

**INFRARAJATISTE MUDELPROJEKTEERIMISE
ÜLDJUHENDID – INFRABIM 2015
Osa 9: Mahuarvutused ja kulukalkulatsioonid**

STANDARDIKESKUSE EESSÕNA

"Infrarajatiste mudelprojekteerimise üldjuhendid – Infrabim 2015. Osa 9: Mahuarvutused ja kulukalkulatsioonid" on avaldatud Standardikeskuse juhendmaterjalina vastavalt Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ja Eesti Standardikeskuse vahelisele kokkuleppele.

Juhendmaterjali koostamist on korraldanud ja selle korrektsuse eest vastustab Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. Juhendmaterjal on kättesaadavaks tehtud Eesti Standardikeskuse poolt.

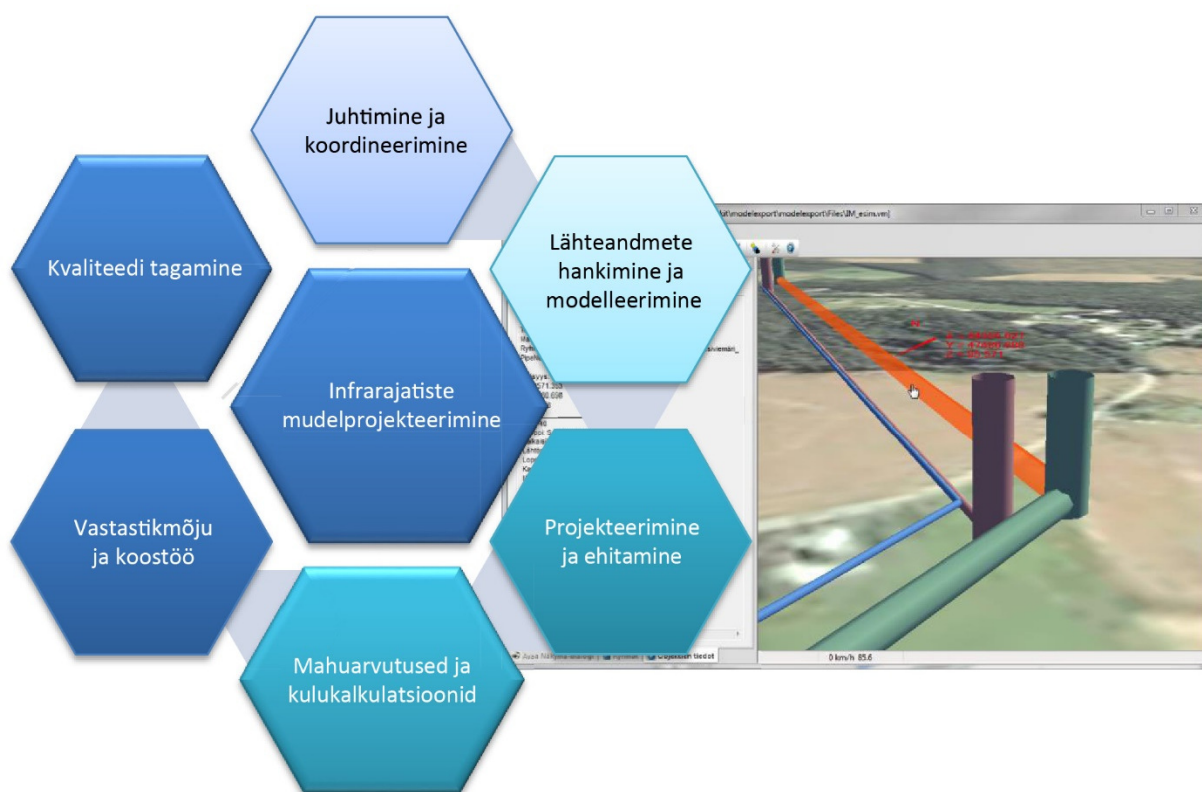
TÄHELEPANU!

Standardikeskuse juhendmaterjal ei ole Eesti standard ega ole võrdsustatav Eesti Standardiga. Ühelgi juhul ei teki käesoleva juhendamaterjali kasutamisest standardi kasutamisega võrdväärseid õiguslikke tagajärgi.

Infrarajatiste mudelprojekteerimise üldnõuded InfraBIM 2015

9. osa

MAHUARVUTUSED JA KULUKALKULATSIOONID



Yit Rakennus Oy / Pekka Ruuti, Finnmap Infra Oy / Niko Janhunen, Markku Pienimäki, 17.8.2015

Dokumendi versiooniajalugu

Versioon	Kuupäev	Autor	Kirjeldus
1.0	17.8.2015	YIT / Pekka Ruuti FMI / Niko Janhunen, Markku Pienimäki	Katseliseks kasutamiseks mõeldud juhend

SISUKORD

1.	SISSEJUHATUS.....	4
2.	INFRARAJATISE MUDELITELE ESITATAVAD MAHUARVUTUSNÕUDED.....	6
2.1.	Tarindite kujutamine	7
2.2.	Klassifikaator.....	Tõrge! Järjehoidjat pole määratletud.
2.3.	Mahuarvutuse võtmemõisted	9
2.4.	Hankemeetodid	10
3.	MAHUARVUTUSED JA KULUKALKULATSIOONID HANKE ERI STAADIUMITES.....	12
3.1.	Projekteerimisaegsed arvutused	12
3.1.1.	Eskiisprojekti koostamine ja vajaduste väljaselgitamine.....	12
3.1.2.	Eelprojekti koostamine	13
3.1.3.	Põhiprojekti koostamine	13
3.1.4.	Tööprojekti koostamine	14
3.2.	Eelarvestamine pakkumismenetluse ja ehitustööde staadiumis	15
3.3.	Ehitusaegsed massiarvutused	16
3.4.	Tööaegsed tarindid ja tööstaadiumite kajastamine	16
4.	MAHUARVUTUSPROTSESS TÖÖVÖTU HINNAKALKULATSIOONIDE KOOSTAMISEL	17
4.1.	Objektiga tutvumine.....	17
4.2.	Lähteandmete kogumine.....	18
4.3.	Mahuarvutused ja mahuarvutuste tegemine.....	18
4.3.1.	Juhitav automaatne tähistus ja mahuarvutus	19
4.3.2.	Mahtude tuletamine ja kaudne arvutamine	19
4.3.3.	Mudeli täiendamine	19
4.4.	Kvaliteedikontroll ja mahtude edastamine	20
	ALLIKAD.....	21
LISA 1	MAHUARVUTUSE LISAANDMED	22
LISA 2.	MASSIARVUTUS-KAASKIRI.....	33

1. SISSEJUHATUS

Hanke käigus tehakse mahuarvutusi mitmes projekteerimisstaadiumis.



Hanke keskne juhtimistöriist on kogukulu hindamine hanke eri staadiumites. Projekteerimisstaadiumis on kulukalkulatsioon vajalik finantsotsuste toetamiseks. Ehitusstaadiumis tuleb analüüsida hanget pakkumisarvutusteks ja ehitustöödeks piisava täpsusega. Kulude arvutamiseks tuleb hanke eri osad modelleerida õigete andmete saamiseks piisava täpsusega.

Mudelprojekteerimise üks olulisem kasutegur on automaatne mahuandmete tootmine. Projektide visualiseerimine annab ühtlasi suurema kindluse mahuandmete õigsuse suhtes. Manuaalsete mahuarvutuste vähenemise korral saavad projekteerijad ja töövõtjad keskenduda töö optimeerimisele ning majanduslikult ökonoomsemate variantide loomisele ja esitamisele.

Ühtne klassifikaator ja selle juurde kuuluv mahuarvutusjuhend toob mudelprojekteerimise eelise maksimaalselt esile. Käesolev juhend lähtub ehitiseosade ja tööde loendist Infra 2006 ning sellel põhinevast InfraBIM-i klassifikaatorist ja InfraBIM-i sõnavarast.

Mudelipõhise hankeprotsessi oluline osa on mõõdistusmudeli koostamine. Sõltumata hankemeetodist koostab ehitushanke algul mõõdistusmudeli tavaliselt tellija. Hankemeetodite erisusi mudelipõhise protsessi puhul on käsitletud eraldi peatükis.

Sõltumata hanke staadiumist nimetatakse mahuarvutusteks kasutatavat mudelit käesolevas juhendis mahuarvutusmudeliks.

Mõisted:

Koondmudel	Erinevate infomudelite põhjal koostatud mudel. Näiteks maastikumudeli, pinnasemudeli, vanade tarindite mudeli ning tee- ja sillamudeli koondmudel. Koondmudelit saab kasutada näiteks projekteeritud ja olemasolevate objektide vaheliste vastuolude avastamiseks. [2]
Teetaristu mudel	Tee/teemaa mudel, mis kajastab objekti elukaare eri staadiumeid (näiteks tee projektimudel, tee töömudel, tee teostusmudel jne). Teetaristu mudel kajastab tee geomeetria tervikuna (sh süvendustarandid, kandetarandid, kuivendustarandid, täitetarandid ja kattetarandid). [2]
Taristumudel	Infrarajatise tootemudel. Teatud infrarajatise kokkuleppekohaseid andmeid sisaldav mudel (näiteks teatud teeobjekti andmed salvestatuna Inframudeli spetsifikatsiooni kohasesse andmevahetusfaili). [2]

Ehitiseosa mudel	<p>Abinimetus näiteks ehitusstaadiumis koostatud eri täpsusastmega taristumudelite eristamiseks (vt ptk 4 „Mahuarvutusprotsess” /„Määrälaskennan prosessi“/).</p> <p>Olenevalt projekteerimisstaadiumist saab taristumudeli põhjal koostada:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ehitiseosa esialgse mudeli, 2) ehitiseosa mudeli. <p>Ehitiseosa mudeli põhjal saab teha kogu hanget hõlmava mahuarvutuse. Eesmärk on koostada kogu hanget hõlmav taristumudel nii, et ehitiseosad on protsessi kõigis staadiumites modelleeritud vähemalt esialgsena. Objektide metaandmetele lisatakse projekteerimisstaadium (esialgne projekt, valmis projekt või ehitusotstarbeline projekt).</p>
Hankeosa	<p>Infra klassifikatsioonisüsteemis on hankeosa määratletud järgmiselt:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ hankeosa teostamine või teostamata jätmine eeldab omaniku otsust; ○ hankeosa kvaliteeditaseme määravad omaniku või kasutaja vajadused ja need esitatakse tootenõuete või mõõtandmetena; ○ hankeosale võib kehtestada erinevaid kvaliteedinõudeid ja otsida kavandatud kulude raamidesse mahtuvaid nõuetekohaseid projektlahendusi (alternatiivlahendusi). [4]
Ehitiseosa	<p>Ehitiseosad on kõik lõpptoodete hulka kuuluvad füüsilised tarindiosad. Ehitiseosade loendite abil modelleeritakse hanke kulude ja tootmise juhtimiseks lõpptoode, eristades täiendavalt ehitiseosade erinevad projektlahendused ja määrates nende mahud. Ehitiseosade paiknemine ja mõõtmed on esitatud joonistel. Ehitiseosa nõuded ja konstruktsioon esitatakse joonistel või kaaskirjades. [4]</p>
Tootmisetapp	<p>Tootmisetapp on lõpptooteks oleva füüsilise tarindi tootmisprotsessi osa. Käesoleva juhendi kontekstis on olulised järjestikused betoonitöö etapid: rakestamine, sarrustamine ja betoonimine.</p>
Mahuarvutusmudel	<p>Infomudel, mille põhjal on tehtud mahuarvutus. Sõltuvalt hanke staadiumist ja täpsusastmest toimivad mahuarvutusmudelina erinevad mudelid.</p>

2. INFRARAJATISE MUDELITELE ESITATAVAD MAHUARVUTUSNÕUDED

Et mahuarvutusjuhendile vastavad andmed saaks arvutada otse infomudelist, tuleb mudeli objektid esitada valitud klassifikaatori juhendite ja nõuete kohaselt.

Hanke tervikmudel koostatakse erinevates projekteerimisstaadiumites, täpsusaste paraneb projekti käigus. Projekteerimise arenedes ja täpsustudes saab võrrelda erinevate projektlahenduste mõju hanke kogukuludele. Infra 2006 kohaselt liigendatud infomudeli sisu eri projekteerimisstaadiumites on käsitletud lisas 1 „Mudelite üldine sisu eri projekteerimisstaadiumites” /„Mallien yleinen sisältö eri suunnitteluvaiheissa”/. Mudelisse tuleb lisada hanke- või ehitiseosa projekteerimisstaadium (esialgne, kinnitamiseks, tootmiseks) ja projekteerimise käigus tuleb andmeid värskendada.

Mahuarvutused tehakse koondmudeli põhjal. Koondmudelist arvutatakse massid ning tarinditega seonduvate süsteemide osad ja seadmed. Sel viisil tagatakse tarindite ja süsteemide ühilduvus ja sellele tähelepanu pööramine enne mahuarvutust. Kui nimetatud juhendit muudetakse, tuleb enne hanke algust üheselt kindlaks määrata, millise projekteerimisvaldkonna mudeli põhjal arvutatakse tarindiosad.

Sillaosad kodeeritakse juhendi „Sildade mudelprojekteerimine” /„Siltujen tietomalliohje”/ kohaselt. Suuremate hangete puhul, mis hõlmavad teisi tarindeid, peavad tarindiosad olema eristatavad ka Infra-klassifikaatori kohaste ehitiseosadena.

Juhis

Sildade mudelprojekteerimisjuhendi kohaselt modelleeritud tarindiosad on liigitatud Infra ehitiseosade klassifikaatorist täpsemalt. Tuleb ära näidata silla tarindiosade liigituse vastavus Infra klassifikaatorile.

Koondmudelile tuleb lisada ehitiseosade kohaselt liigendatud dokumendiblankett, mille alusel saab automaatselt koostada mahtude koondaruande ja võrrelda mudeli erinevaid versioone.

Tavaliselt modelleeritakse teede puhul kõik tarindikihid ning masse saab arvutada tarindikihtide kaupa või pindadevaheliste massidena.

Nõue

Infomudeli abil määratletud töövõtu sisu peab olema üheselt mõistetav. See tähendab, et töövõtu hulka kuuluvad ehitiseosad tuleb selgelt ära märkida ja eristada töövõtu hulka mittekuuluvatest tarindiosadest.

Nõue

Mudelist põhiselt koostatud mahud peavad olema siduvad. Võimalike mudelile lisatud töömahtude aruandebankettide täitmise põhimõtted või kasutusjuhendid tuleb esitada mudeli kaaskirjas või mahuarvutuste kirjelduses üheselt mõistetavalt. Mahuarvutuse kohta peab mudeli kaaskiri sisaldama vähemalt järgmist: kasutatud numeratsioon ja võimalikud kõrvalekalded sellest ning numeratsiooni rakendamine mudeli tarindiosadel. Ühtlasi tuleb ära märkida tööaegsete tarindite (näiteks sulundseinad ja kraavide tugitarindid) mahuarvutuspõhimõtted, kontrollmõõtmised ja põhjavee taseme langetamised. InfraRYL-i artikli 5000 kohaseid töid (näiteks valve, peatöövõtja ülesanded, loatasud jne) mudelisse ei lisata.

2.1. Tarindite kujutamine

Teetarindite kujutamist on käsitletud InfraBIM-i 5. osas. Modelleerimine on klassifikaatorite kasutamist toetav töömeetod, sest enamasti toimub modelleerimine ehitiseosade kaupa. Mudelis näidatakse ära ehitiseosade paiknemine ja mõõtmed. Lisaks esitatakse mudelis võimalust mööda ka ehitiseosa nõuded. Mudeli koordinaatsüsteem tuleb siduda mõne tuntud koordinaatsüsteemiga, mille abil saab mõõtandmed mudelist maastikule ja tarinditele üle kanda.

Nõue

Mudeli kaaskirjas peab leiduma kasutatud koordinaat- ja kõrgussüsteem. Mudelis peavad olema esitatud tarindite ehitamise aluseks olevad mõõtpunktid.

Ehitiseosad ei tohi paikneda üksteise sees, sest sel juhul ei ole automaatse mahuarvutuse andmed usaldusväärsed. Mõõdistusmudeli üleandja peab kvaliteedikontrolli käigus veenduma, et üleantav mudel on kattuvuste osas kontrollitud.

Mahuarvutuste seisukohalt on oluline esitada ehitiseosad nii, et ehitiseosade jaotuse alusel saadakse automaatselt õiged mahuandmed. Mitmesugused eriosad, mille kohta valmisobjekte ei leidu, modelleeritakse enamasti sarnaste objektidena nii, et nende arv on õige. Lisaks tuleb eriobjektid liigitada (nimetuste, kvaliteedi vms alusel) nii, et need automaatselt üksteisest eristuvad.

Pinnad ja varustuse võib modelleerida ka teisiti liigendatuna, kuid mudel peab võimaldama mahtude koondaruande koostamist valitud klassifikaatori kohaselt. Mudeli kaaskirjale tuleb lisada mahtude koondaruande koostamise juhend.

Mudel antakse eelarvestajatele üle nii originaal- kui ka infromodel/IFC-formaadis.

Näide

Silla piirdepostid tuleb modelleerida ühe tervikdetailina nii, et nende arv oleks õige.

Kübarmutrid modelleeritakse tavaliste mutritena ja objektile lisatakse õige standardosa andmed. Modelleerides kübara eraldi võivad arvandmed mitmekordselt suurened, kui tarkvara arvestab mutri ja kübara eraldi detailideks, kuid lisab mõlema kogused mutritena.

Juhis

Ehitiseosad tuleb modelleerida füüsiliselt õiges suurus, kuigi nende välimus ei pruugi olla õige. Näiteks mutrite ruumivajaduse võib kuusnurga asemel modelleerida silindrina. Osa õige tüüp lisatakse eraldi näiteks objekti tunnusesse või mudeli kaaskirjas.

2.2. Klassifikaator

Juhendi kirjutamise ajal on valmis InfraBIM-i versioon 1.5.

Nõue

Modelleerimisel tuleb kasutada InfraBIM klassifikaatorit ning ehitiseosade ja tööde Infra klassifikaatorit. Objektidele tuleb lisada neile vastav Infra-klassifikaatori kood.

Betoontarindid tuleb modelleerida nii, et nende hinna saaks arvutada tootmisetappide kaupa. Sellest tulenevalt hõlmab betoontarindite tootmine üksteisega tihedalt seotud järjestikuseid tootmisetappe:

- 1) rakestamine,
- 2) sarrustamine,
- 3) betoonimine.

Järgnevalt on loetletud ehitiseosad, mida see puudutab (nimekiri ei ole täielik ja projekteerimisel tuleb kontrollida ehitiseosa vajalikkust).

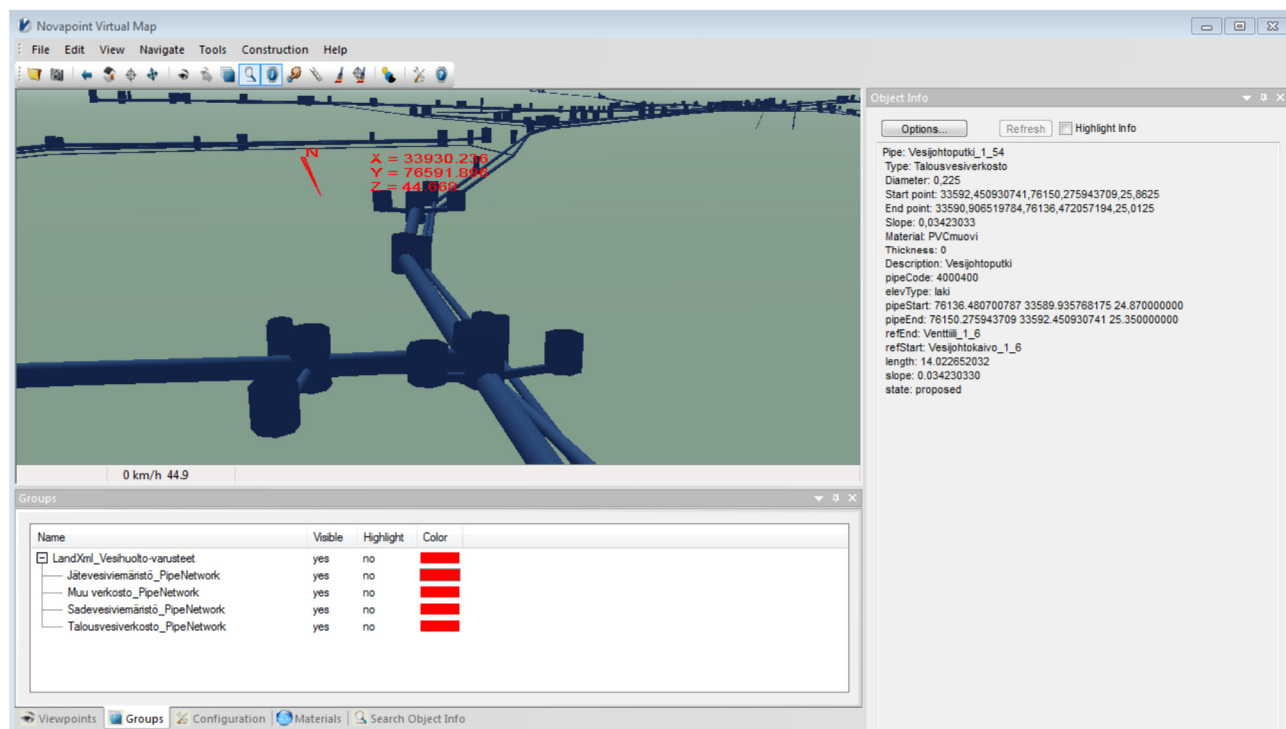
Tabel 2.1. Betoontarindid, mis modelleeritakse tootmisetappide kaupa

Ehitiseosa	Nimetus
1300	Vundamenditarindid
2143.2	Betoonkatted, valatavad
2214	Müürid
3115.2	Reoveepumpla, kohapeal ehitatud
3125.2	Sademeveepumpla, kohapeal ehitatud
4000	Ehitustehnilised ehitiseosad

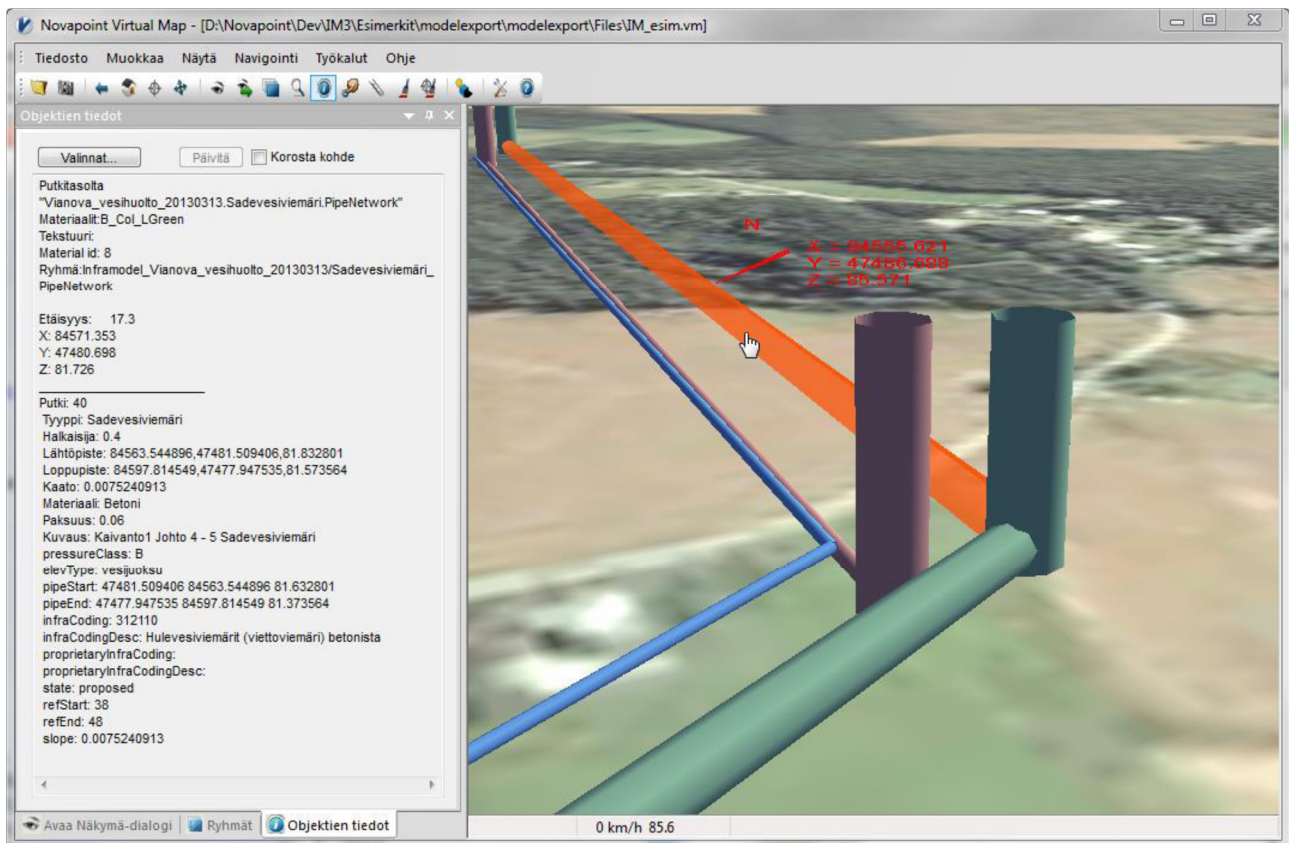
Hankepõhise kokkuleppe korral võib nõudest kõrvale kalduda. Alternatiivsed klassifikatsioonisüsteemid on Talo 80 ja Talo 2000.

Näide

Joonistel 2.1 ja 2.2 on esitatud toruobjektide küsitud metaandmed. Joonisel 2.1 ei ole Inframodeli klassifikaatori kohast välja objektile lisatud. Joonisel 2.2 on esitatud ka väli InfraBIM-i koodiga „312110. Sademeveekanalisisatsioon (äravoolukanalisisatsioon)“.



Joonis 2.1. Toruobjekti mudelipõhised metaandmed

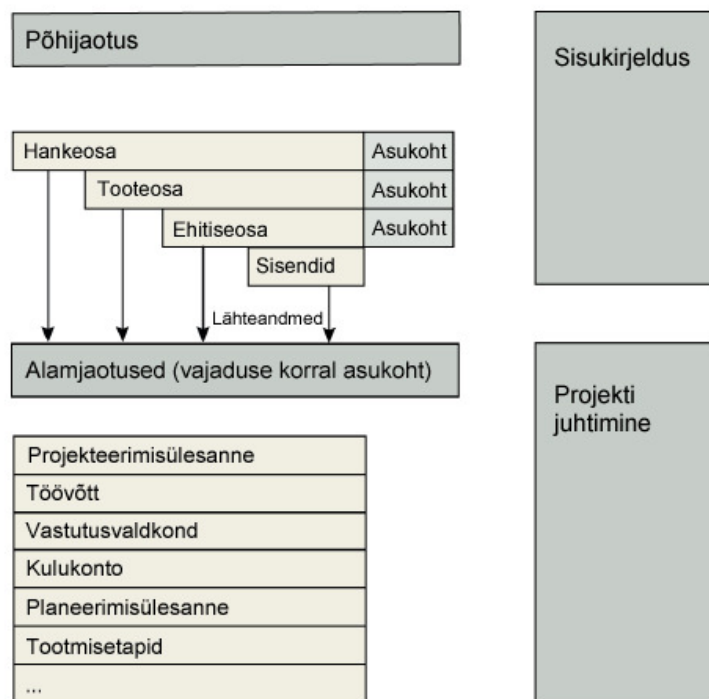


Joonis 2.2. Toruobjekti mudelipõhised metaandmed

2.3. Mahuarvutuse võtmemõisted

Taristuhange liigendatakse väiksemateks osadeks. Osad moodustavad hierarhilise süsteemi, mille iga osa projekteeritakse ja kontrollitakse eraldi. Liigendamise eesmärk on

- jagada hange konkreetseteks vastutusvaldkondadeks ja osaprojektideks;
- jagada hanke kalendergraafik osadeks, milles kajastuvad nende omavahelised sõltuvussuhted;
- luua eeldused hanke ajaliseks juhtimiseks;
- luua kuluhalduse raamid, määrates kindlaks väikseimad jälgitavad kulukohad (tööpaketid);
- võimaldada kogu hanke kulude, kalendergraafiku ja vajalike ressursside täpset kindlaksmääramist;
- anda hanke osadele hierarhilised koodid;
- integreerida hanke ajaline ja majanduslik planeerimine ja juhtimine.



Joonis 2.3. Hanke liigendamine

Hange liigendatakse kahes järgus joonise 2.3 kohaselt. Hanke algul tehakse põhijaotus, millega näidatakse ära hanke põhiosad. Eesmärk on määrata kindlaks osade kulud ja vajaduse korral ka ligikaudne kestus. Mõnda hankeosa ei saa kohe ehitiseosadeks jagada, sest olusid ja pinnast ei tunta piisavalt hästi. Neid hankeosaid nimetatakse tooteosadeks. Kui andmed täpsustuvad, asendatakse tooteosad ehitiseosadega.

Kulude prognoosimiseks ja projektijuhtimise nõuete täitmiseks täiendatakse ehitiseosadega lõppevat konstruktsioonilist liigendust vajaduse korral tootmise liigendamisega tootmisetappideks (sisenditeks).

2.4. Hankemeetodid

Sõltumata töövõtumeetodist koostab mõõdistusmodeli tellija. Ühe mõõdistusmodeli andmine kõigi hanke osaliste kasutusse tõhustab hankeprotsessi ja vähendab oluliselt tööde kattumist projekteerimise, kulukalkulatsiooni ja pakkumismenetluse eri staadiumites.

Projekteerimis- ja ehitusstaadiumite käigus mõõdistusmudel täieneb ja täiustatud mudel saab järgmise staadiumi lähteandmeteks, liikudes edasi kuni haldusstaadiumini.

Hanke eri staadiumites ühtsete lähteandmete põhjal tehtud pakkumised on omavahel paremini võrreldavad. Et lähteandmed esitab ja nende eest vastutab tellija, võib pakkumised arvutada olenevalt projektidest ning puudulikest ja ebaselgetest projektidest tingitud täiendava riskireservi võib jätta kavandamata.

Hange hinnastatakse mudelipõhiste mahtude alusel. Ühtlasi on mudel aluseks maksetähtaegadele. Tehtud tööd arvestatakse mudelipõhiselt ja osalised seovad end sel viisil kindlaks määratud teostusmahtudega.

Terviktöövõtt

Töövõtja annab saadava tasu eest lõpptoote tellijale üle lepingukohasele kvaliteeditasemele vastaval kujul ja kindlaks määratud viisil. Hanke tööprojekti on tellija eelnevalt lasknud teha eraldi tööna.

Tellija projektide alusel teostatavate hangete puhul saadakse suurt kasu mahtude sidumisest töövõtukalkulatsiooni aluseks oleva mudeli mahtudega, mis võimaldab töövõtjatel keskenduda töö optimeerimisele ning ökonoomsemate projektivariantide loomisele ja esitamisele ehitushanke pakkumismenetluse etapil.

Projekteerimist ja ehitamist sisaldav töövõtt

Selle töövõtumeetodi puhul kuulub lisaks ehitamisele töövõtja kohustuste hulka alati ka oluline osa hanke funktsionaalsest ja tehnilisest projekteerimisest.

Lähteandmed saadakse tavaliselt tellijalt ning tellija vastutab lähteandmete õigsuse ja usaldusväärsuse eest. Vajaduse korral võib lähteandmetele teatud osas lisada nn riskireservi (vt p „Riskide hindamine”).

3. MAHUARVUTUSED JA KULUKALKULATSIOONID HANKE ERI STAADIUMITES

3.1. Projekteerimisaegsed arvutused

Mudelprojekteerimisjuhendi osades 5...7 „Tarindimudelid“ /„Rakennemallit“/ on käsitletud erinevates projekteerimisstaadiumites koostatavate tee-, tänava- ja raudteetarindite mudelite sisu, formaate, dokumenteerimist ja eriti tööprojekti staadiumis koostatava töömudeli täpsusnõudeid. Nimetatud juhendis on täpsemalt käsitletud mudelite sisu ja sellega seonduvaid tähelepanekuid mahuarvutuste ja kulukalkulatsioonide koostamise aspektist. Mudeli sisu ja täpsusnõudeid tööprojekti eelsetes projekteerimisstaadiumites on käsitletud juhendi 4. osas „Taristumudel ja modelleerimine hanke erinevates projekteerimisstaadiumites“ /„Inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa“/.

Käesolevas osas on esitatud kokkuvõtte mahuarvutuste ja kulukalkulatsioonide koostamisest erinevates projekteerimisstaadiumites, et anda ülevaade kogu protsessist.

Juhis

Kui hange hõlmab mitmeid erinevaid valdkondi ja nende mudeleid, vastutavad valdkonnad oma mudelite eest ise ja näiteks mahud arvutatakse valdkondlike osamudelite abil.

Juhis

Kulukalkulatsiooni värskendamise intervall ja aeg lepatakse tellijaga kokku hanke algul üldkalenderplaani ja tellija vajaduste kohaselt. Üks mudelprojekteerimise eesmärke on parandada kulude jälgimist reaalajas. Tulevikueesmärk on see, et mudelit ajakohastades uueneks samas ka hanke „hinnasilt“.

3.1.1. Eskiisprojekti koostamine ja vajaduste väljaselgitamine

Sarnaselt eelprojekteerimisstaadiumi kulukalkulatsioonile tuleb ka eskiisprojekteerimisstaadiumi kulukalkulatsioon koostada niisuguse täpsusega, et see loob usaldusväärse aluse hanke kogukulude ja ühtlasi tee haldamiseks vajalike investeeringute hindamiseks. /8/

Eskiisprojekteerimise staadiumis ei ole mudelprojekteerimise roll tavaliselt väga märkimisväärne. Modelleerimistase lepatakse kokku hankepõhiselt. Eskiisprojekteerimise staadiumis koostatakse kulukalkulatsioon hankeosa täpsusega. Tavaliselt põhinevad arvutused vähemalt osaliselt eksperthinnangutel. Hankeosapõhisel eelarvestamisel arvutatakse teede ehituskulud nn „meetrihinnana“ (euro/m).

Mahtude hindamist võib alustada juba eskiisprojekteerimise staadiumis. Maastikumudelid ja pinnaseandmed on selles staadiumis veel väga umbkaudsed ning need põhinevad pinnasekaartidel ja maamõõduameti mõõdistusandmetel. Modelleerida saab siiski ka ebatäpsete lähteandmete abil ning see võimaldab hinnata mulde- ja süvendusmasside suurusjärku ja liiki. Sel juhul võib hankeosapõhine kalkulatsioon osaliselt tugineda ehitiseosa täpsusega tehtud uuringutel. Kulud tuleb siiski esitada meetrihinnana.

Tavaliselt hõlmab eskiisprojekteerimine alternatiivvariantide võrdlemist. Alternatiivlahenduste kulukalkulatsioonid peavad olema võrreldavad, et teha kindlaks kõige kuluefektiivsem variant.

3.1.2. Eelprojekti koostamine

Eelprojekteerimise staadiumis koostatakse kulukalkulatsioon tavaliselt hankeosa täpsusega. Mahuandmete kasutamine kulude hindamisel algab siiski hiljemalt eelprojekteerimise staadiumis. Põhimõte on see, et mudelipõhiselt projekteeritavate osade mahtude arvutamisel ja seega ka kulukalkulatsioonide koostamisel kasutatakse mudelit. Mudelipõhine projekteerimine võimaldab teetarindite täpsemat eelarvestamist esialgsete mahtude põhjal, tegeliku ruumivajaduse kindlaksmääramist ning olulise hinnamõjuga tarindite ja seadmete realistlikku arvestamist.

Kui mudelprojekteerimine kujuneb valdkonnaüleseks töömeetodiks, saaks hankeosapõhistest arvutustest täielikult loobuda, minnes üha varasemas staadiumis üle mudelipõhisele mahuarvutusele. Kogu kulukalkulatsiooni koostamine eelprojekti mudeli põhjal muudaks praegu mudelprojekteerimise eelprojekteerimise staadiumis siiski liiga keeruliseks.

Sildade puhul modelleeritakse eelprojekteerimise staadiumis nähtavad konstruktsioonid ja varustus ning silla juurde kuuluvad maastikurajatised (näiteks silla otsanõlvad ja koonused). Sildade kulukalkulatsioonid koostatakse siiski hankeosapõhiseid arvutusi ja vastavat tehnilist kompetentsi kasutades. Hankeosapõhiste arvutuste kõrval soovitatakse kasutada traditsioonilist kogemuslikest andmetest lähtuvat ruutmeetripõhist hinnaarvutust. Muud mahud saadakse statistiliste koefitsientide abil katte pikkuse ja laiuse alusel.

Erinevate valdkondade infomudelite modelleerimist eelprojekteerimise staadiumis on täpsemalt käsitletud juhendisarja InfraBIM (YIV 2015) 4. osa „Taristumudel ja mudelprojekteerimine hanke erinevates projekteerimisstaadiumites” /„Inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa”/ 3. peatükis. Eelprojekteerimise staadiumi kuluahalduspõhimõtteid ja nende rakendamist on täpsemalt käsitletud juhendi „Väylähankkeiden kustannushallinta” („Teehangete kulude juhtimine”, Soome transpordiameti juhendid 46/2013) 5. peatükis.

3.1.3. Põhiprojekti koostamine

Teede, tänavate ja raudteede põhiprojektide kulukalkulatsioonides võetakse arvesse kõiki hanke lõpuleviimisega kaasnevat kulusid. Hiljemalt projektide visandamise staadiumis saab valdavalt osa kuluartiklitest hinnata ehitiseosa täpsusega, mis suurendab kulukalkulatsiooni täpsust. Projektide täpsustades vähenevad riskireservid, tuvastatud riskid loetakse projektlahenduse osaks ning neid võetakse arvesse hinna kujundamisel. /9/

Põhiprojekti staadiumis peavad lähteandmed (sh maastikumudel) olema nii täpsed, et nende põhjal koostatavad projektid ja mahuarvutused on usaldusväärsed ja täpsed. Ka pinnasemudel (pinnaseliikide piirid) tuleb koostada niisuguse täpsusega, mida pinnaseuuringud võimaldavad. Täpsemad nõuded tee, tänav ja raudtee põhiprojekti lähteandmele on esitatud juhendisarja InfrBIM 4. osa „Taristumudel ja mudelprojekteerimine hanke erinevates projekteerimisstaadiumites” /„Inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa”/ punktis 4.1.

Sihiks on, et peaaegu kõik lõpliku põhiprojekti mahuandmed on ehitiseosa täpsusega ja kulukalkulatsioon on ehitiseosa põhine. Mahud, mida ei ole arvatud ehitiseosa täpsusega, dokumenteeritakse kirjalikus memos. Mudelipõhine projekteerimine võimaldab alternatiivide kiiret ja täpsemat võrdlemist. Mudelipõhistele mahuarvutustele toetudes saadakse usaldusväärsed kulukalkulatsioonid, ühtlasi saab usaldusväärselt prognoosida ehitiste ja seadmete teisaldusvajadust ja -kulusid.

Ehitiseosade põhisel kulukalkulatsioonil tuleb mahtudele lisada võimalikud täiendavad kulud, millest kõige tavalisem on veokaugus. Niisugust infot mudelist tavaliselt ei saa ning see lisatakse kalkulatsiooni käsitsi.

Silla puhul modelleeritakse põhiprojekterimise staadiumis lisaks nähtavatele konstruktsioonidele ka alustarindid ja silla juurde kuuluvad maastikurajatised (näiteks silla otsanõlvad ja koonused). Silla varustus ja seadmed modelleeritakse vajalikus ulatuses. Projekterimise algstaadiumis on kulukalkulatsioon tavaliselt hankeosa põhine. Lõppstaadiumi kulukalkulatsioonidena kasutatakse sildade puhul ehitiseosa täpsusega koostatud kalkulatsioone. Sarruse ja pingsarruse mahud määratakse endiselt statistikapõhiselt [kg/m³], lähtudes silla tüübist ja mõõtetest.

Eri valdkondade infomodelite modelleerimist põhiprojekterimise staadiumis on täpsemalt käsitletud juhendisarja InfraBIM (YIV 2015) 4. osa „Taristumudel ja mudelprojekteerimine hanke erinevates projekterimisstaadiumites” /„Inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa”/ 4. peatükis. Eelprojekteerimisstaadiumi kuluhoolduspõhimõtteid ja nende rakendamist on täpsemalt käsitletud juhendi „Väylähankkeiden kustannushallinta” („Teehangete kulude juhtimine”, Soome transpordiameti juhendid 46/2013) 6. peatükis.

3.1.4. Tööprojekti koostamine

Tööprojekti staadiumis on eelarvestamise eesmärk ehituskulude usaldusväärne prognoosimine. Kui tööprojekt on valmis, on kõik mahud arvatud ehitiseosa täpsusega. Mahtude koondaruande eesmärk on ühtlasi pakkumismenetluse dokumendi koostamine aruande andmete põhjal. Kulukalkulatsiooni värskendamise intervall ja ajad lepatakse tellijaga kokku hanke algul üldkalenderplaani ja tellija vajaduste kohaselt. /9/

Täpse mahuinfo aluseks on piisava täpsusega lähteandmed. Maastikumudel peab olema täpne ja lisaks peab olema pinnasemudeli (pinnaseliikide piirid) koostamiseks piisavalt pinnaseuuringuid. Masside arvutamiseks tuleks pinnasekihid modelleerida ühtsete pindadena. Pinnaseliigid ja nende omadused tuleks modelleerida nii, et tarinditeks sobivad pinnaseliigid oleksid sobimatutest pinnaseliikidest eristatavad.

Mudelprojekteerimisjuhendi osade 5...6 kohaselt modelleeritakse tööprojekti staadiumis üldjuhul kõik ehitamiseks nõutavad pinnad. Hankepõhiselt (näiteks pakkumismenetluse dokumentides) võib kokku leppida, et teatud pindasid ei modelleerita. Juhendisarja InfraBIM (YIV 2015) osades 5...6 esitatud nõuete kohaselt modelleeritud mudeli põhjal saab selles staadiumis arvutada täpsed mahud kihtide ning vajaduse korral ka alade või tsoonide kaupa. Mahte saab arvutada ka näiteks teede, hanke- või tarindiosade kaupa.

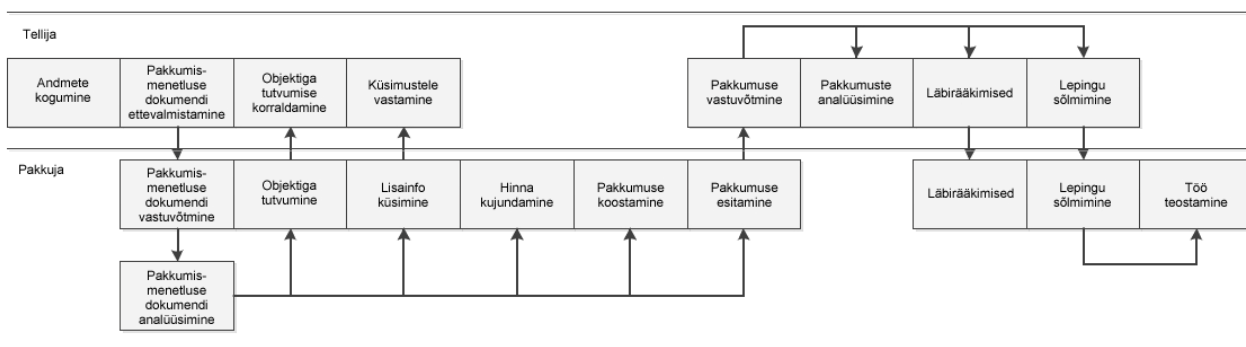
Tuleb siiski arvesse võtta, et mahuarvutuse ja masinjuhtimise vajadused võivad erineda. Näiteks tarindikihtide (näiteks jaotus- ja kandekihi) osas ei lisata masinjuhtimismudelitesse tingimata nõlva alumise serva punkte, mis mahuarvutuste puhul on siiski vajalikud.

Sarnaselt põhiprojekti staadiumile tuleb ehitiseosadel põhinevate arvutuste korral lisada kõigile mahtudele võimalikud täiendavad kulud, millest kõige tavalisem on veokaugus. Niisugust infot mudelist tavaliselt ei saa ning see lisatakse kalkulatsiooni käsitsi. Eesmärk on vältida Infra klassifikaatori kohase ehitiseosa „1611. Süvend, määratlemata” kasutamist. Muude süvendite (koodid 1612...1617) puhul on selgelt näidatud ümberpaigutamine muldkehadesse, täidetesse, ladestusaladele, prügilasse, tarinditesse või ajutisse hoiukohta.

Sildade puhul modelleeritakse kõik tarindid tööprojekti staadiumis sildade mudelprojekteerimisjuhendi nõuete kohaselt.

3.2. Kulukalkulatsioon pakkumismenetluse ja ehitustööde staadiumis

Joonisel 3.1 on kujutatud pakkumismenetluse protsess tellija ja pakkuja seisukohalt.



Joonis 3.1. Pakkumismenetluse protsess

Mahuandmete koostamine on hinna kujundamisele eelnev oluline protsessiosa. Mahuarvutusprotsessi on kirjeldatud 4. peatükis. Infomudeli kasutamise suurimateks eelisteks pakkumismenetluse staadiumis on mahuarvutuste automatiseerumine ja kindlus mahtude õigsuses. Kõigi pakkumisel osalejate kasutuses on samad mahud ja väheneb korduv käsitsi ümberarvutamine. Mudeli abil saab täpselt ja konkreetselt kindlaks määrata ka töövõtupiirid ja -valdkonnad.

Pakkumismenetluse staadiumis on infomudel ühtlasi hangete kavandamise abivahendiks. Infomudeli abil on lihtne määratleda hankepakette ja määrata kiiresti nende mahud, tüübi-, materjali- ja kvaliteediandmed.

Riskide hindamine

Kui hanke kavandamisel ilmnevad võimalikud hanke teostamist puudutavad riskid, tuleb need mudelis muudest ehitiseosadest selgesti eristada. Võimalikud riskid on näiteks

- massivahetuse puhul kaeve- ja täitemahtude kogus ja paiknemine;
- pinnaseuuringute puudulikud andmed;
- sulfiidse savi esinemine.

Kulusid saab mõjutada töö mudelipõhise kavandamise abil. Pakkumismenetluse staadiumis on võimalik leida parimad lahendused töö teostamiseks ja teha kindlaks kõige kuluefektiivsem lahendus. Ühtlasi saab infomudeli abil tuvastada ja ennetada võimalikke probleeme, mis omakorda võimaldab vähendada riskireservi. Töö kavandamisel saab kogukulu minimeerida, leides võimalikult kiire teostusaja.

Nõue

Mahud määratakse Infra vastava juhendi („Rakennusosa- ja hankenimikkeistö. Määrämittaousohje”) kohaselt, millele käesolevas juhendis on lisatud arvutamist lihtsustavaid täpsustusi. Täpsustuste eesmärk on saada täpsem ettekujutus teostatavast hankest ja minimeerida riskireserve. Täpsustused on esitatud lisa 1.

Mahud peavad olema jagatud hanke seisukohalt mõistlikeks tervikosadeks (näiteks raudteel kahe kilomeetritähise vahelise raudteelõiguga seotud 20-meetristeks osadeks ja maanteel 20-meetristeks osadeks või muudeks sobivateks tervikosadeks). Mahutabeli näide on esitatud joonisel 3.2 ja mahuarvutuste kaaskirja näide on lisa 2. Võrdlemiseks ja kontrollimiseks peavad mahtude koondaruanne ja tervikosad olema omavahel seostatavad (näiteks sobiva nime alusel või muul mahuarvutus-kaaskirjas märgitud viisil).

Riskid esitatakse mahuarvutus-kaaskirjas.

Masside tabel				Hange	Raudteeliik															
				Koostaja	N.N	Kuupäev		1.1.2014												
Infra 2006 kood ja nimetus																				
KM-tähis, algus		KM-tähis, lõpp		1141	1142	1321	1326	1600	1612	1614	1625	1632	1700	1811	1815	1816	1836	2122	2123	2412
				Eemaldatavad pinnased	Likvideeritavad tarindikihid ja muldkihid	Rammvaiad	Vaiaadele toetuvad plaadid	Sõvendid ja kraavid	Sõvend ja mudikeha või täide	Sõvend ja kihttarind	Massivahetuse hulka kuuluvad kraavid	Tõasegsed tugiseinad	Kaljnsõvendid, -kraavid ja -tunneld	Pinnasmulded	Vastumulded	Eelkoormusmulded	Massivahetuse hulka kuuluvad täited	Eralduskihid raudteetarindites	Vahekihid raudteetarindites	Ballastkihid killustikust
km	m	km	m	[m2tr]	[m3ktr]	[mtr]	[m2tr]	[m3ktr]	[m3ktr]	[m3ktr]	[m3ktr]	[m2tr]	[m3ktr]	[m3ktr]	[m3ktr]	[m3ktr]	[m3ktr]	[m3ktr]	[m3ktr]	[m3ktr]
606	280	606	300																	
606	300	606	320																	
606	320	606	340																	
606	340	606	360																	
606	360	606	380																	
606	380	606	400																	
606	400	606	420																	
606	420	606	440																	
606	440	606	460																	
606	460	606	480																	
606	480	606	500																	
606	500	606	520																	
606	520	606	540																	
606	540	606	560																	
606	560	606	580																	
606	580	606	600																	
606	600	606	620																	
606	620	606	640																	
606	640	606	660																	
606	660	606	680																	
606	680	606	700																	
606	700	606	720																	
606	720	606	740																	
606	740	606	760																	
606	760	606	780																	
606	780	606	800																	
606	800	606	820																	
606	820	606	840																	
606	840	606	860																	
606	860	606	880																	
606	880	606	900																	
606	900	606	920																	
606	920	606	940																	
606	940	606	960																	
KOKKU				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Joonis 3.2 Mahtude tabel.

3.3. Ehitusaegsed mahuarvutused

Suurte taristuhangete puhul on mahuandmete haldamine üks tähtsamaid töid. Infomudeli abil saab mahuarvutusi hanke käigus teha ka väiksemate osadena.

Töö käigus ilmnenud mahumuutusi saab käsitleda mudelipõhiselt arvatatud mahtude abil.

3.4. Tööaegsed tarindid ja tööstaadiumite kajastamine

Projektlahenduse kohased tööaegsed tarindid (näiteks sulundseinad ja tugitarindid) tuleb infomudelis esitada teostusmahus. Ühtlasi tuleb esitada kavandatud tööstaadiumid.

4. MAHUARVUTUSPROTSESS TÖÖVÕTU HINNAKALKULATSIOONIDE KOOSTAMISEL



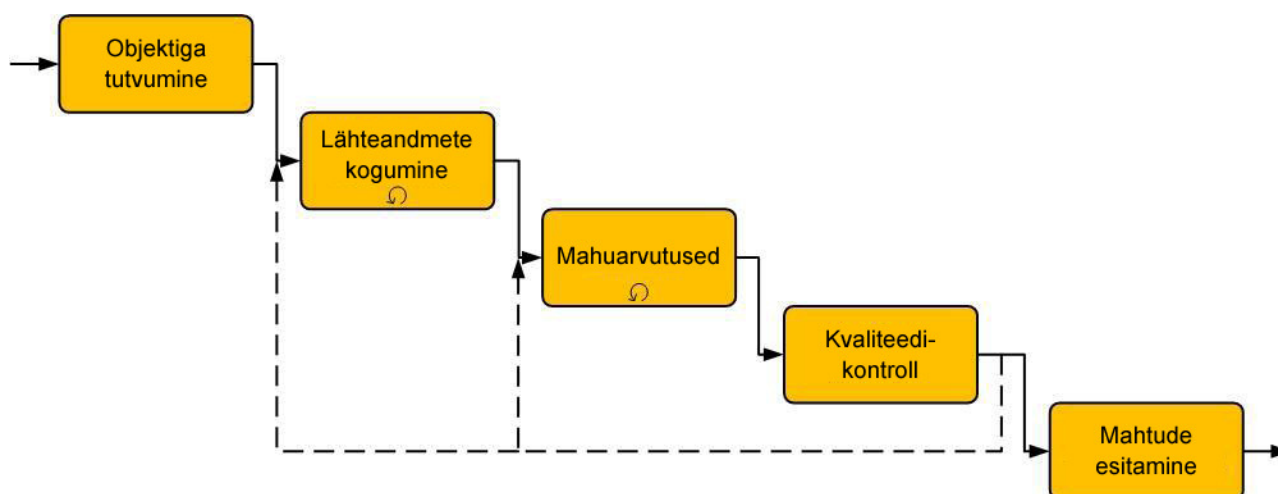
Joonis 4.1. Mahuarvutuse etapid

Eesmärk on luua kohe hanke algul ehitiseosa esialgne mudel, mida saab kasutada ligikaudse kulukalkulatsiooni koostamiseks. Projekteerimise käigus esialgne mudel täpsustub ja saab võrrelda erinevate projektilahenduste mahuerisusi. Joonisel 4.1 esitatud etapid on teostatavad igas projekteerimisstaadiumis eraldi või näiteks kogu ehitus- ja projekteerimishankel.

Infomudelisse tuleb lisada hanke või ehitiseosa projekteerimisstaadium (esialgne, kinnitamiseks, tootmiseks) ja projekteerimise käigus tuleb andmeid värskendada.

Protsess on olemuselt iteratiivne ja kordub erinevates projekteerimisstaadiumites mitmeid kordi. Joonisel on esitatud etapid projekti algusest kuni lõpuni, kuid hanke jooksul kordub sama protsess erinevates projekteerimis- või ehitusstaadiumites mitmeid kordi.

Järgneval joonisel on kujutatud mudelipõhine mahuarvutusprotsess mudelprojekteerimise üldnõuete kohaselt.



Joonis 4.2. Mahuarvutusprotsess

Projekteerimisinfo lisamine metaandmetele: esialgne projekt, valmis projekt või ehitusotstarbeline projekt.

4.1. Objektiga tutvumine

Tegelik objektiga tutvumine toimub enne esmakordset mahtude arvutamist. Mudeli abil on lihtsam tajuda objekti detaile ja muid omadusi. Lisaks mudelile tuleks tutvuda muude objekti puudutavate materjalidega (näiteks töökirjeldusega) ja vestelda projekteerijatega.

4.2. Lähteandmete kogumine

Nõue

Enne iga mahuarvutust tuleb kokku koguda lähteandmed ja veenduda, et eelarvestajal on kõigist asjakohastest failidest õige versioon.

Projektipõhiselt kokku lepitavad asjaolud

- Tuleb kindlaks määrata, kas mahuarvutused tehakse ühe või mitme projekteerimisvaldkonna mudelite põhjal. Tavaliselt arvutatakse mahud taristumudeli põhjal. Mitme projekteerimisvaldkonna mudelite kasutamise korral tuleb kindlaks määrata, millised mahud mingi mudeli põhjal arvutatakse.
- Tuleb kindlaks määrata, kas mõne projekteerimisvaldkonna mudel on jagatud mitmeks osamudeliks.
- Tuleb kindlaks määrata, kas mahuarvutusel kasutatakse projekteerija originaalmudelit või selle põhjal koostatud Inframudelit / IFC-mudelit.
- Kui mahuarvutused tehakse projekteerija originaalmudeli põhjal, tuleb veenduda, kas esitatud materjal sisaldab kõiki vajalikke mudelielemente ja viiteid ning kas mahuarvutusteks kasutatavas tarkvaras avaneb mudel tõrgeteta.
- Tuleb kindlaks määrata mudeli põhjal arvutatavate mahtude ulatus, st millised mahud arvutatakse mudelist ning millised tuleb arvutada teiste meetoditega.
- Tuleb kindlaks määrata, kas kogu mudel on koostatud sama täpsusastmega ja kas mahud arvutatakse kogu mudeli põhjal või ainult mudeli teatud osa põhjal. Mudel võib sisaldada näiteks ehituslikke või tehnilisi osasid, ruume, varustust ja inventari, mida mahuarvutused ei hõlma. Sel juhul tuleb kindlaks määrata, kas mahuarvutusel arvestatavad ja mitteamestatavad mudeli osad on eristatavad näiteks nimetuste, visualiseeringute ja/või koondkujutiste abil. Infot modelleerimismeetodi kohta leiab mudeli autori koostatud kaaskirjast.
- Töökirjelduse osas tuleb kindlaks määrata, kas see ühtib mudelis sisalduva infoga (näiteks kas mudelis ja töökirjelduses on kasutatud samu tarinditüüpe). Töökirjeldusse tuleb sisse viia kõik kokkulepitud muudatused, sest ei saa eeldada, et eelarvestaja uurib muudatusi näiteks projekteerimiskoosolekute protokollidest.
- Tuleb kindlaks määrata peamised mudelites ja ehituskirjelduses tehtud muudatused võrreldes mahuarvutuste tegemiseks kasutatud eelmiste versioonidega.

Juhis

Mudelite ja muu materjali võimalikud puudused tehakse enamasti kindlaks kvaliteedikontrolli käigus ja märgitakse mudeli ülevaatuses aruandesse, millega mahu arvutaja peab põhjalikult tutvuma. Lähteandmete võimalike vastuolude tuvastamise ja nendest teavitamise eest vastutab peaprojekteerija või mõni muu tellija määratud isik. Puudused on lubatavad, kui eelarvestaja on nendest teadlik enne mahuarvutuse alustamist. Lisaks võib eelarvestaja anda hinnangu, kas kavandatud arvutuste tegemine esitatud lähteandmete põhjal on mõistlik. Kui puudusi on liiga palju, võib kaaluda mahuarvutuse edasilükkamist.

Projekti mahuarvutuste lähteandmete versioonide haldamise eest vastutavad projekteerijad ja peaprojekteerija. Eelarvestaja eeldab, et mahuarvutusteks esitatud info sisaldab kõigi failide õigeid versioone. Selle tagamiseks vastutab iga projekteerija oma failide versiooni eest ja peaprojekteerija või mõni muu tellija määratud isik vastutab mahuarvutusteks esitatava failikomplekti koostamise, versioonide kontrollimise ja avaldamise eest. Eelarvestaja peab siiski alati tellija esindajale teatama, kui tal tekib kahtlus, et on saanud mõnest failist vale versiooni.

4.3. Mahuarvutused ja mahuarvutuste tegemine

Nõue

Mahuarvutustele koostatakse eraldi kaaskiri, milles on märgitud mahtude koondaruande koostamisel kasutatud pinnad ja objektid jms. Mudelipõhised mahuarvutused tehakse sobiva tarkvara abil. Mudeli kaaskirja tuleb märkida kasutatud tarkvara ja selle versioon ning mahuarvutuste eest vastutav isik.

Juhis

Kasutatud tarkvara omadustel on oluline mõju mahuarvutuse usaldusväärsusele ja tõhususele (näiteks siis, kui mahuarvutusteks antakse mudeli uus versioon või kui sama mudeli põhjal tuleb teha mitu erinevat mahuarvutust).

Mahuarvutus-kaaskirja näidis on esitatud lisas 2.

4.3.1. Mudeli süsteemne tähistus ja mahuarvutus

Juhis

Mudeli sisu ja ehitiseosad saab süsteemselt tähistada ja rühmitada nii, et mahuarvutusteks vajalikku informatsiooni saab lugeda mudeli objektidelt. See võimaldab kasutada mudelit parimal viisil. Mudeli abil saab mahtusid kiiresti ja usaldusväärselt arvutada ning visualiseerida. Mudeli uue versiooni mahtude arvutamiseks ei pea eelarvestaja mudelit täiustama.

4.3.2. Mahtude tuletamine ja kaudne arvutamine

Juhis

Mudelis ei ole otseselt mahuarvutusteks vajalikku infot, kuid seda saab tuletada muudest mudelis olevatest ehitiseosadest. Näiteks taldmike pikkuse saab üsna täpselt arvutada alumise korruse kandeseinte pikkuse järgi. Mudeli uue versiooni mahtude arvutamiseks ei pea eelarvestaja mudelit täiustama.

4.3.3. Mudeli täiendamine

Juhis

Mudelis ei ole otseselt mahuarvutusteks vajalikku infot ning eelarvestaja modelleerib puuduva info muude mudelis olevate ehitiseosade põhjal. Mudeli abil saab ühtlasi mahte visualiseerida. Mudeli täiendamisel võib ilmned probleem, kui mudelit täiustades on kasutatud vale tööriista ja projekteerija ei ole teinud projektmudelisse vastavaid muudatusi. Sel juhul lähevad mudeli uude versiooni tehtud muudatused eelarvestaja jaoks kaduma.

4.4. Kvaliteedikontroll ja mahtude edastamine

Juhis

Pärast mahuarvestust analüüsitakse saadud mahtude ulatust, täpsust ja usaldusväärsust. Mahuarvutuse ulatuse kohta uuritakse, kas kõik mahuarvutusse kaasatud mahud on arvatud. Mahuarvutuse ulatuse hindamiseks visualiseeritakse kõik mahuarvutusse kaasatud ehitiseosad. Visualiseerimise tulemust võrreldakse näiteks mudeli joonistega.

Mahuarvutuste täpsuse hindamiseks võrreldakse arvutustulemustena saadud mahtusid näiteks võimalike referentsväärtustega. Vajaduse korral võrreldakse mahtu ka muudes failiformaatides oleva mudeli või jooniste mahtudega. Arvutuste usaldusväärsust hinnatakse lähteandmete ja kasutatavate mahuarvutusmeetodite ning mahuarvutustes tehtud oletuste ja muude mahuarvutuste materjalide põhjal.

Mahuarvutuste lõpptulemus on mahtude koondaruanne, mis edastatakse kulukalkulatsioonide koostajatele ja olenevalt tellija soovist ka teistele kasutajatele. Mahtude koondaruande võib salvestada mitmes failiformaadis. Mudelipõhine mahuarvutus võimaldab mahtude visualiseerimise uusi viise. Projekteerimistarkvaras või projekteerimis- ja mahuarvutustarkvara vahel seotakse mahud dünaamiliselt mahuarvutuseks kasutatud mudeliga, mis võimaldab mahuarvutuseks kasutatud mudeli elemente vajaduse korral visualiseerida.

Oluline on märkida, et kõik mahuarvutuse tulemused on seotud kasutatud lähteandmete failikaustaga. Kõik mahtude koondaruanded ja nende põhjal koostatud andmed tuleb selgelt selle failikaustaga siduda, sest eraldi võetuna või muu failikaustaga seostatuna ei anna need projekti kohta õiget infot.

ALLIKAD

- 1 *Tauriainen Matti. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 7. Määrälaskenta, versio 1.0, YTV*

- 2 *InfraBIM-nimikkeistö, versio 1.5. 11.4.2013.
http://www.rts.fi/infrabim/infrabim_uusi/mallinnusohjeita/InfraBIM_nimikkeisto_v1_5.pdf*

- 3 *Lindholm M. Junnonen J-M. 2012. Infrahankkeen tuotannonhallinta. Helsinki 2012. Suomen Rakennusmedia Oy*

- 4 *2006. Infra 2006. Rakennusosa- ja hankenimikkeistö. Määrämittausohje. Tampere 2006. Rakennustieto Oy*

- 5 *Myllymäki H. Siltojen tietomalliohje, luonnos 2013*

- 6 *Karhumäki S. Siltaurakan tarjous- ja rakentamisvaiheen toteutus tietomalliympäristössä. Diplomityö, 2012*

- 7 *Kiviniemi Antti. Massalaskennan mallidokumentit. Diplomityöaineisto, 2014*

- 8 *Tiehallinto. 2007. Yleissuunnittelu, sisältö ja esitystapa. Helsinki. ISBN 978-951-803-675-6.*

- 9 *Liikenneviraston ohjeita 46/2013. Väylähankkeiden kustannushallinta*

LISA 1 MAHUARVUTUSE LISAANDMED

	Eskisprojekt	Eelprojekt	Põhiprojekt	Tööprojekt	Ehitamine	Haldamine	Mahuarvutuse lisaandmed
1000 Pinnase-, alus- ja kaljutarindid		✓	✓	✓			
1100 Olemasolevad ja likvideeritavad tarindid ja ehitiseosad			✓	✓			
Ehitusalal olev looduslik pinnas ja kalju			✓	✓			
Likvideeritavad, teisaldatavad ja kaitstavad puud ja taimed				✓			
Eemaldatavad pinnased				✓			
Likvideeritavad ja teisaldatavad pinnasetarindid ja muldkehad				✓			
Likvideeritavad katendid				✓			
Likvideeritavad veekraavid ja kraavid			✓	✓			
Likvideeritavad, teisaldatavad ja kaitstavad hooned ja rajatised			✓	✓			Lisainfona ligikaudne maht (m ³) või pindala (m ²).
Likvideeritavad, teisaldatavad ja kaitstavad sillad ja muud ehitustehnilised ehitiseosad			✓	✓			
Likvideeritavad, teisaldatavad ja kaitstavad tarindid ja süsteemid			✓	✓			Liigendatud objektide või suuruse alusel
1200 Saastunud pinnased ja tarindid		✓	✓	✓			
Likvideeritavad saastepinnased ja -tarindid			✓	✓			
Sarkofaagtarindid			✓	✓			
1300 Vundamenditarindid			✓	✓			

	Eskisprojekt	Eelprojekt	Põhiprojekt	Tööprojekt	Ehitamine	Haldamine	Mahuarvutuse lisaandmed
Taldmikvundamendid				√			
Plaatvundamendid			√	√			
Vaivundamendid			√	√			Vaia mõõtmed, kaldvaiade ja jätkuvaiaade osakaal
Paigaldusalused				√			
Kessoonvundamendid				√			
1400 Alustarindid		√	√	√			
Tugevdatud pinnased			√	√			EPS-i puhul märkida ka pindala (m ²).
Kaitsed ja isolatsioonid				√			
Kuivendustarindid			√	√			Drenaaži osas kalju- ja pinnaselõigud eraldi. Süvendi külakraavid sis. süvendis. Truupide puhul ka nende arv (tk).
1500 Kaljupinnase tihendus- ja tugevdustarindid				√			
Injekteerimisega tugevdatud kaljutarindid				√			
Kaljupoldid				√			
Torkreettarindid				√			
Kaljuruumide tugitarindid				√			
Kaljuankrud				√			
Võrguga stabiliseeritud kaljud				√			
Kalju isolatsiooni- ja kuivendustarindid				√			

	Eskiisprojekt	Eelprojekt	Põhiprojekt	Tööprojekt	Ehitamine	Haldamine	Mahuarvutuse lisaandmed
1600 Süvendid ja kraavid			✓	✓			
Süvendid				✓			
Kraavid				✓			
Pinnasesse kaevatavad ehitis- ja sillakraavid				✓			
Kraavi toetustarindid				✓			
Veealused süvendid ja -kraavid (süvendamine)				✓			
Mullete alt läbiviidavad tarindid (puurimine, läbindamine)				✓			
1700 Kaljusüvendid, -kraavid ja -tunnelid		✓	✓	✓			
Avatud kaljusüvendid		✓	✓	✓			
Kaljukraavid			✓	✓			
Kaljusse lõhatavad ehitis- ja sillakraavid			✓	✓			
Veealused kaljusüvendid ja -kraavid		✓	✓	✓			
Järeltöödeldud kaljupinnad				✓			
Kaljusse rajatud maa-alused ruumid		✓	✓	✓			
Augud ja puurkaevud				✓			
1800 Mulded, muldkehad ja täited		✓	✓	✓			
Muldkehad ja tammid				✓			
Lõhatud kivimaterjalist muldkehad ja tammid				✓			
Erimulded				✓			
Kraavide täited				✓			
2000 Katendid ja katted		✓	✓	✓			

	Eskisprojekt	Eelprojekt	Põhiprojekt	Tööprojekt	Ehitamine	Haldamine	Mahuarvutuse lisaandmed
2100 Katendi alumised osad				√			
Filtetarindid				√			
Jaotuskihid ja vahekihid				√			
Katendi alumised osad lõhatud kivimaterjalist				√			
Siirdetarindid				√			
2100 järg. Katendi ülemised osad				√			
Sidumata kandekiht				√			Kihi pealispinna pindala (m ²)
Seotud kandekiht				√			Kihi pealispinna pindala (m ²)
Tugevdused				√			
Kulumiskiht				√			
Teepeenratäide				√			
2200 Ääretoed, rennid, astmed ja tugimüürid		√	√	√			
Ääretoed				√			Tüüpide kaupa
Rennid				√			
Astmed			√	√			
Tugimüürid			√	√			
2300 Taimtarindid		√	√	√			
Kasvualused ja parandatud kasvualused				√			Märkida kihi paksus
Kattemurud ja -niidud			√	√			
Istikud				√			Puud suuruse kaupa

	Eskisprojekt	Eelprojekt	Põhiprojekt	Tööprojekt	Ehitamine	Haldamine	Mahuarvutuse lisaandmed
Katted				✓			
2400 Raudteede pealisehitised		✓	✓	✓			
Ballastkiht				✓			
Rööbas		✓	✓	✓			
??? Erosioonitõkked			✓	✓			
Geokärjed			✓	✓			
Kivipuisted			✓	✓			
Kivikatted			✓	✓			
Geovõrgud				✓			
Looduslik kaitse (tarindvõsa vms)				✓			
3000 Süsteemid			✓	✓			
3100 Vee- ja kanalisatsioonisüsteemid		✓	✓	✓			Kaevude puhul ligikaudne keskmine kõrgus
Reoveekanaliseerimine			✓	✓			
Sademeveekanaliseerimine			✓	✓			
Veetorustikud			✓	✓			
Reoveepuhastid			✓	✓			
Veepuhastid			✓	✓			
Veereservuaarid			✓	✓			
3200 Ohutus- ja kaitsetarindid		✓	✓	✓			

	Eskisprojekt	Eelprojekt	Põhiprojekt	Tööprojekt	Ehitamine	Haldamine	Mahuarvutuse lisaandmed
Piirded ja suunajad			✓	✓			Eraldi 1- ja 2-poolsed, lisapostid, ligikaudne kõverosa, faasid. Sildade siirdetarindid loeteluna. Siirdetarindid erinevate piirdetüüpide vahel
Aiad, tõkkepuud ja väravad		✓	✓	✓			Aedade puhul pinnase- ja kaljulõikude ligikaudne osakaal
Kaitse- ja tähispostid				✓			
Põrkepiirded				✓			
Eritarindid				✓			
Liiklusmärgid				✓			
Infotahvlid				✓			Lisainfona: kattekile tüüp, kogupindala ja arv. Jalusetüübid, postid ja võimalik pinnasetugevdus
Portaalid			✓	✓			
3200 järg. Info- ja juhatussüsteemid (paigaldised)				✓			
Valgusfoorid			✓	✓			
Teemärgistus				✓			Joonetüüpide kaupa (sõiduraja eraldusjoon, äärejoon, keelujooned jms).

	Eskisprojekt	Eelprojekt	Põhiprojekt	Tööprojekt	Ehitamine	Haldamine	Mahuarvutuse lisaandmed
							Eraldi vibratsiooni tekitavad äärejooned/freesooned. Mahtude puhul ei arvestata künklikkust
Parkimisseadmed				√			
Valveseadmed				√			
3300 Elektri- ja tehnosüsteemid		√	√	√			
Kaablid			√	√			
Õhukaablid		√	√	√			
Kandekonstruksioonid				√			Portaalide puhul: portaali tüüp, jaluse tüüp, horisontaalmõõt ja kõrgus ning võimalik pinnasetugevdus
Trafopunktid, elektrikilbid ja jaotuskapid				√			
Valgustid				√			
Elektri- ja tehnoseadmed (sildade tõste- ja avamismehhanismid, õhupumbad jms)			(√)	√			
Raudtee kontaktliinid		√	√	√			
3300 järg. Telesüsteemid		√	√	√			
Kaablid			√	√			
Õhukaablid		√	√	√			
Kandekonstruksioonid				√			

	Eskisprojekt	Eelprojekt	Põhiprojekt	Tööprojekt	Ehitamine	Haldamine	Mahuarvutuse lisaandmed
Jaotuskilbid				√			
Antennisüsteemid				√			
Muud teleseadmed				√			
3400 Termo- ja gaasisüsteemid		√	√	√			
Kaugküte		√	√	√			
Kaugjahutus		√	√	√			
Jäätumisvastane süsteem		√	√	√			
Gaasivõrk (maagaasitorustik ?)		√	√	√			
Muud termosüsteemid		√	√	√			
Autonoomsed süsteemid				√			
Tee- ja tänavaliikluse süsteemid				√			
Raudteeliikluse süsteemid				√			
Lennuliikluse süsteemid				√			
Veeliikluse süsteemid				√			
Teenindussüsteemid (kasutatakse kaalutluspõhiselt, alternatiiv, 4.rühm)				√			
3600 Automaatikasüsteemid							
4000 Sillad ja muud ehitustehnilised ehitiseosad		√	√	√			
4110 Betoontarindid							
4120 Terastarindid							
4130 Puittarindid							
4190 Muud							

	Eskiisprojekt	Eelprojekt	Põhiprojekt	Tööprojekt	Ehitamine	Haldamine	Mahuarvutuse lisaandmed
4200 Sillad		✓	✓	✓			
Vundamendid (muuta nimetust)		✓	✓	✓			
Pinnastoed (otsatoed)		✓	✓	✓			
Vahetoed		✓	✓	✓			
Katted		✓	✓	✓			
Silla katted		✓	✓	✓			
Varustus ja seadmed		✓	✓	✓			NB! Piirded
4300 Kaid							
Terminalid		✓	✓	✓			
Sadamakaid		✓	✓	✓			
Purded		✓	✓	✓			
Jaamaplatvormid jms		✓	✓	✓			
Laadimisestakaadid		✓	✓	✓			
Puidukäitluskohad		✓	✓	✓			
4400 Vundamendi- ja tugitarindid							
4500 Keskkonnarajatised		✓	✓	✓			
Varustus ja inventar				✓			
Kaitserajatised (varikatused, laod, ootekohad)		✓	✓	✓			
Müratõkked (v.a pinnas)		✓	✓	✓			
Vibratsioonisummutid		✓	✓	✓			

	Eskisprojekt	Eelprojekt	Põhiprojekt	Tööprojekt	Ehitamine	Haldamine	Mahuarvutuse lisaandmed
Muud ehitiseosad (Talo2000 kohaselt)							
Settebasseinid (ülevoolusüsteemid)			✓	✓			

LISA 2. MAHUARVUTUS-KAASKIRI

Raudteelõik: mahuarvutus-kaaskiri

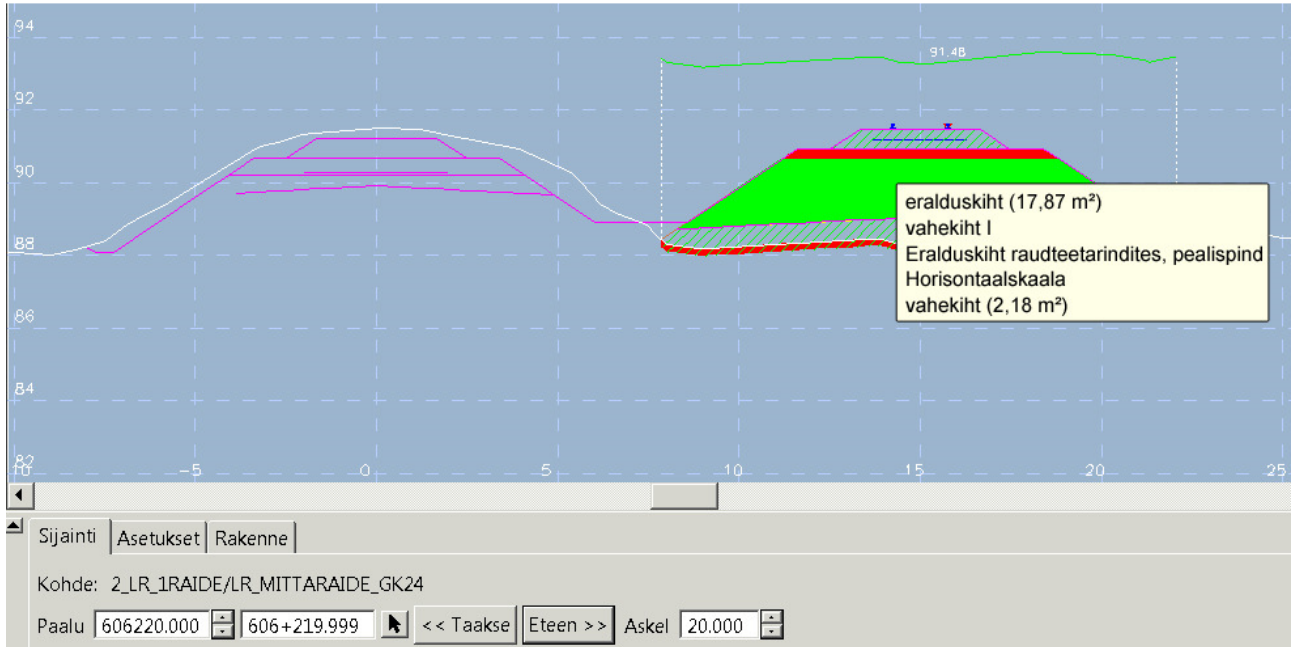
- **SEOTUD** mahud on tabelisse lisatud *hinnapakkumisblanketi 1* kohaselt.
- **ARVUTATUD** mahud koosnevad järgmistest *INFRA 2006* osadest.
 - 1141 Pinnase eemaldamine [m²], [m³]
 - NB! UUE rööbastee mahtudele lisatud 5 m × 0,2 m × 20 m = 20 m³/20 m, teelõigud, kus mõlemad rööpad on uued, hooldustee osa lisatud IR-ile.
 - 1600 Süvendid ja kraavid (uus rööbastee) [m³]
 - 1625.5 Süvend (olemasolev rööbastee kv-kv-1) [m³] (lisa: ristlõiked_kv-kv-1)
 - 1811.1 Muldkehad (uus rööbastee) [m³]
 - 2122 Eralduskihid raudteetarindites (uus rööbastee) [m³]
 - 2123 Vahekihid raudteetarindites (uus rööbastee) [m³]
 - 2123.1 Vahekihid raudteetarindites (olemasolev rööbastee) [m³]
 - 2412 Ballastkihid killustikust (uus rööbastee) [m³]
 - 2412.1 Ballastkihid killustikust (olemasolev rööbastee) [m³]
 - NB! Ballastkihtide mahud (2412 ja 2412.1) on arvutatud tellija pinnamudelite põhjal, v.a käesolevas dokumendis mainitud kohad.

Teelõik

606 + 000 ... 610 + 760

Arvutusmeetod

IR uus, arvutatud tüübiga kv-242



610 + 760 ... 613 + 060

Mõlemad rööbasteed uued, arvutatud paaristee tüübiga, mahud jagatud kahega mõlemale rööbasteele

