Kasutatud 05.05.2023
- [21] Transpordiamet. *Teetode tehnilised kirjeldused – Makseartiklite tabel.* [www] <https://www.transpordiamet.ee/media/2670/download>. Kasutatud 09.05.2023

- [22] Euroopa parlamendi uudised. *Mis on tehisintellekt ja kuidas seda kasutatakse?*
[www]
<https://www.europarl.europa.eu/news/et/headlines/society/20200827STO85804/mis-on-tehisintellekt-ja-kuidas-seda-kasutatakse>. Kasutatud 11.05.2023
- [23] Riigihangete register. *Kõrvalmaanteede 15173 Oisu – Kärevere – Taikse km 4,920-7,706 ja 15212 Raukla – Äiamaa – Oisu km 0,046-2,760 tolmuva katte ehitus koos masinjuhtimise seadmetest info kogumise katsetamisega – HD III-1 Tehniline kirjeldus 15173 KM 4,92.* [www] <https://riigihanked.riik.ee/rhr-web/#/procurement/5158640/documents/source-document?group=B&documentOldId=15864673>. Kasutatud 11.05.2023
- [24] Rail Baltic Estonia. *Lisa 9 - Nõuded geodeetilistele teostusmöödistustele ja joonistele_v1_20221116.* [www]
<https://www.dropbox.com/sh/aby6xqwvlw48wg0/AACnHGp7M-CYhbHsCiZJhtXxa?dl=0>. Kasutatud 11.05.2023
- [25] Roadbotics by Michelin. *Roadway pavement AI.* [www]
<https://www.roadbotics.com/roadway-pavement-ai/>. Kasutatud 12.05.2023
- [26] Roadbotics by Michelin. *Case studies – City of Savannah, GA* [www]
<https://hubs.ly/Q01lvyK60>. Kasutatud 12.05.2023
- [27] Sofiat O. Abioye jt, „Artificial intelligence in the construction industry: A review of present status, opportunities and future challenges“, *Journal of Building Engineering*, Volume 44, December 2021, 103299, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobee.2021.103299>. Kasutatud: 12.05.2023
- [28] Yasamin Ghadbhan Abed, Taha Mohammed Hasan, Raquim Nihad Zehawi, „Machine learning algorithms for constructions cost prediction: A systematic review“, *International Journal of Nonlinear Analysis and Applications*, Volume 13, Issue 2, July 2022, doi: 10.22075/IJNAA.2022.27673.3684, Kasutatud: 13.05.2023
- [29] Miloš Knežević, Snežana Rutešić, Nenad Ivanišević, „Application of Artificial Intelligence for the Estimation of Concrete and Reinforcement Consumption in the Construction of Integral Bridges“, *Advances in Civil Engineering*, Volume 2020, Special Issue: Advances in Construction Life-Cycle Cost Management, doi: <https://doi.org/10.1155/2020/8645031>, Kasutatud: 13.05.2023

- [30] Adam Freill, „Pomerleau and Zetane Systems to bring AI to construction sites“, On-Site Magazine, February 15, 2022, <https://www.on-sitemag.com/software/pomerleau-and-zetane-systems-to-bring-ai-to-construction-sites/1003976345/>, Kasutatud: 13.05.2023
- [31] Transpordiamet, *Droonide lennutamine.* [www] <https://transpordiamet.ee/droonid>. Kasutatud: 15.05.2023
- [32] Transpordiamet, *Riigiteede teehoiukava 2023-2026.* [www] <https://www.transpordiamet.ee/media/16868/download>. Kasutatud: 15.05.2023

LISAD

Lisa 1: Bituumeni hinna korrigeerimine

Lisa 2: Elastsete katendikihtide ehitamise juhised Lisa 2, Tabel 3 - KAP arvutuslehe kohustuslik lisa - materjalide klassifikatsioon, esitatud nõuded ja arvutusparameetrid

Lisa 3: Majandus- ja taristuministri 3. augusti 2015. a määrus nr 101 „Tee ehitamise kvaliteedi nõuded“ Lisa 10

Lisa 1: Bituumeni hinna korrigeerimine

- 1.1. Tulenevalt asjaolust, et Töö teostamise tähtaja jooksul võib teekatendi ehitustöödel kasutatavates asfaltbetoonsegudes ja katendikihtides sisalduva bituumeni turuhind märkimisväärselt kõikuda maailmamajandust mõjutavate poliitiliste ja majanduslike sündmuste tagajärjel, põhjustades sellega olulist erinevust arvestuslike ja tegelike kulude vahel, korrigeerivad Pooled nimetatud tööde maksumust vastavalt lepingus toodud tingimustele.
- 1.2. Bituumeni hinna korrigeerimist nii maksumuse suurenemise kui vähenemise suunas rakendatakse ainult nendele (Kulude) Loendites olevatele töödele, mis viitavad BHK rakendamisele. Töövõtja projektijuht teostab BHK arvestuse ja saadud summa kannab aktis ettenähtud reale.
- 1.3. Lepingu lisa 3 Juhendmaterjalid viidatud „Riigiteede ehitustööde vastuvõtueeskirja“ kohaselt tööde eest makstava tasu vähendamisel (mahaarvamiste tegemisel) BHK-d ei arvestata ning „Riigiteede ehitustööde vastuvõtueeskirjas“ toodud valemite kohaldamisel lähtutakse Lepingu lisa 1 Kululoend toodud ühikuhindadest.
- 1.4. Käesolevas alapunktis on kasutatud järgmisi lühendeid, termineid ja definitsioone:

bbl	- Naftabarrel, toornafta mahu ühik. Maailma naftatööstus on defineerinud naftabarreli nii, et 1 naftabarrel on 42 US gallonit ehk 158,987 liitrit.
BHK	- Bituumeni hinna korrigeerimine
Bituumen	- Käesoleva alapunkti kontekstis tähendab sõna „bituumen“ naftabituumenit
BMT	- Bituumeni maailmaturu baashind (Transpordiameti (edaspidi Tellija) BHK metoodika mõistes)
C.E.T	- Central European Time. Kesk Euroopa Aeg.
EKP	- Euroopa Keskpank
EKP USD/EUR päevakurss	- Euroopa Keskpanga poolt avaldatud US dollari ja euro vaheline kurss, mis Euroopa Keskpanga andmebaasis „Statistical Data Warehouse“ kannab nimetust „ECB reference exchange rate, US dollar/Euro, 2:15 pm (C.E.T.)“. (http://sdw.ecb.europa.eu/quickview.do?SERIES_KEY=120.EXR.D.US D.EUR.SP00.A)

EUCRBRDT indeks	<p>- Brenti toornafta hinnainfot kajastav indeks EUCRBRDT (European Crude Dated Brent Spot) Bloombergi terminali andmebaasis, mille definitsioon muutmata kujul ja inglise keeles on alljärgnev:</p> <p><i>[EUCRBRDT Index, European Crude Dated Brent Spot Forward Dated Brent is calculated as follows: CO2 <comdty> + Corresponding Month EFP + Average of 25 Days CFDs. Forward Dated Brent/BFOE reflects the price of North Sea Crude cargoes loading in 10-25 days from today (10-27 days on Friday). Delivery is free-on-board at the Sullom Voe terminal in the Shetland Islands, UK. Cargoes are typically 600,000 barrels. North Sea Crude is typically light, sweet oil, with gravity > 35 degrees API and sulfur content < 1 percent. The price reflects the average value of Brent contracts for differences over the 10-25 day period. Contracts for differences, or CFDs, are short-term swaps which represent the differential in price between Dated BFOE and a forward month cash contract, typically on a weekly basis. CFDs are traded in the OTC market and quoted by several brokerage firms. CFDs values updates up to 4 times a day between 8am and 5.30pm from Mon-Fri. The value of the cash contract is derived by adding the EFP (exchange for physical) differential for a particular month (EUCSEFP <index>) to the value of the corresponding Brent futures contract traded on the intercontinental exchange, ICE (oil futures contract CO1 <comdty>). This notional 'cash' contract, also called the 25-day cash BFOE contract, is set against the CFD differentials over the 10-25 day period. Forward Dated Brent/BFOE is the average of the CFDs values over this period.]</i></p>
PMB	- Polümeermodifitseeritud bituumen
USD	- USD ehk USA dollar on Ameerika Ühendriikide rahaühik

- 1.5. Bituumeni maailmaturu baashinna (BMT) arvutamise ja avaldamise protseduur ning Lepingus rakendatava bituumeni hinna korrigeerimise tingimused ja kord.
- 1.6. Iga lõppenud kuu BMT hinnainfo avaldatakse Tellija kodulehel hiljemalt lõppenud kuule järgneva kuu 5. kuupäeval.
- 1.7. BMT arvutamisel on esimeseks arvutuskomponendiks Bloombergi terminali Brenti toornafta päeva sulgemishinnad ehk EUCRBRDT indeks ('European Crude Dated Brent Spot', arvestusühikuks USD/bbl), mille Rahandusministeerium edastab Tellijale iga kuu 1. ja 5. kuupäeva vahelisel ajaperioodil. Brenti toornafta päeva sulgemishinnad USD/bbl arvutatakse Tellija poolt esmalt noteerimispäevade kaupa ümber arvestusühikule EUR/t kasutades EKP USD/EUR päevakursse ja konstanti 7,55 bbl/t, mis võimaldab naftabarrelilt minna üle tonnile ning seejärel arvutatakse

päevahindade aritmeetilise keskmisena välja kuu keskmine Brenti toornafta hind eurodes tonni kohta [EUR/t].

BMT arvutamisel on teiseks arvutuskomponendiks **viimase kahe kuu keskmine hinnavahe** B70/100 bituumeni Eesti keskmise turuhinna ja Brenti toornafta hinna vahel [EUR/t].

Juhul kui arvutuse aluseks oleva kuu B70/100 bituumeni Eesti keskmise turuhinna ja Brent toornafta hinna vahe on suurem kui ± 50 eurot tonni kohta, rakendatakse metoodika arvutuses piirmäär ± 50 [EUR/t].

Tellija BHK metoodika mõistes ongi bituumeni maailmaturu baashinnaks (BMT) kahe eelpool kirjeldatud arvutuskomponendi summa. Seega, igale kuule vastavaks bituumeni maailmaturu baashinnaks (BMT) on sellele kuule eelnenud kalendrikuu keskmine Brenti toornafta hind [EUR/t] millele liidetakse viimase kahe kuu keskmine hinnavahe B70/100 bituumeni Eesti keskmise turuhinna ja Brenti toornafta hinna vahel [EUR/t].

Näiteks, 2020.a. novembrikuu BMT arvutatakse 2020.a. oktoobrikuu keskmine Brenti toornafta hinna alusel ning sellele liidetakse viimase kahe kuu (2020.a novembri ja oktoobri) keskmine hinnavahe B70/100 bituumeni Eesti keskmise turuhinna ja Brenti toornafta hinna vahel.

1.8. Bituumeni hinda korrigeeritakse baaskuu suhtes igakuiselt kogu Töö teostamise tähtaja jooksul.

1.9. Bituumeni hinna korrigeerimise baaskuuks käesolevas Lepingus on:

1.10. Baaskuule vastav bituumeni maailmaturu baashind (BMTB), bituumeni margist sõltuv hinnalisa (BHL, mis sõltuvalt bituumeni margist on tähistatud BHL1, BHL2, jne) ja nende kahe liidetava (BMTB+BHL1, BMTB+BHL2, jne) kogusumma ehk bituumeni margile vastav bituumeni baaskuu hind (H1B, H2B, jne) on määratud Tellija poolt ning näidatud Tabelis 1.

TABEL 1: Bituumeni hinna korrigeerimise baasandmed

BMT _B - Baaskuule vastav bituumeni maailmaturu baashind	Bituumeni mark	BHL-Bituumeni margist sõltuv hinnalisa	H _B = BMT _B +BHL Bituumeni margile vastav bituumeni baaskuu hind
BMT_B(aasta, kuu) = € / t	Teebituumenid B 50/70, B 70/100, B 100/150,	BHL1 = 0 €/t	H1 _B = ... + 0 = ... €/t

	B 160/220, B 250/330.		
	Polümeer- modifitseeritud bituumen (PMB), kõik margid	BHL2= 150 €/t	H_{2B}=...+150=... €/t
	Bituumenemulsioonid	BHL määratakse bituumen- emulsioonides kasutatava baasbituumeni hinnalisa järgi	

1.11. Bituumeni margist sõltuv hinnalisa BHL (sõltuvalt bituumeni margist tähistatud BHL1, BHL2, jne) on konstantne suurus ja ei muutu Töö teostamise tähtaja jooksul.

1.12. Bituumeni hinnamuutusest tingitud ehitustööde maksumuse korrigeerimise ehk kulude suurenemise või vähenemise arvestus toimub aruandekuude kaupa ja nendel kuudel Lepingu kohaselt teostatud tööde kohta.

1.13. Bituumeni hinnamuutusest tingitud ehitustööde maksumuse korrigeerimine ehk kulude suurenemine või vähenemine arvutatakse järgmise valemi alusel:

$$\mathbf{K = R \times T \times (H_A - H_B)}$$

kus,

K	- Bituumeni hinnamuutusest tingitud ehitustööde maksumuse suurenemine (+) või vähenemine (-), [EUR]
R	- Bituumeni hinnamuutuse riski jaotuse koefitsiendi väärtuss on R=1,0 .
T	- Aruandekuul (tööde teostamise kuul) kasutatud bituumeni kogus tonnides, [t] „T“ väärtus ehk aruandekuul (tööde teostamise kuul) kasutatud bituumeni kogus tonnides leitakse asfaltbetoonist katendikihtide ehitustööde korral järgnevast valemist: T = C x D x E x F kus, C - Tööde teostamise kuul paigaldatud asfaltbetoonist katendikihi pindala, [m ²] D - Asfaltbetoonsegu retseptiga ettenähtud bituumeni protsent, [%] E - Asfaltbetoonsegu projekteeritud mahumass, [t/m ³] F - Asfaltbetoonist katendikihi projektijärgne kihipaksus, [m]

H_A – Bituumeni margile vastav bituumeni aruandekuu (tööde teostamise kuu) tonnihind, [EUR/t]

$$H_A = BMT_A + BHL = BRENT_A + BHV_A + BHL$$

kus,

$$BMT_A = BRENT_A + BHV_A$$

BRENT_A – Aruandekuule vastav Brenti toornafta kuu keskmine hind, [EUR/t]

Näiteks, kui aruandekuuks on 2020.a. november, siis BRENT_A väärtuseks on 2020.a. oktoobri Brenti toornafta päeva sulgemishindade aritmeetiline keskmine hind [EUR/t]. Brenti toornafta hindade allikaks on Rahandusministeeriumi Bloombergi andmebaasis oleva EUCRBRDT indeksi ('European Crude Dated Brent Spot') päeva sulgemishindade info. EUCRBRDT indeksis on Brenti toornafta hinnad noteeritud USD/bbl. Üleminekuks EUR/t (eurole tonni kohta) on kasutatud EKP USD/EUR päevakursse ja konstanti 7,55. Konstant 7,55 bbl/t võimaldab naftabarrelilt minna üle tonnile ja selle konstandi väärtus sõltub otseselt toornafta leiukoha keskmistest omadustest. Brenti toornafta tihedus API skaalal on ~38.

BHV_A – Aruandekuule vastav B 70/100 bituumeni Eesti keskmise turuhinna ja Brenti toornafta hinna viimase kahe kuu keskmine hinnavahe, [EUR/t]

Näiteks BHV_A (2020 november) arvutatakse 2020.a. novembri ja oktoobri B 70/100 bituumeni Eesti keskmise turuhinna ja vastavate kuude Brenti toornafta kuu hinnavahe põhjal ehk teisisõnu on BHV_A vaadeldava kahe kuu, aruandekuu ja sellele eelneva kuu, keskmine hinnavahe.

Eesti turul müüdava teebituumeni B 70/100 keskmise hinnainfo andmeid kogub Tellija igakuiselt Eestis naftabituumeni müüvatelt firmadelt (vähemalt kahelt). Juhul kui mingil kuul ei esita ükski eesti turul naftabituumeni müüv firma keskmise väljamüügihinna andmeid Tellijale, siis on vaadeldava kuu keskmiseks B 70/100 naftabituumeni hinnaks eelmine teada oleva hinnastatistikaga kuu keskmine hind.

BHL – Bituumeni margist sõltuv hinnalisa konstant Tabelist 1, [EUR/t]

1.14. Lepingu kohase Töö teostamise tähtaja ületamisel Töövõtja süül võetakse pärast Lepingu kohase Töö teostamise tähtaja lõppu teostatud ehitustöödel bituumeni hinnamuutusest tingitud ehitustööde maksumuse suurenemise või vähenemise (K) arvutamisel aluseks Töö teostamise tähtaja järgi arvutatud viimasele Töö teostamise kuule vastavad BMT_A, BHL ja H_A (bituumeni margile vastav aruandekuu tonnihind) väärtused.

**Lisa 2: Elastsete katendikihtide ehitamise juhised Lisa 2, Tabel 3 - KAP
arvutuslehe kohustuslik lisa - materjalide klassifikatsioon, esitatud nõuded ja
arvutusparameetrid**

Täite-materjalid (T _m)	E (MPa)	Siseshõrdenurk F	Nidusus C (MPa)	Plastsus Rootsi W _{LR}	Sõelkõver	Cu d60/d10	Senine nimetus	Plastsus Vassiljev
280	280						Tardkivi-killustik	
280	280						Pae- või kruuskillustik (L _A <35)	
240	240						Pae- või kruuskillustik (L _A ≥35)	
200	200						Ridakillustik, mittestd. killustik	
180	180	45	0,03				Opt.terastkuga kruusliivast kiht	
150	150	43	0,01		2...63 mm >50%		Kruuspinnas	
E (160)	160			<25	<0,63 10...40% ja >5 mm >20%		liiva-kruusa-killustiku segu	<7
F (110)	110							
G (60)	60							
130	130	42	0,007	<10	>0,5 mm >50%	>3	kruusliiv, jämeliiv	<1
115	115					2...3	mõdukalt ühtlaseterine jämeliiv	
120	120	40	0,006		>0,25 mm >50%	>3	keskliiv	
105	105					2...3	mööd.ühtlaseterine keskliiv	
100	100	38	0,005	<10	>0,1 mm >50%	>3	peenliiv	<1
90	90					2...3	mööd.ühtlaseterine peenliiv	
75	75	33	0,005		piiranguvaba	≤2	ühtlaseterine liiv	
65	65	40	0,005				jäme kerge saviliiv	
A				10...25	2...0,25 mm >50%		kerge saviliiv	1...7
B				<10	>0,1 mm <75%		tolmliiv	<1
C				25...40 40...50 >50	2...0,05 mm ≥40%		kerge liivsavi	7...12
							raske liivsavi	12...17
							Savi	17...27
D				10...25	2...0,05 mm <20%		raske tolmne saviliiv	1...7
					2...0,05 mm 20...50%		tolmne saviliiv	1...7
				25...40			kerge tolmne liivsavi	7...12
				40...50			raske tolmne liivsavi	12...17
				>50	2...0,05 mm <40%		tolmne savi	17...27

Lisa 3: Majandus- ja taristuministri 3. augusti 2015. a määrus nr 101 „Tee ehitamise kvaliteedi nõuded“ Lisa 10

SIDUMATA SEGUDE TERASTIKULINE KOOSTIS

Pos.	Segu	Kasutus	Sõela ava mõõd, mm											
			80	63	40	31,5	20	16	8	4	2	1	0,5	0,063
			Läbib sõela, massi-%											
1	0/31,5				100	85-99	-	58-70	39-51	26-38	17-28	11-21	5-15	0-5
2	0/31,5	Sideainega töötlemta			100	85-99	-	54-72	33-52	21-38	14-27	9-20	5-15	0-5
3	0/63	alus	100	85-99	-	58-70	-	39-51	26-38	17-28	11-21	5-15	-	0-5
4	0/63		100	85-99	-	63-77	-	33-52	21-38	14-27	9-20	-	-	0-5
5	0/16	Kruuskate ja tugi- peenar			-	-	100	85-99	65-90	50-75	35-60	20-45	10-35	8-15
6	0/31,5				100	85-99	-	60-80	40-65	30-55	20-45	10-30	8-20	8-15

Märkus: Sideainega töötlemata alustes määratakse terastikuline koostis valmishetatud alusest võetud materjali proovist.