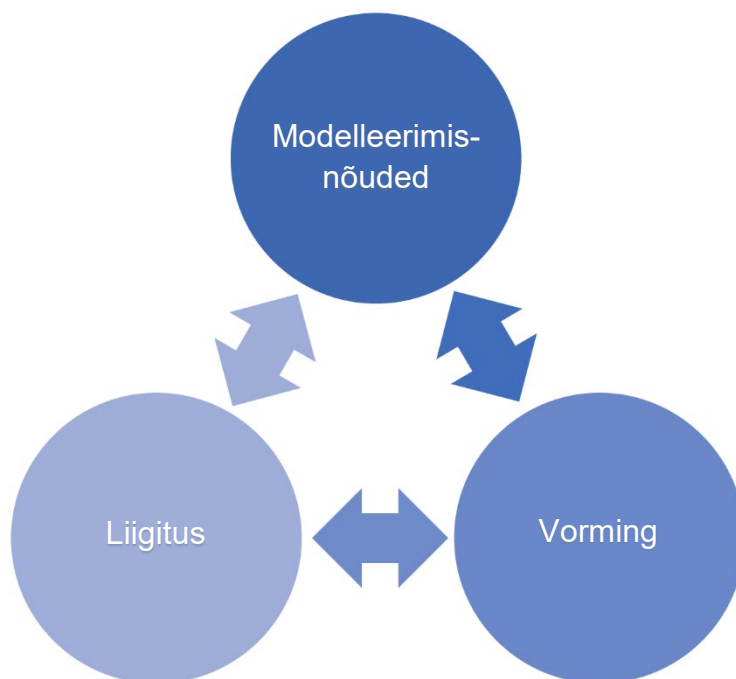


INFRABIM-i ÜLDNÕUDED, YIV 2019

ÜLDINFO
LÄHTEANDMED
PROJEKTEERIMINE
EHITAMINE



InfraBIM-i üldnõuded YIV 2019

Sisukord

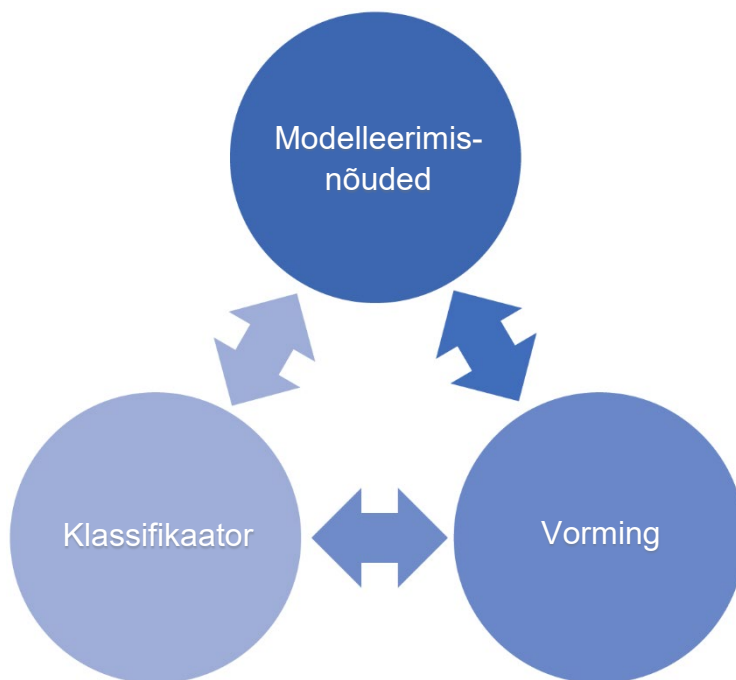
Sissejuhatus.....	4
Mõisted	6
1. ÜLDINFO.....	Error! Bookmark not defined.
1.1. Sissejuhatus.....	11
1.2. Taristuprojekti staadiumid.....	12
1.2.1. Üldinfo.....	Error! Bookmark not defined.
1.2.2. Mudelipõhise projekti kavandamine ja hange	13
1.2.3. Projekteerimine	13
1.2.4. Ehitamine	16
1.2.5. Kasutuselevõtt ja hooldamine.....	17
1.3. Ülesanded ja rollid.....	19
1.3.1. Üldinfo.....	Error! Bookmark not defined.
1.3.2. Ülesanded mudelipõhises projektis	19
1.3.3. Rollid mudelipõhises projektis	20
1.4. Mudelipõhine projekt	22
1.4.1. Dokumentatsioon	22
1.4.2. Kvaliteedi tagamine	26
1.4.3. Informatsiooni haldamine ja liigendamine.....	28
1.4.4. Nimetamine	30
1.4.5. Projektide eriomadused.....	31
1.5. Mudelite tehnilised üldnõuded	32
1.5.1. Tarkvara ja vormingud.....	32
1.5.2. Seotud standardid	32
1.5.3. Mõõtühikud ja koordinaatsüsteem	33
1.5.4. Geodeetiline alusvõrk.....	34
1.5.5. InfraBIM-i liigitus.....	36
1.5.6. Mudelite ulatus ja täpsusaste	37
1.5.7. Üleantav mudelimaterjal.....	38
1.6. Visualiseerimine	40
1.6.1. Üldinfo mudelite kohta.....	40
1.6.2. Esitlusmudel.....	41
1.6.3. Infoedastus ja dialoog esitlusmudelite abil.....	43
1.6.4. Esitlusmudeli informatsiooni haldamine.....	44
1.6.5. Visualiseerimine ja esitlusmudelid projekti eri staadiumites	46

1.6.6.	Esitlusmodelite hetkeseis ja tulevikuperspektiivid	47
2.	LÄHTEANDMEMATERJAL	Error! Bookmark not defined.
2.1.	Sissejuhatus	49
2.1.1.	Üldinfo	Error! Bookmark not defined.
2.1.2.	Struktuur	50
2.1.3.	Nimetamine	53
2.1.4.	Protsess	56
2.2.	Toorandmed	58
2.2.1.	Tellimine	58
2.2.2.	Metaandmete dokumenteerimine	58
2.2.3.	Kasutajaliidesed	60
2.3.	Lähteandmed	61
2.3.1.	Muutmistoimingud	61
2.3.2.	Metaandmete dokumenteerimine	62
2.4.	Täpsus projekti eri staadiumites	64
2.4.1.	Üldjuhised ja -nõuded materjali kohta	64
2.4.2.	Teostatavusuuringu ja vajaduste hindamise staadium	65
2.4.3.	Eelprojekteerimise staadium	66
2.4.4.	Haldusliku menetluse staadium (teede, raudteede, tänavate ja parkide projekteerimise staadium)	67
2.4.5.	Põhiprojekteerimise staadium	69
2.5.	Kvaliteedi tagamine	71
2.5.1.	Dokumentatsioon	71
2.5.2.	Toorandmete vastuvõtmine	71
2.5.3.	Lähteandmete sisemine kontroll	73
2.5.4.	Tellijapoolne kvaliteedi tagamine	74
2.6.	Üleantav materjal	75
2.6.1.	Tellijale üleantav materjal	75
2.6.2.	Järgmisesse staadiumi üleantav materjal	75
3.	PROJEKTEERIMINE	76
3.1.	Üldinfo	Error! Bookmark not defined.
3.2.	Taristu mudelprojekteerimise nõuded erinevates projekteerimisstaadiumites	77
3.2.1.	Koordinaatsüsteem ja geodeetiline alusvõrk	77
3.2.2.	Dokumentatsioon	77
3.2.3.	Informatsiooni liigendamine	78
3.2.4.	Koondmudel	83
3.2.5.	Modelleerimise eesmärgid projekti eri staadiumites	84
3.2.6.	Põhimudeli täpsusnõuded	90

3.2.7.	Üleantava materjali andmevahetusnõuded tarindosade kaupa.....	94
3.3.	Taristu mudelprojekteerimise kasutamine projekteerimise käigus	95
3.3.1.	Modelleerimise kasutamine tsoneerimisel	95
3.3.2.	Kooskõlla viimine ja dialoog	95
3.3.3.	Mahu- ja maksumuse kalkulatsioon.....	98
3.3.4.	Ehitusstaadiumi modelleerimine	100
3.3.5.	Mõjude modelleerimine	101
3.4.	Kvaliteedi tagamine	103
3.4.1.	Kvaliteedi tagamise rollid ja vastutus	103
3.4.2.	Kvaliteedi tagamise protsess	104
3.5.	Üleandmise staadium ja andmevahetus	106
3.5.1.	Projektimaterjali kontrollimine ja sisemine kontroll	106
3.5.2.	Materjali üleandmine	107
3.5.3.	Andmevahetus	109
4.	EHITAMINE	110
4.1.	Sissejuhatus.....	110
4.2.	Mudelpõhise ehitustegevuse lähtepunktid	111
4.2.1.	Informatsiooni haldamine ja dokumentatsioon.....	111
4.2.2.	Lähteandmematerjal ja taristu infomudelid ehitustegevuses.....	116
4.3.	Mudelpõhine ehitustegevus ja kvaliteedikontroll	118
4.3.1.	Sissejuhatus.....	118
4.3.2.	Mudelpõhise projekti ettevalmistamine	120
4.3.3.	Tööobjekti rajamine	120
4.3.4.	Põhimudelite kontrollimine.....	121
4.3.5.	Ehitajate juhendamine.....	122
4.3.6.	Masinaautomaatika kontrollid	123
4.3.7.	Teostusmöödistus masinajuhtimise abil	124
4.3.8.	Kontrollmõõtmised ja -möödistused.....	125
4.3.9.	Lõpptoote kontrollimine ja dokumenteerimine	127
4.4.	Digitaalne üleantav materjal	128
4.4.1.	Sissejuhatus.....	128
4.4.2.	Kvaliteedimaterjal.....	132
4.4.3.	Lähteandmematerjal.....	Error! Bookmark not defined.
4.4.4.	Teostusmudel.....	134
4.4.5.	Teostusdokumendid	139
4.4.6.	Seotud materjal	140

Sissejuhatus

InfraBIM-i üldnõuete (YIV) avaldamise eest vastutavad Soome Ehitusteabe Fondi erikomisjon buildingSMART Finland (bSF) ja selle taristutöörühm. InfraBIM-i üldnõuetes esitatakse taristu mudelprojekteerimise üldsuunised ja -nõuded koos InfraBIM-i liigituse ning andmevahetusvormingute määramisega (joonis 1.1). Modelleerimisnõuded, liigitus ja vormingud moodustavad info haldamise kolm tugisammast. Et info haldamine toimuks nõuetekohaselt, peavad kõik need komponendid olema korras ja ühtlustatud. InfraBIM-i nõuded on ette nähtud ka kasutamiseks hangete tehnilise viitedokumentatsioonina.



Joonis 1.1. Info haldamise kolm tugisammast: InfraBIM-i üldnõuded, InfraBIM-i liigitus ja andmevahetusvormingute määramine

InfraBIM-i üldnõuded hõlmavad taristuprojekti kogu elutsükli: lähtematerjali, erinevaid projekteerimisstaadiume, ehitamist, teostusdokumentatsiooni ning tulevikus ka kasutamist ja taristuhaldust. Modelleerimisjuhendi eesmärk on suunata, ühtlustada ja paremaks muuta kogu taristusektori modelleerimistavasid. Juhendi aluseks on praegune parim tava ja juhendit ajakohastatakse korrapäraselt sedamööda, kuidas arenevad teadmised ning töövahendid.

InfraBIM-i üldnõuetes on esile tõstetud *nõuete* ja *juhiste* osad, et juhtida tekstis tähelepanu nende tähtsusele. Nõuete osas on esitatud miinimumnõuded modelleerimisele ja mudelite andmesisule. Nende miinimumnõuete täitmist loetakse vajalikuks kõigi taristuprojektide korral. Juhiste osas esitatakse tavad, millest soovitatakse projektides juhinduda, aga mis pole kindlad miinimumnõuded.

Juhendikomplekt „InfraBIM-i üldnõuded YIV 2019“ koosneb järgmistest peatükkidest.

1. peatükk. Üldinfo
2. peatükk. Lähteandmematerjal
3. peatükk. Projekteerimine
4. peatükk. Ehitamine
5. peatükk. *Taristuhaldus (ajakohastatakse hiljem)*

Esimeses peatükis „Üldinfo“ tutvustatakse üldist lähenemist nende taristuprojektide korral, kus kasutatakse modelleerimist. Esimeses peatükis kirjeldatakse projektides vajaliku modelleerimise põhialuseid ja peamisi mõisteid ning esitatakse ka mudelite loomise ja kasutamise üldnõuded ning juhised projekti eri staadiumites. Täpsemad nõuded ja juhised on esitatud peatükkides 2–5. Iga projektiosaline peab lisaks oma panusega seotud nõuetele tutvuma vähemalt üldinfo osaga. Projektijuhtimise eest vastutav isik või tema info haldamisega tegelevad töötajad peavad endale selgeks tegema modelleerimisnõuete põhimõtted tervikuna.

Selle juhendikomplekti uues versioonis püüti tekstide ülesehitust selgemaks teha ja ühtlustada, et muuta tekst loetavamaks. Taristuprojekti staadiumid ning info iga staadiumi kvaliteedi tagamise, maksumuse- ja mahukalkulatsiooni ning visualiseerimise kohta esitatakse iga peatüki all, mitte eraldi osadena nagu InfraBIM-i üldnõuetes YIV 2015.

Mõisted

Valdkonnasiseselt nimetatakse mudelprojekteerimist ka taristu modelleerimiseks ja teatud taristurajatise mudelit taristumudeliks. Taristu modelleerimisel mängib tähtsat osa eri tüüpi georuumiline info (näiteks tsoneerimis-, keskkonna- jms info), mida saab samuti 3D-mudelite abil visualiseerida. Taristurajatise mudelprojekteerimist võib laiemalt käsitleda taristuinformatsiooni haldamisena.

Hoonete ehituses on tavaliselt infomudeliks peetud projekteerija koostatud kolmemõõtmelist projekti või selle osa. Tänapäeval on seda mõistet siiski laiendatud ning see tähistab kogu mudelipõhises projektis sisalduvat informatsiooni.

InfraBIM-i terminisõnastik sisaldab taristurajatiste mudelprojekteerimisega seotud mõisteid, aga osa neist on iganenud ega vasta nendes suunistes kirjeldatud mõistetele. InfraBIM-i terminisõnastik ajakohastatakse tulevikus nende suuniste terminoloogia kohaseks.

3D-linnamudel

3D-linnamudel on lai mõiste, mis üldjuhul jaguneb linna infomudeliteks (CityGML) ja tekstuuriga võrkudeliteks (kolmnurk-võrkudelid). Linna infomudelid võivad sisaldada metaandmeid hoone komponentide kohta, näiteks hoone number, kasutusotstarve ja korruste arv. Ka võivad need kuvada tekstuuri, mis näitab pinnakatte välimust. Võrkudelitega esitatakse kõik linna nähtavad pinnakatted ühtlustatud geomeetria, kus pinnakate sisaldab fotografeeritud tekstuuri metaandmeteta. Lisainfot linna modelleerimise kohta võib leida buildingSMART Finlandi linna modelleerimise käsiraamatust (soomekeelne) <http://buildingsmart.fi/kaupunki/kaupunkimallinnuksen-ohjekirja>.

Materjalide kataloog

Materjalide kataloog on tabelina esitatud loetelu, kus on nimetatud kõik üleantava projekti materjalid. Kataloogis on näidatud materjalid, mida projekt hõlmab, ja mudelid, millest koosnevad võimalikud eraldi pakkefailid (näiteks koondmudel ja esitlusmudel). Kui koondmudeli ja esitlusmudeli lähteandmed koostatakse eraldi, lisatakse ka need sellesse loetellu.

Materjali kaaskiri

Materjali kaaskirjas kirjeldatakse kogu projektimaterjali, mis tuleb järgmisesse staadiumisse üle anda. Kaaskirja võib käsitleda üleantava materjali kasutusjuhendina. Infomudeli kaaskirja võib lisada materjali kaaskirja koosseisu või koostada eraldi dokumendina.

Digitaalne üleantav materjal

Üleantav materjal, mis vormistatakse ehitusstaadiumi lõpul lõpptootena ning koosneb teostusmudelitest, teostusjoonistest ja kvaliteedi tagamise materjalist. Digitaalne üleantav materjal tõendab ehitustöö kvaliteeti ja annab lähteandmed tellija varahalduseks taristuhalduse protsessis.

Esitlusmudel

Esitlusmudel on virtuaalne mudel, mida on puhastatud, nii et seda on lihtne kasutada ja sellest on kerge aru saada. See on fotorealistlik kirjeldus sellest, kuidas projekteerija kujutab ette projekteeritava ala lahendusi. Reeglina on mudeli andmesisu puhtalt visuaalne, kuid sõltuvalt platvormist, kus see avaldatakse, saab lisada ka funktsionaalsuse ja informatsiooni. Esitlusmudeleid saab kasutada näiteks kommunikatsioonis ja turunduses ning selle otstarve on otsuste tegemise ja dialoogi toetamine.

Industry Foundation Classes (IFC)

Rahvusvaheline, avatud ja edasiarendatav tooteandmete vahetuse ja ühiskasutuse spetsifikatsioon arhitektuuri-, projekteerimis- ja ehitustööstuse ning kinnisvara halduse valdkonna jaoks. IFC teeb võimalikuks arvutirakenduste vahelise ühilduvuse. Seda kasutatakse andmevahetuseks ka silla- ja eritarindite projektide korral. Tulevikus hakkab IFC hõlmama ka taristurajatisi.

Taristu infomudel

Taristurajatisi infomudel.

Inframodel (IM)

Avatud andmevahetusvorming, mis põhineb rahvusvahelisel LandXML-vormingul ja on praegu kasutusel Soome taristusektoris. Lisainfot vt <https://buildingsmart.fi/en/infrabim-en/inframodel-data-exchange>

Masinajuhtimisandmed (varem „masinajuhtimismudel“)

Materjal, mida kasutatakse kaevamis- ja muud pinnaseteid tegevate masinate juhtsüsteemides. Reeglina valmistab selle materjali ette projekti peatöövõtja ehitusandmete alusel. Masinajuhtimisandmed võivad hõlmata pinnamudeleid, taustakaarte, geomeetrilisi jooni, punktobjekte, joonobjekte ja võrke.

Kontrollmöödistus

Mõiste „kontrollmöödistus“ tähendab mudelipõhise kvaliteeditagamise möödistusi, mille eesmärk on tõendada tööobjekti organisatsiooni esitatud kvaliteeditagamismöödistuste (kvaliteedi tagamise teostusmöödistuste ja teostusmöödistuste) usaldusväärsust. Kontrollmöödistused on alati seotud tööobjekti geodeetilise alusvõrguga. Kontrollmöödistuste tegija on tööobjekti organisatsiooni välised osalised, näiteks tellija või tellija volitatud möödistaja. Neid möödistusi võib võrrelda tööobjekti organisatsiooni esitatud teostusmöödistuste ja kvaliteedi tagamise teostusmöödistustega. On eriti tähtis, et kontrollmöödistused hõlmaksid möödistustäpsust tõendavaid dokumente, näiteks orienteerimise tulemusi tahhümeetriga möödistamisel või RTK-GNSS-vastuvõtjate kontrollkatsete tulemusi projekti geodeetilise alusvõrgu juhtpunktides.

Hooldusmudel

Asukohapõhine taristu infomudel, mis on hoolduse eesmärgil üldistatud ning loob aluse ja tingimused tõhusaks taristuvara halduseks. Hooldusmudelit ajakohastatakse koos kõigi asjakohaste meetmete võtmisega. Soome keeles on kasutatud terminit „yllapitomalli“, aga et termin „yllapito“ on käibelt kõrvaldatud, kasutatakse selle mõiste kohta nüüd terminit „kunnossapitomalli“.

LandXML

XML-i põhine rahvusvaheline spetsifikatsioon tsiviilehituse ja möödistamise mõõteandmete jaoks, mida üldiselt kasutatakse maa-arenduses.

Lähtematerjal

Projekti lähtematerjal jaguneb toorandmeteks ja lähteandmeteks ning koos lähtematerjali loeteluga moodustavad need lähteandmematerjali.

Lähtematerjali loetelu

Tabel, näiteks Exceli arvutustabel, kus registreeritakse kogu lähtematerjal (toorandmed ja lähteandmed) ning nende metaandmed.

Lähtematerjali kaaskiri

Lähtematerjali kaaskiri on infomudeli kaaskirja osa, kui lähteandmematerjali ei looda eraldi tööülesandena. Lähtematerjali kaaskirjas kirjeldatakse toorandmetega tehtud muutmistoiminguid.

Lähteandmed

Reeglina on lähteandmed muudetud ja täpsustatud toorandmed.

Lähteandmematerjal (varem „lähteandmemudel“)

Lähtematerjal, mis saadakse mõõdistamisel või muudest allikatest toodete, tegevuse ja teenuste kavandamiseks, ning on esitatud digitaalses vormingus. Hõlmab toorandmeid, lähteandmeid ja lähtematerjali loetelu.

Geodeetiline alusvõrk

Geodeetiline alusvõrk luuakse projektiobjektile täpset maastikumudelit nõudvate projekteerimisstaadiumite jaoks. Kooskõlas kokkulepitud tasapinnalise koordinaat- ja kõrgussüsteemiga määratakse kindlaks geodeetilise alusvõrgu punktide horisontaalne ning vertikaalne paigutus. Geodeetilise alusvõrguga on seotud nii maastikumudeli loomiseks tehtavad mõõdistused ning nendega seotud kontrollmõõtmised ja -mõõdistused, ehitustöödeks vajalikud mõõdistused, masinaautomaatikaga varustatud pinnaseteisaldusmasinate positsioneerimine kui ka mudelipõhised kvaliteeditagamise meetmed.

Originaalvorming

Failivorming, milles tarkvara oma failid vaikimisi salvestab, näiteks DWG või DGN. Mõnel juhul võib andmesisu olla originaalvormingus mõnevõrra rikkalikum kui avatud andmevahetusvormingus, kuid enamasti on originaalvormingu kasutamiseks või selle avatud vormingusse teisendamiseks nõutav tarkvara või tarkvarateek, mille abil andmed originaalvormingusse salvestati.

Hetkeseisu materjal

Lähteandmematerjali osa, mis kirjeldab rajatise hetkeseisu sellisena, nagu see päriselt on, ega sisalda mingit projektimaterjali. Hetkeseisu materjal sisaldab projekteerimist mõjutavaid asjaolusid, näiteks praegusi tarindeid ja hooneid, kaitstavaid objekte jne. Hetkeseisu materjali moodustab kaustade A–D sisu.

Mõõdistamisandmed

Eri tüüpi mõõteseadmetes kasutatav materjal. Reeglina valmistab selle materjali ette projekti peatöövõtja ehitusandmete alusel. Mõõdistamisandmed võivad hõlmata pinnamudeleid, taustakaarte, geomeetrisi jooni, punktobjekte, joonobjekte ja vörke.

Toorandmed

Saadud lähtematerjal muutmata kujul.

Projekteerimismudel

Taristuelemendi või selle juurde kuuluva süsteemi mudel, mis hõlmab projekteerijate välja töötatud projekteerimislahendusi. Projekteerimise eri staadiumites kasutatakse kõnealusele projekteerimisstaadiumile viitavaid termineid (näiteks projekti kavandamise- ja eeprojektistaadium, haldusliku menetluse staadium ja põhiprojektistaadium)

Kvaliteedi tagamise mõõdistus

Kvaliteedi tagamise mõõdistused on tugijaamade ja masinaautomaatika süsteemide korrapärased ja dokumenteeritavad mõõtmised. Need on seotud mudelipõhise kvaliteeditagamisega ja viiakse läbi ehitusstaadiumi käigus asenditäpsuse jälgimiseks. Kvaliteedi tagamise mõõdistusi käsitletakse täpsemalt peatüki „Ehitamine“ punktis 4.3.

Kvaliteedi tagamise teostusmõõdistus

Kvaliteedi tagamise teostusmõõdistused on mõõtmised, mille eesmärk on kontrollida sellise tarindi mõõtmepäpsust, mida pole võimalik mõõta masinajuhtimissüsteemi abil. Need mõõtmised viiakse läbi eraldi mõõteseadmete, näiteks tahhümeetri abil, ja seda teeb objekti BIM koordinaator või koordinaatori volitatud isik.

BIM rakenduskava

BIM rakenduskavas kirjeldatakse, kuidas informatsiooni modelleerimine konkreetse projekti korral läbi viiakse ja kuidas toimub projekti informatsiooni haldamine. BIM rakenduskava hõlmab näiteks materjalide nimetamise, infovoo, kvaliteedi tagamise ja projektipangaga seotud juhiseid. Suurte projektide korral võib vajaduse korral valmistada ette eraldi infomudeli juhendi, kus dokumenteeritakse üksnes modelleerimisega seotud küsimused. Sellisel juhul käsitletakse BIM rakenduskavas ainult tavapäraselt informatsiooni haldamist (ajastamine, kasutatav tarkvara, kommunikatsioon, e-postiga seotud juhtnõõrid jne). Küsimused, mis tuleb dokumenteerida BIM rakenduskavas, on täpsemalt esitatud selle dokumendi punktides 1.4.1.1 ja 4.2.1.3.

Andmevahetusvorming

Arvuti tõlgendatav vorming, mida kasutatakse andmete salvestamiseks, kasutamiseks, edastamiseks ja arhiivimiseks.

Infomudeli juhend

Suurte projektide korral, kus on mõistlik koostada eraldi dokumendid modelleerimise ja „tavapärase“ informatsiooni haldamise (ajastamine, kasutatav tarkvara, kommunikatsioon, e-postiga seotud juhtnõõrid jne) kohta, võib infomudeli juhendi eraldada BIM rakenduskavast eraldi dokumendiks. Infomudeli juhendi koostamine võib olla õigustatud näiteks projektide korral, kus InfraBIM üldnõuete lisas „Andmevahetusnõuded üleantavale materjalile“ määratud modelleerimistäpsuse nõudeid rohkem selgitatakse või muudetakse (niisugused võivad olla näiteks ühisprojektid). Sellisel juhul asendab infomudeli juhend InfraBIM-i üldnõuetes määratud teemad või selgitab neid.

Infomudeli kaaskiri

Infomudeli kaaskirjas kirjeldatakse, kuidas toimub kogu projekti vältel modelleerimine. Eriti tähtis on kirjeldada mis tahes kõrvalekaldeid ja eriomadusi, mida pole võimalik tegelikust 3D-mudelst tuvastada. Seda terminit selgitatakse täpsemalt selle dokumendi punktis 1.4.1.2.

Teostusmudel

Taristu infomudel, mis kirjeldab taristut või süsteemi sellisena, nagu see tegelikult ehitatakse, võttes arvesse mis tahes rajatiseomaseid kvaliteedinõudeid. Selle mudeli saab luua põhimudeli või ehitusmudeli täiendamise ja uuendamise teel lõpptoote alusel. Iga üksik tarindipind on ehitiseosa omaette teostusmudel ja kõik tarindipinnad kokku moodustavad ehitatava rajatise teostusmudeli.

Teostusmõõdistus

Teostusmõõdistus tähendab valmis tarindi, süsteemi või eritarindi masina abil mõõtmist kvaliteedi tagamiseks. Selle eesmärk on näidata vastavust planeeritule. Teostusmõõdistusi

koordineerib objekti BIM koordinaator ja neid viivad läbi masinaautomaatika süsteemiga varustatud pinnaseteisaldusmasinate juhid või objekti maamöödupersonal oma mõõteseadmete abil.

Ehitusandmed

Ehitusandmed sisaldavad kõiki projekti lõpuleviimiseks nõutavaid materjale, näiteks ehitusmudeleid, masinajuhtimisandmeid, möödistusandmeid, ehitusstaadiumi modelleerimist ja muud tehnilist modelleerimist.

Ehitusmudel

Ehitusmudel on põhimudel, mille peatöövõtja on üle kontrollinud ja heaks kiitnud, ning mida kasutatakse projekti elluviimiseks. Mudeli kontrollimisel kasutab peatöövõtja projekteerija koostatud materjalide kaaskirja ja materjalide kataloogi. Peatöövõtja võib lisada ehitusmudelisse projekti tooteinfo, ajakavad ja maksumuse info.

Virtuaalne mudel

Virtuaalne mudel on üldtermin interaktiivse ja vabalt navigeeritava 3D-mudeli kohta, mille lihtsaim vorm on informatsiooni modelleerimise rakenduses avatud infomudel. Seda terminit kasutatakse üldiselt ka esitlusmudelite kohta. Virtuaalset mudelit võib lugeda kõigi interaktiivsete 3D-mudelite hüperonüümiks.

Koondmudel

Erinevatest osamudelitest kombineeritud taristu infomudel, mida kasutatakse erinevate mudelite vahelise ühilduvuse hindamiseks (näiteks vastuolude kontrolliks). Tavaliselt on taristu koondmudel koostatud maastikumudelist, pinnasemudelist, olemasolevate tarindite mudelist ja erinevate projekteerimisvaldkondade projekteerimismudelitest. Koondmudelid on tehnilised mudelid, mida kasutatakse eriti projekteerimisvaldkondade ühildamisel ja vastastikusel suhtlemisel. Näiteks võib koondmudelit kasutada allikana, millest saab eraldi tööetapil luua esitlusmudeli, mida kasutatakse infoedastuse ja turunduse tarbeks.

1. ÜLDINFO

1.1. Sissejuhatus

Juhendi sisu

InfraBIM-i üldnõuete esimene peatükk on kontseptsiooni üldtutvustus nende taristuprojektide korral, kus kasutatakse modelleerimist. Esimeses peatükis kirjeldatakse üldjoontes modelleerimise eesmärgi ja sihtotstarvet projekti eri staadiumites, mudelipõhiste projektide ülesandeid ja rolle ning palju muid põhiküsimusi. Selles peatükis esitatakse ka tehnilise mudeli üldnõuded, mis kehtivad kõigi projekti staadiumite kohta. Veel käsitletakse esimese peatüki lõpuosas rajatise visualiseerimist.

Sissejuhatus taristu mudelprojekteerimisse

Taristuvõrgu siseselt nimetatakse mudelprojekteerimist ka taristu modelleerimiseks ja teatud taristurajatise mudelit taristumudeliks. Taristu modelleerimisel mängib tähtsat osa eri tüüpi georuumiline info (näiteks tsoneerimis-, keskkonna- jms info), mida saab samuti 3D-mudelite abil visualiseerida. Taristurajatise mudelprojekteerimist võib laiemalt käsitleda taristuinformatsiooni haldamisena.

Hoonete ehituses on tavaliselt infomudeliks peetud projekteerija koostatud kolmemõõtmelist projekti või selle osa. Tänapäeval on seda mõistet siiski laiendatud ning see tähistab kogu mudelipõhises projektis sisalduvat informatsiooni.

Taristu mudelprojekteerimise eesmärk on toetada projekti kvaliteeti, tõhusust, ohutust ja säästvust ning projekteerimise ja ehitamise elutsükli protsesse. Eesmärk on kasutada taristu infomudeleid kogu taristurajatise elutsükli vältel alates projekteerimise algusest ja lähtematerjali kogumisest ning jätkates ehitamise, eksploatatsiooni ja hooldamise ning kasutuselt kõrvaldamise käigus.

Näiteks võimaldab modelleerimine:

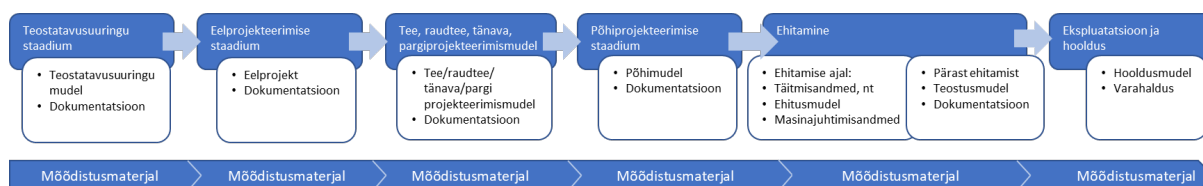
- investeerimisotsuste toetamist lahenduste funktsionaalsuse, ulatuse ja maksumuse võrdlemise ning riskide visualiseerimise teel;
- energia-, keskkonna- ja elutsüklianalüüside tegemist lahenduste võrdlemiseks, projekteerimiseks ning hoolduseesmärkide jälgimiseks;
- erinevate projekteerimisvaldkondade koordineerimist;
- projektide visualiseerimist ja ehitatavuse analüüsi;
- kvaliteedi tagamise ja andmevahetuse parandamist;
- ehitusprojekti andmete kasutamist eksploatatsiooni ja hoolduse ajal aset leidvates toimingutes;
- projekteerimise, ehitamise ja hooldamise tõhustamist ning nende kvaliteedi parandamist.

1.2. Taristuprojekti staadiumid

1.2.1. Üldinfo

Mudelipõhist tegevust saab algatada mis tahes projekti staadiumis. Ideaaljuhul alustatakse mudelipõhist tegevust projekteerimisstaadiumis nii vara kui võimalik ning seejärel antakse projekti ühest staadiumist teise edasi ja uuendatakse mudelivormingus. Lähteandmematerjali uuendatakse igas projekti staadiumis, nii et see püsiks ajakohasena. Mudelipõhise protsessi põhieelised saavutatakse ainult juhul, kui mudelit igas projekteerimisstaadiumis uuesti ei looda. Avatud vorminguga mudelite kasutamine edasises projekteerimises on siiski mõnevõrra problemaatiline vormingute puuduste ja tarkvara piirangute tõttu.

Joonisel 1.1 on kujutatud taristuprojekti kulg üldiselt ja mudelipõhised materjalid erinevates projekti staadiumites. Praegu nõutakse mudelipõhistes projektides lisaks mudelimaterjalile ka tavadokumentide üleandmist, sest mudelid pole veel piisavalt kõikehõlmavad. Mudelite ja dokumentide sisu peab olema omavahel vastavuses. Üks tulevikueesmärk on see, et mudelipõhised lõpptooted asendaksid tavadokumendid. Mõne tavadokumendi, näiteks ristlõike joonised saab juba mudelitega asendada, aga asendamises lepitakse kokku iga projekti korral eraldi. Lähtepunktiks on, et kõik juhendites määratud dokumendid tuleb esitada.



Joonis 1.1. Taristuprojekti kulg üldiselt ja mudelipõhised materjalid, mis tuleb esitada projekti eri staadiumites. Ideaaljuhul alustatakse mudelipõhist tegevust projekteerimisstaadiumis nii vara kui võimalik ning seejärel antakse projekti ühest staadiumist teise edasi ja uuendatakse mudelivormingus. Lähteandmematerjali uuendatakse igas projekti staadiumis, nii et see püsiks ajakohasena.

Projekti eri staadiumites kasutatakse modelleerimist erinevalt. Taristu infomudeleid saab projekti eri staadiumites kasutada muuhulgas järgmistel eesmärkidel:

- erinevate projekteerimisvaldkondade koordineerimine;
- olemasolevate tarindite ja projektide kooskõlla viimine;
- visualiseerimine: projekti sisene infoedastus ja andmevahetus, otsuste vastuvõtmise toetamine, suhtlemine väliste huvirühmadega;
- ehitamise mudelipõhine läbiviimine;
- tootmise planeerimine ja juhtimine;
- ehitustegevuse kvaliteedi kontrollimine;
- kulude jälgimine ja mahukalkulatsioon;
- hanke kvaliteedi parendamine;
- informatsiooni haldamine kogu elutsükli vältel;
- varahaldus.

Modelleerimise kasutamist projekti eri staadiumites käsitletakse punktides 1.2.2–1.2.5.

1.2.2. Mudelipõhise projekti kavandamine ja hange

Mudelipõhise projekti kavandamisel tuleb hoolikalt kaaluda projekti eriomadusi ja vajadusi. Need küsimused võivad hõlmata näiteks raskeid geotehnilisi tingimusi või maakasutusega seotud keerukat olukorda projektialas või selle osas.

Pakkumuse faasis peab klient määrama modelleerimise eesmärgid ja sihtotstarbe ning samuti modelleerimise interaktiivse kasutusviisi projekti käigus. Selle faasi ajal määratakse ka materjalide esitamisega seotud vastutusala. Projekteerimismudelite kontrollimise seisukohast tuleb määrata, kas piisab projekteerija enda vastuvõtuülevaatusel või on nõutav digitaalsete projektimaterjalide ulatuslikum väliskontroll. Modelleerimisprojektide korral peab projekteerimisvaldkonna välistel kontrollijatel olema võimalik kontrollida projekte mudelite abil. Mudelipõhine materjal on samavõrra projektimaterjali osa kui joonised ja neid tuleb kontrollida tervikuna. Kogu projektimaterjal tuleb üle anda samal ajal, et oleks võimalik kõikehõlmav kontroll ühe tegevusena.

Lähteandmetest tuleb eriti hea ajavaruga hankida toorandmed (näiteks geotehniliste uuringute andmed või tsonerimisinfo), sest lähteandmete kogumine võib olla töömahukas protsess. Kui lähteandmete kogumine viibib, siis algab ka projekteerimine viivitusega. Kui hanke eelmine etapp oli mudelipõhine, on lähteandmematerjal kättesaadav juba hankefaasis. Kogu lähtematerjal tuleb alati üle kontrollida ja projekti alguses ajakohastada. Projekti ajakava tuleb koostada selliselt, et oleks jäetud piisavalt aega lähteandmematerjali kogumiseks ja et tegelik projekteerimistöö algaks siis, kui lähteandmematerjali valmidusaste on küllaldane. Lähteandmematerjali hankimine võib olla ka eraldi ülesanne. Sel juhul on see valmis hankedokumentide osana.

Projekti staadium määrab mudelipõhise projekti ulatuse ja täpsuse, sõltuvalt sellest, millised maapealsed ja -alused tarindid konkreetselt modelleeritakse 3D-objektidena või atribuudiandmeid sisaldavate objektidena. Ülesande kirjelduses tuleb määrata eriobjektid, mis nõuavad täpsemat modelleerimist, ja vastastikuse mõju eesmärgid. Vastastikuse mõju tähtsus võib olla suurem näiteks täisehitatud piirkondades. Koond- ja esitlusmudelite kohta määratakse, kui sageli mudeleid uuendatakse. Koondmudelite uuendamise sagedust mõjutavad mitmesugused planeerimiskoosolekud ja esitlusmudelite uuendamise sagedus sõltub avalike ürituste arvust. Seetõttu on uuendamine tihedalt seotud projekti ja projekteerimise ajakavaga. Tänapäeva tarkvaraprogrammid võimaldavad kasutada tööks sama andmebaasi, mistõttu eraldi koondmudeleid pole tingimata vaja.

Mudelipõhine projektimaterjal ei kõrvalda vajadust koostada projekteerimisjuhiste kohaseid jooniseid. Kui mõni joonis tuleb ära jätta või koostada näiteks osamudelina, tuleb need pakkumiskutses eraldi ära märkida. Niisugused joonised võivad olla näiteks ristlõiked iga 20 meetri tagant.

1.2.3. Projekteerimine

Lähteandmed

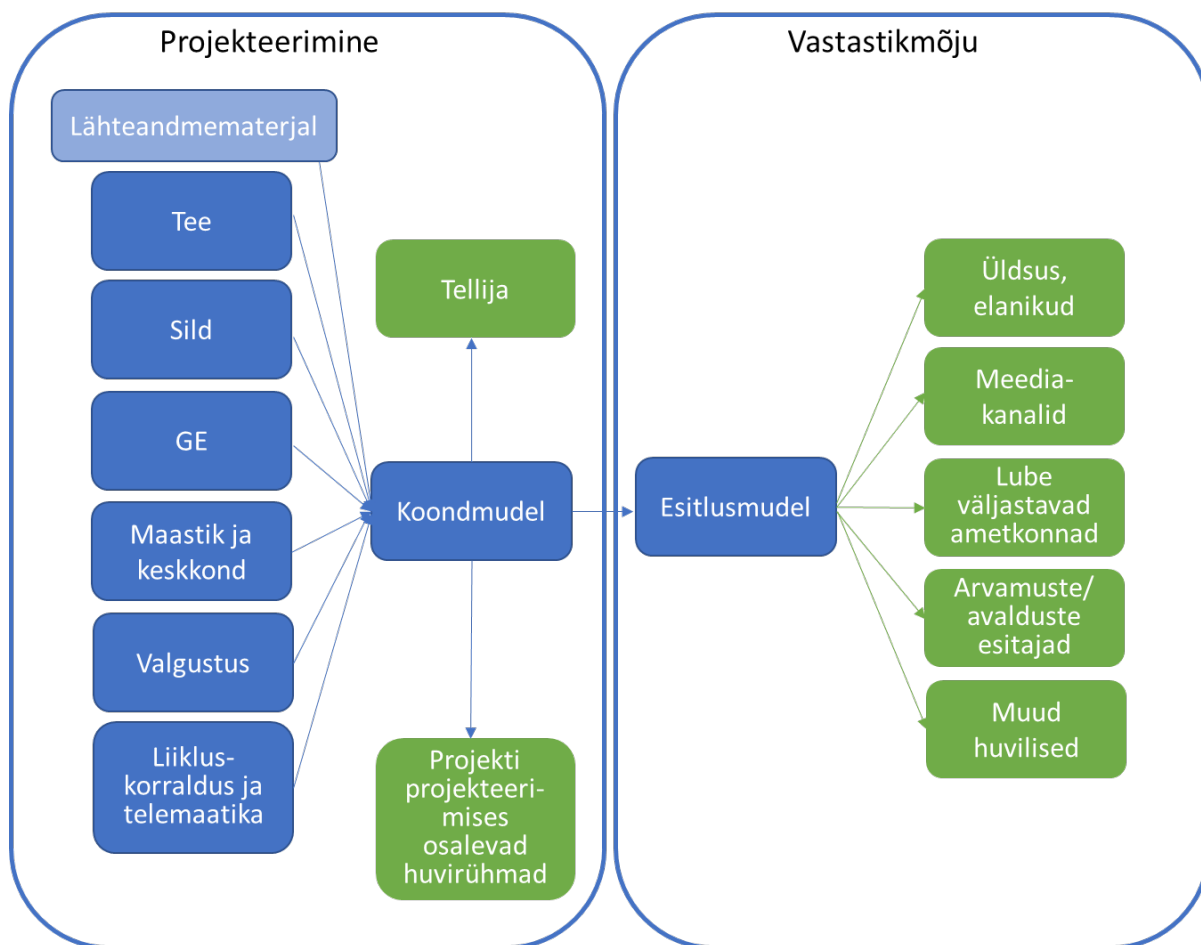
Kohe projekteerimisprotsesside alguses või isegi enne nende alustamist kogutakse kokku lähteandmematerjal (varem „lähteandmemudel“). Lähteandmematerjal kirjeldab taristuprojekti hetkeseisu ja annab projekteerimise aluse. Lähteandmematerjal koosneb lähtematerjalist, mis saadakse mõõdistamisel või muudest allikatest, ja esitatakse digitaalses vormingus. Eesmärk on ühtlustada lähteandmematerjal selliselt, et see toetaks projekteerimist parimal võimalikul viisil, ning ka dokumenteerida hoolikalt info päritoluallika ja muutmistoimingute kohta.

Lähteandmematerjal kuulub kokku muu materjaliga ja seda ajakohastatakse kogu projekti vältel. Lähteandmematerjali ja sellega seotud nõudeid käsitletakse täpsemalt InfraBIM-i üldnõuete 2. peatükis „Lähteandmematerjal“.

Teostatavusuuringu ja vajaduste hindamise staadiumis on uuritavad projektid tüübilt ja mahult väga erinevad. Projektide erisugususe tõttu on raske anda täpseid modelleerimisjuhiseid, mida saaks rakendada kõigi projektide korral. Koostatav materjal võib eri juhtudel olla väga erinev. Sageli keskendub modelleerimine näiteks projektivariantide võrdluse visualiseerimisele ja huvirühmade kaasamisele. Selles faasis võib modelleerimine projekti vastuvõetavust märkimisväärselt mõjutada. Teostatavusuuringute ja vajaduste hindamise tarbeks ette valmistatud mudelmaterjal võib anda lähteandmed tsoneerimiseks. Mudelmaterjal võib sisaldada metaandmeid, näiteks maksumuse ja keskkonnamõju infot, riskijuhtimise infot rajatise kohta ning muud infot, mis seda projekti mõjutab. Lähteandmematerjal võib sisaldada ka projekteeritava ala hetkeolukorra keskkonnainfot, näiteks kaitsealused alad, põhjavee tsoonid ja tsoneerimisinfo.

Tavaliselt on **eelprojekteerimise staadiumi** alustamisel ikka veel olemas projekti põhivariandid. Otsus, milline variant heakskiitmise jaoks lõpule viiakse, tehakse eelprojekteerimise staadiumis. Eelprojekteerimise staadiumis on eesmärk modelleerida põhivariandid ja nende mõju (näiteks müra ja vibratsioon), et oleks võimalik maksumust ning mõju paremini hinnata, tagada kokkusobivus ja võimaldada variante lihtsamalt visualiseerida. Variante kirjeldavate mudelite täpsust tuleb kaaluda projektipõhiselt. Eelprojekteerimise staadiumis on taristu infomudel ikka veel küllaltki kärbitud ja lihtsustatud. Seda saab aga kasutada oluliste geomeetriliste vormide, ruumi eraldamise, keskkonda sobivuse ja mahtude hindamiseks.

Haldusliku menetluse staadiumis (teede, raudteede, tänavate ja parkide projekteerimise staadium) on eesmärk modelleerida projekti tehnilised lahendused piisavalt täpse ruumi- ja maareserviga, tagada lahenduste teostatavus ning luua selline projekt, mis on võimalik halduslikul menetlusel heaks kiita. Teede, raudteede ja tänavate projekteerimise staadiumis toetab modelleerimine mõju ja maksumuse hindamist, visualiseerimist ning ühilduvuse ja maavajaduse tagamist. Eri projekteerimisvaldkonnad loovad oma projekteerimismudelid, mida pole aga vaja lõpuni valmis teha. Eri projekteerimisvaldkondade projekteerimismudelid ja lähteandmed pannakse kokku koondmudeliks. Koondmudel on projekteerimisstaadiumi põhielement ja seda saab kasutada näiteks kokkusobivuse ning erinevate projektlahenduste teostatavuse tagamiseks. Joonisel 1.2 on näidatud, kuidas koondmudelit saab projekteerimisel kasutada.



Joonis 1.2. Koondmudeli kasutamine projekteerimisprotsessis

Põhiprojekteerimise staadiumis luuakse rajatise ehitamiseks vajalik materjal. Tähtsad teemad on tehniliste üksikasjade lahendamine ja projekteerimine ning rajatise modelleerimine piisava täpsusega selleks, et oleks võimalik mudeli alusel ehitada. Põhiprojekti eesmärk on saada koordineeritud, veatu ja kõikehõlmav mudel. Erinevad projekteerimisvaldkonnad esitavad valmis projekteerimismudelid, millest pannakse kokku koondmudel nagu muudiski projekteerimisstaadiumites. Põhimudelis esitatakse kõik tarandid, tarindosad, trassid ja kihid ning nende üksikasjad, mis on vajalikud ehitusprojekti lõpuleviimiseks. Põhiprojekteerimise staadiumis toetab modelleerimine visualiseerimist, kooskõlla viimist, mahu- ja maksumuse kalkulatsiooni ning ehitusobjekti hankeid, ajakava koostamist, kvaliteedi tagamist, mõõdistamist ja masinaautomaatikat.

Iga projekteerimisstaadiumi täpsemad modelleerimisnõudeid kirjeldatakse InfraBIM-i üldnõuete 3. peatükis ja lisa 3.1 toodud üleantava materjali andmevahetusnõuete tabelis.

Mudelid teostatakse kõigi projekteerimisstaadiumite käigus erinevates projekteerimissüsteemides. Sel ajal on andmed iga projekteerimissüsteemi vormingus, s.t originaalvormingus. Projekteerimissüsteem peab toetama avatud andmevahetusvorminguid, et oleks võimalik esitada andmed avatud vormingus, kui need on vaja projekti teistele osalistele üle anda. Selle avatud andmevahetusvormingu reegli erandiks on ehitiseosad, mida avatud andmevahetusvormingud ei hõlma. Sel juhul võib kasutada DWG-vormingut või sarnaseid üldkasutatavaid vorminguid. Tarkvara ja kasutatavate vormingutega seotud nõudeid kirjeldatakse selle dokumendi punktis 1.5.1.

Tähtis on, et mudelimaterjali edastatakse projekteerimisprotsessi vältel korrapäraselt projektiosalistele juba enne tegeliku üleandmise etappi kooskõlas projekti jaoks kokku lepitud toimimistavaga. Mitmesugused pilveteenused võimaldavad mudelimaterjali peaaegu reaalajas uuendada ja see on projekti eri osalistele juurdepääsetav. Kui pilveteenust ei kasutata, saab töömudeleid korrapäraselt uuendada kokkulepitud asukohas, näiteks projektipangas. Uuendamisintervallid ja -kord määratakse kõnealuse projekti ning projekteerimisstaadiumi alusel. Tavaliselt on uuendamisintervall 1–4 nädalat. Neid mudeleid ei ole vaja täies mahus üle kontrollida ja seetõttu ei saa neid kasutada kõigiks töödeks, vaid üksnes kokkulepitud otstarbel, näiteks projekti edenemise jälgimiseks ning projektlahenduste hindamiseks. BIM koordinaator peab kõigile osalistele selgeks tegema, et tegu on mudeli tööversiooniga. Mudeli tööversiooni ühiskasutuse tähtis osa on lisaks ka sihtotstarbeks sobiv infomudeli kaaskiri. Kaaskirjas tuleb kirjeldada mudeli sisu ja sihtotstarvet.

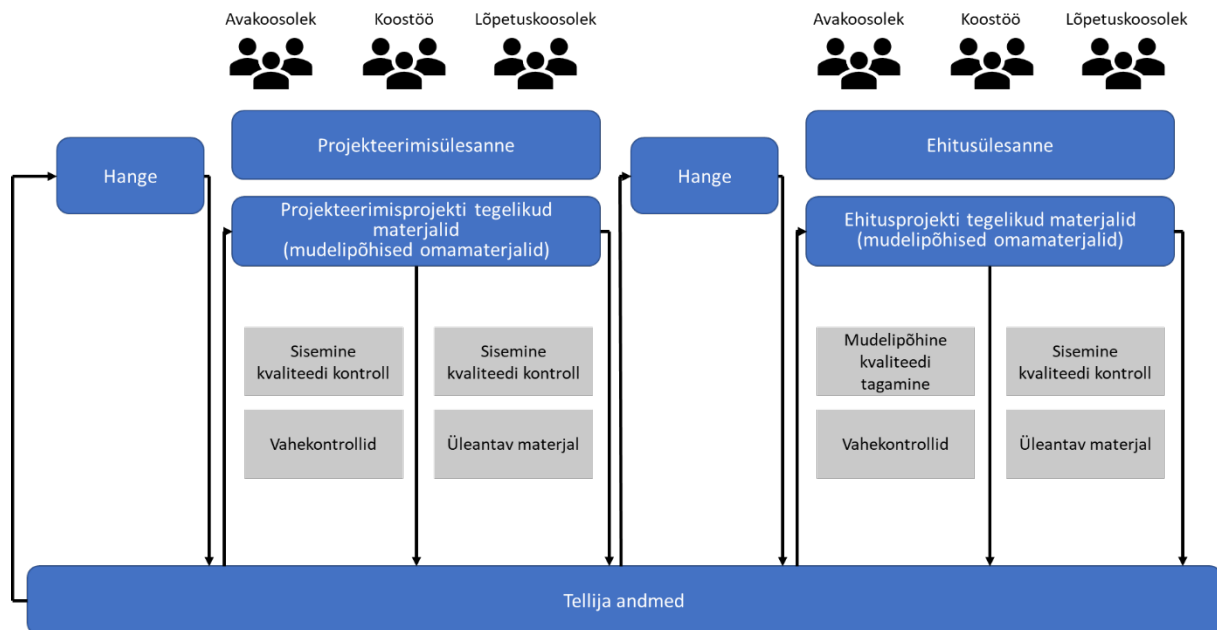
1.2.4. Ehitamine

Mudelpõhise ehitustegevuse eesmärk on teha taristurajatise ehitusprojekti täideviimine tõhusamaks ja kvaliteetsemaks. Mudeleid saab kasutada ka tootmise planeerimisel ja juhtimisel, näiteks kombineerides mudeli ajakava või kulude jälgimisega. Veel parandavad taristu infomudelid ehituskvaliteedi järelevalve ja kontrollimise võimet. Mudelites saab esitada ehitiseosade eriomased kvaliteedinõuded ja võrrelda neid teostatud olukorraga. Selle otstarbe tõhusat kasutamist piiravad veel mõningal määral modelleerimistehnoloogia ja andmevahetusvormingud.

Põhiprojekteerimise staadiumis luuakse põhiprojekti alusel põhimudel, mille tööobjekti organisatsioon üle kontrollib. Seejärel valmistab organisatsioon kontrollitud mudeli ja projektdokumentide alusel ette ehitusandmed. Ehitusandmed sisaldavad kõiki projekti lõpuleviimiseks nõutavaid materjale, näiteks ehitusmudeleid, masinajuhtimisandmeid, mõõdistusandmeid, ehitusstaadiumi modelleerimist ja muud tehnilist modelleerimist.

Peatöövõtja võib lisada ehitusmudelisse tooteinfo, ajakavad ja maksumuse info. Kui tööobjekti organisatsioon ei lisa ehitusmudelisse infot, võib ehitusmudel sisaldada põhimudeliga sama materjali. Sellest asjaolust olenemata kasutatakse ehitusstaadiumis terminit „ehitusmudel“. Masinajuhtimisandmed sisaldavad masinloetavaid faile, milles on arvesse võetud erinevate masinajuhtimissüsteemide erivajadusi. Need erivajadused võivad näiteks hõlmata masinaomaseid andmevahetuse nõudeid. Masinaomaste erinevuste ja erivajaduste tõttu ei saa põhimudeleid alati vahetult masinajuhtimisandmetena kasutada.

Ehituse edenedes muutuvad lähteandmed täpsemaks ja projekteerijat teavitatakse kõigist vajalikest muudatustest. Seejärel uuendab projekteerija projektimaterjali ja põhimudelit, nagu on projekti korral eraldi kokku lepitud. Kui ehitamine on lõpule viidud, antakse tellijale üle teostusmudel. See mudel kirjeldab rajatist sellisena, nagu see ehitati lubatud tolerantside piires. Teostusmudel luuakse põhimudeli või ehitusmudeli täiendamise ja ajakohastamise teel kvaliteedi tagamise teostusmõõdistuste ning teostusmõõdistuste alusel. Üksikasjalikumalt kirjeldatakse nõudeid digitaalsele üleantavale materjalile ja teostusmudelile InfraBIM-i üldnõuete 4. peatükis „Ehitamine“.



Joonis 1.3. Skeem, mis kirjeldab protsessi alates tööprojekti hankest kuni ehitusprojekti üleandmise staadiumini

1.2.5. Kasutuselevõtt ja hooldamine

Kasutuselevõttu, kasutamist ja hooldamist käsitlevat teksti pole uuendatud. Tööd InfraBIM-i üldnõuete nende osade uuendamisega alustatakse hiljem ja sel ajal uuendatakse ka selle osa tekst.

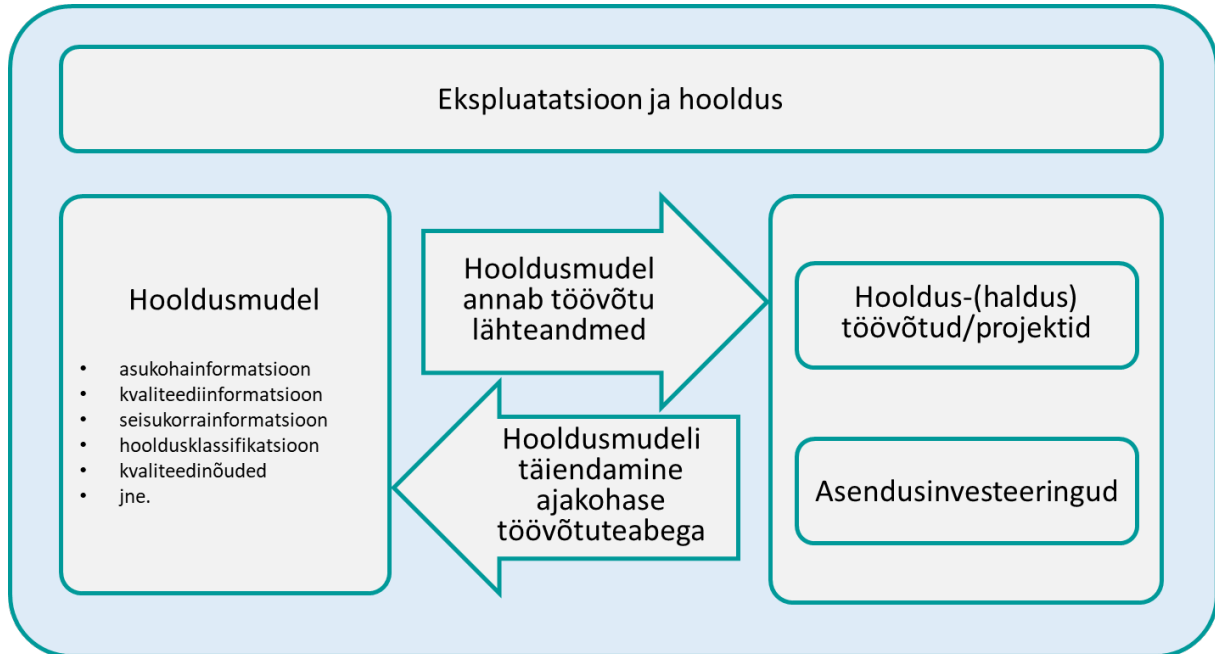
Mudelipõhine protsess annab kasulikku infot ka taristurajatise kasutuselevõtuks ja hooldamiseks. Modelleerimine loob võimaluse osaliste tõhusaks koostööks projekti kogu elutsükli jooksul. Taristumudeleid saab kasutada muuhulgas järgmistes kasutuselevõtu protsessides:

- juurdepääsuga seonduvad nõuded;
- nähtavusuringud;
- evakuatsiooniteede simulatsioonid;
- suitsueemalduse simulatsioonid;
- käitajate ja hooldustöötajate ettevalmistamine;
- päästeõppused;
- teostusmöödistuse andmete ja muu mudelmaterjali esitamine ametiasutustele ning registritele.

Valminud taristurajatise igakülgsest infomudelitest on kasu erinevate taristu kasutamise ajal eettulevate vajaduste täitmisel ja need võivad ühtlasi tagada lähteandmed, kui rajatist tuleb muuta. Teostusmudelisse saab lisada vajalikku kasutus- ja hooldusinfot, et luua hooldusmudel. Hooldusmudel toimib kasutamise ja hooldamise andmehoidlana – hooldusraamatuna. Seoses iga asjakohase töövõtuga tuleb hooldusmudelit ajakohase infoga uuendada, nagu on näidatud joonisel 1.4.

Haldusprojektide käigus on katsetatud elektroonilise andmehoidla kasutamist töövõtuhangete korraldamisel ja järelevalvel. Kasutus- ja hooldusstaadiumi ajal saab korraldada mudelipõhiseid hankeid, sest hooldusprojektideks on võimalik hankida mudelipõhised

lähteandmed. Esimesed mudelipõhiseks tegevuseks sobivad projektid on hooldusprojektide käigus tehtavad kapitaalremondid (näiteks katendi uuendamine). Taristurajatiste mudelipõhist hooldamist saab edasi arendada ja läbi viia taristuandmete hoidlate arengu järgi.

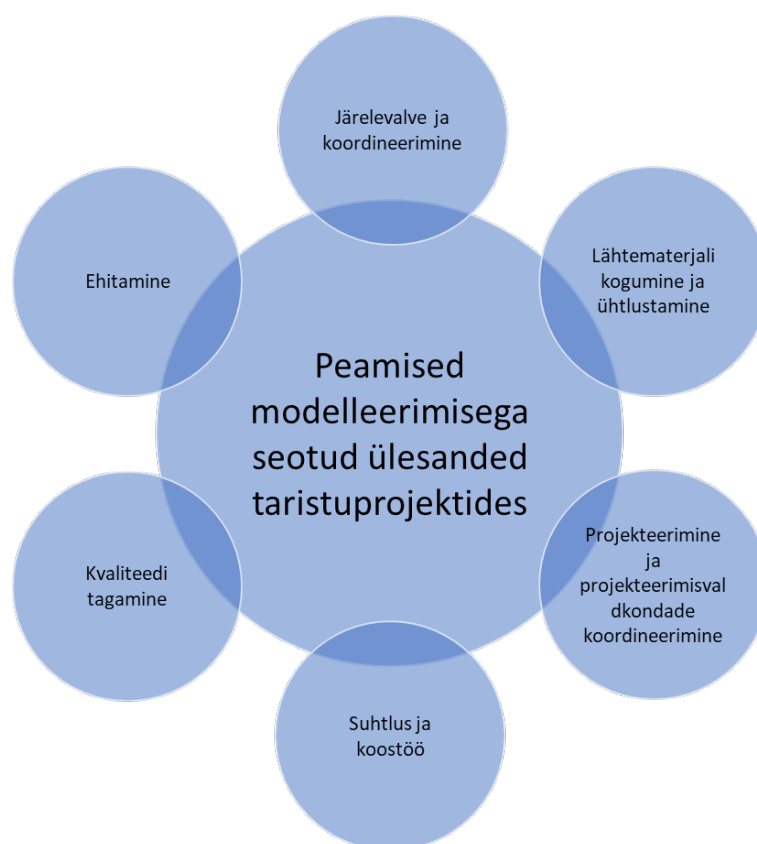


Joonis 1.4. Taristu infomudeli kasutamine ekspluatatsiooni ja hoolduse staadiumis

1.3. Ülesanded ja rollid

1.3.1. Üldinfo

Projekteerimis- ja ehitusprojektid hõlmavad mitmeid modelleerimisega seotud ülesandeid ning rolle. Sõltuvalt projekti sisust, ulatusest ja projekteerimisstaadiumist on nende ulatus erinev. Ulatuslikes projektides, mis hõlmavad suurt hulka osalisi ja projekteerimisvaldkondi, rõhutatakse järelevalvet ning koordineerimist. Väikestes projektides on rollid ühitatud ja muudesse projekteerimisülesannetesse hõlmatud. Ideaaljuhul on taristu informatsiooni modelleerimine kogu taristu kasutamise loomulik osa kogu selle elutsükli vältel. Peamised modelleerimisega seotud ülesanded on kujutatud joonisel 1.5.



Joonis 1.5. Peamised modelleerimisega seotud ülesanded

1.3.2. Ülesanded mudelipõhises projektis

Järelevalve ja koordineerimine

Kõigile projektiosalistele antakse üksikasjalikud konkreetsele projektile vastavad juhised, mille aluseks on projekti jaoks kokku lepitud modelleerimisjuhendid. See ülesanne hõlmab näiteks modelleerimise projekteerimisega seotud ajastamist ning jälgimist ja järelevalvet.

Lähtematerjali kogumine ja ühtlustamine

Lähtematerjal kogutakse erinevatest allikatest, seda muudetakse ja lõpuks dokumenteeritakse lähtematerjali loetelus kooskõlas InfraBIM-i üldnõuete 2. peatükiga. Muutmise all mõeldakse materjali ühtlustamist ja standardimist, nii et see toetaks asjakohast projekteerimistegevust parimal võimalikul viisil. Muudatused võivad näiteks hõlmata erinevate koordinaatsüsteemide

teisendamist üheks süsteemiks või 3D-mudelite loomist 2D-materjali alusel.

Projekteerimine ja projekteerimisvaldkondade koordineerimine

Projekteerimine on mudelipõhine ja modelleerimine on projekteerimise loomulik osa. Projekteerimisprotsessi ajal kasutatakse mudeleid, näiteks koondmudelit kooskõlla viimisel ja teostatavusuuringutes. Koondmudeli koostamiseks ja informatsiooni edastamiseks tuleb kokku leppida üldised reeglid (näiteks selle kohta, millist informatsiooni tuleb edastada ja millises vormingus). Koordineeritust jälgitakse ja kokkulepitud ajakava alusel toimub eri projekteerimisvaldkondade korrapärane kontroll.

Ehitamine

Ehitamisel kasutatakse taristu infomudeleid näiteks mõõdistamisel, masinajuhtimisel ning ehitustööde ressursijaotuse ja ajastamise tarbeks.

Suhtlus ja koostöö

Mudelite kasutamine täiustab koostööd ja kergendab mitmesuguste projektlahenduste mõistmist. Parim võimalik tulemus saavutatakse tellija ja pakkuja ning muude huvirühmade vahelises dialoogis ja koostöös. Lisaks mõjutab projekti funktsionaalsust oluliselt eri projekteerimisvaldkondade, projektijuhtide ja projekteerijate vaheline dialoog.

Kvaliteedi tagamine

Modelleerimises on kvaliteedi tagamise aluseks pidev kvaliteedi tagamine ja teenuseosutaja läbiviidav dokumenteeritud sisemine kontroll. Tellija saab mudelite kvaliteedi tagamiseks kasutada ka välist tehnikaeksperti. Lisaks kontrollib tööobjekti organisatsioon mudelipõhise kvaliteeditagamistegevuse osana ehitamiseks esitatud materjali. Taristu infomudeli kvaliteet koosneb materjali kokkusobivusest, tehnilisest vastavusest ja täielikkusest. Kvaliteedi tagamiseks võib kasutada nii visuaalseid kui ka tehnilisi meetodeid.

1.3.3. Rollid mudelipõhises projektis

Tellija

Projekti kõige tähtsam osaline on tellija. Tellija võtab vastu modelleerimisega seotud otsuseid ja sooritab vastavad ostud. Tellija vastutab projekti ettevalmistamise ja täideviimise eest ning võtab lõpptulemuse vastu oma arhiveerimis- ja hooldussüsteemi. Tellija peab elutsükli igas staadiumis tagama, et igal vaheetapil üleantav materjal vastaks nõuetele ja oleks selline, nagu sooviti, et see toetaks järgmist staadiumit parimal võimalikul viisil. Tellija otsustab oma organisatsiooni koosseisu ja rollid lähtuvalt projekti vajadustest. Tellija võib kasutada väliseid tehnikaeksperte näiteks hangete ja kvaliteedi tagamise toetamiseks. Tellijale määratakse mudeli süsteemis tavaliselt nii vaataja kui ka kommenteerija kasutajaroll.

Teenuseosutaja projektijuhtimine

Projektijuht vastutab muude projektijuhtimisülesannete osana modelleerimise juhtimise eest. Projektijuht võib modelleerimise juhtimise ülesande delegeerida, kuid jääb lõppvastutajaks näiteks eri projekteerimisvaldkondade kokkusobivuse eest. Projektijuhtimisega tegelejatele määratakse mudeli süsteemis tavaliselt nii vaataja kui ka kommenteerija kasutajaroll.

Projekteerimise juht

Projekteerimise juht vastutab kogu organisatsiooni ja projekteerimistegevuse (modelleerimise) ajastamise eest. Teda abistavad vajaduse korral eri projekteerimisvaldkondade vastutavad isikud. Kui projekteerimise juht ei tegutse BIM koordinaatorina, on võimalik määrata modelleerimise korraldusega seotud ülesanded BIM koordinaatorile. BIM koordinaatorit

kasutatakse tavaliselt suuremates projektides.

BIM koordinaator (projekteerimismeeskond)

BIM koordinaator osaleb projekteerimistegevuse planeerimises ja ajastamises koostöös projektorganisatsiooniga ja vaatab järele, et modelleerimine toimuks kooskõlas asjakohaste nõuetega. BIM koordinaator koostöös projekteerijatega vastutab kokkusobivuse tagamise eest ning vastuolude puudumise eest erinevate allosade mudelites ja ka modelleerimise dokumentatsiooni eest. Allpool on toodud soovituslik loend, mida saab kasutada BIM koordinaatori jaoks projektiomase ülesandeloendi koostamiseks.

BIM koordinaatoril võivad olla näiteks järgmised ülesanded:

- osaleb projekti infomudeli juhendite koostamisel ja juurutamisel;
- tagab koostöös projekteerijatega, et mudel vastaks projektipõhiste ja muudele kokkulepitud juhenditele ja eeskirjadele;
- osaleb koostöös projekteerijatega mudelite kvaliteedi tagamises ja sisemises kontrollis;
- vastutab koondmudeli koostamise ja hooldamise eest;
- vastutab infomudeli kaaskirja, infomudeli logi ja sisekontrolli aruannete koostamise eest ning kontrollib neid;
- kutsub kokku nõutavad informatsiooni modelleerimist käsitlevad koosolekud.

BIM koordinaator (objektil)

Tootmistegevuses hõlmavad BIM koordinaatori ülesanded põhimudeli kontrollimist, ehitusandmete ettevalmistamist koostöös tööde järelevalve üksusega ning ehitusandmete jaotamist objektil kõigile osalistele. Objekti BIM koordinaator koostab koostöös tööde järelevalve üksusega ja projekteerimismeeskonna BIM koordinaatoriga projekti jaoks mõõdistamisplaani kas eraldi dokumendina või ehitusprojekti BIM rakenduskava, kvaliteediplaani või kvaliteedi tagamise plaani osana. Objekti BIM koordinaatoriks võib määrata projekti mõõdistusjuhi või mõõdistusmeeskonna juhi.

Objekti BIM koordinaatoril võivad olla näiteks järgmised ülesanded:

- vastutab ehitamise ajal informatsiooni haldamise eest ja kasutatava infohaldussüsteemi ajakohasuse tagamise eest;
- vastutab mahuarvutuste eest;
- vastutab mudelipõhise kvaliteeditagamise korra juurutamise eest;
- vastutab ehitustegevuse kvaliteedi tagamisega seotud teostusmõõdistustest ja kvaliteedi tagamise teostusmõõdistustest pärinevate andmete ning samuti erinevate seotud kvaliteetidokumentatsiooni hooldamise eest;
- vastutab geodeetilise alusvõrgu hooldamise eest;
- vastutab tööobjekti mõõdistamistegevuse, mõõdistamistöde koordineerimise ning masinajuhtimisseadmete talitluse ja täpsuse eest;
- valmistab koostöös tööobjekti järelevalve üksusega ette digitaalse üleantava materjali.

Projekteerijad

Projekteerijad valmistavad ette oma projekteerimisvaldkonna mudelipõhised projektid kooskõlas BIM rakenduskavas kokku lepitud projekteerimis- ja modelleerimisjuhistega. Iga projekteerija suhtleb projekti muude projekteerimisvaldkondade projekteerijatega ning tagab oma mudelite kokkusobivuse ja vastuolude puudumise neis. Iga projekteerija dokumenteerib modelleerimise ja vastutab asjakohaste kvaliteeditagamismeetmete eest koostöös BIM koordinaatoriga.

Töö järelevalve üksus

Töö järelevalve üksus vastutab järgmise eest: modelleerimise läbiviimise ajastamine,

modelleerimise järelevalve ja läbiviimine, mudelipõhine kvaliteedi tagamine tervikuna, valmidusastme, tulemuse ning kvaliteedi tagamise korrapärane jälgimine ja projekti lõppdokumentatsioon. Töö järelevalve üksus vastutab ka tööobjekti organisatsiooni tutvustamise eest mudelipõhise kvaliteeditagamise korraga ning kontrollmõõtmiste ja -mõõdistuste kontrollimise ja heakskiitmise eest.

Geodeet

Objekti geodeet vastutab kasutatavate mõõteseadmete mõõtetäpsuse ja mõõdistustulemuste õigsuse eest. Geodeet tutvub objekti BIM koordinaatori kaasabil ehitusprojekti mõõdistusplaani, ehitusandmete ja mudelipõhise kvaliteedikontrolli korraga.

Geodeedil võivad olla näiteks järgmised ülesanded:

- kvaliteedi tagamise teostusmõõdistuste, teostusmõõdistuste ning muude kontrollmõõtmiste ja -mõõdistuste tegemine;
- kaardistamine ja mõõdistuste märgistamine;
- tugijaamade lähtestamine ja hooldus;
- masinate ja tugijaamade kvaliteedi tagamise mõõdistuste tegemine ja asjakohase dokumentatsiooni koostamine;
- eritarindite mõõdistamine.

Masinajuht

Masinajuhtid vastutavad oma masina juhtimisseadmete talitluse jälgimise eest ning mudelipõhise kvaliteedikontrolli korra kohaselt masina juhtimisseadmete abil sooritatud teostusmõõdistuste ja kaardistamise eest. Iga masinajuht viib end BIM koordinaatori kaasabil ise kurssi projekti masinajuhtimisandmete ja kvaliteedi tagamise tavaga.

1.4. Mudelipõhine projekt

1.4.1. Dokumentatsioon

Taristu infomodeli dokumentatsioon on modelleerimisprotsessi, kvaliteedi tagamise ja üleantava materjali hädavajalik ning tähtis osa. Dokumentatsiooni otstarve on kirjeldada ja selgitada taristu infomodeli materjali korduvkasutamist. Dokumendid kirjeldavad sisu, kvaliteeti, lähtematerjali metaandmeid ja muud projekti jaoks asjakohast infot taristu infomodeli kohta, näiteks seotud projektide kooskõllalisuse astet, kui projektid pole samas staadiumis.

Kõigi taristu infomodeliga projektide korral tuleb koostada järgmised dokumendid: BIM rakenduskava, lähtematerjali loetelu, materjalide kataloog ning infomodeli kaaskiri ja dokumenteeritud sisemise kontrolli dokumendid. Selle dokumenteerimise eesmärk on mitte suurendada töökoormust. Sõltuvalt projekti mahust ja iseloomust võib need dokumendid koondada üheks või mitmeks dokumendiks. Suuremate projektide korral on soovitatav koostada eraldi dokumendid, et hõlbustada suurte andmehulkade haldamist ja mõistmist, väiksemate projektide korral võib aga infomodeli kaaskirja ning dokumenteeritud sisemise kontrolli koondada samasse dokumenti. Dokumenteerimise eesmärk on aidata materjali kasutaval isikul mõista paremini sisu ja valdkonna üldjuhendite või -nõuete võimalikke erandeid.

Nõue

Dokumentatsioon on üleantava materjali kohustuslik osa.

1.4.1.1. BIM rakenduskava

Iga projekti käivitamise faasis kavandatakse modelleerimise läbiviimine, mis seejärel dokumenteeritakse projekti BIM rakenduskavas. BIM rakenduskava sisaldab lisaks muud informatsiooni haldamisega seotud materjale, näiteks projektipanga juhendeid ja projektjooniste nimetamise juhiseid.

BIM rakenduskavas kirjeldatakse modelleerimise eesmäärke ja läbiviimist ning informatsiooni haldamist projekti infomudelimaterjali korral. BIM rakenduskavas selgitatakse projekti mudelipõhise protsessi põhimõtteid, staadiume ja ajakava. Plaanis kirjeldatakse mudelite sihtotstarvet ja täpsusastet. Lisaks kirjeldatakse BIM rakenduskavas erinevaid projektipõhiseid erandeid ja selgitatakse valdkonna juhendeid ning projektiosaliste rolle ja vastutusalasid.

Pakkumiskutses määrab tellija taristu mudelprojekteerimisega seotud projektipõhised nõuded, mis võivad olla nii tehnilised kui ka funktsioonidega seotud. Nende nõuete alusel koostatakse esialgne BIM rakenduskava. BIM rakenduskava võib koostada projekteerija või tellija. Suurte projektide korral, kus projekteerimisülesandeid on mitu, võib olla jätta esialgse plaani koostamine tellija tööks. Projekti alustamisel vaatavad projektiosalised plaani üle ja vajaduse korral täpsustavad seda. Vajaduse korral ajakohastatakse plaani projekti vältel nii, nagu tellija ja teenuseosutaja kokku lepivad.

Modelleerimise praktilist läbiviimist kirjeldatakse teenuseosutaja oma projektiplaanis.

Nõue

BIM rakenduskavas tuleb kirjeldada vähemalt järgmisi teemasid:

- informatsiooni haldamine informatsiooni modelleerimise korral;
 - taristu infomudelite nimetamine ja läbivaatamine;
 - modelleerimise dokumenteerimine;
- juhendid, mida tuleb töö käigus järgida;
- projekti koordinaat- ja kõrgussüsteem;
- mudelipõhine protsess ja sellega seotud organisatsioon;
 - modelleerimise eest vastutavad isikud ning nende rollid ja vastutusalad;
 - osaliste vaheline koostöö ja andmevahetus;
 - modelleerimisprotsessi põhietappide ajakava kogu projekti ajakava suhtes;
 - huvirühmade osalus;
- modelleerimise eesmärgid ja sihtotstarve;
- modelleerimise sisu, ulatus ja täpsusaste;
- kuidas modelleeritakse lähteandmed;
- koondmudeli koostamine ja hooldamine;
 - kasutatav tarkvaraversioon;
 - koostamine, kasutamine ja avaldamine;
 - uuendamise ajakava projekteerimisprotsessi suhtes;
- modelleerimise kasutamine dialoogis ja koostöös;
 - võimalik esitlusmudel;
- mudelite kontrollimine ja kvaliteedi tagamise meetmed;
- modelleerimisel kasutatav tarkvara, võttes arvesse kõiki kasutajaid;
- mudelimaterjali salvestamine, levitamine ja üleandmine (eelkontrolliks mõeldud materjal ja lõplik üleantav materjal);
 - andmevahetusmeetodid ja -vormingud;
 - nõuete võimalikud erandid.

Selle dokumendi lisa 1.1 on lisatud ülaltoodud punkte sisaldav BIM rakenduskava mall.

Juhis





Suurte projektide korral võib koostada eraldi infomudeli juhendid, milles käsitletakse üksnes modelleerimisega seotud küsimusi. Sellisel juhul ei hõlma BIM rakenduskava neid juhendeid. Eraldi infomudeli juhendid on mõistlik koostada projektide korral, kus InfraBIM üldnõuetes määratud nõudeid rohkesti selgitatakse või muudetakse (niisugused võivad olla näiteks ühisprojektid). Samuti on mõistlik koostada eraldi infomudeli juhendid ja BIM rakenduskava juhul, kui BIM rakenduskavasse tahetakse lisada informatsiooni haldamisega seotud materjale, mis ei kuulu modelleerimise raamidesse, näiteks ajastamise, kasutatava tarkvara, infoedastuse ja e-posti juhendeid.

Reeglina peaks BIM rakenduskava olema üks dokument, aga kui see on põhjendatud nagu ülalmainitud juhtudel, võib BIM rakenduskava ja infomudeli juhendid koostada kahe eraldi dokumendina.

1.4.1.2. Infomudeli kaaskiri

Infomudeli kaaskirjas kirjeldatakse taristu infomudeli ja selle osamudelite olekut materjali üleandmise ajal. Infomudeli kaaskirja otstarve on teha selgesti mõistetavaks, kuidas modelleerimist projekti käigus läbi viiakse. Selle tähtsust tuleb rõhutada eriti taristuprojekti elutsükli ühest staadiumist teise liikumisel. Kaaskiri peab sisaldama kõiki mudeli kasutamise ja usaldusväärseusega seotud aspekte. Kaaskiri peab sisaldama erinevaid kõrvalekaldeid mudeli kokkulepitud sisust projekti eri staadiumites ning kõiki muid olulisi tähelepanekuid näiteks tarkvarast tingitud piirangute kohta mudeli sisus ja andmevahetusvormingutes. Infomudeli kaaskirjas peab lisaks olema nimetatud eri projekteerimisvaldkondades modelleerimiseks kasutatav tarkvara ja selle versioonid. Koondmudeli korral peab kaaskirjas olema esitatud nii tarkvara ja kasutatud vormingud kui ka võimalikud kõrvalekalded ning puudused võrreldes algsete osamudelitega. Infomudeli kaaskirja hõlmatakse ka lähtematerjali kaaskiri, kui seda ei koostata eraldi. Kui projekti jaoks tuleb koostada materjali kaaskiri, milles kirjeldatakse kõiki esitatud materjale, võib infomudeli kaaskirja hõlmata sellesse materjali kaaskirja. Infomudeli kaaskiri tuleb koostada kõigis taristuprojekti elutsükli staadiumites. Joonisel 1.6 on kujutatud infomudeli kaaskirja paigutuse näide.

Selle dokumendi lisas 1.2 on esitatud infomudeli kaaskirja mall.

	<p>Teed ja ristmikud Materjali sisu kirjeldav kaaskiri</p>
   	<p>Sisu pl 5180-13760</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teed (peatee, rambid, muud maanteed, kõnni- ja jalgrattateed ning erateed) projekteeritakse infomudeli põhisel. • Kui see on asjakohane, hõlmavad teemudelid esialgseid kuivenduslahendusi (kõlgkraavid) ja mürasummutustarindeid (müratõkkevallid). • Reeglina esitatakse ristlõige iga 20 meetri tagant. • Teemudelid hõlmavad kõigi projekti raames projekteeritavate teede korral ülemist ja alumist koondpinda. • Esialgse kuivendussüsteemi truubid ja sademeveevõrk modelleeritakse võrkudelina. • Kuivenduskraavide jaoks luuakse eraldi teemudelid. <p>pl 13760-18305</p> <ul style="list-style-type: none"> • Põhilahenduse teed (sh tarindikihid): modelleeritakse ülesande jaoks sobivate informatsiooni modelleerimise vahendite abil (CityCad). • Teemudelid hõlmavad müratõkkevalle. <p>Kasutatud tarkvara pl 5180-13760</p> <ul style="list-style-type: none"> • Novapoint Road 20.10 • Novapoint Water & Sewer 20.10 <p>pl 13760-18305</p> <ul style="list-style-type: none"> • CityCad 5.25 ... 5.27 <p>Üleandmisvormingud pl 5180-13760</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teed: IM4 (teede kaupa, välis- ja aluspind eraldi failidena). • Kuivendamine: IM4 <p>pl 13760-18305</p> <ul style="list-style-type: none"> • Avatud vormingus <ul style="list-style-type: none"> ○ Teede ülemine ja alumine koondpind (IM4) ○ Peatee, I klass, Vt12: tarindikihid, kande- ja jaotuskihtide pinna tase, alumine koondpind (IM4). <p>Täpsus/puudused/muud tähtsad küsimused</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teed projekteeritakse kooskõlas asjakohase projekteerimisstaadiumi spetsifikatsioonidega, seega on augud mudelis (nt ristmike kohal) jäetud meelega. See tähendab, et ristmikualasid ei modelleerita ühtse pinnana, vaid kooskõlla viiakse ainult liituvate/ristuvate joonte vertikaalsed trassid, et need kokku sobiksid. • Ristlõike projekteerimise täpsust korrigeeritakse selliselt, et teeala ulatus ja materjalivarude/-vajaduste õigsust saab piisava kindlusega kinnitada. Üldjuhul luuakse ristlõige iga 20 meetri tagant.

Joonis 1.6. Infomudeli kaaskirja paigutuse näide

Nõue

Infomudeli kaaskirjas tuleb esitada järgmine info:

- projekteeritav rajatis;
- taristu infomudeli sihtotstarve ja eesmärgid;
- koordinaat- ja kõrgussüsteem;
- hõlmatud projekteerimisvaldkondade mudelid ja nende sisu;
- kasutatav tarkvaraversioon;
- failivormingud (osamudelid, koondmudel);
- osade nimetamise ja nummerdamise reeglid;
- mudeli võimalikud kõrvalekalded ja puudulikkus võrreldes kõnealuse staadiumi nõuetega;
- taristu infomudeli tarindite täpsus võrreldes kõnealuse staadiumi nõuetega;
- kvaliteedi tagamise meetmed;
- mudeli kontrollimis- ja heakskiitmisinfo;
- kontaktisikud (+ ettevõtte, kui on kaasatud rohkem kui üks osaline).

1.4.1.3. Materjalide kataloog

Materjalide kataloog on tabelina esitatud loetelu, kus on nimetatud kõik üleantava projekti materjalid. Loetelus on näidatud materjalid, mida projekt hõlmab, ja mudelid, millest koosnevad võimalikud eraldi pakkefailid (näiteks koondmudel ja esitlusmudel). Kui koondmudeli ja esitlusmudeli lähteandmed koostatakse eraldi, lisatakse ka need sellesse loetellu. Materjalide kataloog on tellijapoolse kontrolli põhidokument ja see antakse üle koos muu materjaliga.

Seni koostatakse materjalide kataloog tavaliselt eraldi dokumendina, mis sisaldab üksnes mudeli materjali. Kui mudelipõhised projektid tavapärasemaks muutuvad ning neist saab tavapärase projekteerimis- ja ehitusprotsessi osa, tuleb infomudelid ja muu materjal esitada ühes materjalide kataloogis, mis hõlmab kogu materjali.

Nõue

Koos muu materjaliga antakse alati üle materjalide kataloog. Materjalide kataloogis tuleb esitada vähemalt järgmine info:

- projekteerimisvaldkond;
- osamudeli avaldamise kuupäev;
- osamudeli nimi;
- osamudeli vorming;
- faili asukoht (kaustastruktuuri või projektipanga tee);
- vastutav isik;
- mõõdud ja kommentaarid.

1.4.2. Kvaliteedi tagamine

Taristu infomudelite kvaliteedi tagamise eesmärk on tagada, et kokku lepitud olemid ja info esitataks ning antaks üle järgmisesse staadiumisse kooskõlas nii projektioaste kui ka üldjuhendite ja nõuetega. Teine põhieesmärk on luua ehitatud keskkonna mudelitest pidev ahel, kus eelmiste projektide mudelid annavad tulevastele projektidele lähteandmed ja andmevahetus on pidev. Ehitatud keskkond on pidevas muutumises ja seetõttu uuendatakse andmebaasides ka ehitatud keskkonna mudeleid.

Need meetmed võimaldavad tagada tõhusad projekteerimis-, ehitus- ja hooldustööd. Mudelite abil saab edasi anda suuremat hulka informatsiooni, mis on ühtlasi visuaalsem kui tavadokumentides sisalduv informatsioon. Seetõttu võib kindlalt oletada, et projektiosaliste vaheline infovahetus muutub lihtsamaks ja selgemaks. Mudelipõhine projekteerimisprotsess on lisaks läbipaistev. Kõik modelleeritavad rajatised ja alad tuleb modelleerida täielikult. Erinevalt tavapärastest projekteerimismeetoditest ei saa mudelid hõlmata alasid, mida ei projekteerita. See tagab, et mis tahes projekteerimisvead ja vastuolud on andmebaasides on juba varakult tuvastatavad.

Üldiselt öeldes võivad sobivad taristu infomudelite kvaliteedi tagamise meetmed lühendada projekti täitmise kestust ja vähendada maksumust ning samuti parendada projektide kvaliteeti. Kvaliteedi tagamise eeltingimus on, et materjalid esitataks kooskõlas valdkonna asjakohaste juhendite (InfraBIM-i üldnõuded), klassifikaatori (InfraBIM-i klassifikaator) ja suuremas osas ka avatud andmevahetusvormingu spetsifikatsioonidega (Inframodel ja IFC). Kvaliteedi tagamise aluseks on teenuseosutaja läbiviidav dokumenteeritud sisemine kontroll. Projektimaterjali esitaja vastutab esitatud materjali kvaliteedi eest ja seetõttu ka taristu infomudelite andmesisu eest. Materjali esitaja vastutab projekti materjalide esitamise eest kokkulepitud ajakava kohaselt ja ulatuses. Kvaliteedi tagamise eesmärgil peavad kõik projektjoonised ja mudelid olema kättesaadavad samal ajal ning olema omavahel vastavuses.

Kogu modelleerimisprotsessi vältel tuleb pingutada selle nimel, et tagada kord juba modelleeritud geomeetria ja andmete loomine ning dokumenteerimine sellises vormingus ja sellisel viisil, et need andmed oleksid protsessi järgmistes staadiumites täies mahus kättesaadavad. Osa modelleeritud andmetest saab kasutada ühest staadiumist teise sellisena, nagu need on, osa tuleb aga järgmises projekteerimisstaadiumis täiustada, et täita kõnealuse staadiumi nõudeid. Projekti eri staadiumites on kvaliteedi tagamise ja informatsiooni haldamise lähtealuseks see, et andmevahetuseks kasutatakse avatud andmevahetusvorminguid, mis on kõigile osalistele kättesaadavad.

Mudelimaterjal, mida järgmises staadiumis kasutama hakatakse, antakse üle iga projekteerimisstaadiumi lõpul:

- üleminekul ühest projekteerimisstaadiumist teise peab mudelimerjal sobima kasutamiseks järgmise staadiumi projekteerimishankel;
- üleminekul ühest projekteerimisstaadiumist teise peab mudelimerjal olema järgmise staadiumi lähtepunktiks;
- põhiprojekteerimise staadiumist ehitusstaadiumi liikumisel peab mudelimerjal sobima kasutamiseks ehitushankel ja ehitustöödel;
- ühest projekteerimisstaadiumist teise ja edasi ehitusstaadiumi liikumisel peab mudelimerjal sobima kasutamiseks otsuste tegemisel ja halduslikul menetusel;
- ehitusstaadiumis peab mudelimerjal sobima kasutamiseks hooldamisel ja varahalduses;
- järgmistes staadiumites loodud digitaalne materjal on tulevaste projektide lähteandmeteks.

Nõue

Taristu infomudelid antakse üle kooskõlas valdkonna asjakohaste nõuete ja juhenditega (InfraBIM-i üldnõuded, klassifikaator ning Inframodeli ja IFC andmevahetusvormingud). Kui võimalik, tuleb andmevahetuseks alati kasutada avatud andmevahetusvorminguid. See võimaldab mudelite tarkvarast sõltumatut kontrollimist ja analüüsi ning materjali saab mitmesugusel otstarbel edasi kasutada. Kvaliteedi tagamine on pidev protsess, mis suunab tööd selliselt, et süstemaatiliste vigadega saab tegelda võimalikult vara. Võimalikke tulevase probleeme tuleb ette näha ja need tuvastada.

Kvaliteedi tagamise otstarbel peab kontrollitav materjal sisaldama taristu infomudeleid (projekteerimismudel ja lähteandmematerjal), jooniseid, toetavaid kaardiandmeid, nõutavaid dokumente (BIM rakenduskava, infomodeli kaaskiri, materjalide kataloog, lähtematerjali loetelu), teenuseosutaja tehtud dokumenteeritud sisemine kontroll ja kõiki programmilisi valideerimisaruandeid.

Mudelimerjali kvaliteedi tagamise meetmeid ja nõudeid projekti eri etappides kirjeldatakse täpsemalt InfraBIM-i üldnõuete muudes osades: lähteandmematerjali kohta vt punkti 2.6, projekteerimisstaadiumi kohta punkti 3.4 ja ehitusstaadiumi kohta punkti 4.3.

Juhis

Mudeleid võib näiteks kontrollida kontrolliaegadel, mis lepitakse kokku projektipõhiselt. Need kontrollajad kohandatakse projekti ajakavale vastavaks ja nende jaoks eraldatakse piisavalt aega, sealhulgas võimalike voorude või korrigeerimiste jaoks. Tellijal või projekteerijal võib samuti olla juurdepääs valideerimistarkvarale või -teenusele, mille abil saab valideerida näiteks Inframodeli faili andmesisu.

1.4.3. Informatsiooni haldamine ja liigendamine

Iga projekteerimis- ja ehitusprojekti korral on kõige tähtsam edutegur hästi toimiv informatsiooni haldamine, sealhulgas osaliste vaheline töökindel andmevahetus. Informatsiooni haldamise tähtsust pole võimalik üle rõhutada. Tõhus informatsiooni haldamine ja standardised tegevuskorrad teevad võimalikuks alljärgneva:

- kõik mõistavad informatsiooni ühtmoodi;
- informatsioon on struktureeritud (kataloogistruktuur, nimetamine, sisu jne) omavahel kokku lepitud viisil;
- informatsiooni hallatakse omavahel kokku lepitud asukohas;
- informatsiooni saab erinevate osaliste vajaduste järgi hõlpsalt kasutada ja muuta;
- informatsioon on ajakohane.

Standardne informatsiooni haldamine teeb võimalikuks projekteerimise või ehitamise käigus kord juba esitatud informatsiooni erilaadse ja igakülgse kasutamise kogu projekti elutsükli vältel ning kõigis selle staadiumites. Kogu modelleerimisprotsessi jooksul tuleb hoolt kanda, et tagatud oleks esitatava informatsiooni loomine ja dokumenteerimine kooskõlas kokkulepitud põhimõtetega.

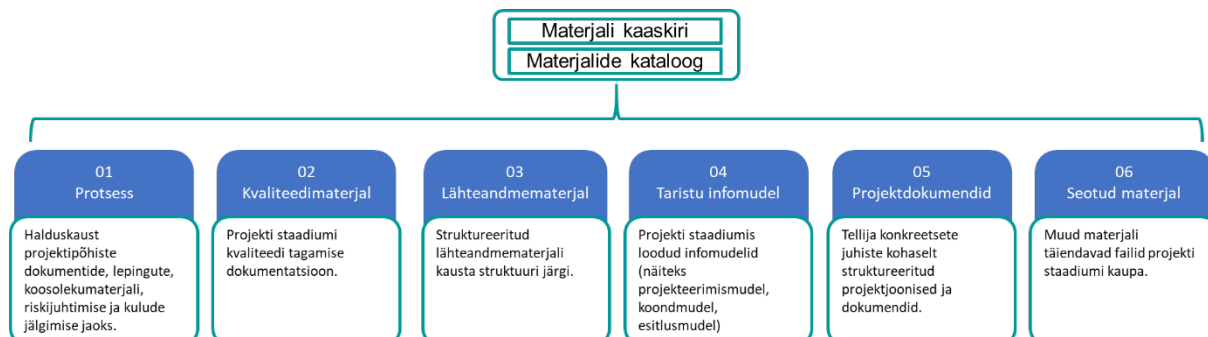
Eesmärk on kogu informatsioon esitada ning järgmisesse staadiumisse üle anda kooskõlas nii projektipõhiste kui ka üldjuhendite ja -nõuetega. Teine standardse informatsiooni haldamise eesmärk on luua ehitatud keskkonna informatsiooni haldamisest pidev ahel, kus eelmiste projektide digitaalne materjal annab tulevastele projektidele lähteandmed ning andmevahetus on pidev alates projekteerimisstaadiumitest kuni ehitusstaadiumi ja edasi hooldamisstaadiumini.

Projektide käigus saadud informatsiooni korduvkasutamiseks on tähtsad tegurid järjepidev üleandmise kord ja materjali dokumenteerimine. Taristuprojekti elutsükli kõigis staadiumites alates projekteerimisest ja lõpetades ehitamisega tuleb järgida joonisel 1.7 kujutatud ülataseme kategooriatel 01 kuni 06 põhinevat informatsiooni liigendusstruktuuri. Nende üleantava materjali ülataseme kategooriate (01–06) täienduseks võib projekti eri etappidel lisada kategooriaid mis tahes vajaliku töömaterjali jaoks (näiteks 07_Töökaust). Informatsiooni liigendamine tugineb failide atribuudiinfole, mida tarvitatakse kasutatavas süsteemis informatsiooni töötlemiseks erinevate otsingukriteeriumite järgi. Sellele juhendile on lisatud informatsiooni liigendamise struktuur kaustastruktuurina, mis sobib failipõhiseks informatsiooni haldamiseks.

Informatsiooni liigendamise põhimõtteid selgitatakse täpsemalt asjakohase projekti staadiumi kaupa 3. peatükis „Projekteerimine“ ja 4. peatükis „Ehitamine“.

Projekti staadium

Infohaldusdokument



Joonis 1.7. Informatsiooni liigendusstruktuur projekteerimise, teostamise ja üleandmise staadiumis

Nõue

Projekti jaoks koostatakse informatsiooni haldamist käsitlev dokument, milles kirjeldatakse kogu üleantavat materjali. Informatsioon liigendatakse joonisel 1.7 näidatud ülemise taseme kategooriate järgi. Failide üleandmiseks tuleb kasutada avatud andmevahetusvorminguid ulatuses, milles need on kõnealuse materjali jaoks määratletud. Üleantava materjali vorminguid kirjeldatakse staadiumi kaupa InfraBIM-i üldnõuete 2., 3. ja 4. peatükis ja üleantava materjali andmevahetusnõuete tabelis (lisa 3.1). Kui materjal antakse üle kaustastruktuurina, ei tohi struktuuri ühelgi tasemel leiduda tühje kaustu.

Juhis

Soovitav on kasutada informatsiooni liigendamiseks InfraBIM-i üldnõuete 2. peatükis esitatud põhimõtteid. Taristu infomodelite jaoks kasutatakse InfraBIM-i liigitusel, projekteerimisvaldkonnal või rajatistel (näiteks alal või teel) põhinevat liigendusstruktuuri ning jooniste ja dokumentide korral järgitakse tellija erijuhiseid. Sõltuvalt projekti mahust ja iseloomust võib alamkaustu ühendada, et muuta struktuur projekti jaoks sobivamaks. Liigendusstruktuur peab aga järgima joonistel esitatud põhimõtteid.

1.4.4. Nimetamine

Nõue

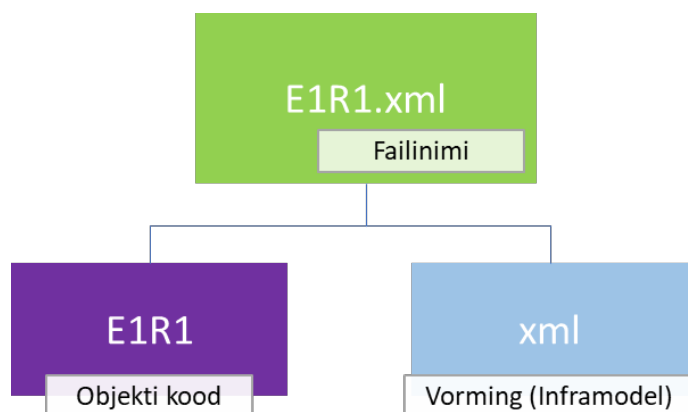
Faili- ja kaustanimed peavad olema lühikesed ja kirjeldavad, nii et failinimed näitaksid selgelt sisu. Faili- ja kaustanimed ei tohi sisaldada tühikuid, tähti „ä“, „ä“ ja „ä“ ega erimärke. Lubatud märgid on tähed A–Z ja a–z, numbrid 0–9 ning allkriips ja sidekriips. Kataloogitee maksimaalne pikkus koos failinimedega on 256 märki. Nimetamisreeglid tuleb alati kokku leppida projekti alguses ja kirjeldada projekti BIM rakenduskavas / infomodeli juhendis ning infomodeli kaaskirjas.

Juhis

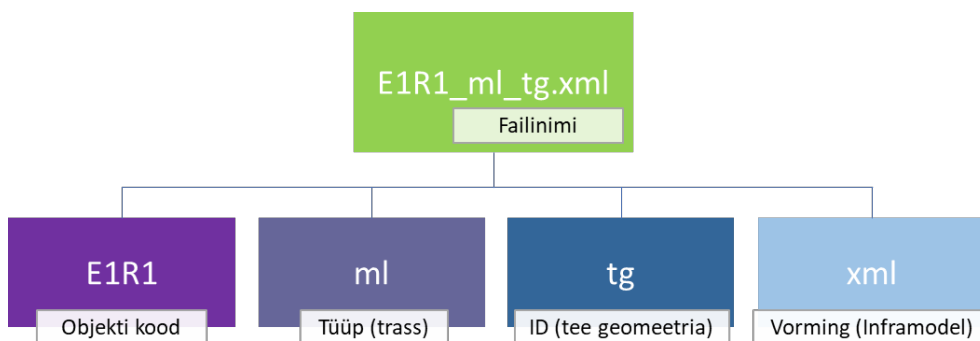
Failid tuleb nimetada projekti jaoks kokku lepitud reeglite kohaselt. Failide nimetamisel tuleb arvesse võtta projekti töökorraldust, sest mõned süsteemid tuginevad endiselt failipõhisele töökorraldusele. Failinimi peab olema piisavalt kirjeldav ja failid tuleb tükeldada piisavalt väikesteks üksusteks. Juhte, mille korral failinimes kirjeldatakse faili atribuudiinfot, tuleb kaaluda üksikjuhtumite kaupa. Paljud vormingud ei võimalda hõlmata suuremaid rajatisi ühte faili. Sellisel juhul peab materjaliga seotud dokumentatsioon sisaldama failis oleva materjali täpset kirjeldust ning samuti kõnealuste osamudelite/materjali korral kasutatud liigenduse ja nimetamisjuhiste kirjeldust.

Materjali nimetamise näited ja sellega seotud kriteeriumid on esitatud joonisel 1.8.

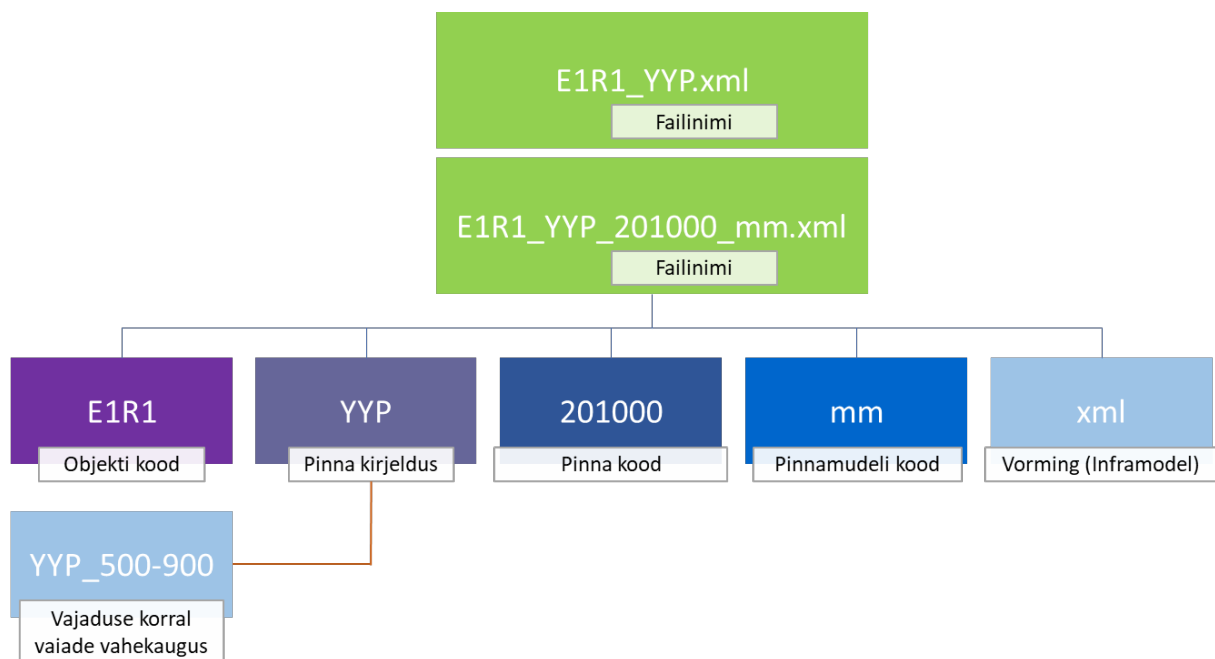
Tee osamudelid ühes failis



Teetrass eraldi failis



Tee osamudel eraldi failis



Joonis 1.8. Materjali nimetamise ja paigutuse näide

1.4.5. Projektide eriomadused

Projektide töökorraldused on väga erinevad ja alati projektipõhised. Põhiliselt erinevad projektide projekteerimisstaadiumid (kirjeldatakse peatükis „Projekteerimine“), mahud, tüübid (maa-ala väljaehitamise projekt / teeprojekt jne) ja projekti üleandmise meetodid.

Väikeste projektide korral on rollid jaotatud väiksemas rühmas, koostöö on sujuvam ja kohustused selgemad. Suures maa-ala väljaehitamise projektis on osalisi palju ja eri osaliste vahelise koostöö tähtsus suurem. Kõigile osalistele tuleb soovitada samu, omavahel ühildatud toiminguid ja anda neile vastav koolitus. Erinevused muutuvad silmatorkavamateks projektides, mis hõlmavad osalisi nii hoone- kui ka taristuehituse sektorist. Osalised peavad kokku leppima taristu- ja hooneehituse sektori vahelised piirid ning samuti kooskõlla viimise üleminekuala iga projekteerimisvaldkonna jaoks.

Ühisprojektides muutuvad eri standardite, juhendite ja vormingute erinevused ilmsemaks. Soomes tuleb hooneehituses järgida „Mudelprojekteerimise üldnõudeid (YTV/COBIM)“ ja taristuehituses „InfraBIM-i üldnõudeid (YIV)“. Mudelprojekteerimise üldnõuetes ei ole antud juhiseid hoonega seotud taristuehituse aspektide kohta, näiteks geotehniliste projekteerimistööde või maastikuplaneerimise (õuealade) kohta. Hooneehituse ja eritarindite korral on avatud andmevahetusvorminguna kasutusel IFC ja taristuehituses Inframodel. Tuleb märkida, et eri andmevahetusvormingute kasutamine võib põhjustada tarkvarast sõltuvat andmekadu. Seetõttu on sageli vajalik korrastada hooneehituse mudeleid ühes sobivas koondmudeli tarkvaras ja taristumudeleid teises selleks ette nähtud tarkvaras. Seejärel saab osamudelid importida üheks koondmudeliks. Järgnevate aastate jooksul peaks hoone- ja taristuehituse sektori vaheline koostöö muutuma kergemaks, kui ehitussektori andmevahetusvormingud ning standardid ühildatakse.

1.5. Mudelite tehnilised üldnõuded

1.5.1. Tarkvara ja vormingud

Digitaalses vormingus salvestatud andmeid tuleb hoida vormingus, mis võimaldab nende andmete kasutamist. Projekteerimisstaadiumis on andmed tarkvaras originaalvormingus, kuid andmete salvestamiseks ja üleandmiseks tuleb kasutada avatud andmevahetusvorminguid. Avatud vormingud võimaldavad andmeid paremini korduvkasutada ja annavad täpsemat infot sisu kohta. Avatud vorminguga mudelite kasutamine edasises projekteerimises on siiski mõnevõrra problemaatiline vormingute puuduste tõttu. Et mudeleid saaks projekti käigus edasi kasutada, tuleb kõik mudelid üle anda ka nende originaalvormingus.

Taristu korral on avatud andmevahetusvorminguks LandXML Inframodeli sisu ja spetsifikatsiooni kohaselt ning sildade ja eritarindite korral on kasutusel IFC (Industry Foundation Classes). Inframodelit ja selle sisu kirjeldatakse selle võrgudokumentatsioonis ning kasutusjuhendis [<https://buildingsmart.fi/infrabim>]. Soomes on sildade ja eritarindite modelleerimise juhised antud järgmistes Soome transpordiameti juhendites: Sildade mudelprojekteerimise juhend [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo_201406eng_bim_guidelines_web.pdf] (Siltojen tietomalliohje [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo_2014-06_siltojen_tietomalliohje_web.pdf]) ja soomekeelne eritarindite informatsiooni töötlemise juhend (Taitorakenteiden tiedon käsittely [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo_2018-36_taitorakenteiden_tiedon_web.pdf]).

Avatud andmevahetusvormingud ei hõlma kogu edastatavat infot. Seetõttu tuleb praegu kasutada teatud ulatuses muid üldlevinud vorminguid või erinevaid originaalvorminguid (näiteks DWG) või erinevaid info edastamise meetodeid (näiteks tabelid). Ka sel juhul tuleb järgida InfraBIM-i liigituses määratud nimetamisreegleid. Tuleb märkida, et DWG failivorming piirab rajatiste atribuudiinfo nutikat edastamist.

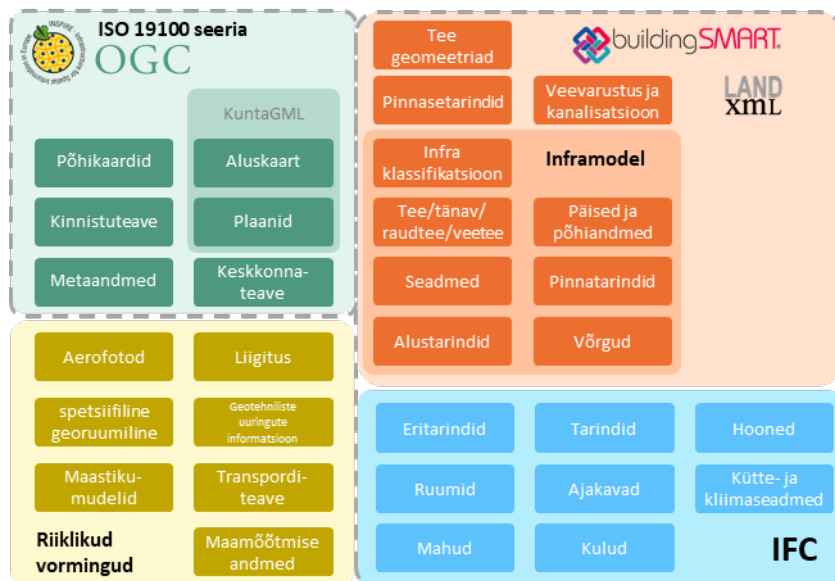
Nõue

Mudelid tuleb edastada, üle anda ja salvestada avatud andmevahetusvormingus (Inframodel/IFC). Kogu asjakohane informatsioon peab läbi tulema. Tarindite jaoks, mida avatud vormingud ei hõlma, tuleb kasutada muid üldlevinud vorminguid (näiteks DWG). Iga mudel tuleb üle anda ja arhiveerida ka originaalvormingus.

1.5.2. Seotud standardid

Taristuinformatsiooni haldamisega seotud standardid jagunevad georuumilisel infol põhinevat lähtematerjali, seotud eritarindeid (IFC standard) ja tegelikke taristurajatise käsitlevateks (LandXML-i vorming). Lisaks on olemas Soome riiklik vorming Infra (Infra-pohjatutkimusformaatti) geotehniliste uuringute informatsiooni edastamiseks. Kogu kasutatav tarkvara peab võimaldama eri standardite ja vormingute kasutamist. Eri standardite infosisu on esitatud joonisel 1.9.

STANDARDID TARISTUPROJEKTIDES – PRAEGUNE OLUKORD



STANDARDID TARISTUPROJEKTIDES – EESMÄRK



Joonis 1.9. Taristu mudelprojekteerimisega seotud standardid ja vormingud

Soomes tegeleb taristusektori standardiseerimisega RASTI projekt (<https://rastiproiekti.com/en/the-rasti-project/>).

1.5.3. Mõõtühikud ja koordinaatsüsteem

Kasutatav mõõtühik on meeter. Igas projekteerimisvaldkonnas kasutatakse modelleerimiseks projekti ametlikku koordinaat- ja kõrgussüsteemi. Vajalikud teisendused seoses projektimaterjali koordinaatsüsteemidega lepitakse kokku projektipõhiselt ja tuleb tagada, et teisendamine toimuks asjakohaste juhendite kohaselt.

Veeteedel on oma koordinaatsüsteemi spetsifikatsioonid, mida samuti tuleb projektimaterjali korral järgida. Merel läbiviidavate veeteeprojektide korral määratakse projekti jaoks harilikult teatava aasta teoreetiline keskmine merepind (MW) ning seda tasapinda kasutatakse etalontasemena kõigis projektiga seotud uuringutes, projekteerimisel, ehitamisel ja veete ametlikus dokumentatsioonis (asjaomase ametkonna kanalite rajamise otsused). Kui projekti jaoks ei määrata eraldi keskmist merepinda, tuleb veete ametlikus dokumentatsioonis tavaliselt kasutada etalontasemena kõnealuse aasta keskmist merepinda. Siseveeteede korral on etalontasemeks kõnealuse veete korral määratud navigatsioonihooaja madalveetase.

Projekteerimise ja ehituse mõõdistusandmete tähtis osa on geodeetiline alusvõrk. Geodeetilise alusvõrgu abil luuakse projekti jaoks koordinaatsüsteem ja see süsteem seotakse riikliku koordinaatsüsteemiga.

Tarkvaratehnilistel põhjustel võib hoonete ja eritarindite projekteerimisel kasutada teatud punktil põhinevat lokaalset koordinaatsüsteemi. Kui lokaalset mudelit pole tarkvaratehnilistel põhjustel võimalik teha riiklikus koordinaatsüsteemis, tuleb selles küsimuses eraldi kokku leppida ja kinni pidada alltoodud põhimõtetest:

- lokaalse koordinaadistiku algpunktiks seatakse globaalse koordinaatsüsteemi täisarvuline väärtus, mis on tööobjektile piisavalt lähedal; seejärel antakse see teada BIM rakenduskavas ja infomudeli kaaskirjas;
- lokaalse (matemaatilise) koordinaatsüsteemi Y-telg on paralleelne globaalse koordinaatsüsteemi põhjasuunalise teljega;
- valitakse kolm kuni viis märgispunkti ja luuakse kontrollkuubid. Need kuubid peavad sisalduma koondmudeli osamudelites. Vähemalt kolme kontrollkuubi asukoht peab olema maastikul mõõdistatav.

Nõue

Kasutatav mõõtühik on meeter. Igas projekteerimisvaldkonnas kasutatakse modelleerimiseks projekti ametlikku koordinaat- ja kõrgussüsteemi.

1.5.4. Geodeetiline alusvõrk

Nõue

Ehitusstaadiumis kasutatakse sama geodeetilist alusvõrku, mis võeti projekti tööobjektile kasutusele maastikumudeli mõõdistamise ajal. Maastikumudel ja geodeetiline alusvõrk luuakse kooskõlas Soome transpordiameti asjakohaste riiklike mõõdistamisjuhenditega, mis käsitlevad maastikuandmeid tee- ja raudteeprojektides (Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Mittausohje, Soome transpordiamet, 18/2017) (edaspidi: SMA mõõdistamisjuhendid). Geodeetilisse alusvõrku hõlmatud juhtpunktid liigitatakse ja mõõdistatakse haldusjuhtimisvaldkonna soovitusel 184 (JHS 184) antud kirjelduse kohaselt. Kohaliku detailplaneeringu alades tuleb arvesse võtta ka haldusjuhtimisvaldkonna soovitusel 185 (JHS 185) esitatud nõudeid juhtpunktide vertikaalpaigutuse määramiseks ehitusplatsil.

Projekti igas staadiumis lisatakse infomudeli kaaskirja punkti „Koordinaat- ja kõrgussüsteem“ joonis ning info geodeetilise alusvõrgu kvaliteedi ja katvuse kohta.

Juhis

Projekteerimisstaadium

Geodeetiline alusvõrk luuakse projektiobjektile täpset maastikumudelit nõudvate projekteerimisstaadiumite jaoks. Kooskõlas kokkulepitud tasapinnalise koordinaat- ja

kõrgussüsteemiga määratakse kindlaks geodeetilise alusvõrgu punktide horisontaalne ning vertikaalne paigutus.

Tellijal vastutab geodeetilise alusvõrgu rajamise eest. Tellija võib geodeetilise alusvõrgu loomise lisada projekteerimisülesande osana või teatud tüüpi lepingute korral lepingu osana või lasta selle rajada eraldi ülesandena.

Geodeetilise alusvõrgu loomise kvaliteedi tagamine põhineb peamiselt koostatud mõõdistusdokumentidel ja arvutustulemustel. Kooskõlas ülal mainitud SMA mõõdistamisjuhenditega peab geodeetiline alusvõrk hõlmama kogu projekti tööobjekti selliselt, et kõige välimised punktid asuksid väljaspool maa-ala. Kui projekt hõlmab lisaks peateele ristuvaid teid, tuleb tagada, et reeperite võrk ulatuks üle nende ristuvate teede hargnemiskohtade. Enne geodeetilise alusvõrgu loomiseks vajalikku mõõdistamist tuleb geodeetilise alusvõrgu mõõdistusplaanile lisatud projektikaardilt kontrollida selle ulatust. Kaart näitab projekti tööobjekti piire ja juhtpunktide kavandatud asukohti.

Koostatakse loodud geodeetilise alusvõrgu illustreeriv joonis ja lisatakse see mõõdistusaruandele. Joonisel peavad olema näidatud projektiobjekti piirid, loodud geodeetiline alusvõrk koos juhtpunktide klassi infoga (E1–E6) ja mõõtkavariba. Joonise taustapilt võib olla näiteks Soome maamõõduameti tausta- või põhikaardi raster. Joonis ning info geodeetilise alusvõrgu kvaliteedi ja ulatuse kohta lisatakse projekti iga staadiumi infomudeli kaaskirja punkti „Koordinaat- ja kõrgussüsteem“.

Geodeetilisel alusvõrgul on projekti elutsükklis tähtis osa. Projekteerimisstaadiumis kasutatakse geodeetilise alusvõrguga seotud maastikumudelit lähteandmematerjali osana ja projekteerimisstaadiumi lõpptööde on põhimudel, mida seejärel kasutatakse ehitusstaadiumis ehitusmudelite, masinajuhtimisandmete ning mõõdistusandmete kujul. Geodeetilise alusvõrgu andmed edastatakse koos lähteandmematerjaliga ehitusstaadiumisse.

Kui projekteerimisstaadiumis loodud geodeetiline alusvõrk ei ole ehitusstaadiumi jaoks aluspunktide ja lokaalse võrgu reeperite poolest piisavalt igakülgne, nagu on määratud SMA mõõdistamisjuhendites, ning seetõttu nõuavad edasised lisamõõdistamised erivarustust, näiteks täppistahhümeetrit või -loodi, ei kuulu see töö peatöövõtja tavapärase lisapunktide mõõdistamise ja geodeetilise alusvõrgu täiendamise tööde mahu hulka. Niisugused puudused tuleb ehitushanke dokumentides ära näidata.

Ehitusstaadium

Ehitusstaadiumis kasutatakse projekteerimisstaadiumis loodud geodeetilist alusvõrku ja vajaduse korral täiendatakse seda lisapunktide mõõdistamisega. Maamõõdupersonali kasutatavad RTK-GNSS-vastuvõtjad ja masinaautomaatika süsteemiga varustatud pinnaseteisaldusmasinad saavad täppispositsioneerimiseks nõutava korrektsioonisignaali statsionaarsetest tugijaamadest (võrgu RTK) või lokaalsetest tugijaamadest, mis positsioneeritakse geodeetilise alusvõrgu alusel. Tervet projektiobjekti hõlmavat geodeetilist alusvõrku on eriti vaja juhul, kui positsioneerimine põhineb tahhümeetrial.

Kui leping on täidetud, koostatakse geodeetilise alusvõrgu kvaliteeti ja katvust käsitlev joonis ning õiend ja lisatakse teostusmudeli kaaskirjale. Õiendis tuleb märkida võimalikud hooldamisstaadiumis toimuvad mõõdistamised, näiteks eri tüüpi vajumise seire. Raudteeprojektide korral tuleb eriti pöörata tähelepanu hooldamisstaadiumis tehtavatele rööbaste geomeetria hooldustöödele, sest nende tööde eduks on nõutav igakülgne ja kvaliteetne geodeetiline alusvõrk.

Geodeetilise alusvõrgu kontroll ehitusstaadiumis

Tööobjekti mõõdistamisplaanis kirjeldatakse geodeetilise alusvõrgu katvuse ja kvaliteedi kontrollimiseks tehtavate kontrolltoimingute etappe. Selles dokumendis peab olema kirjeldatud algseis ja geodeetilise alusvõrguga tehtud või teha plaanitavad toimingud. Mõõdistamisplaanis tuleb arvesse võtta ehituslikke tarindosi, näiteks sildu ja muid betoontarindeid, mis tuleb välja mõõta kogu taristuprojekti geodeetilise alusvõrguga seotud lähtepunkte kasutades.

Erilist tähelepanu tuleb pöörata geodeetilise alusvõrgu funktsionaalsuse ja punktide ühilduvuse kontrollimisele, seda eriti piirialadel, mis on ühenduses olemasoleva tarindi või teise ehitusprojektiga. Kontrollimisprotsessi kirjeldatakse objekti mõõdistamisplaanis.

Projektiobjekti sisese geodeetilise alusvõrgu sisemist täpsust saab kontrollida näiteks tahhümeetriga tehtud mõõtmiste orienteerimistulemuste abil. Kui tööobjektile on üles seatud kohalik RTK-GNSS-tugijaam ja tahhümeetriga mõõdistamise teel positsioneeritud, peab maamõõdupersonal kontrollima tugijaama talitlust, mõõdistades projektiobjekti piiridel asuvad juhtpunktid RTK-GNSS-vastuvõtja abil, mis saab korrektsioonisignaali kõnealuselt tugijaamalt. Kui projektiobjektile seatakse üles mitu kohalikku tugijaama, seatakse iga tugijaama jaoks kindel katteala ja tugijaamade antava georuumilise info ühilduvust kontrollitakse kattealade piirialades.

Juhtpunktide asendilist stabiilsust mõjutavad põhitegurid on punkti kvaliteet ja aluspinna omadused, millele see on seatud. Kui punktiks on aluskivimisse paigaldatud polt, on see väga stabiilne. Maapinda süvistatud toru korral mõjutab punkti külmumisest tingitud liikumine ja ka mehaanilised kahjustused, mida võivad tekitada ehitusstaadiumi alguses objektile liikuvad masinad. Seetõttu tuleb tähelepanu pöörata punktide nähtavusele. Ilma ülalmainitud kontrollideta ei saa torust juhtpunktidele tuginedes ehitada. Vajaduse korral määratakse kindlaks geodeetilise alusvõrgu punktide kõrgusasendid loodimise või trigonomeetrilise mõõtmise teel punktis „Nõue“ antud juhiste kohaselt.

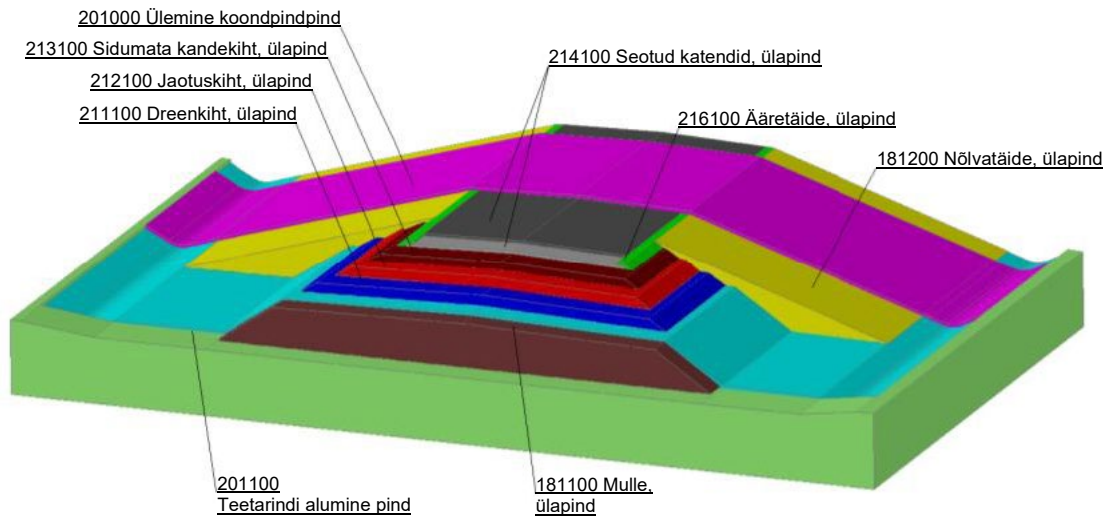
1.5.5. InfraBIM-i klassifikaator

[InfraBIM-i klassifikaator](#) põhineb taristu ehitiseosade liigitusel Infra ja laiendab selle ulatust. Selles liigituses määratakse nummerdamise ja tähistamise tava taristute ning taristumudelite korral. Ühtset tähistamistava kasutatakse taristute ja nendega seotud mudelite korral kogu nende elutsükli vältel. Ühtse terminoloogia eesmärk on vältida valesti mõistmisi, edendades kasutatud terminoloogiast ühtviisi arusaamist. Ühtne terminoloogia ja selle kasutamine hõlbustab suurest modelleerimisprojektide läbiviimist. InfraBIM-i liigituse kasutamine on taristu mudelprojekteerimisel absoluutselt kindel nõue. Joonisel 1.10 on kujutatud teetarindi klassifikatsiooni näide.

Taristu infomudeli objektid tuleb kirjeldada valitud klassifitseerimissüsteemis kehtestatud juhiste ja eeskirjade kohaselt, nii et mudelit saaks näiteks kasutada mahtude arvutamiseks selliselt, nagu on määratud mahukalkulatsiooni juhendis.

Nõue

Taristu infomudelis peab kõigil murdejoontel, punktidel, pindadel, objektidel jms, mis esitavad tarindeid, alasid, süsteeme või seadmeid, olema InfraBIM-i klassifikaatori kohane pinnakood ja kood joone või punkti tuvastamiseks.



Joonis 1.10. Teetarindi pinnamudelid InfraBIM-i liigituse järgi tähistatuna (allikas: InfraBIM-i liigitus v. 1.71, buildingSMART Finland)

1.5.6. Mudelite ulatus ja täpsusaste

Modelleerimise ulatust ja täpsust käsitlevad nõuded põhinevad kõnealuse projekti jaoks määratud eesmärkidel ning sihtotstarvetel. Üldiselt on põhimõte, et mudel peab hõlmama asju, mida projekteeritakse. Näiteks alajaama ruumieralduse korral on ka mudelis ruumieraldus, mitte alajaam.

Projekteerimismudelite ulatus on erinevates staadiumites erinev, kuid täpsus kasvab ühest projekteerimisstaadiumist teise liikudes. Projektis võib modelleerimise täpsusaste olla projekteerimisvaldkonniti erinev. Projekti täpsusastme määravad projekteerimisstaadium, projekteerimisvaldkond ja mudelite kasutusvajadused.

Nõue

Ehitiseosade eriomaseid nõudeid erinevates projekti staadiumites kirjeldatakse lisa 3.1 toodud üleantava materjali andmevahetusnõuete tabelis. Joonisel 1.11 on näitena kujutatud filtrihihtide nõuete tabelid.

<i>211100 Dreenkihid</i>		
<i>2111 Dreenkihid</i>		
Üleantav geomeetria		
ProS, EeIP	<ul style="list-style-type: none"> Ei modelleerita 	E
TeP, RaP, TnP, PaP	<ul style="list-style-type: none"> Modelleeritakse tarindi välispinnana 	H
PöP	<ul style="list-style-type: none"> Modelleeritakse tarindi välispinnana Lisaks pinnale hõlmab üleantav materjal pinda moodustavaid murdejooni. 	P
TeM	<ul style="list-style-type: none"> Modelleeritakse pinnana 	P
Atribuudid		
<ul style="list-style-type: none"> Elastsusmoodul (MPa) Kihi paksus Tulemus <ul style="list-style-type: none"> Teralisus: (sõelköver 33356) Kihi paksus Elastsusmoodul (MPa) 	<ul style="list-style-type: none"> Atribuudiinfo, mida ei saa selles vormingus vahetada, kuid mis on tavapärase projekteerimisega seotud info, mis esitatakse muudes projektdokumentides. 	
Andmevahetus (vt 4. „Üleandmise staadium ja andmevahetus“)		
<ul style="list-style-type: none"> Geomeetria Materjal 	<ul style="list-style-type: none"> IM4 spetsifikatsioonide kohaselt üleantava materjali kohustuslik osa. 	
Lisainfo		
<ul style="list-style-type: none"> Ehitiseosa nõuded Inframodeli spetsifikatsioonides: https://buildingsmart.fi/infra/inframodel/index.html Osa: 4.5 Pinna- ja konstruktsioonimudel 		

Joonis 1.11. Nõuete tabeli näide üleantava materjali andmevahetuse kohta

1.5.7. Üleantav mudelimaterjal

Üleandmise staadiumis antakse tellijale üle BIM rakenduskava ning kõigi kohaldatavate juhendite ja nõuete kohaselt koostatud materjal. Projekti alguses lepivad osalised kokku taristu infomudeli üleandmise viisi ja ulatuse ning selle, kas mudel avaldatakse kolmandatele isikutele, nii et see oleks kättesaadav näiteks võrgus või pilveteenuse kaudu. Mudelimaterjal antakse üle sobivate komplektidena, mida saab kasutada projekti järgmises staadiumis. Koos taristu infomudeli üleandmisega tuleb üle anda ka kõnealuse mudeliga seotud nõutav dokumentatsioon. Kui projekt on lõpule viidud, antakse materjal põhiliselt üle avatud vormingutes (Inframodel, IFC) ja originaalvormingus, s.t tarkvara enda failivormingus. Mudel tuleb üle anda selliselt, et kogu asjakohane info säilib ja selle saab koos mudeliga edastada. See tähendab, et koos mudeliga tuleb üle anda kõik mudelis kasutatud materjali- ja profiilteegid.

Kõik mudelid ja digitaalsed dokumendid antakse tellijale üle kooskõlas projekti lepinguga ning tellijal on õigus kasutada mudeleid projekti tavadokumentidega sarnaste tingimuste kohaselt. Enne mudelite üleandmist ja kolmandate isikute ühiskasutusse andmist eemaldatakse mudelitest kihid ning modelleerimiskomponendid, mis ei kuulu tegeliku projekti juurde. Mudelid

võivad sisaldada üksnes modelleerimiskomponente, mis kuuluvad projekteerijale, kes mudeli avaldab. Mudelid ei tohi sisaldada teiste projekteerijate mudeleid isegi juhul, kui niisuguseid mudeleid on kasutatud referentsmudelitena.

On tähtis, et kõik osalised teaksid, mis on modelleerimise eesmärk ja kuidas kõnealust mudelit saab tulevikus kasutada. Üleantavate taristu infomudelite kasutustingimused ja edasine levitamine määratakse kindlaks projekti lepingus või koostatakse eraldi mudeli üleandmise leping. Et taristu infomudeleid ja jooniseid pole võimalik projekteerimisprotsessis eraldada, peavad need olema üleandmiseks valmis üheaegselt.

Nõue

Projekti alguses lepivad osalised kokku taristu mudelimaterjali üleandmise viisi ja ulatuse ning selle, kas see avaldatakse kolmandatele isikutele. Koos mudelite üleandmisega tuleb üle anda ka nõutav dokumentatsioon. Mudelid ja muu projekti staadiumiga seotud materjal antakse üle korraga.

Üksikasjalikumalt kirjeldatakse nõudeid üleantavale materjalile projekti eri staadiumite korral InfraBIM-i üldnõuete 2. peatükis „Lähteandmematerjal“, 3. peatükis „Projekteerimine“ ja 4. peatükis „Ehitamine“.

1.6. Visualiseerimine

1.6.1. Üldinfo mudelite kohta

Esitlusmudel on virtuaalne mudel, mida on puhastatud, nii et seda on lihtne kasutada ja sellest on kerge aru saada. Esitlusmudeli loomiseks kasutatavat materjali (koondmudel, projekteerimismudelid) lihtsustatakse ja piiratakse, nii et see hõlmaks ainult lõpliku keskkonna nähtavaid osi. Neile osadele lisatakse tekstuurid, mis kujutavad erinevaid pinnakattematerjale, ja loomulik valgus.

Esitlusmudel võib sisaldada üksikprojekti sisu või koondada kokku mitme projekti info ja koondmudelid. Viimasel juhul on sisu ja üksikandmete hulk suurem ning mudel muutub seda visuaalsemaks, mida üksikasjalikumaks muutub projekt. Sel juhul sisaldab mudel erinevaid projekteerimisstaadiume ja muutub projekti edenedes üksikasjalikumaks.

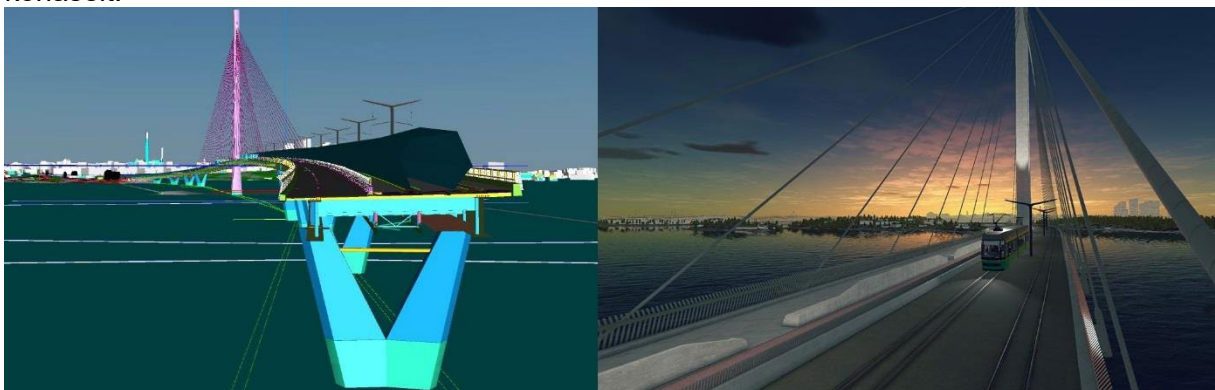
Koondmudel

Koondmudel ühendab projektide käigus loodud projekteerimismudelid, infomudelid ja osamudelid üheks virtuaalseks kasutajaliideseks, kus on loetav mudelite andmesisu. Mudeli abil näidatakse võimalikke katkestuskohti projektiala piirpindadel, samuti toimib see tavalise kvaliteedi tagamise vahendina. Mudelite visuaalse külje määravad erinevaid projekteerimisvaldkondi ja kihitüüpe tähistavad värvitoonid. Sellisel korral tuleb kokku leppida kasutatavate värvitoonide RGB-väärtused, et vältida valesti mõistmist värvitoonide tõlgendamisel. Koondmudeli tarkvaras tuleb kokku leppida projekti alguses ja tarkvara tuleb määrata BIM rakenduskavas. Tarkvara ja infomudeli serverite omadused ja kättesaadavus on erinevad. Tarkvara valimisel tuleb võtta arvesse nende võimet tulla toime avatud vormingute, keerulise geomeetria ja failide versiooneerimisega. Koondmudel luuakse selleks, et hõlbustada projekteerijate vahelist andmevahetust.

Kasutatavad avatud andmevahetusvormingud on Inframodel ja IFC ning mis tahes muud infomudeli juhendis eraldi määratud vormingud.

Keskkonna- ja linnamudel

Keskkonna- või linnamudel on keskkonna visuaalne kirjeldus. Selle võib luua näiteks Soome maamööduameti avatud andmete või linnaomavalitsuste ja linnade andmete alusel. Ka on võimalik hankida andmed eraldi pildindusteenuste kaudu. Sel juhul saab tellija määrata projekti vajaduste jaoks sobiva kvaliteedi, ajakohasuse ja täpsuse. Kõige tähtsam aspekt on see, et keskkond oleks äratuntav. Selle saavutamiseks võib kasutada maastikumudelit, ortofotosid, taimestikku ja hooned. Taimestiku ja hoonete visuaalne täpsus määratakse projekti vajaduste kohaselt.



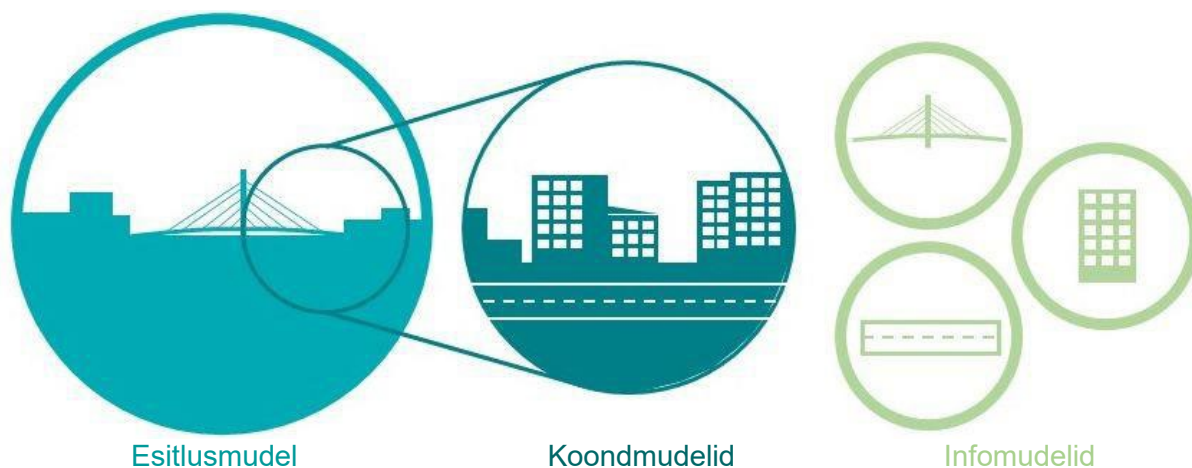
Joonis 1.12. Koondmudel ja esitlusmudel, Crown Bridgesi projekt

1.6.2. Esitlusmudel

Ülevaade

Esitlusmudel on fotorealistic kirjeldus sellest, kuidas projekteerija kujutab ette projekteeritava ala lahendusi. Reeglina on mudeli andmesisu visuaalset tüüpi, kuid sõltuvalt selle avaldamise platvormist saab lisada ka funktsionaalsuse ja informatsiooni. Maa-ala on tihti koondmudeli omast suurem, ent seda saab kasutada ka projekti niisuguste oluliste külgede esitamiseks, kus projektlahendused peab visuaalselt esile tõstma. Esitlusmudeli ulatus ja sisu tuleb määrata projekti alguses. Esitlusmudel selgitab projekti paiknemist ümbritsevate alade suhtes ning projekti mõju nii loodus- kui ka ehitatud keskkonnale. Kõige tõhusam viis on luua mudel otse koondmudelist, millele lisatakse keskkonna visuaalne kirjeldus koos vajalike geomeetriliste vormide, näiteks puude ja hoonetega. Mudelisse on võimalik importida ka niisugused punkt-, joon- ja alaandmed, mida pole projekteerimis- ega koondmudelis olemas ning mis tuleb modelleerida ja visualiseerida eraldi. Tingituna sellest, et leidub esitlusmudeli tarkvara, mis ei toeta infomudelite avatud andmevahetusvorminguid, tuleb lähteandmete vormingud leppida kokku projektipõhiselt.

Olemasoleva keskkonnamudeli ühildamiseks projekteerimismudeliga tuleb andmed üle anda ülemise koondpinna ja praeguse maapinna kombinatsioonina.



Joonis 1.13. Esitlusmudeli loomine informatsiooni modelleerimise osana

Keskkonna kirjeldus

Puud võib luua hinnangulise keskmise kõrguse ja tiheduse järgi ning hooned karpidena korrustevahelise kõrguse järgi. Täpsemaks visualiseerimiseks võib kasutada punktipilvi ja fotogrammeetrilisi mudeleid. Sel juhul muutub keskkonna kujutamine täpsemaks ja näiteks äratuntavuse ja nähtavuse määramine on kergem. Hetkeseisu ja tegelikkust kirjeldavad mudelid annavad keskkonna selge ülevaate ning võimaldavad hõlpsalt visualiseerida näiteks keskkonna poolest tundlikke alasid või mõju lähedalasuvatele eluhoonetele. Et erinevate võtete abil loodud keskkonnamudelite kulustruktuur on erinev, tuleb nende teostamine kokku leppida projektipõhiselt.

Ehitatud keskkonna kirjeldus

Kui rajatis hõlmab täiendavalt ka hoonete ehitamist või lammutamist sellises ulatuses, et see mõjutab märkimisväärselt projekti esitlusmudeli andmesisu, peab tõlgendamine olema hoonete seisukohast selge. Näiteks kasutatakse olemasolevate hoonete korral tegelikku fassaadi tekstuuri või halli, uued hooned kujutatakse vabalt valitava selgelt eristuva

värvitooniga ja lammutamisele kuuluvad hooned on läbipaistvad. Kokkuvõttes oleneb visuaalne külg esitlusmudeli looja loovusest, ainuke tingimus on, et ruumiandmed ja hoonete kuju esitatakse arusaadavalt. Siiski tuleks vältida üldlevinud fassaaditekstuure, et infot ei tõlgendataks liiga sõnasõnaliselt.

Vajaduse korral võib projekti hõlmata ka ehituse infomudelid (IFC), et anda keskkonnas paremini edasi hoonete andmesisu ja välist geomeetrilist vormi. Sellisel juhul tuleb arvesse võtta lokaalseid koordinaatsüsteeme, sest selline on ehitusprojekteerimise üldlevinud tava.

Tekstuurimine ja visuaalsed küljed

Esitlusmudelite tähtis osa on rastripõhised pinnatekstuurid, mis kirjeldavad projekteeritud tarindite pinnamaterjale. Tekstuurimine on endiselt käsitsitöö, mida saab tehniliselt hõlbustada, jaotades eraldi kihtidele mudeli pinnageomeetriad, mille jaoks on määratud eri pinnatekstuurid, või vähemalt luua pinnale tekstuuritud ala kandmiseks suletud joonega ümbritsetud ala. Esitlusmudeli vahetusvorming peab toetama tekstuure, nii et koos mudeliga edastatakse üleantavasse materjali ka kõik tekstuurid. Üleantav materjal võib hõlmata ka eraldi tekstuuriteeki või olla näiteks ühendatud asjakohastele linnadele kuuluvate digitaalsete tekstuuriteekidega.

Esitlusmudeli pindadele on võimalik manustada joon- või alaobjekte, näiteks kahemõõtmeliste joonte ja alade alusel modelleeritud eri tüüpi teetähiseid. Samuti saab importida kirjeldusi, klassifikatsioone või muud infot, kui selles on eraldi kokku lepitud. Ka on võimalik rikastada esitlusmudelit sellise informatsiooni modelleerimisega, mis on projekti seisukohast tähtis, aga pole projektimaterjalis saadaval. Niisugune informatsioon võib näiteks olla tsoneerimise joonobjektid, georuumiline info või keskkonnaanalüüsid, mida oleks kasulik esitlusmudelis esitada.

Sisu visuaalne rikastamine

Esitlusmudel võib sisaldada mitut 3D-objekti või objektiala, mida ei pruugi olla võimalik koondmudelitest eraldada. Need võivad olla muuhulgas näiteks valgustuspostid, tänavamööbel, bussipeatuse tarindid, liiklusmärgid, puud ja pöösad. Mudelid võivad lisaks hõlmata sõidukeid, rattureid, jalakäijaid ja sarnaseid objekte, mis elavdavad mudelit. Tavaliselt kasutatakse niisugustes mudelites kommerts- või tasuta 3D-teeke, mille omandiõiguses tuleb kokku leppida üleandmise staadiumis. Projekti seisukohast on parim valik seadmete ja sisseseade tootjate antud tasuta 3D-teevid.

Funktsionaalsus ja animatsioonid

Samuti on võimalik luua ja esitlusmudelisse hõlmata mitmesuguseid projekti vajadustele vastavaid funktsioone ja simulatsioone, et soodustada dialoogi ning infoedastust. Kõige levinumate funktsioonide hulgas on näiteks ilmastiku ning kellaaja ja aastaaja vahetamine, mis võimaldab näha valguse ja varjude mõju tegeliku geograafilise asukoha järgi. Mudel peab võimaldama vaba liikumist ja navigeerimist, et kasutaja saaks valida vaatenurki.

Esitlusmudelid on kõige kasulikumad, kui need on mõõtkavas. Sel juhul lisatakse autod, bussid, ratturid ja jalakäijad, et näidata projekteeritava keskkonna mõõtkava. Animatsioonid loovad ettekujutuse dünaamilisest, elavast keskkonnast ja hõlbustavad pildi saamist tulevases teostusest.

Avaldamine

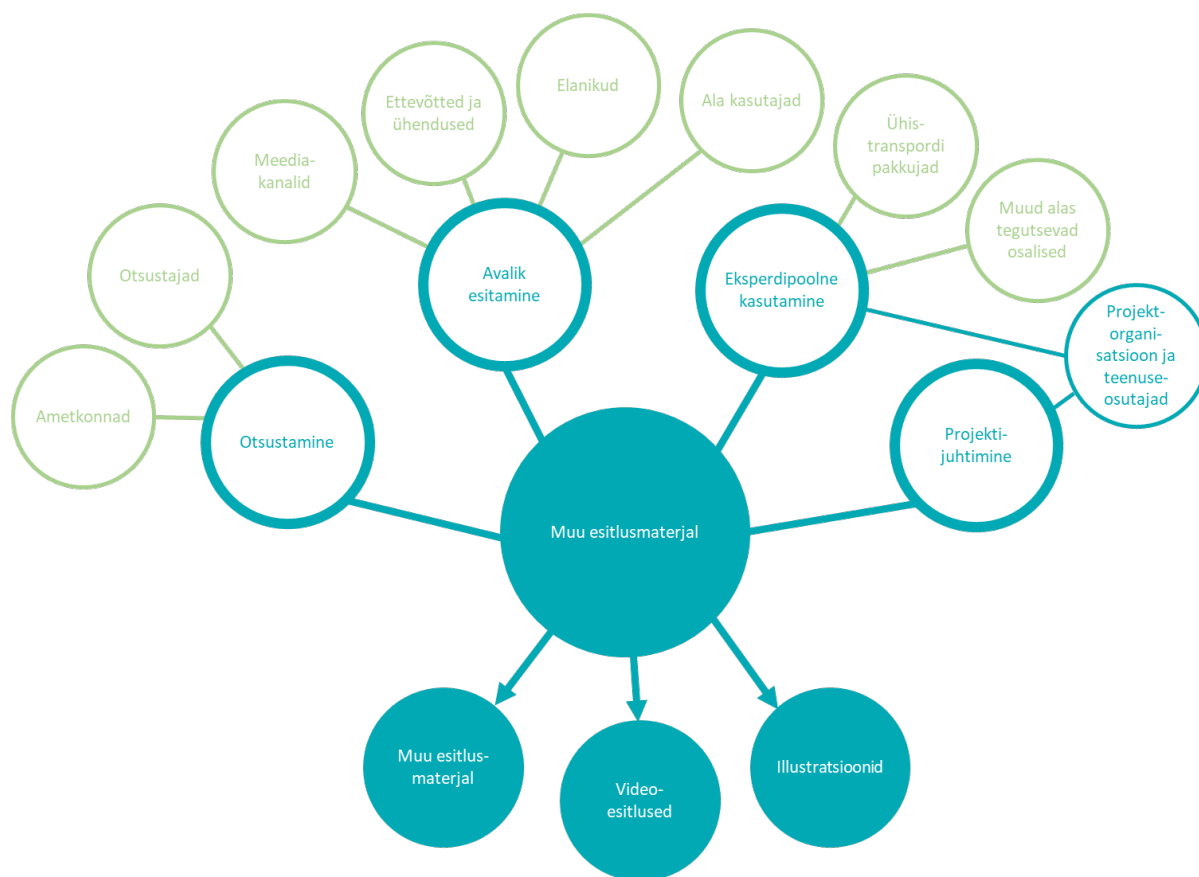
Esitlusmudelite avaldamise ja levitamise meetodid määratakse projektipõhiselt. Mudeleid saab levitada sõltumatute pakkefailidena või teatava tarkvaravorminguga seotud failidena. Suureneb brauseripõhise levitamise- ja avaldamismeetodite osakaal. Levinud on hõlpsalt

kasutatava materjali avaldamine esitlusmudeli alusel. Need on muuhulgas illustratsioonid ja videod ning samuti 360-kraadise ulatusega sisu, mis võimaldab vaatajal näha pilti või videot iga nurga alt seda pöörates või VR-peakomplekti abil.

1.6.3. Infoedastus ja dialoog esitlusmudelite abil

Esitlusmudel on projekti ametlik esitus, mis on aluseks mitmesugustele väljatrükkidele ja avaldamisplatvormidele. Need võivad hõlmata näiteks tavapärase pilditöötlemise abil viimistletud illustratsioone ja fotomontaaže või videoid, mida saab avaldada erinevatel avaldamisplatvormidel. Tulevikus muutub sagedamaks illustratsioonide ja videote avaldamine 360-kraadise sisuna, kus vaataja asukoht on seotud ühe koha või kaamerateega, kuid kasutaja saab vabalt valida vaatamissuuna. 360-kraadiselt visualiseeritud materjalid saab avaldada otse mobiilplatvormil, mis võimaldab kasutajal pöörata kuva ekraanil või vaadata sisu VR-peakomplekti abil ning pead liigutades vaadata kuva eri suundadest.

Avaldamismeetodid otsustatakse projekti vajadustest lähtudes. Seejuures tuleb arvesse võtta nii infoedastuse ja dialoogi vajadusi kui ka sihtrühmi.



Joonis 1.14. Infoedastus ja dialoog projektis

1.6.4. Esitlusmodeli informatsiooni haldamine

Ehkki esitlusmodelite ja mudelipõhise projekti koostamine edenevad koos, nõuavad esitlusmodelid siiski palju käsitsitööd. Uuendustsüklid peavad olema pakkumiskutses selgelt määratud ja tarbetu uuendamise ärahoidmiseks tuleb need kirja panna ka projekti infomodeli juhendis ning BIM rakenduskavas. Esitlusmodelite jaoks tuleb võimaluse korral kindlasti kasutada avatud andmevahetusvorminguid nagu infomodelite korralgi. Mudelite andmesisu tuleb dokumenteerida ja materjal tuleb kokku lepitud 3D-vahetusvormingus projekti andmehoidlasse üle anda.

Iga esitlusmodeli projekti korral tuleb arvesse võtta kõnealuse projekti BIM rakenduskava ja infomodeli juhendit. Esitlusmodeli materjali koostamisel tuleb arvestada BIM rakenduskavas kirjeldatud lähteandmematerjali protsessi. Kasutatav ja üleantav materjal tuleb dokumenteerida esitlusmodeli logis. See hoiab ära topelttöö tegemise, kui projektis juba modelleeritud materjal on muude ülesannete jaoks kättesaadav.

Esitlusmodelit koostama määratud meeskond saab kopeerida vajalikud lähtematerjalid projekti lähteandmete hoidlast, mis on ette nähtud esitlusmodeli alusena kasutamiseks. Seejärel salvestab esitlusmodelit koostav meeskond oma muudetud lähteandmed kokkulepitud vormingus ülesande lähtematerjali kausta. Üldkasutatavad tekstuurivormingud on näiteks FBC, COLLADA (DAE) ja OBJ.

Kõik esitlusmodeli litsentsimata osamudelid tuleb tagastada kõnealuse projekti projektipanka.

Litsentsitud osamudelid võivad olla tekstuuriteegid, sõidukid, inimkujud ja sarnased korduskasutatavad 3D-mudelid, mille ostavad konsultandid ja mida üldiselt visualiseerimisel kasutatakse. Kõik projekti tarbeks ostetud ja loodud tekstuurid ning mudelid tuleb salvestada ülesande lähtematerjali kausta. Tellijal peab olema mudeli suhtes omandiõigus ja kasutusõigus ning need küsimused peavad olema pakkumisdokumentides määratud.

Esitlusmudelites kasutatakse sageli lokaalset koordinaatsüsteemi, kus koordinaadistiku algpunktiks on standarditud koordinaatpunkt, mis paikneb projekti projektkoordinaatsüsteemi piires. Standarditud punkti kasutamine parandab erinevate pakkujate loodud osamudelite koordineerimist ja ühiskasutust. Pöördenurki ei tohi vastu võtta, need peavad vastama projekti koordinaatsüsteemile. Esitlusmudeli koordinaatpunkt on määratud BIM rakenduskavas. Mudeli kõrgustasandit ei tohi muuta projektkoordinaatsüsteemist erinevaks ja kõrgus esitatakse Z-teljel (nagu informatsiooni modelleerimise tarkvaras). Kasutatav mõõtühik on meeter.

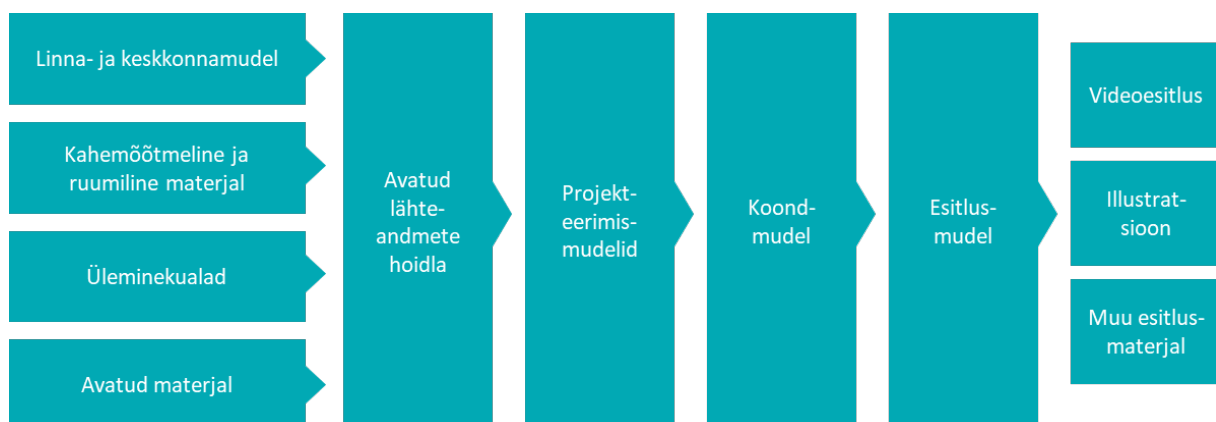
Projekti infomudelite ja muude esitlusmudeli koosseisu kuuluvate visualiseeritud andmete haldamiseks kasutatakse esitlusmudeli logi. Logi võimaldab otsustada ajakohasuse ja uuendamisvajaduse üle seoses viimase koondmudeliga.

Lähtematerjali kohta peab esitlusmudeli logis olema esitatud järgmine info.

- Lähtematerjali nimi
- Sisu/lisainfo
- Vastuvõtmise kuupäev
- Allikas ja kontaktinfo
- Asukoht projektipangas
- Koordinaat- ja kõrgussüsteem

Ja **esitlusmudelite kohta** peab esitlusmudeli logis olema esitatud järgmine info.

- Nimi
- Sisu/lisainfo
- Materjaliga tehtud töölustoimingud
- Koostamise kuupäev
- Pakkuja ja kontaktinfo
- Asukoht projektipangas
- Koordinaadistiku algpunkti koordinaadid projekt koordinaat- ja kõrgussüsteemis



Joonis 1.15. Esitlusmudel projekteerimisprotsessi osana

1.6.5. Visualiseerimine ja esitlusmudelid projekti eri staadiumites

Üldiselt sõltuvad esitlusmudeli kvaliteedinõuded, sisu ja täpsus projekti ja tellija erivajadustest ning võivad olla loodava mudeli sihtrühmade kaupa erinevad (vt infoedastust ja dialoogi käsitlevat punkti). See aitab mõista sisulisi projektlahendusi ning projekti seost olemasoleva keskkonnaga ja mõju sellele. Mudeli sisu ja täpsus peavad vastama projekti projekteeritavale ja andmesisule, kuid olema ühtlasi suutelised looma ettekujutuse ellu viidud projektist. Seetõttu esitatakse esitlusmudelis sageli kujutluspilt lõplikust ehitatud keskkonnast, mistõttu tuleb vältida liiga üksikasjalikke mudeleid, kui projektlahendused pole veel lõplikud.

Hoolikas dokumenteerimine ja süstemaatiline salvestamine infohaldussüsteemi igas staadiumis tagab kulude kokkuhoiu, hõlbustab üleminekut järgmistesse staadiumitesse ning võimaldab anda erinevatele tarnijatele lähteandmeid.

Teostatavusuuringu ja vajaduste hindamise staadium

- Teostatavusuuringu staadium hõlmab erinevate võimaluste uurimist ja võrdlemist ning projekti ulatuse ja mõju hindamist ehitatud keskkonnale ning loodusele.
- Eskiisid esitatakse lihtsate joon- ja alamudelitena või üldiste tekstuuritud tee- ja alamudelitena, kus kõrgustasandiks on sageli keskkonnamudelitest võetud keskmine väärtus.
- See mudel on ligikaudne kavand ja mõeldud üldiseks hindamiseks eri huvirühmades.
- Mudelis esitatakse projekteerimisala ja selle ümbruse hetkeseis ning samuti eelmistest staadiumitest pärinevad eskiisid, analüüsid ja georuumiline info visualiseerituna projekti vajaduste kohaselt.
- Keskkond luuakse vajaliku täpsusega kas avatud materjali või projekti materjali (keskkonna mudel, linna mudel) põhjal.
- Projekteerimisandmeteks on harilikult kahemõõtmelised jooned ja/või rasterkujutised, mis manustatakse pinnamudelile.

Projekti ja eelprojekteerimise staadium

- Eelprojekteerimise staadiumis esitatakse põhilised projektlahendused ja ruumivajadused. See staadium on esitlusmudeli seisukohast väga tähtis, sest eesmärk on tagada projektide vastuvõetavus.
- Projektivariantide võrdluse visualiseerimine ja huvirühmade kaasamine mängib tähtsat osa.
- Sisu, mudeli joongeomeetriad ja kõrgused muutuvad projektimaterjali alusel täpsemaks ja seosed keskkonnaga saavad selgemaks.

Teede, raudteede, tänavate ja parkide projekteerimise staadium

- Esitlusmudelis kasutatakse mudelipõhisest projekteerimis- ja koondmudelitest võetud materjali ning geomeetria antakse vahetult mudelisse üle.
- Geomeetria ei ole kõigis alades, näiteks ristmikel veel veatu ja seda tuleb mudeli kvaliteedi määramisel arvesse võtta. Geomeetria vajab sageli viimistlemist.
- See on esitlusmudeli kõige tähtsam staadium ja pakub suurepäraselt tuge koondmudeli jaoks.
- Mudeli geomeetria ja täpsus on piisavad erinevate funktsioonide ning simulatsioonide jaoks.
- Saab kasutada näiteks pimestamise ja nähtavuse hindamiseks.
- Täpsus sobib avalike ürituste jaoks ning võimaldab avaldada videoid ja üksikasjalikumaid illustratsioone.

Põhiprojekteerimise staadium

- Esitlusmudel luuakse eelmise projekteerimisstaadiumi alusel ja mudelit täiustatakse vajalikul määral, kui projektlahendused ning nende mõju keskkonnale on märkimisväärselt muutunud. Eesmärgiks on kasutada eelmisest staadiumist pärinevaid mudeleid. Vajaduse korral näidatakse ainult olulisi muudatusi, kui need on projekti seisukohast asjakohased.

Ehitamine ja ehitusmudelid

- Ehitamise ajal saab jälgimiseks kasutada fotogrammeetriat (dronifotograafia) ning võrrelda selle abil lõpptoodet ja projekteerimismudelit.
- Seda saab kasutada näiteks ehitamise aegseks infovahetuseks (näiteks liikluse korraldamiseks ehitustööde ajal) ja projekti ajastuse modelleerimiseks.
- Mudeleid saab kasutada näiteks kasutuselevõtu ajal koolitamiseks või päästeameti õppevideotes.

Kasutamine hooldamise ja kasutamise staadiumis

- Praegu on see veel kasutamata ressurss, aga esitlusmudelite andmesisu arenedes ja selle universaalsuse säilides saavad võimalikuks uuendused ja sisu, mille saab lisada infomudelitesse.
- Kõige lihtsamal kujul võib see olla kodanike virtuaalne koolitus ning koolitusmaterjalid ja simulatsioonid ametkondadele.

1.6.6. Esitlusmudelite hetkeseis ja tulevikuperspektiivid

Lähitulevikus arenevad edasi ja levivad laiemalt projekteerimis- ja informatsiooni haldamise tarkvara ja tehnoloogia ning samuti nendega seotud esitlustehnoloogia.

Sedamööda, kuidas mudelprojekteerimine tavalisemaks muutub ja tehnilise koondmudeli loomiseks mõeldud tarkvaratooted edasi arenevad, on parema kvaliteediga visualiseerimine võimalik projekteerimisprotsessi üha varasemas ja varasemas staadiumis. On tähtis selgitada esitlusmudelite kasutusviisi võrrelduna koondmudelite omaga.

Esitlusmudeli tehnoloogia võimaldab kasutada uusi avaldamisplatvorme lihtsamalt ja kulutõhusamalt. Sedamööda, kuidas tehnoloogia ja tarkvara arenevad ning seadmed odavamaks muutuvad, saab üha tavalisemaks virtuaalreaalsus (VR) oma eri vormides ja liitreaalsus (AR). VR-peakomplektid ja mobiillahendused saavad igapäevatööriistadeks ning kasutajal on võimalik saada üha kaasahaaravam visuaalne elamus, nii et virtuaalreaalsus viib kasutaja mudeli kujuteldava tegelikkuse keskele. Tulevikus arenevad virtuaalkeskkonnad koostööplatvormideks, kus mitu kasutajat saab reaajas arutleda ja kommenteerida mudeli sees asuvate animeeritud figuuridena, isegi kui nad füüsiliselt asuvad kusagil mujal. Lisaks muutub tavalisemaks füüsiliste virtuaalreaalsuse keskkondade, näiteks virtuaalreaalsuse süsteemi CAVE osalev kasutamine. Nendes süsteemides projekteeritakse projekteeritav rajatis seinale või seintele, nii et see ümbritseb kasutajat.

Tehnoloogia areng võib anda veelgi uuendusi, mida saab lisada esitlusmudelitesse. Mängustamine, mudelite peale loodavad eri tüüpi simulatsioonid ja lahendused muutuvad tavapärasemaks, arenevad ja loovad uusi võimalusi esitlusmudelite tulutoova kasutuse ulatuse laiendamiseks.



Joonis 1.16. Virtuaalreaalsuse lahendused muutuvad esitlusmudelite avaldamisel tavalisemaks

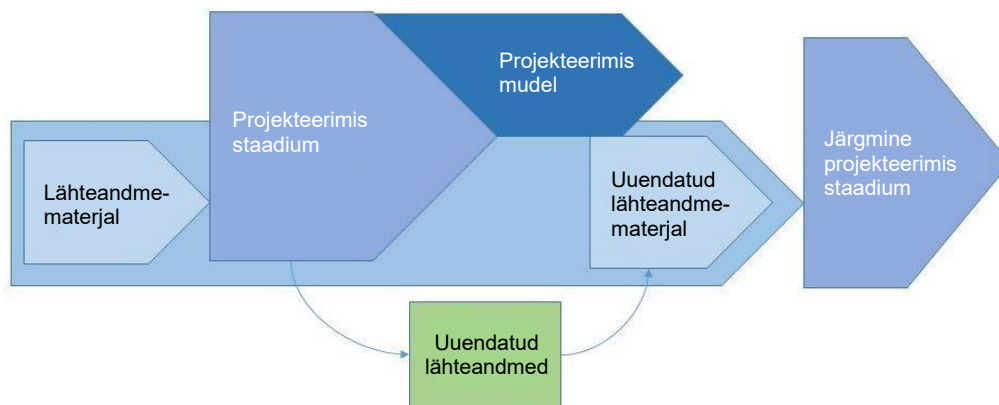
2. LÄHTEANDMEMATERJAL

2.1. Sissejuhatus

2.1.1. Üldinfo

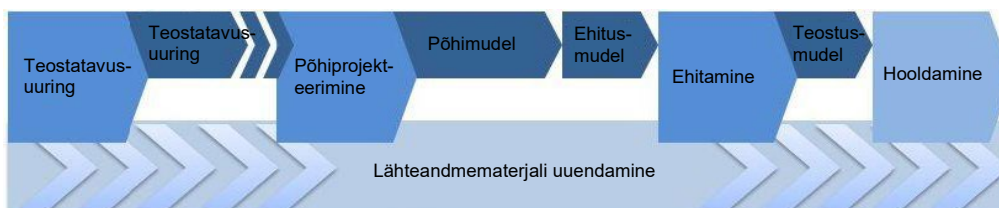
Selles peatükis esitatakse nii taristuprojektide jaoks loodava lähteandmematerjali sisu kui ka nõuded loomisprotsessile. Termin „lähteandmematerjal“ („lähtotietoaineisto“) asemel oli varem kasutusel termin „lähteandmemudel“ („lähtotietomalli“).

Lähteandmematerjal on eri tüüpi lähtematerjali kogum, aga ka teatav meetod kõnealuse projekti lähtematerjali kogumiseks, muutmiseks ja haldamiseks. Et projekteerimisprotsessis pannakse suurt rõhku kõigi andmete usaldusväärsusele ja täpsusele, on ülimalt tähtis hoolikalt dokumenteerida lähtematerjaliga seotud allikas ja metaandmed ning võimalikud toorandmetega tehtavad muutmistoimingud. Eesmärk on ühtlustada lähteandmematerjal selliselt, et see toetaks projekteerimist ja ehitamist parimal võimalikul viisil.



Joonis 2.1. Lähteandmematerjal projekteerimisstaadiumi osana

Projekti alguses tuleb jätta küllaldaselt aega vajaliku lähteandmematerjali kogumiseks. Eesmärk on koguda lähteandmematerjal kõige varasemas võimalikus staadiumis enne projekteerimisprotsessi algust, et projekteerijal oleks algusest peale projekteerimistööks kasutada kõikehaarav lähtematerjal. Seejärel saadab lähteandmematerjal projekti kogu selle elutsükli vältel ja seda uuendatakse igas projekteerimisstaadiumis loodud uute lähteandmetega (vt jooniseid 2.1 ja 2.2). Uuendused võivad näiteks hõlmata uute geotehniliste uuringute informatsiooni või projekti käigus hangitud täpsema maamõõtmise andmeid.



Joonis 2.2. Lähteandmematerjal projekti elutsükli osana

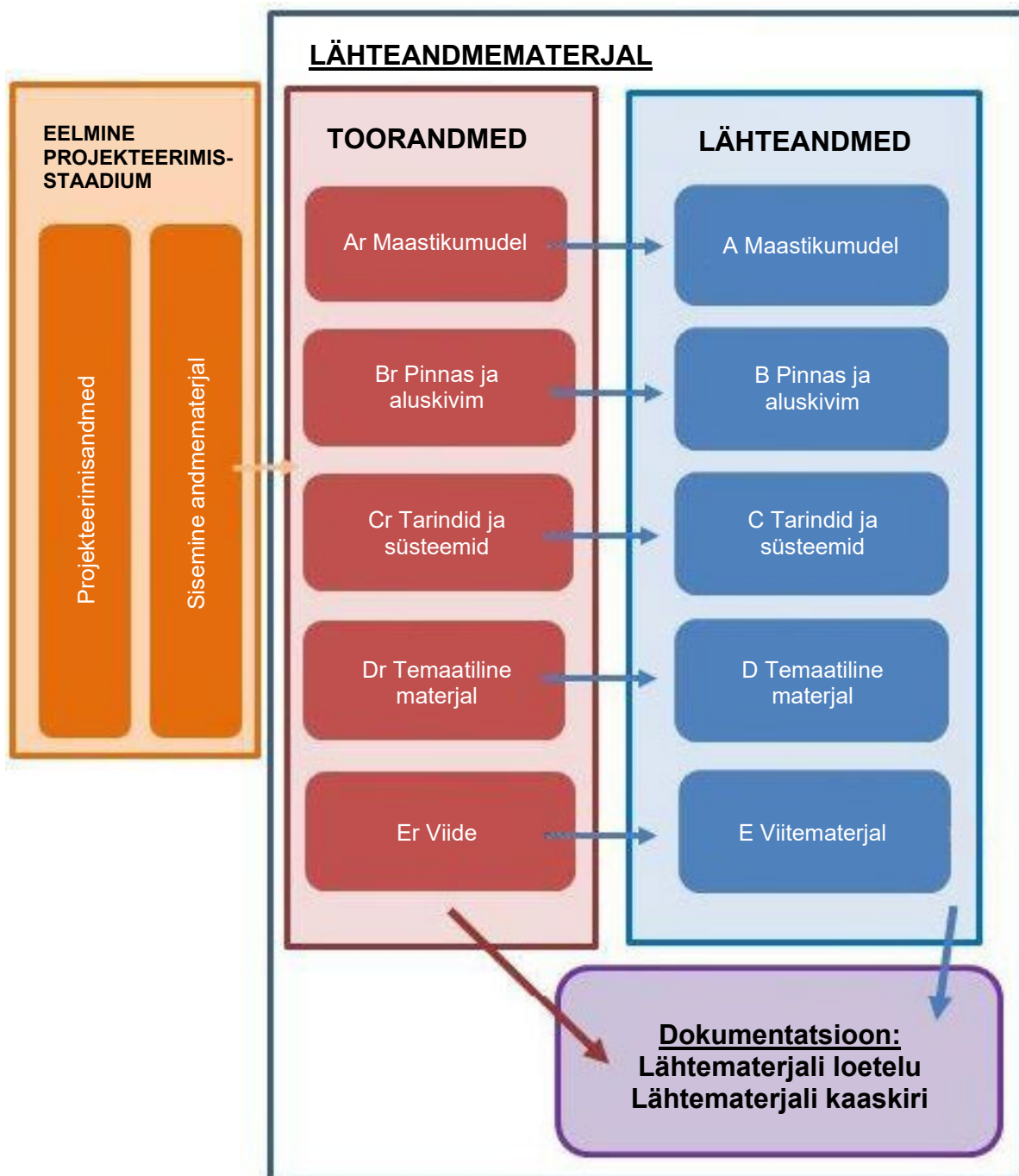
2.1.2. Struktuur

Nõue

Lähteandmematerjal koosneb kahest põhikaustast (joonis 2.3).

- 01_Toorandmed Sellesse kausta salvestatakse saadud lähtematerjal muutmata kujul.
- 02_Lähteandmed Sellesse kausta salvestatakse muudetud toorandmed.

Toorandmete ja lähteandmete kausta salvestatud lähtematerjal dokumenteeritakse koos selle metaandmetega lähtematerjali loetelus.



Joonis 2.3. Lähteandmematerjali struktuur

Juhis

Eelmiste projekteerimisstaadiumitega seonduv salvestamisprotsess lepitakse kokku iga projekti korral eraldi järgmiste põhimõtete kohaselt.

- Eelmised projekteerimisstaadiumid salvestatakse ühte kausta, mille asukohta võib vabalt valida. Vastupidi varasematele juhenditele ei lisata seda kausta lähteandmematerjali hulka.
- Lähtematerjali loetelu peab kindlasti sisaldama materjalikogumi metaandmeid ja selles peab olema näidatud eelmiste staadiumite projektimaterjali salvestamiskoht. Et hõlbustada projekti käigus töötamist, peab see sisaldama ka linki materjali asukohale.
- Kui eelmiste projekteerimisstaadiumite materjal salvestatakse toorandmete või lähteandmete alla, tuleb see lähtematerjali loetelus tavapärase korra kohaselt kirja panna.

Juhis

Lähteandmete ettevalmistamisel on eesmärgiks tagada materjali ja dokumentatsiooni järjepidevus. Eelmise staadiumi lähteandmematerjal lisatakse samasse kataloogistruktuuri ja lähtematerjali loetellu. Seda kirjeldatakse täpsemalt punktis 2.7.2.

Nõue

Põhikaustade alla luuakse esimese taseme alamkaustad, nagu on näidatud joonisel 2.3 ja tabelis 2.1. **Kaustad A–D kirjeldavad hetkeseisu.** Kausta „E Viitematerjal“ kasutatakse näiteks seotud projektide ning kõigi kaaskirjade, aruannete ja uuringute salvestamiseks, mis ei kirjelda hetkeseisu (kõik hetkeseisu kohta käivad kaaskirjad, aruanded ja uuringud salvestatakse kaustadesse A–D).

Tabel 2.1. Lähteandmematerjali sisu ja liigendamine viide alamkausta

Alamkaust	Näited (sõltuvalt projekteerimisstaadiumist)
A Maastikumudel	<ul style="list-style-type: none"> • Maastikumudel • Geodeetiline alusvõrk • Pinnavee andmed ja/või mudel • Üksikasjalikumad maastikuandmed (puud ja muu taimestik)
B Pinnas ja aluskivim	<ul style="list-style-type: none"> • Geotehniliste uuringute tulemused • Aluskivimiuuringute andmed • Aluskivimi kaardid • Tõlgendatud kaljupinnas (kaljupinnase mudel) ja pinnase üleminekukihid • Aluskivimi materjali mudel • Info pinnasevee kohta • Pinnasekaardid • Saastunud pinnas • Olemasolevad pinnasetugevdused (näiteks stabiliseerimine, püstdrenaaž, pinnase väljavahetamine, lööktihendus või kerged täitetarindid) • Geotehnilised mõõtmised (näiteks vajumise ja nihkumise mõõtepunktid, punktide asukoht ja mõõtetulemused)
C Tarindid ja süsteemid	Tarindite ja süsteemide hetkeinfo, näiteks <ul style="list-style-type: none"> • Veevarustus- ja kanalisatsioonivõrgud, kaevud • Ohutus- ja signaalimissüsteemid • Kaablite, torustike ja nendega seotud seadmestiku info • Teed ja tänavad • Sillad

	<ul style="list-style-type: none"> • Muud eritarindid, näiteks sadamasillad, tugitarindid, vaiadele toetuvad plaadid, müratõkked, tunnelid • Valgustus • Suunaviidad ja osutusmärgid • Piirde- ja tõkestustarindid • Põhjavee kaitse • Seisukorrauringu aruanded
D Temaatiline materjal	<p>Hõlmab nii füüsilist materjali (näiteks muinsusmälestised) kui ka mittefüüsilist materjali (näiteks tsoneerimisinfo või lendorava elupaigad maa-ala piiridena). See materjal hõlmab näiteks järgmist.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kaardiandmed (aluskaardid jne) • Aerofotod • Tsoneerimisinfo • Hetkeolekut kirjeldav keskkonnainfo (loodus, ohustatud liigid, kultuuripärand jne) <p>Liiklusandmete kogumid, mis kirjeldavad hetkeolekut, näiteks Praegune transpordivõrk</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kõrvalekalletega transporditeed • Katastri piirid ja maaomandi andmed • Hoone- ja eluruumide register • Teostamisega seotud õigused maa-alade kasutamiseks (teede, tänavate ja raudteeala piirid, pinnase ladestamise kohad, ajutised kasutusõigused, kuivenduskraavide alad, puhvertsoonid) • Veeteede alad
E Viitematerjal	<ul style="list-style-type: none"> • Projekteerimise tehnilised tingimused • Muud projektiga seotud kavandid/plaanid • Muude konsultantide projektid/plaanid • Seotud projektid jne • Aruanded ja uuringud (kogu materjal, mis ei kirjelda hetkeolekut; prognoosid, plokkplaanid jne) • Tähelepanekud ja fotod tööobjekti külastustelt

Nõue

Projektimaterjali salvestamisel tuleb järgida alltoodud põhimõtteid. Kogu muu projektimaterjal peale kõnealuse projekti materjali salvestatakse kausta E. Kui nende plaanide aluse modelleeritakse hetkeolukorda (näiteks osa olemasolevast veevarustus- ja kanalisatsioonivõrgust), siis salvestatakse see materjal antud näite korral kausta C. Niisugusel juhul **on tähtis, et igasugune materjaliga seotud määramus ja võimalikud riskid dokumenteeritaks nii täpselt kui võimalik**. Materjali salvestamisel tuleb järgida alltoodud põhimõtteid.

1. Projektimaterjali kogum salvestatakse kausta E ja dokumenteeritakse lähtematerjali loetelus tavapärase töökorra kohaselt.
2. Toorandmetest saadud puhtad lähteandmed salvestatakse kausta B/C lähteandmete alla ja dokumenteeritakse lähtematerjali loetelus. Toorandmete asukoht näidatakse lähtematerjali loetelus toorandmete veerus „Failinimi“ (näiteks „vt punkti E17-5 (Tugitarind.pdf)“). Lisaks tuleb dokumenteerida materjaliga seotud võimalikud riskid ja määramus.

Sama põhimõtet tuleb järgida, kui toorandmetest saadud muudetud lähteandmed salvestatakse kausta, mis ei vasta selle toorandmete asukohale (näiteks kausta A salvestatud

tahhümeetri faili maastikumudeli toorandmetega kasutatakse kausta C paigutatavate tarindite loomiseks).

See põhimõte tagab, et lähteandmete kaustad A–D sisaldavad parimat hetkeseisu kirjeldavat materjali. Tuleb märkida, et kaustade A–D sisu ei saa olla hetkeseisu kirjeldamises täiesti täpne, alati jääb mõningane ebamäärasus.

Juhis

Toorandmete ja lähteandmete alamkaustade alla luuakse nõutaval arvul teise taseme alamkaustu. Väikeste projektide korral võib nende alamkaustade asemel lisada failinimedele lähteandmematerjali koodi. Teise ja kolmanda taseme alamkaustad ei ole standarditud ning sõltuvalt projektist ja asjakohastest teguritest on võimalik selle juhendi soovitusi mitte järgida (Lisa 2.1 „Lähtematerjali loetelu“).

2.1.3. Nimetamine

2.1.3.1. Üldised nimetamisnõuded

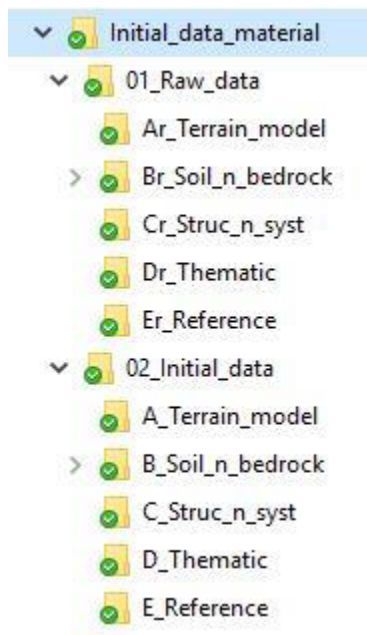
Nõue

Kaustade ja failide nimedes on lubatud kasutada tähti a–z ja A–Z ning sidekriipsu (-) ja allkriipsu (_). Tühikud, tähed „å“, „ä“ ja „ö“ ning erimärgid ei ole lubatud. Erinevates operatsioonisüsteemides failiteedele kehtivate märkide arvude piirangute tõttu peavad kausta- ja failinimed olema ka võimalikult lühikesed. Näiteks Windowsis on failitee maksimaalne pikkus 256 märki. Failinimed peavad kirjeldama kõnealuse faili sisu, aga nimi peab olema lühike ja kogu selline info, mille saab lisada lähtematerjali loetellu, tuleb nimest välja jätta. Niisuguse info näide on koordinaatsüsteem.

2.1.3.2. Kaustade nimetamine

Nõue

Toorandmete kaustade nimed sisaldavad materjali ID-d (A–E), millele järgneb täht „r“ ja materjalikogumi nimi. Lähteandmete kaustadele tähte „r“ ei lisata. Sel viisil on võimalik tähistada toorandmeid ja lähteandmeid kausta tasemel (joonis 2.4). Materjalikogumi nime võib ka välja jätta, et failiteed oleksid lühemad. Sel juhul oleks kaustanimeks lihtsalt „Ar“, „Br“, „Cr“, „Dr“, „Er“ ja „A“, „B“, „C“, „D“, „E“.



Joonis 2.4. Lähteandmematerjali kaustastruktuur

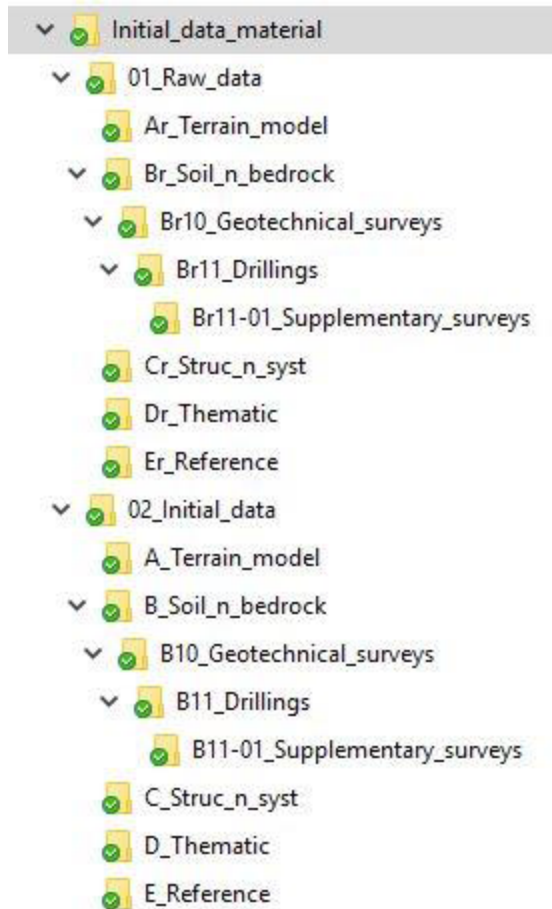
Teise taseme alamkaustad tuleb nimetada järgmiselt: materjali ID (Ar–Er/A–E), järjenumbr, mis on 10 kordne, allkriips ja materjali tüübi nimi (näiteks **Br10_Geotehnilised_uuringud** või **B10_Geotehnilised_uuringud**).

Kolmanda taseme alamkaustade ID saab teise taseme alamkausta esimesed kaks/kolm märki (antud juhul „Br1“ või „B1“) ning järjenumbr. ID järel tuleb allkriips ja kausta nimi (näiteks **Br11_Puurimised** või **B11_Puurimised**). Tuleb tähele panna, et ID „Br1“/“B1“ jääb sel juhul samaks. Kui kaustade arv peab olema suurem kui üheksa (näiteks suurte projektide korral), tuleb tava-ID järel kasutada järjenumbreid (näiteks „B110“). Sel viisil ei lähe kaustad segi kaustaga B20 ja selle alamkaustadega.

Neljanda taseme alamkaustad tuleb nimetada järgmiselt: emakausta ID, sidekriips, järjenumbr (01–99), allkriips ja kausta nimi (näiteks **Br11-01_Lisa_uuringud** või **B11-01_Lisauuringud**). Kui projekt on suur või materjali hulk on mingil põhjusel suur, on soovitatav salvestada see neljandale tasemele. Niisugusel juhul on teine ja kolmas tase liigitustasemed.

Materjali tüübi lisamine kausta nimele pole kohustuslik. Sel juhul koosnevad alamkaustade nimed ainult koodidest (näiteks „Br11-01“).

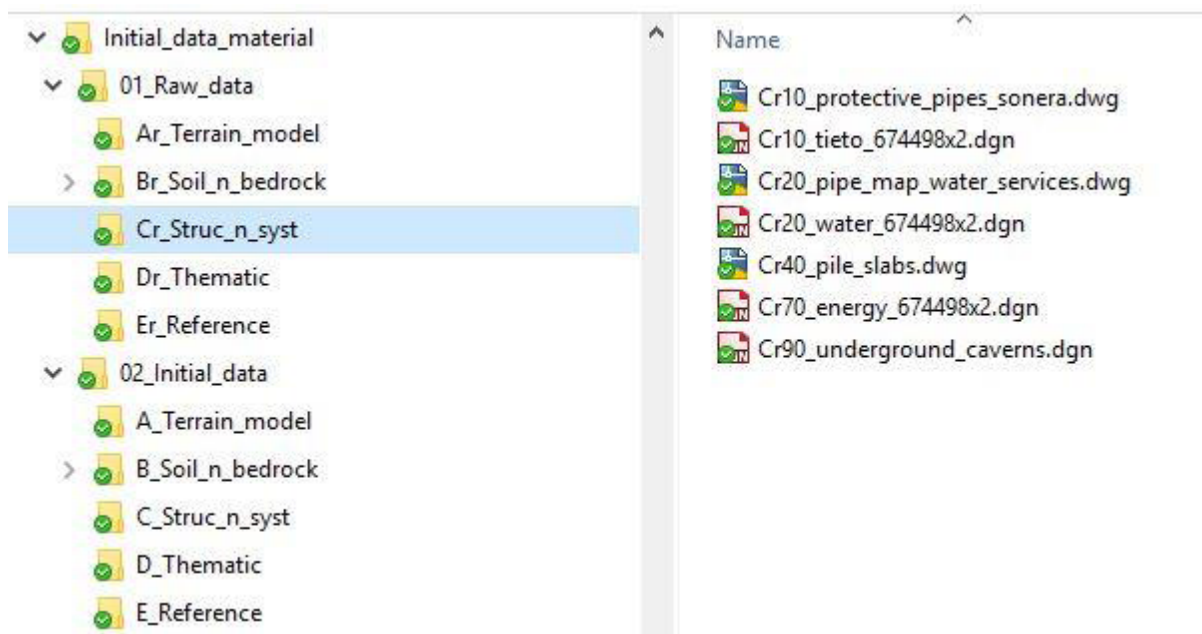
Ülaltoodud kaustade näited on esitatud joonisel 2.5.



Joonis 2.5. Alamkaustade nimetamise näide

Juhis

Viienda taseme alamkaustade loomist on soovitatav vältida, et kaustastruktuur/failitee ei muutuks liiga pikaks. Eesmärk peaks olema liigendada materjal alamkausta tasemete 1 kuni 4 ning lähtematerjali loetellu lisatud metaandmete abil. Kui viienda taseme alamkaustad luuakse, ei tohi kaustanime alguses olla koodi. Väikeste projektide korral võib piisata esimese taseme alamkaustadest (A–E) ja sel juhul pole muid alamkaustu vaja luua (joonis 2.6). Sel juhul võib lisada failinime algusesse erikoodi (näiteks „Cr10_<failinimi>“). Tuleb võrrelda alamkaustade arvu ja projekti mahtu ning lähtematerjali hulka ja luua vaid vajalikul arvul kaustu.



Joonis 2.6. Väikese projekti näide, kus alamkaustad pole vajalikud

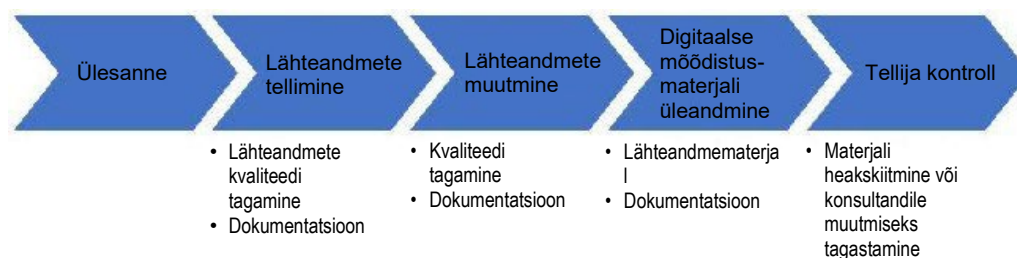
2.1.3.3. Failide nimetamine

Nõue

Toorandmete failinimesid ei tohi muuta, need nimed tuleb säilitada sellisena, nagu need olid failide saamisel. Selle reegli erand on pikad failinimed, mis on pikemad kui failitee maksimaalne pikkus. Sel juhul võib failinime lühendada, millest tuleb siis ka lähtematerjali loetelus teada anda. Et projekti toorandmete hulk võib olla äärmiselt suur, koguni tuhandeid või kümneid tuhandeid faile, pole toorandmefailide ümbernimetamine praktiline. Selle asemel nimetatakse lähteandmefailid selliselt, et nimi oleks võimalikult lühike ja kirjeldav. Failinimedesse ei tohi lisada mingisuguseid metaandmeid, mis on olemas failitees või lähtematerjali loetelus. Kui projekt on selline, et alamkaustu ei looda, tuleb failinimedesse lisada lähtematerjali kood (vt punkti 2.2.2).

2.1.4. Protsess

Joonisel 2.7 on näidatud lähteandmematerjal koostamisprotsessi lihtsustatud skeem.



Joonis 2.7. Lähteandmematerjali koostamise protsess

Lähteandmematerjali ettevalmistamine algab ülesandest. Ettevalmistamine võib toimuda projekteerimisprojektiga seotult enne projekteerimisprotsessi algust või eraldi ülesandena.

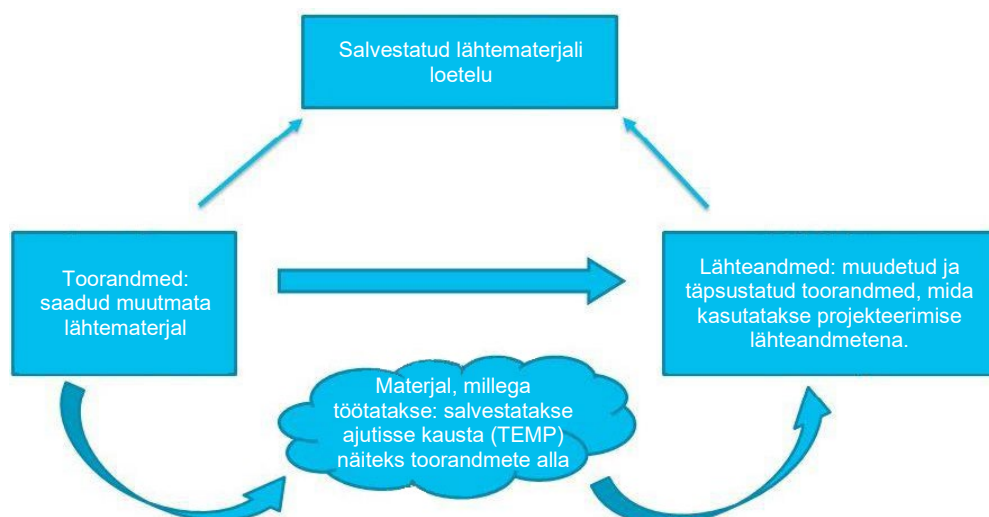
Nõue

Lähteandmematerjali koostamiseks tuleb tellida kogu asjakohane materjal ja viitematerjal, mis kirjeldab projekti hetkeolukorda (toorandmed), ja kõik nende andmete tähtsad metaandmed ja lähteinformatsioon tuleb dokumenteerida projekti lähtematerjali loetelus. Toorandmed kontrollitakse üle ja kõik puudused ning muud erikommentaariid dokumenteeritakse lähtematerjali loetelus.

Joonisel 2.8 on esitatud lähtematerjali salvestamise ja dokumenteerimise põhimõtted. Kui toorandmete kvaliteedi tagamine on lõpule viidud, ühtlustatakse andmed selliselt, et need oleksid võimalikult homogeenised ja teeksid võimalikuks projekteerimistö. Seejärel salvestatakse andmed lähteandmete alla. Muutmistoimingute hulka võib kuuluda näiteks koordinaatsüsteemide teisendamine või ruumiliste mudelite loomine kahemõõtmelise materjali alusel. See tegevus dokumenteeritakse lähtematerjali loetelus ja muudetud materjal kontrollitakse üle. **Projekteerimiseks kasutatavad lähteandmed peavad kindlasti olema täpsustatud toorandmed, st lähteandmed.** Kui toorandmete muutmine pole vajalik, tuleb andmed siiski kopeerida lähteandmete alla ja vajaduse korral ümber nimetada. Võib aga olla õigustatud jätta mõne toorandmefaili nimi selliseks, nagu see on (näiteks kindlaks tehtud georuumiline info oma nimetamisreeglitega).

Juhis

Andmed, millega töötatakse, võib salvestada ajutisse kausta (TEMP). Sel juhul pole vaja neid andmeid lähtematerjali loetelus dokumenteerida. Lisaks pole vaja lisafailide toorandmete ja lähteandmete kaustast eraldi eemaldada. Lähteandmete kohta koostatakse ka lähtematerjali kaaskiri (vt punkti 2.6.1.2) ja lähteandmematerjali loomisel seda kaaskirja täiendatakse. Kui lähteandmed on valmis ja dokumenteeritud, saab andmed ja dokumentatsiooni tellijale üle anda.



Joonis 2.8. Lähtematerjali salvestamise ja dokumenteerimise põhimõtted

Lähteandmematerjali protsessi kirjeldatakse täpsemalt punktides 2.3 ja 2.4.

2.2. Toorandmed

2.2.1. Tellimine

Juhis

Lähteandmematerjali jaoks toorandmete tellimisel tuleb arvesse võtta, et eesmärk on andmeid võimalikult palju ühtlustada, et oleks võimalik mudelprojekteerimine. Kui võimalik, peavad saadud toorandmed olema avatud andmevahetusvormingutes või vähemalt õiges koordinaat- ja kõrgussüsteemis. Kui tellitud toorandmed ei ole kokkulepitud vormingutes ja süsteemides kättesaadavad, tuleb andmed kohasesse vormingusse teisendada.

Eri materjalide ruumiline ulatus tuleb määrata iga materjali jaoks eraldi. Näiteks müra mõjuhinnangud nõuavad sageli maastikumudelit, mis kataks suuremat ala, kui on nõutav muude projekteerimistoimingute jaoks.

Nõue

Toorandmed tuleb tellida kooskõlas Soome transpordiameti kehtivate riiklike juhenditega, näiteks maastikuandmete hankimise juhendiga (Maastotietojen hankinta - Toimintaohjeet, Soome transpordiamet 19/2017), möödistamisjuhendiga maastikuandmete kohta tee- ja raudteeprojektides (Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Mittausohje, Soome transpordiamet 18/2017) ja eritarindite projekteerimise lähteandmete juhendiga (Taitorakenteiden suunnittelun lähtotieto-ohje, Soome transpordiamet 21/2014) või muu tellija eriomaste juhendiga.

Tarnijatelt saadud tellitud toorandmed salvestatakse toorandmete põhikausta alla kooskõlas määratud lähteandmematerjali liigendusstruktuuriga. Materjal salvestatakse ettenähtud alamkaustadesse muutmata kujul ja algse nimega.

Toorandmete vastuvõtuülevaatus korda kirjeldatakse punktis 2.6.2.

2.2.2. Metaandmete dokumenteerimine

Nõue

Et projekteerimisprotsessis pannakse suurt rõhku kõigi andmete usaldusväärsusele ja täpsusele, tuleb kõnealuse projekti lähtematerjali loetelus dokumenteerida teatav asjakohane allika ning metaandmete info, mis on seotud tellitud toorandmetega. Nõutav info on näidatud tabelis 2.2.

Joonisel 2.9 on kujutatud info näide (kahele reale jaotatuna).

Juhis

Kui käesolevast juhendist puudub projekti jaoks oluline metaandmete väärtus, võib lähtematerjali loetellu lisada projektile omaseid metaandmete veerge.

Materjalikogumid võib dokumenteerida ühel real, kui neil on samad metaandmed. See sõltub kõnealuse projekti staadiumi täpsusest ja materjali tüübist. Näiteks üksikfailide metaandmete dokumenteerimine on põhiprojekteerimise staadiumis täpsem ja tähtsam kui eelprojekteerimise staadiumis.

Kõik metaandmete väärtused tuleb täita, kui vastav metaandmete väärtus on teada. Kui konkreetne metaandmete väärtus pole kättesaadav, tuleb seda märkida ristiga (x). Tühjad lahtrid näitavad, et dokumenteerimine pole veel lõpule viidud.

Tabel 2.2. Lähtematerjali loetelu metaandmete veerud toorandmete kohta

Veerg	Kirjeldus
1. taseme alamklass	Materjali 1. taseme alamklass (näiteks „A Maastikumudel“). Alamklassi saab valida lahtri rippmenüüst.
2. taseme alamklass – kood	Materjali 2. taseme alamklassi kood (näiteks „A10“).
2. taseme alamklass – nimi	Materjali 2. taseme alamklassi kausta nimi (näiteks „Üldine maastikumudel“).
3. taseme alamklass – kood	Materjali 3. taseme alamklassi kood (näiteks „A11“).
3. taseme alamklass – nimi	Materjali 3. taseme alamklassi kausta nimi.
4. taseme alamklass – kood	Materjali 4. taseme alamklassi kood (näiteks „A11-1“).
4. taseme alamklass – nimi	Materjali 4. taseme alamklassi kausta nimi.
Failinimi	Materjali failinimi.
Kirjeldus	Materjali nimetus / kirjeldus tavakeeles.
Vastu võetud (kuupäev)	Materjali vastuvõtmise kuupäev (näiteks „14.03.2019“).
Vastuvõtja	Materjali tellinud / vastu võtnud isik.
Algallikas	Materjali algallikas/esitaja (kust / kelle käes materjal pärineb).
Tarnija	Kellelt materjal saadud on (ettevõtte või osaline, isik ja tema kontaktinfo või register/teenus).
Koordinaatsüsteem	Koordinaat- ja kõrgussüsteem milles materjal saamise ajal paiknes.
Vorming	Materjali failivorming.
Lisateave/erimärkused/riskid	Tellitud lähtematerjaliga seotud igasugune lisainfo, erimärkused ja riskid.

RAAKA-AINE								
1. tason alaluokka	2. tason alaluokka - kood	2. tason alaluokka - nimi	3. tason alaluokka - kood	3. tason alaluokka - nimi	4. tason alaluokka - kood	4. tason alaluokka - nimi	Tiedostonimi	Aineiston kuvaus
A Maastomalli	A20	Maastomalli	A21	Laserkeilaus	x	x	L14565.laz, L14567.laz	MML:n automaattiluokiteltu keilaus vuodelta 2015.

Saatu (pvm)	Vastaanottaja	Alkuperäislähde	Keneltä saatu	Koordinaatisto	Formaatti	Lisätiedot / erityishuomiot / riskit
1.6.2018	N.N.	Maanmittauslaitos	N.N.	TM35 / N2000	laz	Ei korjattu stereomalliväestisest.

Joonis 2.9. Toorandmete korral lähtematerjali loetelus nõutavate metaandmete väärtuste näide. Selle materjali korral on materjal kaustas „Ar21_Laserskaneerimine“. Sama materjali lähteandmete metaandmed on näidatud joonisel 2.11.

2.2.3. Kasutajaliidesed

Juhis

Mõne lähtematerjali saab lugeda otse eri andmehoidlatest kasutajaliidese kaudu. Nende juhtude jaoks pole erijuhendit koostatud. Üks probleem on see, et hoidlates asuvate andmete uuendamise tõttu on kasutatud lähtematerjali raske jälgida. Kasutajaliideste kasutamises lepatakse kokku iga projekti korral eraldi. Soovitatav tulevikueesmärk on olukord, kus lähteandmeid uuendatakse erinevates registrites ja andmehoidlates automaatselt ning need saab sealt hiljem kasutajaliideste kaudu hõlpsalt järgmise projekti lähteandmematerjali hulka lugeda.

Kui lähteandmematerjali korral kasutatakse kasutajaliideseid, tuleb see materjal tavapärase töökorra kohaselt lähteandmematerjali loetelus kirja panna. Lähtematerjal peab näitama materjali asukohta. Lähteandmematerjali edasiseks tööks üleandmisel tuleb kasutajaliideste kaudu hangitav materjal allikast alla laadida / küsida nõuetekohases vormingus ja salvestada vastavasse kaustastruktuuri, nii et oleks võimalik jälgida projekteerimisel kasutatavat versiooni.

2.3. Lähteandmed

2.3.1. Muutmistoimingud

Juhis

Toorandmete muutmise all mõeldakse materjali ühtlustamist ja standardimist, nii et see toetaks asjakohast projekteerimistegevust parimal võimalikul viisil. Et projekteerimise lähtematerjal on nii kahemõotmelisel kui ka ruumilisel kujul, võib materjali modelleerimine tähendada erinevaid asju.

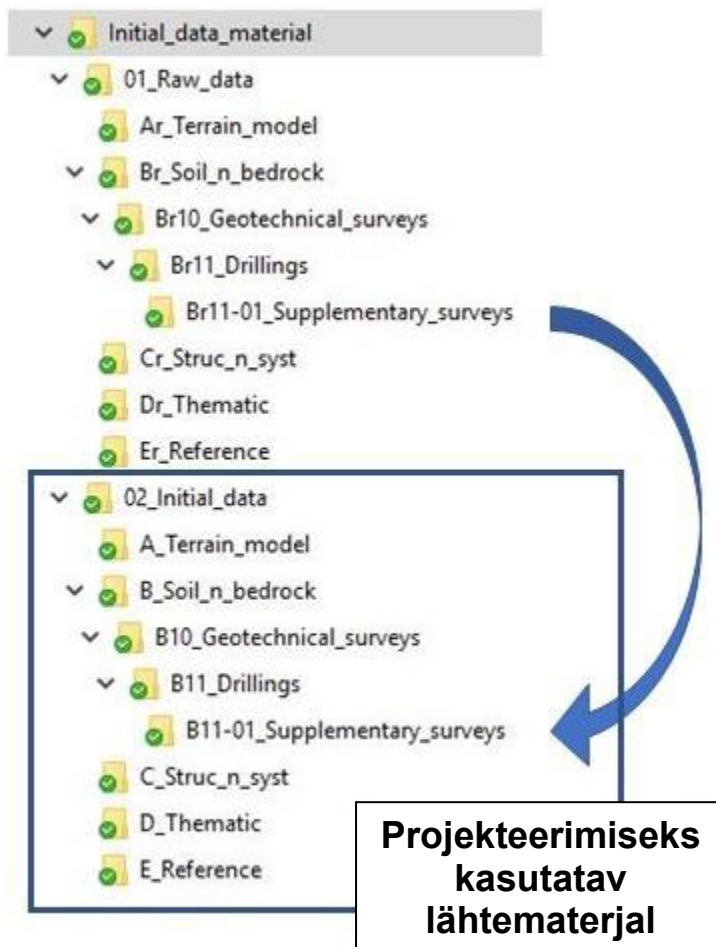
Sõltuvalt projektist võib ühtlustamine hõlmata näiteks järgmist.

- Koordinaat- ja kõrgussüsteemi ühtlustamine
- Failivormingute ühtlustamine
 - Näiteks GT-vormingus maastikumudel teisendatakse XML-vormingusse (Inframodel).
- Mitme materjali või faili koondamine ühte faili
 - Näiteks mitu TIF-vormingus ortofotot ühendatakse üheks ortofotoks, kust lõigatakse väiksem foto projekteerimisala piiride järgi. Uuele ortofotole antakse uus hõlpsalt äratuntav nimi.
- Faili ümbernimetamine
- Materjali kärpimine teatud alapiiride järgi, mis on materjalile eriomased
- Võrk- ja pinnamudelite loomine (Inframodel)
 - Näiteks mitmest DWG-failist koosnev kahemõotmeline veevarustus- ja kanalisatsioonivõrgu mudel teisendatakse üheks Inframodeli vormingus võrkudeliks.
- Tarindite modelleerimine
 - Näiteks silla modelleerimine vanade jooniste järgi
- Keskkonnaala piiride määramine keskkonnaaruannete alusel

Materjali ühendamisel tuleb arvesse võtta uue faili mahtu. Liiga suurtest failidest tuleks hoiduda, sest need võivad põhjustada arvuti jõudlusega seotud probleeme.

Nõue

Toorandmete ühtlustamisel lähteandmeteks salvestatakse need lähteandmete alla kausta, mis vastab nende asukohale toorandmete kaustas (joonis 2.10). Vt punktist 2.1.2 juhiseid selle kohta, mida teha, kui lähteandmed salvestatakse kausta, mis ei vasta nende moodustamise aluseks olnud toorandmete asukohale. Projekteerimise lähteandmeteks on alati lähteandmete alla salvestatud lähtematerjal. Kui toorandmete muutmise pole vajalik, tuleb andmed siiski kopeerida lähteandmete alla ja vajaduse korral ümber nimetada.



Joonis 2.10. Muudetud toorandmed salvestatakse lähteandmete alla sama kaustastruktuuriga

2.3.2. Metaandmete dokumenteerimine

Nõue

Toorandmete muutmistoimingud ja -põhimõtted dokumenteeritakse lähtematerjali loetelu lähteandmete veergudes. Lähteandmete loetelus lähteandmete veergudesse märgitav info on esitatud tabelis 2.3. Joonisel 2.11 on kujutatud info näide (sama materjal, mis joonisel 2.9).

Juhis

Kui on kokku lepitud, et kõnealuse projekti korral koostatakse lähtematerjali kaaskiri, lisatakse toorandmetega tehtud muutmistoimingute üldkirjeldus ka sinna.

Lähtematerjali loetellu võib vajadust mööda lisada metaandmete veerge (näiteks juhul, kui on mitu projekteerimissüsteemi või tuleb näidata, et materjal on eksporditud koondmudelisse).

Tabel 2.3. Lähtematerjali loetelu metaandmete veerud lähteandmete kohta

Veerg	Kirjeldus
Failinimi pärast muutmist	Lähteandmete nimi pärast muutmist.
Muutmiskuupäev	Kuupäev, mil materjali muudeti.
Muutja = vastutav isik	Isik, kes muudatused tegi / muudatuse eest vastutav(ad) isik(ud)
Materjali muutmistoimingud	Lähtematerjaliga tehtud muutmistoimingute kirjeldus.
Märkused/tähelepanekud/probleemid/riskid	Kõik lähtematerjaliga seotud erimärkused, probleemid ja riskid.
Eksporditud projekteerimissüsteemi (Jah)	Kui siin on valitud „Jah“, siis on lähteandmed eksporditud projekteerimisandmebaasi.

LÄHTÖTIETO					
Tiedostonimi muokkauksen jälkeen	Muokkauksen päivämäärä	Tekijä = Vastuu-henkilö	Aineiston muokkauksen piteet	Kommentit / Havainnot / Ongelmat / Riskit	On viety suunnittelu-järjestelmään (Kyllä)
Maastomalli.xml	4.6.2018	N.N.	Muunnettu koordinaatisto GK25:een ja formaatti las-formaattiin. Aineisto leikattu suunnittelun tarpeisiin. Maanpinnan luokittelu tarkastettu ja korjattu ja maanpinnasta ajettu mallin avainpisteet parametreilla 10m / 15 cm. Aineisto viety Novapoint 20.10 - suunnittelujärjestelmään, jossa maanpinta on kolmioitu ja otettu ulos Inframodel4-muodossa.		Kyllä

Joonis 2.11. Lähteandmete korral lähtematerjali loetelus nõutavate metaandmete väärtuste näide. Sama materjali toorandmete metaandmed on näidatud joonisel 2.9.

Nõue

Lähtematerjali loetelu lähteandmete veergudesse tuleb hoolikalt märkida järgmine info: mida on materjaliga tehtud, kuidas on tegevus läbi viidud, millist tarkvara või töövahendit kasutatakse muudatuste tegemiseks ja millist tarkvara või töövahendi versiooni kasutati.

2.4. Täpsus projekti eri staadiumites

2.4.1. Üldjuhised ja -nõuded materjali kohta

2.4.1.1. Üldinfo

Lähteandmematerjali kasutatavuse nimel peab kogu materjali täpsusaste olema võimalikult suur. Probleemiks on lähteandmematerjali toorandmete erilaadsus ja mitmekesisus. Lähteandmete modelleerimise täpsus on erinev, sõltudes projektist, tellijast ja toorandmete täpsusest. Lisas 3.1 „Üleantava materjali andmevahetusnõuded“ sätestatakse muuhulgas maastikumudelite, pinnase ja aluskivimi mudelite modelleerimisnõuded ja geotehniliste uuringute nõuded. Muude materjalide täpsusastmes tuleb projekti alguses iga projekteerimisvaldkonna korral eraldi kokku leppida.

Nõue

Lähteandmematerjali usaldusväärsuse tagamiseks tuleb iga materjali täpsusaste dokumenteerida lähtematerjali loetelus nii hoolikalt kui võimalik. Tuleb näidata iga materjali täpsusaste ja erinevast allikast pärinevaid materjale peab olema võimalik üksteisest eristada. Näiteks peab olema võimalik eristada üldist maastikumudeli materjali ja tahhümeetriga mõõdistamisel saadud maastikumudeli materjali. Lähtematerjali kohta tuleb näidata meetod, mille alusel mudel luuakse.

Koordinaat- ja kõrgussüsteemi, andmevahetusvormingute ja klassifikatsiooni suhtes tuleb järgida InfraBIM-i üldnõuete esimeses peatükis („1 Üldinfo“) esitatud juhiseid ja nõudeid.

2.4.1.2. Materjalipõhised nõuded

A Maastikumudel

Nõue

Maastikumudeli materjali suhtes on nõuded kehtestatud muuhulgas järgmiste üksikasjade kohta:

- geodeetilise alusvõrgu punktid,
- üheselt mõistetavate omaduste keskmine viga,
- interpoleeritud pinnakõrguste keskmine viga,
- punktide vahekaugus murdejoonte ja juhuslike punktide korral.

Vt ka lisa 3.1 „Üleantava materjali andmevahetusnõuded“.

Juhis

Maastikumudeli ja geodeetilise alusvõrgu koostamisel tuleb järgida üldisi või tellija erijuhendeid. Need juhendid hõlmavad näiteks järgmisi Soome transpordiameti juhendeid: mõõdistamisjuhend maastikuandmete kohta tee- ja raudteeprojektides (Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Mittausohje, Soome transpordiamet 18/2017) ja maastikuandmete hankimise juhend (Maastotietojen hankinta - Toimintaohjeet, Soome transpordiamet 19/2017). Arvesse tuleb võtta juhendite kõiki uuendusi.

B Pinnas ja aluskivim

Juhis

Pinnase ja aluskivimi uuringud viiakse läbi projekteerimisprotsessi erinevates staadiumites, nii et uuringu täpsus vastab kõnealuse staadiumi nõuetele. Et tööprojekt koostatakse sageli just enne ehitamist või selle ajal, on tähtis, et kõikehõlmavad geotehnilised uuringud toimuksid juba varasemate projekteerimisstaadiumite ajal.

Nõuded geotehnilistele uuringutele (pinnase ja aluskivimi uuringutele), nende tegemisele ning tulemuste kvaliteedile ja esitamisele on sätestatud mitmetes standardites ja juhendites. Need hõlmavad näiteks järgmist:

- Infra-pohjatutkimusformaatti (riiklik vorming Infra geotehniliste uuringute informatsiooni edastamiseks),
- standard SFS-EN ISO 22475-1 Geotekninen tutkimus ja koestus (Geotehniline uurimine ja katsetamine),
- Geoteknised tutkimukset ja mittaukset, Suunnitteluvaiheen ohjaus (Projekteerimisstaadiumi geotehniliste uuringute ja mõõtmiste juhised, Soome transpordiamet 10/2015).

C Tarindid ja süsteemid

Nõue

Tarindite modelleerimiseks kasutatavate CAD-failide kihid ja objektid peavad olema tähistatud kooskõlas kehtiva InfraBIM-i klassifikaatoriga. Iga rajatise või objekti modelleerimistäpsus ja -meetod tuleb selgelt dokumenteerida. Olemasolevate tarindite ja süsteemide materjali kohta tuleb selgelt ja ühemõtteliselt näidata täpsus ja määramatus (möödetud, tõlgendatud, määramatu).

Juhis

Erineva täpsusastmega rajatised ja objektid esitatakse näiteks eri värvitoonide abil. Eri objektide kaardistamisel tuleb järgida asjakohaseid juhendeid.

D Temaatiline materjal

Juhis

Kinnistuinfo, aluskaartide ja aerofotode tellimise juhised on esitatud näiteks maastikuandmete hankimise juhendis (Maastotietojen hankinta - Toimintaohjeet, Soome transpordiamet 19/2017). Aluskaartide ja ortofotode mõõtmise juhised on esitatud mõõdistamisjuhendis, mis käsitleb maastikuandmeid tee- ja raudteeprojektides (Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Mittausohje, Soome transpordiamet, 18/2017).

2.4.2. Teostatavusuuringu ja vajaduste hindamise staadium

Teostatavusuuringu ja vajaduste hindamise staadiumis on lähteandmematerjal sageli üldise iseloomuga ning seetõttu on harilikult mõistlik teha 3D-mudelid ja illustratsioonid ainult kõige tähtsamatest rajatistest. Teostatavusuuringud ja vajaduste hindamised võivad anda tsoneerimise lähteandmed. Sel juhul peaksid projekti lõpptooted vastama ka tsoneerimise vajadustele. Oluline on kasutada kokkulepitud koordinaatsüsteemi, et oleks võimalik näiteks projektivariantide eksportimine georuumiliste andmete hoidlasesse.

Nõue

Kõige tähtsam teostatavusuuringu ja vajaduste hindamise staadiumis kogutav lähteandmematerjali sisu on näiteks järgmine:

- töötlemata maastikumudel, mida täpsustatakse projekti vajaduste järgi,
- pinnasekaart,
- pinnaseuuringud,
- aluskivimi kaart ning kõige olulisemad kohalikud nõrgad tsoonid ja murrangud,
- hinnanguline kaljupinnas (kaljupinnase kõrgustasand),
- olemasolevate sildade ja eritarindite asukohad,
- olemasolevad teetarindid ja trassid,
- info pinnasevee kohta,
- kaablite, torustike ja nendega seotud seadmestiku info,
- maakasutuse info ja katastri piirid,
- georuumiline info (sageli põhikaartide mõõtkavas) ja georuumilised andmetega seotud info,
- info saastunud pinnase kohta.

Kui teostatavusuuringu ja vajaduste hindamise staadium hõlmab keskkonnaga seotud hindamisi, näiteks mürataseme mõjuhindanguid ja maastiku inventeerimist, tuleb nende tulemused lisada lähteandmematerjali hulka.

2.4.3. Eelprojekteerimise staadium

Eelprojekteerimise staadiumis on lähteandmed (näiteks maastikumudelid ja geotehnilised uuringud) ikka veel üldised ja modelleerimistäpsuse suurendamine pole mõistlik. Teostatavusuuringu ja vajaduste hindamise staadiumis koostatud lähteandmematerjali täpsustatakse eelprojekteerimise staadiumis.

Juhis

A Maastikumudel

Eelprojekteerimise staadiumis kasutatakse tavaliselt üldist maastikumudelit. Maastikumudeli aluseks võivad olla laserskaneerimise andmed (näiteks Soome maamõõduameti omad) või mudel, mida tõlgendatakse laserskaneerimise andmete alusel ja seejärel täiendatakse maamõõtmise andmetega. Oluline on siinjuures see, et modelleerimistäpsus peab olema teada ja dokumenteeritud, ja et hilisemates projekteerimisstaadiumites ei kasutataks lähteandmetena liiga ebatäpset mudelit. Kui maastikuandmed koosnevad mitmest mõõdistusfailist, tuleb nende failide piirpinnad üle anda maa-ala piiridena.

B Pinnas ja aluskivim

Eelprojekteerimise staadiumis läbi viidavad pinnase ja aluskivimi uuringud võivad olla nii piiratud, et neil põhinevad pinnase- ja aluskivimimudelid ei täida oma otstarvet. Maastikumudeli vajadus ja selle ulatus eelprojekteerimise staadiumis tuleb kindlaks määrata iga projekti korral eraldi. Näiteks pehme pinnasega alasid saab juba projekteerimisstaadiumis uurida sellise täpsusega, mis võimaldab välja selgitada nende alade „kõva põhja“ või kaljupinna tasandi.

Pinnase ja aluskivimi kausta salvestatakse järgmine info:

- aluskivimiuuringute andmed,
- aluskivimi kaardid,
- tõlgendatud kaljupinnas (kaljupinnase mudel) ja pinnase üleminekukihid,

- info saastunud pinnase kohta.

C Tarindid ja süsteemid

Linnadelt, omavalitsustelt ja seadmetiku omanikelt hangitakse info asjakohaste kommunaalteenustega seotud ning muude tarindite (näiteks sildade ja eritarindite) ja olemasolevate teetarindite ning nende trasside kohta. Tähtis on see, et kõik kaablid, torud ja nendega seotud seadmed, mille ümberpaigutamine tekitab märkimisväärseid kulusid, modelleeritaks maksumuse kalkulatsiooniks piisava täpsusega (punktid, jooned, alapiirid, kehad). Vähemtähtsate tarindite täpsusastme tagamine pole selles projekteerimisstaadiumis nii oluline.

D Temaatiline materjal

Eelprojekti koostamiseks vajalik lähteandmematerjal on suures osas erinevatest registritest ja georuumiliste andmete süsteemidest hangitud ning ka eraldiseisvatel hindamistel saadud materjal, näiteks

- maakasutuse info; piirkondlikud maakasutuse plaanid, kohalikud üldplaanid ja detailplaanid,
- erialade piirid; põhjavee tsoonid, loomad, taimestik, muinsusmälestised, kaitsealad jne,
- maaomand; katastri piirid ja omandiinfo,
- hetkeseisule vastav georuumiline info ja georuumiliste andmetega seotud info, näiteks mürataseme mõjuhinnangud ja looduskeskkonna inventeerimine.

E Viitematerjal

Muu eelprojekteerimise staadiumis kogutav lähteandmematerjal on näiteks

- projekteerimise kriteeriumid,
- muud projektiga seotud kavandid/plaanid,
- projektiga seotud uuringud ja inventeerimised ning neist kogutud info,
- loadokumendid.

2.4.4. Haldusliku menetluse staadium (teede, raudteede, tänavate ja parkide projekteerimise staadium)

Teede, raudteede, tänavate ja parkide projekteerimise staadiumis täpsustatakse eelprojekteerimise staadiumis koostatud lähteandmematerjali.

Nõue

A Maastikumudel

Teede, raudteede, tänavate ja parkide projekteerimise staadiumis tehakse projekti vajaduste kohaselt täpsemad maastiku-uuringud ja mõõdistamised. Reeglina on maastikumudeli materjali täpsusaste teede, raudteede, tänavate ja parkide projekteerimise staadiumis sama, mis tööprojekti staadiumi materjalil. Tähtis on, et lähtematerjali hulka hõlmataks ka geodeetiline alusvõrk (juhtpunktide võrk) ning seda kasutatakse kõigi lisamõõdistamiste korral, mis viiakse läbi selles ja hilisemates projekteerimisstaadiumites ning teostamisstaadiumis. Teede, raudteede, tänavate ja parkide projekteerimise staadiumis hõlmavad geodeetilise alusvõrgu punktid aluspunkte ja lokaalse võrgu reepereid. Vajaduse korral tihendatakse geodeetilist alusvõrku tihendus-/lisapunkti mõõdistustega.

Maastikumudeli materjal peab olema ühetähenduslik. Erinevate maastikumudeli komplektide ühendamise eest vastutav isik tuleb kokku leppida iga projekti korral eraldi. Projekteerimiseks ja mahuarvutuste alusena kasutatav maastikumudel peab olema ühetähenduslik isegi juhul, kui maastikumudeli eri komponente kokku ei ühendata. Kui maastikuandmed koosnevad mitmest mõõdistusfailist, tuleb nende failide piirpinnad üle anda maa-ala piiridena.

Maastikumudeli punktid ja jooned tuleb liigitada kooskõlas kokkulepitud juhenditega (näiteks Soome transpordiameti projektide korral mõõdistamisjuhenditega, mis käsitlevad maastikuandmeid tee- ja raudteeprojektides (Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Mittausohje, Soome transpordiamet, 18/2017).

B Pinnas ja aluskivim

Geotehniliste uuringute alusel luuakse pinnasemudel. Pinnasemudel hõlmab järgmist uuringutel/mõõdistamisel saadud infot:

- kaljupinnas (muuhulgas märgatud kaljupaljandid),
- pinnasekihid objektidel, kus tehakse pinnase tugevdamine (sh olemasolevad täitekihid),
- projektist sõltuvalt põhjaveetase, kui selle kõrguse kohta on piisavalt infot,
- olemasolevad pinnasetugevdused.

Kaljupinnase mudelimerjalis tuleb selgesti eristada märgatud kaljupaljandid, löökpuurimise abil kindlaks tehtud punktid ja ebakindlalt, vaatluse või pinnavormide InfraBIM-i liigituse kohase tõlgendamise teel tuvastatud punktid.

Aluskivimi materjalimudel põhineb aluskivimi uuringutest saadud infol, kirjalikel materjalidel, kaartidel ja geotehnilistel uuringutel ning hõlmab järgmist uuringutel/mõõdistamisel saadud infoinfot:

- aluskivimi uuringu infoinfo (löökpuurimise/teemantpuurimise/pildinduse tulemused),
- kaljupinnase topograafia,
- kalju mehaanilised uuringud (kiviminäidiste laborikatsed, kivimi survetugevuse mõõtmised),
- tehniline geoloogiline kaardistamine,
- kaardid.

Aluskivimi materjalimudel kirjeldab vähemalt mõnda järgmistest aluskivimi omadustest:

- kivimitüübid,
- kaljupinnase kvaliteet,
- nõrgad tsoonid,
- läbilaskvus.

Pinnase- ja kaljupinnase mudelid modelleeritakse alati mingiks otstarbeks. Näiteks ei ole mõistlik kaljupinnase esitamine kogu projektiala kohta, kui puuduvad usaldusväärseks esitamiseks vajalikud andmed.

Pinnase- ja kaljupinnase mudeli täpsus ja tõlgendamisalused esitatakse lähtematerjali loetelus ja kaaskirjas. Kõik punktid ja pinnad tuleb InfraBIM-i klassifikaatori kohaselt liigitada. Mõistlik on kaaluda pinnasemudeli mahtu ja vajalikkust, kui geotehniliste uuringute andmeid on nii vähe, et mudelit pole võimalik koostada.

Aluskivimi uuringute korral on tähtis kontrollida tööobjektil kaljupinna tasandit ja selgitada täpsemalt välja kaljupinnase kvaliteet. Lisaks tuleb välja selgitada, kas maa-alal leidub seda läbivaid murrangu- või nõrku tsoone. Uuringute ja mõõdistamise teel tuleb välja selgitada järgmine infoinfo: nõrgad tsoonid ja nende mehaanilised omadused, lõhede suund ja mehaanilised omadused, terve kivimi mehaanilised omadused, kivimi survetugevus, läbilaskvus ning võimalikud tarindid ja seadmed lähedalasuvatel aladel. Viiakse läbi laborikatsed kivimiproovidega ja kivimi survetugevuse mõõtmised, et saada algväärtused kivimimehaanika modelleerimistarkvara jaoks.

C Tarindid ja süsteemid

Teede, raudteede, tänavate ja parkide projekteerimise staadiumis sisaldab lähteandmematerjal võimalikult täpset infot olemasolevate tarindite ja süsteemide kohta, näiteks

- kaablid, torud ja nendega seotud seadmed,
- sillad ja eritarindid,
- olemasolev valgustus, kaablid ja energiavarustus.

D Temaatiline materjal

Eelprojekteerimise staadiumis kogutud kaardi- ja georuumilist infot uuendatakse ning täiendatakse. Georuumilist infot, näiteks keskkonnainfot ja infot säilitamisele kuuluva taimestiku kohta täpsustatakse uuringutega ning objektil kohal käies.

E Viitematerjal

Viitematerjali alus moodustub eelprojekti koostamisel uuendatud materjalist. Teede, raudteede, tänavate ja parkide projekteerimise staadiumis tuleb aga tagada materjali ajakohasus ning täielikkus. Vajaduse korral materjali uuendatakse.

2.4.5. Põhiprojekterimise staadium

Nõue

A Maastikumudel

Tööprojekti staadiumis täpsustatakse teede, raudteede, tänavate ja parkide projekteerimise staadiumi maastikumudelit projekti vajaduste järgi. Kui maastikuandmed koosnevad mitmest mõõdistusfailist, tuleb nende failide piirpinnad üle anda maa-ala piiridena.

B Pinnas ja aluskivim

Tööprojekti staadiumis täiendatakse teede, raudteede, tänavate ja parkide projekteerimise staadiumi pinnase- ja aluskivimimaterjali näiteks järgmise infoga:

- geotehnilised uuringud (olemasolevad ja uued),
- pinnasemudel (tõlgendatud pinnasekihid sama täpsusastmega nagu lähteandmed),
- aluskivimi materjali mudel.

C Tarindid ja süsteemid

Tööprojekti staadiumis sisaldab lähteandmematerjal võimalikult täpset infot olemasolevate tarindite ja süsteemide kohta, näiteks

- kaablid, torud ja nendega seotud seadmed,
- sillad ja eritarindid,
- olemasolev valgustus, kaablid ja energiavarustus,
- olemasolevad teetarindid ja trassid,
- kuivendustarindid.

D Temaatiline materjal

Teede, raudteede, tänavate ja parkide projekteerimise staadiumis kogutud kaardi- ja georuumilist infot uuendatakse ning täiendatakse. Georuumilist infot, näiteks keskkonnainfot ja infot säilitamisele kuuluva taimestiku kohta täpsustatakse uuringutega ning objektil kohal käies.

E Viitematerjal

Viitematerjali alus moodustub tee, raudtee, tänava või pargi plaani koostamisel uuendatud materjalist. Tööprojekti staadiumis tuleb aga tagada materjali ajakohasus ja täielikkus. Vajaduse korral materjali uuendatakse.

2.5. Kvaliteedi tagamine

2.5.1. Dokumentatsioon

2.5.1.1. Üldinfo

Lähteandmematerjali kvaliteedi ja usaldusvärsuse eeltingimus on hoolikalt koostatud dokumentatsioon. Lähteandmematerjali dokumentatsiooni on selle dokumendi eelmistes jaotistes juba käsitletud. Dokumentatsioon koosneb järgmistest komponentidest:

- lähtematerjali loetelu – selles dokumendis jäädvustatakse kogu asjakohane allikate ja metaandmete info tellitud ning saadud toorandmete kohta ja kõik toorandmetega tehtud muutmistoimingud,
- lähtematerjali kaaskiri (vt punkti 2.6.1.2).

2.5.1.2. Lähtematerjali kaaskiri

Lähtematerjali kaaskiri on infomudeli kaaskirja osa, kui lähteandmematerjali ei looda eraldi tööülesandena. Lisainfot infomudeli kaaskirja kohta võib leida InfraBIM-i üldnõuete 3. peatükist „Projekteerimine“. Lähteandmete kohta dokumenteeritakse infomudeli kaaskirjas lähteandmematerjali olek ja sisu. Kaaskirjas tuleb jäädvustada kõik asjaolud, mis mõjutavad lähtematerjali usaldusvärsust ja kasutamist, sest seda kasutatakse dokumendina, mis annab projekteerijale järgmises staadiumis juhtnöörid materjali mõistmiseks ja kasutamiseks.

Juhis

Dokumentatsiooni koostamisel on tähtis meeles pidada, et lähtematerjali loetelu ja lähtematerjali kaaskiri on kaks eraldi dokumenti, mis täiendavad teineteist. Lähtematerjali loetelu võib lugeda kogu lähtematerjali – toorandmete ja lähteandmete – täpseks kirjelduseks. Lähtematerjali kaaskirja võib lugeda rohkem selle kirjelduseks, mida on tehtud, kuidas seda tehti ja millised märkused ning riskid on materjaliga seotud. Dokumentatsioon koostamisel tuleb hoiduda tarbetutest ja topelt sissekannetest.

Nõue

Lähteandmematerjal loomisel koostatakse kindlasti lähtematerjali loetelu. Lähtematerjali kaaskiri koostatakse tavaliselt suuremate projektide korral – väiksemate projektide jaoks koostatakse kaaskiri vajalikus mahus.

2.5.2. Toorandmete vastuvõtmine

Nõue

Kui lähteandmematerjali koostaja saab toorandmed, tuleb andmetele teha vastuvõtukontroll. On tähtis, et toorandmed

- oleksid ajakohased,
- oleksid täielikud (mingi informatsioon ei puudu),
- vastaksid täpsuselt projekti nõuetele,
- ning nende võimalikud vead, probleemid ja puudused kas korrigeeritaks või esitatakse asjakohastes dokumentides.

On tähtis, et kõik toorandmete usaldusväärsuse puudused dokumenteeritaks ja lähteandmete usaldusväärsust hinnataks saadud toorandmete alusel.

Lähtematerjali loetelu suhtes tuleb kontrollida, kas loetelu sisaldab kõiki asjakohaseid allikate ja metaandmeid ning samuti toorandmetega seotud konkreetseid märkusi, puudusi ja riske.

2.5.3. Lähteandmete sisemine kontroll

Nõue

Lähteandmete kohta tuleb muuhulgas kontrollida järgmisi punkte.

- Kontrollitakse vorminguteisendusi sel teel, et avatakse failid projekteerimistarkvaras ning vaadatakse visuaalselt üle materjali sisu ja välimus.
- Kontrollitakse koordinaatsüsteemi teisendusi, võrreldes materjali alusmaterjaliga.
- Kontrollitakse taustakaardi abil alade piire.
- Kõigi failide korral kontrollitakse asukoha õigsust, et tagada nende paiknemine õiges kaustas.

Nagu toorandmete korralgi, põhineb ka muudetud lähteandmete kvaliteedi tagamine tähelepanekute, puuduste ja tehtud muutmistoimingute dokumenteerimisel.

Maastikumudel

Maastikumudeli kvaliteedi tagamise protsess algab *maastikumudeli tarnija* tehtavatest kontrollidest. Neid kontrole kirjeldatakse näiteks mõõdistamisjuhendis, mis käsitleb maastikuandmeid tee- ja raudteeprojektides (Tie- ja ratahankkeiden maastotiedot - Mittausohje, Soome transpordiamet, 18/2017).

Lähteandmematerjali koostaja peab tegema maastikumudelile järgmised kontrollid:

- visuaalsed kontrollid,
- triangulatsiooni kontrollimine,
- mõnede lõigete juhuslikud kontrollid,
- maastikumudeli koodide kontrollimine.

Pinnase ja aluskivimi mudel

Lähteandmematerjali koostaja peab tegema pinnase ja aluskivimi mudelile järgmised kontrollid:

- visuaalsed kontrollid,
- triangulatsiooni kontrollimine,
- lõigete ülevaatus ja võrdlus geotehniliste uuringutega,
- pinnase üleminekukihtide ja kivipinnase üleminekukihtide vastuolude ja lõigete kontroll.

Tarindid ja süsteemid

Lähteandmematerjali koostaja peab tegema tarinditele ja süsteemidele järgmised kontrollid:

- esialgne vastuolude kontroll,
- liigitamise ja terminite kontrollimine,
- geomeetriliste vormide kontrollimine.

Vastuolude kontrollil tuvastatud vastuolud tarindite juures tuleb jätta korrigeerimata, sest tarindite tegeliku asukoha kindlaksmääramine võib osutuda võimatuks. Vastuolud kinnitatakse toorandmete asukohaandmete ebatäpsusena ja dokumenteeritakse lähtematerjali loetelus ning infomudeli kaaskirjas.

Temaatiline materjal

Lähteandmematerjali koostaja peab tegema temaatilisele materjalile järgmised kontrollid.

- Kontrollitakse vorminguteisendusi sel teel, et avatakse failid ja vaadatakse sisu visuaalselt üle.
- Kontrollitakse koordinaat- ja/või kõrgussüsteemi teisendusi, võrreldes materjali alusmaterjaliga.

Viitematerjal

Lähteandmematerjali koostaja peab tegema alusmaterjalile järgmised kontrollid.

- Kontrollitakse vorminguteisendusi sel teel, et avatakse failid ja vaadatakse sisu visuaalselt üle.
- Kontrollitakse koordinaat- ja/või kõrgussüsteemi teisendusi, võrreldes materjali alusmaterjaliga.

2.5.4. Tellijapoolne kvaliteedi tagamine

Juhis

Lähteandmematerjali usaldusväarsuse eest vastutab esmajoones lähteandmematerjali koostaja. Kvaliteedi tagamise protsessi käigus kontrollib tellija üksnes dokumentatsiooni (lähtematerjali loetelu ja kaaskirja) ja nende alusel tellija kas kiidab lähteandmematerjali heaks või saadab koostajale muutmiseks tagasi. Vajaduse korral, näiteks mahukates projektides, võib tellija kasutada välist kontrollijat.

2.6. Üleantav materjal

2.6.1. Tellijale üleantav materjal

Nõue

Tellijale antakse lähteandmematerjalist üle kõik toorandmete ja lähteandmete kaustad ning koostatud dokumendid (lähtematerjali loetelu ja kaaskiri).

Lähteandmematerjal antakse üle joonisel 1.10 kujutatud kaustastruktuuri osana, välja arvatud juhul, kui lähteandmematerjal luuakse eraldi ülesandena. Lähteandmematerjal moodustab ülemise taseme kategooria 03 ja tuleb liigendada punktis 2.2.2 esitatud kaustastruktuuri kohaselt.

Juhis

Tellija ja materjali kogumise ning hooldamise eest vastutav isik peavad materjali üleandmise füüsilise ja/või digitaalse vormingu eraldi kokku leppima.

2.6.2. Järgmisesse staadiumi üleantav materjal

Nõue

Järgmisesse staadiumisse antakse lähteandmematerjalist üle puhastatud toorandmete ja lähteandmete kaustad ning koostatud dokumendid (lähtematerjali loetelu ja kaaskiri). See tähendab, et järgmisesse staadiumisse antakse üle ainult lähtematerjal, mis on järgmise staadiumi jaoks oluline. Eelmise staadiumi lähteandmematerjal on aluseks järgmise staadiumi lähteandmematerjalile.

Juhis

Lähteandmete ettevalmistamisel on eesmärgiks tagada materjali ja dokumentatsiooni järjepidevus. Eelmise staadiumi lähteandmematerjal lisatakse samasse kataloogistruktuuri ja lähtematerjali loetellu. Eelmisest staadiumist pärinevad failid, mida peetakse aegunuks, võib lähteandmematerjali hulgast eemaldada, et lähteandmematerjal ei muutuks liiga mahukaks, kui niisuguseid faile ei ole juba üleandmise staadiumis eemaldatud. Kogu eelmise staadiumi lähteandmematerjali hoitakse turvaliselt tellija arhiivis. Lähtematerjali loetelu täiendamisel tuleb järgida alljärgnevat põhimõtteid.

- Eelprojekteerimise staadiumis tehakse teostatavusuuringu ja vajaduste hindamise staadiumi tekstid lähtematerjali loetelus oranži värviga. Eelprojekteerimise staadiumis tehakse eelmise staadiumi dokumendis kõik kanded musta värviga.
- Haldusliku menetluse staadiumis tehakse eelprojekteerimise staadiumi tekstid lähtematerjali loetelus punase värviga. Haldusliku menetluse staadiumis tehakse eelmise staadiumi dokumendis kõik kanded musta värviga.
- Põhiprojekteerimise staadiumis tehakse ametkondliku menetlemise staadiumi tekstid lähtematerjali loetelus sinise värviga. Põhiprojekteerimise staadiumis tehakse eelmise staadiumi dokumendis kõik kanded musta värviga.

3. PROJEKTEERIMINE

3.1. Üldinfo

Mudelprojekteerimine on juba kasutusel suure osa taristuprojektide juures. See ei tähenda aga veel täielikku informatsiooni modelleerimist. Lisaks tegelikule modelleerimisele on infomudelitega seonduv oluline osa üleantav materjal, mis on avatud andmevormingus ja sisaldab atribuudiinfot. See materjal dokumenteeritakse ja läbib sisemise kontrolli kooskõlas üldiste juhistega. Mudelprojekteerimine toob mitmesugust kasu, alates kvaliteetsest hästi kooskõlastatud projektist ning lõpetades paindlikuma ja visuaalsema dialoogiga projekti vältel. Mudelipõhine üleantav materjal tagab, et projekti digitaalset materjali saab kasutada projekti järgmistes staadiumites. Mudelipõhise üleantava materjali täpsusnõuded on sõltuvalt projekteerimisstaadiumist erinevad.

Projektitüübid erinevad modelleerimishõuete ja -meetodite poolest. Modelleerimist kasutatakse eri tüüpi projektides, alates suuremahulistest teeprojektidest ja lõpetades ühe ala pargikujundusprojektidega. Mõni projektitüüp on äärmiselt üksikasjalik ja hõlmab mitmeid eritingimusi, mis mõjutavad projekteerimist. Erinevate projektitüüpide modelleerimismeetodites on nii sarnasusi kui ka erinevusi. Sellele vaatamata on modelleerimine eri projekteerimisvaldkondades olenemata projekti tüübist suhteliselt sarnane (näiteks sillad, pinnasemudelid jne) – erineb üksnes projekteerimismudeli täpsusaste ja andmesisu. Et ehitatud keskkonnas elluviidavaid projekte iseloomustavad sageli rohked piirangud ja eritingimused, rõhutatakse mudelprojekteerimises olemasolevate tarindite ning uute projekteeritavate tarindite kooskõlla viimise tähtsust.

InfraBIM-i üldnõudeid saab kasutada eri tüüpi projektides. Ehkki rõhk on endiselt teepõhistel projektidel, saab lisas 3.1 „Üleantava materjali andmevahetusnõuded“ esitatud põhimõtteid hästi kasutada ka näiteks veevarustus- ja kanalisatsioonivõrkude ning tunnelite projekteerimisel.

3.2. Taristu mudelprojekteerimise nõuded erinevates projekteerimisstaadiumites

3.2.1. Koordinaatsüsteem ja geodeetiline alusvõrk

Igas projekteerimisvaldkonnas kasutatakse projekti ametlikku koordinaat- ja kõrgussüsteemi. Kui projekteerimiseks, näiteks silla projekteerimiseks kasutatakse lokaalset koordinaatsüsteemi, tuleb materjal enne projekti teistele osalistele üleandmist kindlasti teisendada projekti ametlikku koordinaatsüsteemi.

Projekteerimise ja ehituse mõõdistusandmete tähtis osa on geodeetiline alusvõrk. Geodeetilise alusvõrgu abil luuakse projekti jaoks koordinaatsüsteem ja see süsteem seotakse vajaduse korral riikliku koordinaatsüsteemiga.

3.2.2. Dokumentatsioon

Taristu infomudeli dokumentatsioon on modelleerimisprotsessi, kvaliteedi tagamise ja üleantava materjali hädavajalik ning tähtis osa. Dokumentatsiooni otstarve on kirjeldada ja selgitada taristu infomudeli materjali korduvkasutamist. Dokumentides kirjeldatakse projekteerimismudelite sisu ja kvaliteeti ning samuti muid küsimusi, mis on taristu infomudelite ja mudelprojekteerimise seisukohast tähtsad. Kõigi taristu infomudeliga projektide korral tuleb koostada järgmised dokumendid: BIM rakenduskava, lähtematerjali loetelu, materjalide kataloog ning infomudeli kaaskiri ja dokumenteeritud sisemise kontrolli dokumendid.

Dokumentatsiooni ja nõudeid dokumentatsioonile käsitletakse täpsemalt punktis 1.4.1 „Dokumentatsioon“.

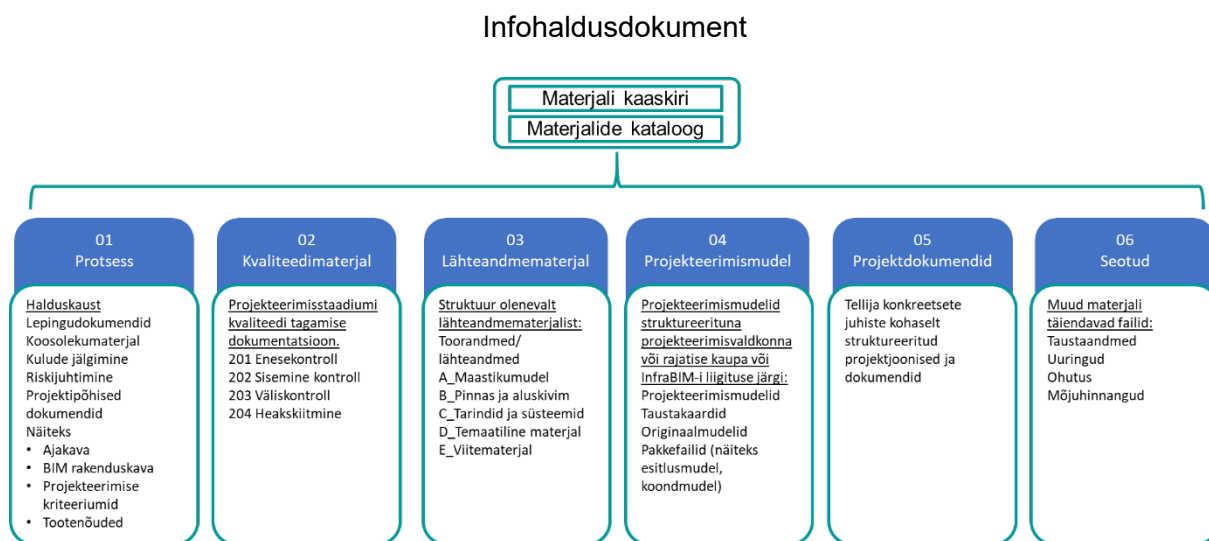
Nõue

Dokumentatsioon on üleantava materjali kohustuslik osa.

3.2.3. Informatsiooni liigendamine

Projektide käigus saadud informatsiooni korduvkasutamiseks on tähtsad tegurid järjepidev üleandmise kord ja materjali dokumenteerimine. Eri projekterimisstaadiumites tuleb järgida joonisel 3.1 kujutatud ülemise taseme kategooriatel 01 kuni 06 põhinevat informatsiooni liigendusstruktuuri. Nende ülemise taseme kategooriate (01–06) täienduseks võib lisada kategooriaid mis tahes vajaliku töömaterjali jaoks (näiteks 07_Töökaust).

Informatsiooni liigendamine – projekterimisstaadium



Joonis 3.1. Informatsiooni liigendus projekterimisstaadiumis

Tabel 3.1. Projekterimisstaadiumi materjali liigendus ja sisu

Kaust	Sisu
Infohaldusdokument (projekti ülatasandi jaoks)	<p><u>Infohaldusdokument</u> Materjalide kataloog: kõikide failide loetelu kaustastruktuuri järgi struktureerituna („materjalide sisukord“). Materjali kaaskiri: materjali kaaskirjas esitatakse ehitusandmed („materjali kasutamise juhised“).</p>
01 Protsess	<p>Halduskaust 011 Lepingud 012 Projektipõhised dokumendid, näiteks</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajakava • BIM rakenduskava • Projekterimise kriteeriumid • Tootenõuded <p>013 Koosolekumaterjal 014 Kulude jälgimine 015 Riskijuhtimine</p>

02 Kvaliteedimaterjal	<p>Projekteerimisstaadiumi kvaliteedi tagamise dokumentatsioon. See materjal hõlmab kõiki projekteerimisstaadiumi kvaliteedi tagamise dokumente, mis on seotud koostatud projekteerimismudelite, jooniste ja dokumentidega.</p> <p>201 Enesekontroll 202 Sisemine kontroll 203 Väliskontroll 204 Heakskiitmine</p>
03 Lähteandmematerjal	<p>Projekteerimisstaadiumis koostatud või täiendatud lähteandmematerjal.</p> <p>See materjal jaotatakse kooskõlas 2. peatükiga toorandmeteks ja lähteandmeteks.</p> <p>Lähteandmematerjali informatsiooniliigendus:</p> <p>A Maastikumudel B Pinnas ja aluskivim C Tarindid ja süsteemid D Temaatile materjal E Viitematerjal</p>
04 Projekteerimismudel	<p>Soovitav on kasutada informatsiooni liigendamiseks projekteerimisvaldkondade, rajatiste või InfraBIM-i liigituse põhise liigendusstruktuuri.</p> <p><u>InfraBIM-i liigitusel põhinev liigendusstruktuur</u></p> <p><u>0000 Geomeetriad</u></p> <p>A_Trassid B_Teemärgistus C_Äärekivid D_Piirdejooned</p> <p>Tarindid ja süsteemid (pinna- ja võrkumudelid ning maa-ala piirid)</p> <p>1430_Kuivendustarindid 2010_Ülemine_koondpind 2012_Alumine koondpind 2110_Dreentariidid 2120_Jaotuskihid 2130_Kandekihid 3100_Veevarustus- ja kanalisatsioonisüsteemid jne.</p> <p>Eritarindid eraldi juhiste kohaselt, 4200_Sillad jne.</p> <p><u>9000-seeria projekteerimismudeli taustaandmetest, eraldi pakkefailid ja omamaterjal:</u></p>

9002_ Taustakaardid

- Projekti kaart
- Tänavate/teede horisontaalsed trassid
- Kuivendamine
- Maastik ja keskkond
- Katastripiirid

9501_ Originaalmudel

9502_ Pakkefailid (näiteks esitlusmudel, koondmudel)

Projekteerimisvaldkonnal põhinev liigendusstruktuur

Jaamad (raudtee)

Geomeetriad (teede geomeetriad)

Geotehnoloogia

Kaablid, torud ja nendega seotud seadmed

Kommunaalteenused

Transpordisüsteem

Liikluskorraldus

Maakasutus ja tsoneerimine

Pinnase haldamine (üleliigse pinnase kõrvaldamine, materjalivõtukohtad)

Möödistamised

Sadamad

Elektriraudtee

Eritarindid (sillad, vaiadele toetuvad plaadid, tugitarindid, müratõkked jne)

Taustakaardid

Tunnelid

Kaitseadised

Ajutised meetmed ja tarindid

Muud raudteetugevvoolu süsteemid

Mõjuhinnangud (näiteks mürataseme mõjuhinnangud)

Valgustus

Veevarude majandamine

Vastastikmõju (pakkefailid, koondmudel, esitlusmudel jne)

Tee-/alatarindid (pinnasetarindid/pinnad)

Keskkond (sealhulgas maastik ja arhitektuur)

Rajatisel põhinev liigendusstruktuur

Sõltuvalt projektist maa-ala või tee kaupa, näiteks

- Sektsioon 1, 2 jne
- K1, K2, M1, M2, Y1, J1 jne
- Turuplats
- Keskpark
- Koondmudel
- Esitlusmudel
- Taustakaardid
- Originaalmudelid

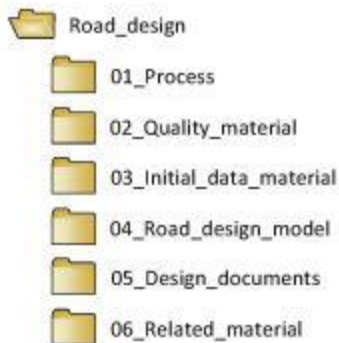
05 Projektdokumendid	Projekti projektjoonised ja dokumendid Tellija erijuhiste kohaselt struktureeritud materjal
06 Seotud materjal	Muud materjali täiendavad failid, näiteks 601 Taustaandmed 602 Uuringud 603 Mõjuhindangud

Nõue

Projekti jaoks koostatakse informatsiooni haldamist käsitlev dokument, milles kirjeldatakse kogu üleantavat materjali. Informatsioon liigendatakse joonisel ja tabelis 3.1 näidatud ülemise taseme kategooriate järgi. Failide üleandmiseks tuleb kasutada avatud andmevahetusvorminguid ulatuses, milles need on kõnealuse materjali jaoks määratletud. Üleantava materjali vorminguid kirjeldatakse punktis 3.2.7 ja lisas 3.1. Kui materjal antakse üle kaustastruktuurina, ei tohi struktuuri ühelgi tasemel leiduda tühje kaustu.

Juhis

Soovitav on kasutada informatsiooni liigendamiseks InfraBIM-i üldnõuete 2. peatükis esitatud põhimõtteid. Taristu infomudelite jaoks kasutatakse InfraBIM-i liigitusel, projekteerimisvaldkonnal või rajatistel (näiteks alal või teel) põhinevat liigendusstruktuuri ning jooniste ja dokumentide korral järgitakse tellija erijuhiseid. Sõltuvalt projekti mahust ja iseloomust võib alamkaustu ühendada, et muuta struktuur projekti jaoks sobivamaks. Liigendusstruktuur peab aga järgima joonistel esitatud põhimõtteid.





Joonis 3.2. Informatsiooni InfraBIM-i liigituse kohane liigendus teede projekteerimise staadiumis – failihalduri vaade

3.2.4. Koondmudel

Eraldi või reaalajas protsess

Muuhulgas peab koondmudel visualiseerima projekteerimise mõju võrreldes hetkeolukorraga ning samuti lähteandmaterjaliga seotud asjaolud ja eritingimused, mis mõjutavad projekteerimisotsuseid. Iga projekteerimisvaldkonna osamudelid ja lähteandmed tuleb ühendada samasse infomudelisse, nii et projektimaterjal ja lähteandmaterjal oleksid mudelis eraldi rühmitatud. Soovitud rajatise ja objekte saab vaadata infomudeli andmesisu haldusfunktsiooni kaudu, samuti saab selle abil luua näiteks eelnevalt määratud vaadetega koondmudeleid.

Kogu vajalik materjal seatakse kokku koondmudelisse: kaablid, torud, tarindid, geotehniliste uuringute informatsioon, maa-alused ruumid jne. Koondmudeli otstarve määrab, millised osamudelid tuleb koondmudelisse hõlmata. Teatud alale keskenduv mudel toimib hästi, kui eesmärgiks on vaadelda üksnes rajatise teatud osa, näiteks silla asukohta. Tavaliselt kasutatakse erinevatest osamudelitest koondmudelite koostamiseks sihtotstarbelisi tarkvaraprogramme. Nendel programmidel on valik funktsioone, mis võimaldavad näiteks osamudeleid hallata, mõõta ja kommenteerida ning erinevatele osalistele avaldada. Projekteerimissüsteemist pärinevat taristu infomudelit võib vahetult kasutada koondmudelina, kuid välisosaliste juurdepääsu võivad piirata pääsuõigused.

Korrapärane koondmudelite koostamine on pideva kvaliteeditagamise üks osa. Koondmudelite koostamine, kasutamine ja avaldamine ning sellega seotud ajakavad tuleb kindlaks määrata BIM rakenduskavas. BIM rakenduskavas tuleb kindlaks määrata, kuidas koondmudel koostatakse ja kuidas mudelit projekteerimisprotsessiga seoses uuendatakse. Modelleerimine peab toimuma projekteerimisprotsessi ajakava järgi, aga ajakavas tuleb näidata selle eritingimused (näiteks koondmudeli uuendused). Iga mudeliga käib alati kaasas infomudeli kaaskiri ja materjalide kataloog. Koos kasutatuna annavad materjalide kataloog, infomudeli kaaskiri ja koondmudel ülevaate projekteerimisprotsessi olukorrast. Koondmudeli menetlust (koordineerimist) tuleb kasutada projekti mahust sõltumata.

Koondmudeleid saab koostada ja esitada erinevate tarkvaraprogrammide abil. Programm tuleb valida lähtuvalt kõnealuse projekti eesmärgist. Valiku seisukohast olulised tegurid on näiteks ulatus, milles koondmudeleid kavatsetakse kasutada huvirühmade kaasamiseks ja meetod, mida soovitakse kasutada mudelite levitamiseks.

Programmi valimisel tuleb muuhulgas arvesse võtta järgmisi aspekte.

- Kuidas toimub kommenteerimine ja kommentaaride salvestamine?
- Kas mudelit saab samal ajal kommenteerida mitu inimest?
- Kuidas saab mudelit levitada ja kui lihtne on mudeli avamine?
- Kas mudeli vaatamiseks on vaja eraldi vaaturit?
- Milliseid kulusid peavad osalised programmi kasutamise eest kandma?
- Kas on võimalik brauseris vaatamine?

Töövõtustadiumis tuleb tagada, et tellijal ja projekti muudel osalistel on võimalik kasutada mudelite vaatamiseks ning sellega seotud suhtluseks sobivat programmi.

Mudeli koostamisel tuleb kaaluda osamudelite rühmitamist, et tagada osamudelite hõlbus sirvimine ja valimine (sees või väljas). Mõõtmed võib koondmudelitel esitada samal viisil nagu joonistel. Lihtsa navigeerimise võimaldamiseks peavad mudelid sisaldama ka eelnevalt määratud vaateid. Koondmudel tuleb koostada iga koosoleku tarbeks, et osalejad teaksid, millised küsimused ja kommentaarid tuleb läbi vaadata. Kõnealusel koosolekul arutlusele

tulevate küsimuste kohta võib koostada eelnevalt määratud vaated.

Koondmudelite funktsioonid on muuhulgas

- eelnevalt määratud vaated,
- osamudelite rühmitamine,
- osamudelite valik (sees või väljas),
- kommenteerimine (kommentaaride salvestamine),
- info (päringute tegemise võimalus),
- võimalus kasutada kõnealuse projekti jaoks määratud andmevahetusvorminguid.

3.2.5. Modelleerimise eesmärgid projekti eri staadiumites

Modelleerimise eesmärgid ja mudelite kasutamise viisid on sõltuvalt projekteerimisstaadiumist erinevad. Selles juhendis jaotatakse modelleerimise võimalikud kasutusviisid projekti kõige tavalisemate staadiumite vahel, tuleb aga märkida, et modelleerimist saab kasutada kogu projekteerimistöös.

Teostatavusuuringu staadiumis on eesmärgiks leida kõik teostatavad variandid ning määrata esialgselt kindlaks nende variantide mõju näiteks liiklusele, keskkonnale ja maakasutusele.

Mudelpõhist projektivariantide võrdlust jätkatakse tavaliselt eelprojekteerimise staadiumis. Projektivariantide võrdlust täpsustatakse, nii et selles projekteerimisstaadiumis saaks otsustada, milline variant heakskiitmise jaoks lõpule viiakse. Eelprojekteerimise staadiumis modelleeritakse kavandid juba sellise ulatuse ning täpsusastmega, et mudeleid oleks võimalik kasutada kulu- ja mõjuhinnanguteks, koordineerimiseks ja projektivariantide visualiseerimiseks.

Teede, raudteede, tänavate ja parkide projekteerimise staadiumis on eesmärk modelleerida projekti tehnilised lahendused sellise täpsusega, et mudeleid saaks kasutada materjali koostamiseks, mis võimaldab vajalike alade valdusse võtmist. Teede, raudteede, tänavate ja parkide projekteerimise staadiumis kasutatakse modelleerimist visualiseerimiseks, kulu- ja mõjuhinnangute jaoks ning ühilduvuse ja maavajaduse tagamiseks.

Tööprojekti staadiumis kasutatakse modelleerimist visualiseerimiseks, koordineerimiseks, mahu- ja maksumuse kalkulatsiooniks ning ehitusobjekti hangete, ajakava koostamise, mõõdistamise, kvaliteedi tagamise ja masinajuhtimise jaoks.

3.2.5.1. Teostatavusuuringu ja vajaduste hindamise staadium

Teostatavusuuringu ja vajaduste hindamise staadiumis on uuritavad projektid tüübilt ning mahult väga erinevad. Projektide erisugususe tõttu on raske anda täpseid modelleerimisjuhiseid, mida saaks rakendada kõigi projektide korral. Teostatavusuuringu ja vajaduste hindamise staadiumis keskendub modelleerimine sageli näiteks projektivariantide võrdluse visualiseerimisele ning huvirühmade kaasamisele. Selles faasis võib modelleerimine projekti vastuvõetavust märkimisväärselt mõjutada. Tähtis on kasutada kokkulepitud koordinaatsüsteemi, et oleks võimalik näiteks projektivariantide eksportimine georuumiliste andmete hoidlatesse.

Sel viisil saab kavandeid kasutada näiteks georuumilise infoga seotud tagasiside kogumiseks.

Mudeli materjal võib sisaldada metaandmeid, näiteks maksumuse ja keskkonnamõju infot ning muud infot, mis projekti mõjutab. Lähteandmematerjal võib sisaldada ka projekteeritava ala hetkeolukorra keskkonnainfot, näiteks kaitsealused alad, põhjavee tsoonid ja tzoneerimisinfo. Kui teostatavusuuringu ja vajaduste hindamise staadium hõlmab keskkonnaga seotud analüüsi, näiteks mürataseme mõjuhindanguid ning maastiku inventeerimist, tuleb kogutud info viia üle järgmisesse projekteerimisstaadiumisse. Teostatavusuuringu ja vajaduste hindamise staadiumi uuendatud lähteandmematerjal on aluseks järgmise staadiumi lähteandmematerjalile.

Teostatavusuuringute ja vajaduste hindamise tarbeks ette valmistatud mudelimaterjal võib anda lähteandmed tzoneerimiseks.

Nõue

Kõigil murdejoontel, punktidel, pindadel, objektidel jms, mis esitavad tarindeid, alasid, süsteeme või seadmeid, peab olema InfraBIM-i liigituse kohane pinnakood ja InfraBIM-i liigitusele vastav kood joone või punkti tuvastamiseks.

3.2.5.2. Eelprojekteerimise staadium

Eelprojekteerimine vastab maakasutuse planeerimisele kohaliku üldplaani tasandil ja vajalikuks võib osutada ka planeerimine kohaliku detailplaani tasandil. Eelprojekteerimisel määratakse kindlaks peamised projektilahendused, näiteks ruumieraldus erinevate teede või funktsioonide jaoks projekti maa-alal ning esialgne kõrgustasand. Samuti tagatakse, et ehitatav ala või tee sobiks kokku ümbritsevate alade maakasutuse või transpordisüsteemiga. Lisaks on mõjuhindangud eelprojekteerimise staadiumi tähtis osa.

Sageli viiakse eelprojekteerimise staadiumis läbi ka projektivariantide võrdlusi. Seda, kas on vajalik erinevate projektivariantide modelleerimine, et hõlbustada variantide võrdlemist, ja milline on niisuguste mudelite õige täpsus, tuleb kaaluda iga projekti korral eraldi. Nõutavat modelleerimistäpsust võib mõjutada ka tzoneerimisolukord ning seda tuleb arvesse võtta juba hankeprotsessis ja lepingu sõlmimise staadiumis.

Eelprojekteerimise staadiumis on taristu infomudel ikka veel küllaltki kärbitud ja lihtsustatud. Seda saab aga kasutada oluliste geomeetriliste vormide, ruumi eraldamise, keskkonda sobivuse ja mahtude hindamiseks.



Joonis 3.3. Fotomontaaž, kus ruumireservi mudel ja kohaliku detailplaani kaart on lisatud kaldu tehtud aerofotole.

Eelprojekteerimise staadiumi olulised osad on erinevate variantide projekteerimine ja võrdlemine ning ühe variandi väljavallimine. Modelleerida tuleb ka variandid, mille võrdlus lisatakse valmis eelprojekti. Variantide mudelmaterjal peab sisaldama punkte, millel on suur mõju variantide maksumusele ja mõjudele, isegi juhul, kui maksumuse võrdlus põhineks projekti osadel.

Eelprojekteerimise staadiumi ehituslik mudel ei ole mõeldud tootmiseks ega pea seetõttu olema täiesti pidev, näiteks võib ristmikualade murdejooned jätta viimistlemata. Võttes arvesse võimalikku kasutamist esitlustel, võib siiski olla soovitatav mudeli nähtavate pindade viimistlemine.

Nõue

Kõigil murdejoontel, punktidel, pindadel, objektidel jms, mis esitavad tarindeid, alasid, süsteeme või seadmeid, peab olema InfraBIM-i liigituse kohane pinnakood ja InfraBIM-i liigitusele vastav kood joone või punkti tuvastamiseks, ka peavad need sisaldama atribuudiinfot ning geomeetria kirjeldust, mis on esitatud lisa 3.1 „Üleantava materjali andmevahetusnõuded“.

3.2.5.3. Haldusliku menetluse staadium (teede, raudteede, tänavate ja parkide projekteerimise staadium)

Teede, raudteede, tänavate ja parkide projekteerimise staadiumis peab modelleerimine esmajoonel toetama kogu projekteerimisstaadiumi kõige tähtsamaid eesmärke, s.t piisavalt üksikasjalike projektlahenduste ning ruumivajaduste kindlaksmääramist. Projekteerimismudel peab lisaks hõlmama kõiki projektiala piire.

Tänavad planeeritakse peamiselt kohaliku detailplaani aladel. Lisaks funktsioonide

tänavaalale paigutamisele ja ruumi reserveerimisele tuleb sageli arvesse võtta maa-aluse taristu paigutamist ning sellega seotud ruumivajadusi. Mudelprojekteerimise korral on lihtsam tagada, et kõik projekteeritud funktsioonid saab tänavaalale ära mahutada, või teisalt esitada põhjendatult võimalikke kõrvalekaldeid.

Teede, raudteede, tänavate ja parkide projekteerimise staadiumis koostatud teede ja nende keskkonna konstruktsioonimudelid peavad olema piisavalt täpsed, et need võimaldaksid tee geomeetriate täpset projekteerimist, tee ruumi reserveerimist ning keskkonda sobitamist. Need peavad võimaldama ka projekti mahtude usaldusväärset hindamist maksumuse kalkulatsiooniks. Eri projekteerimisvaldkondade projekteerimismudeleid ei ole aga vaja lõpuni valmis teha.

Teede, raudteede, tänavate ja parkide projekteerimise staadiumis koostatakse kuluhinnang ehitiseosa tasemel. Mudelprojekteerimine võimaldab erinevaid variante kiiresti ja täpsemalt võrrelda. Pidevad mudelid võimaldavad täpselt kindlaks määrata tee ruumivajaduse, s.t tee või raudtee maa-ala, et vajalikud alad valdusse võtta. Teisest küljest saab mudelprojekteerimise abil tagada, et kõik tarindid on võimalik asjakohases maakasutusplaanis määratud tänavaalale ära mahutada. Mudelipõhisel mahukalkulatsioonil põhinevad kuluhinnangud on usaldusväärsed. Samuti saab usaldusväärselt hinnata tarindite ja seadmete teisaldamise vajadust ning sellega seotud kulusid.

Valikuvariantide käsitlemine

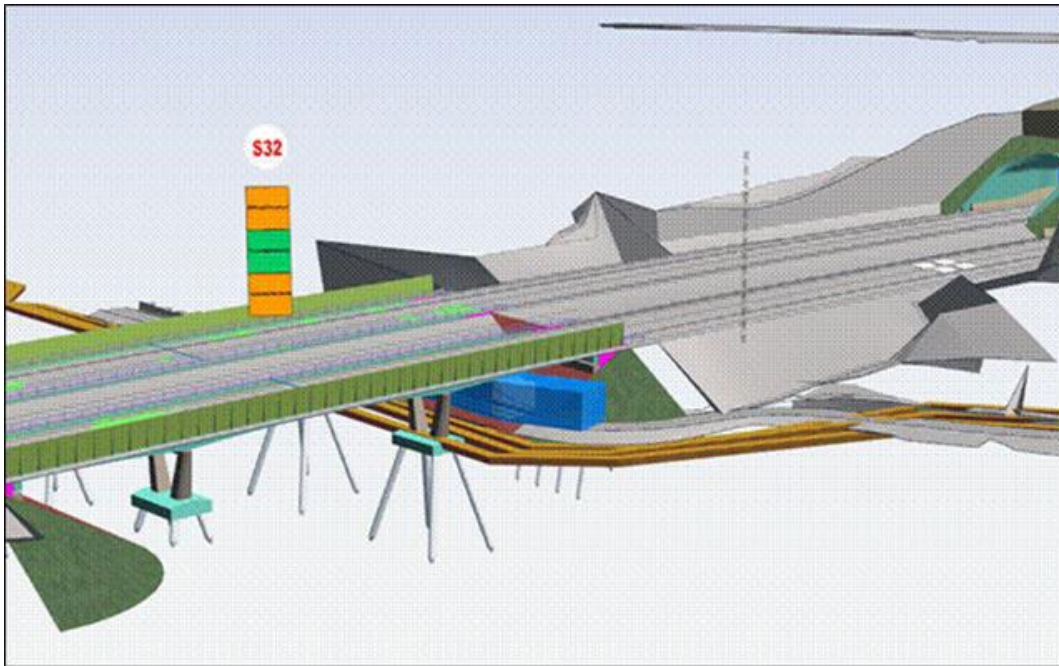
Isegi teede, raudteede, tänavate ja parkide projekteerimise staadiumis tehakse sageli erinevaid võrdlusi valikuvariantide vahel. Kui on tehtud projekti kokkulepitud põhivariantide mudelipõhised läbivaatused, tuleb need mudelid lisada üleantava lõpliku projektimaterjali hulka. Variantide võrdluseks kasutatavaid mudeleid ei ole vaja täielikult lõpetada. Need peavad üksnes andma edasi kogu olulise info, mille alusel on võimalik erinevate variantide vahel valida. Variandimudelite täpsus määratakse kindlaks infomudeli kaaskirjas.

Teede, raudteede, tänavate ja parkide projekteerimise staadiumis ei ole mõistlik võtta eesmärgiks puudusteta, täiesti pideva mudeli saamist. Sageli on kõigest pinnamudelid selles projekteerimisstaadiumis üleantava materjalina küllaldased ja murdejoonte materjali pole vaja üle anda. Kui murdejooned üle antakse, ei ole murdejoonte pidevaks muutmine nõutav, ka pole vajalik eri projekteerimisvaldkondade vaheliste üleminekualade üksikasjalik viimistlemine ehitustaseme täpsuseni. Tähtis on, et mudeli materjalist on näha, et objektide ja tarindite projekteerimisel võetakse arvesse koordineerimist ning vastuolude puudumist, nii et mudel vastab teede, tänavate ja raudteede plaani jaoks tüüpilisele tasemele. Näiteks tuleb teed ristmikel vertikaalsuunas mõistliku täpsusega kokku rihtida, et ühenduspunktid poleks nähtavalt astmelised.

Maa-ala piirid, millest tulenevad õiguslikud tagajärjed (näiteks tee maa-ala), tuleb selles projekteerimisstaadiumis siiski lõpuni valmis teha.

Nõue

Kõigil murdejoontel, punktidel, pindadel, objektidel jms, mis esitavad tarindeid, alasid, süsteeme või seadmeid, peab olema InfraBIM-i liigituse kohane pinnakood ja InfraBIM-i liigitusele vastav kood joone või punkti tuvastamiseks, ka peavad need sisaldama atribuudiinfot ning geomeetria kirjeldust, mis on esitatud lisas 3.1 „Üleantava materjali andmevahetusnõuded“.



Joonis 3.4. Tee projekti koondmodeli näide, mille korral on kasutatud tehnilist esitusviisi

3.2.5.4. Põhiprojekterimise staadium

Põhiprojekterimise staadiumis modelleeritakse kõik ehitusprojekti lõpuleviimiseks vajalikud osad. Sõltuvalt projektist on võimalik kokku leppida, et teatud tarindi osi ei modelleerita. Tähtsad teemad on tehniliste üksikasjade lahendamine ja projekterimine ning rajatise modelleerimine piisava täpsusega selleks, et oleks võimalik mudeli alusel ehitada. Põhiprojekterimise staadiumi modelleerimistäpsus peab alati vastama olukorrale ja projekterimisprotsessi valmidusastmele. Lisaks peab põhimudel vastama üleandmise staadiumis põhiprojekti dokumentidele ja joonistele. Kogu projekti põhimudel koosneb erinevate tarindosade osamudelitest. Need mudelid sobivad tõrgeteta kokku ja moodustavad ehitatava rajatise põhimudeli.

Põhiprojekti kuluhinnangu eesmärk on ehituskulude usaldusväärne prognoosimine ja põhiprojekti valmimisel peavad kõik mahud olema välja arvatud ehitiseosa tasemel. Projekti põhimudelid on põhiprojekterimise staadiumi lõpptooted, mis on pakkumiskutse lähtealuseks ja ehitusdokumendiks. Põhimudelid saab täpsustada näiteks ehitusmudeliteks, mis võimaldavad mudelipõhist ehitamist.

Põhimudel peab esitama ühemõtteliselt ja üksikasjalikult ehitamisele kuuluvate tarindite ehitiseosade (näiteks katendi- ja pinnakonstruktsioonid, pinnasetarindid, alus- ja kaljutarindid, süsteemid ja ehitustehnilised tarindosad) geomeetria ning atribuudiinfo. See informatsioon peab vastama lisas 3.1 „Üleantava materjali andmevahetusnõuded“ esitatud täpsus- ja ulatusnõuetele. Põhimudel peab lisaks hõlmama projekti korral kokku lepitud asjakohast sisustust, varustust, seadmeid, taimestikku, maa-alasid ja muid tarindeid või varahalduse seisukohast olulisi asjaolusid ning nendega seotud atribuudiinfot. Põhiprojekterimise staadiumis toetab modelleerimine projektide kooskõlla viimist, mahu- ja maksumuse kalkulatsiooni, informatsiooni haldamist, visualiseerimist, ehitusobjekti hankeid, ajakava koostamist, mõõdistamist, kvaliteedi tagamist ning masinajuhtimist.

Põhimudeli täpsusnõuded võib jaotada järgmiselt: sisunõuded atribuudiinfole, murdejoonte ja pindade pidevuse nõuded, geomeetriselised nõuded murdejoonte, pindade ja punktobjektide suhtes ning kolmnurkvõrkude korrapärasus.

Kõik põhimudeli murdejooned, pinnad ja alade piirid peavad olema võimalikult pidevad ja katkestusteta. Pinnad ei tohi hõlmata kõrguslikke üleminekuid, ka pole pindadel või aladel lubatud kattuvad murdejooned. Mudelisse võib hõlmata piiritlevad murdejooned (näiteks tugitarindid). Geomeetriselised jooned peavad hõlmama vähemalt horisontaalset geomeetriat nagu trassid, märgistusjooned, piirete ja ääretoe jooned.

Kõik ruumireservid ja alade piirid peavad katma projekteeritava tarindi kolmemõõtmelist ruumi- või maa-alavajadust. Ruumireservi võib esitada näiteks silindrikujulise või neljakandilise ruumilise keha või maa-ala piirava kinnise murdejoonega. Nende kõrguse määrab ülemine koondpind. Kõik ruumireservid ja maa-ala piirid tuleb hõlmata koondmudelisse ja üleantavasse materjali. Teealad, rohealad, saastunud pinnast piiravad alad ja kõik muud alaobjektid peavad olema ühtsed ja suletud.

Visualiseerimisala piiride täiustamiseks on näiteks võimalik siduda ala piiri kõrgustasand ülemisest koondpinnast mõne millimeetri võrra kõrgemalt või ka modelleerida need peaaegu vertikaalselt lõigatud pindadena. Sel viisil toetavad ala piirid koondmudelisse paremini visualiseerimist. Punktide kujul esitatud materjali ja objektide korral on tähtis, et materjal esitataks nii täpsel kõrgustasandil kui võimalik.

Murdejoonte, pindade ja punktobjektide (valgustuspostid ja sammaste stabilisatsioon) poolt peavad põhiprojekti joonised vastama põhimudelitele ning InfraRYL-i täpsusnõuetele. Pinnad, murdejooned ja punktid tuleb nimetada kooskõlas InfraBIM-i liigitusega. Murdejoonte materjaliga võrreldes peab kolmnurkvõrk olema korrapärane ja katkestusteta.

Nõue

Kõigil murdejoontel, punktidel, pindadel, objektidel jms, mis esitavad tarindeid, alasid, süsteeme või seadmeid, peab olema InfraBIM-i liigituse kohane pinnakood ja InfraBIM-i liigitusele vastav kood joone või punkti tuvastamiseks, ka peavad need sisaldama atribuudiinfot ning geomeetria kirjeldust, mis on esitatud lisas 3.1 „Üleantava materjali andmevahetusnõuded“.

3.2.6. Põhimudeli täpsusnõuded

Põhimudeli täpsusnõuded võib jaotada järgmiselt: sisunõuded atribuudiinfole, murdejoonte ja pindade pidevuse nõuded, geomeetriselised nõuded murdejoonte, pindade, objektide ja punktobjektide suhtes ning kolmnurkvõrkude korrapärasus.

3.2.6.1. Murdejoonte ja pindade pidevus

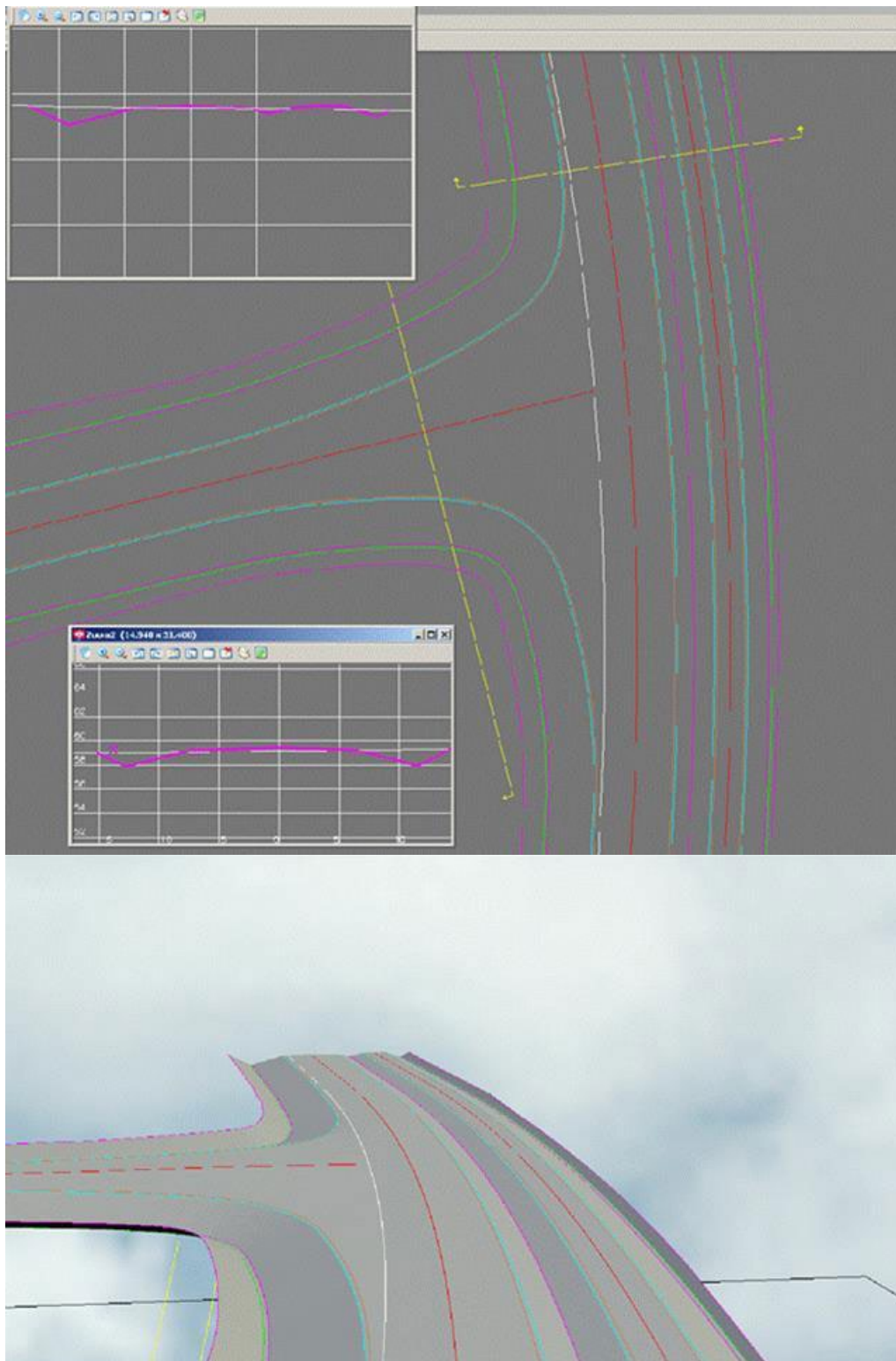
Nõue

Põhiprojektis peavad kõik murdejooned ja pinnad olema võimalikult pidevad. Pinnad ei tohi hõlmata kõrguslikke üleminekuid, ka pole pindadel lubatud kattuvad murdejooned. Teemudelites on teede ühenduspunktides murdejoonte vahel lubatud mitte üle ühe meetri laiune horisontaalne vahe.

Juhis

Murdejooned peavad olema pidevad ka näiteks ristmikel (sealhulgas ringristmikel), välja- ja pealesõidurampidel ning kohtades, kus ehitustüüp muutub. Kui eri teede murdejoonte vahel on lubatud väiksem kui ühemeetrine vahe, peab murdejoonte materjal siiski moodustuma pärast triangulatsiooni ühtse pinna. Teiste sõnadega ei tohi murdejooned paikneda vahe asukohas astmeliselt. Kohtades, kus ehitustüüp muutub, on eesmärgiks ühendada tarandid võimalikult sujuvalt. Pindade pidevust saab muuhulgas hinnata kontuurjoonte, ristlõigete ja ruumiliste vaadete abil.

Mõnes ehitustüübi muutumise kohas (näiteks kaevesüvendi ja muldetarindi alumine koondpind) ei moodusta pinnad tegelikkuses ühtset pinda. Sel juhul võib murdejooned jätta ühendamata tingimusel, et nende murdejoonte otste koordinaadid on samad.



Joonis 3.5. Murdejoonte ja pinna ideaalse pidevuse näide ristmikukohas

3.2.6.2. Murdejoonte materjali geomeetiline täpsus

Nõue

Murdejooned ei tohi arvutuslikust geomeetrisest joonest kõrvale kalduda rohkem kui 3 millimeetrit (joonis 3.6) ning murdejoone punktide vahekaugus ei tohi ületada 10 meetrit.

Juhis

Kõrvalekalded arvutuslikust geomeetrisest joonest luuakse ringjoone kaarte (horisontaalsete ja vertikaalsete kaarte) abil. Praegu loetakse sobivaks ligikaudu 3-millimeetrilist teoreetilist täpsust. Teemudelite koostamisel tuleb arvesse võtta nii horisontaalse kui ka vertikaalse geomeetria väärtusi. Määrav on väiksem raadius.

Murdejoone punktide vähim vahekaugus on 0,5 meetrit, välja arvatud juhul, kui konkreetne rajatis (näiteks müratõkkevalli ülemine kaar või järsk kurv ristmikul) nõuab modelleerimise õnnestumiseks tihedamat kinnist murdejoont.

Tabel 3.2. Murdejoone punktide suurim vahekaugus erineva kaare raadiuse (R) ja ümara serva raadiuse (S) korral

Kaare raadius R / ümara serva raadius S	Murdejoone punktide suurim vahekaugus (m)
1–39	R / 40 (vähemalt 0,5 m)
40–149	1 m
150–999	2 m
1000–3999	5 m
4000–	10 m

Ülaltoodud kaare raadiuse kohta kehtivaid põhimõtteid rakendatakse ka klotoidide korral. Tabelis 3.3 on toodud suurimad väärtused, mis tagavad piisava täpsuse.

Tabel 3.3. Horisontaalse teetrassiga paralleelsete murdejoonte suurimad pikkused erinevate klotoidideväärtuste korral

Klotoidi parameeter A (m)	Murdejoone suurim pikkus (m)
40–79	1 m
80–499	2 m
500–999	5 m
1000–	10 m

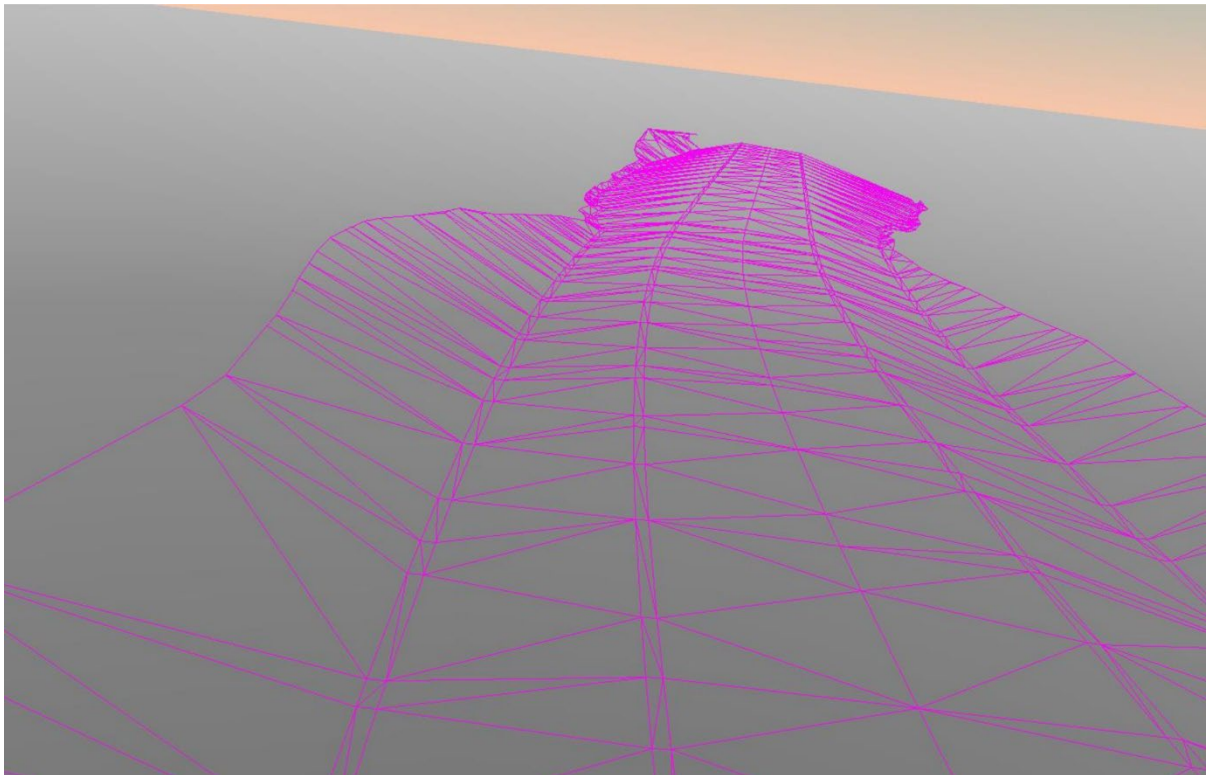
Maapinnaga piiratud murdejoonte (näiteks pinnasesüvendi nõlva või mulde allserva) korral võib kasutada umbes ühemeetrise murdejoone punktide vahekaugust, et murdejoon järgiks maapinda piisava täpsusega.

3.2.6.3. Kolmnurkvõrkude korrapärasus

Juhis

Põhimudelis peavad kolmnurkvõrgud olema võimalikult korrapärased, s.t kolmnurgad peavad olema ühendatud sama murdejoonega ühtlase vahekaugusega. Parim viis selle nõude täitmiseks on seada murdejoone punktid ühtlaste vahedega, näiteks 5 või 10 meetri tagant. Kolmnurkmudeli korrapärasust mõjutab muuhulgas näiteks see, kas murdejoonte materjal hõlmab täiendavaid murdepunkte. Korrapärane kolmnurkmudel lihtsustab tarindipinnast ettekujutuse saamist. Murdejoonte materjal ja selle alusel saadud kolmnurkvõrk peavad üksteisele vastama selliselt, et igas murdejoone punktis paikneb kolmnurga tipp. Murdejoon ei tohi sisaldada punkte, mis pole kolmnurkvõrgu osa.

Kolmnurkvõrgu korrapärasuse nõue on täidetud, kui järgitakse selles juhendis ette antud murdejoone pikkuseid. Joonisel 3.6 on kujutatud korrapärase kolmnurkvõrgu näide.



Joonis 3.6. Piisavalt korrapärase kolmnurkmudeli perspektiivkujutis

3.2.7. Üleantava materjali andmevahetusnõuded tarindosade kaupa

Üleantava materjali andmevahetust käsitlevad nõuded võib leida InfraBIM-i üldnõuete lisast 3.1 „Üleantava materjali andmevahetusnõuded“. Lisas on nõuded jaotatud tarindosade kaupa ja esitatud nõuete tabelites. Lisas on iga tarindosa kohta ja projekteerimisstaadiumite kaupa esitatud modelleerimisvajadus, modelleerimismeetod ja nõutav atribuudiinfo, mis hõlmatakse üleantavasse materjali.

Lisaks kohustuslikule atribuudiinfole, mis on vajalik vastavuse saavutamiseks Inframodeli spetsifikatsioonidega, on tabelites esitatud projektiga seotud info, mille täitmine Inframodeli vormingus üleantavasse materjali ei ole nõutav.

Nõuete tabelite täiendamiseks on modelleerimisnõuded koondatud ka Exceli tabelisse, et hõlbustada andmesisu liigendamist ja kitsendamist (lisa 3.2 „Üleantava materjali andmevahetusnõuded projekti staadiumite kaupa“).

Tarindosapõhiste nõuete tabelite ja Exceli tabeli sisu ja kasutamise kohta leiab lisainfot lisa punktist „Üldine“.

Raudteevõrkude modelleerimisnõuded (kaitseeadised, elektriraudtee ja muud raudtee tugevvoolu süsteemid , raudteemärgid, reisijainfo) on katseprojekti staadiumis ning esitatakse eraldi dokumendis.

3.3. Taristu mudelprojekteerimise kasutamine projekteerimise käigus

3.3.1. Modelleerimise kasutamine tsoneerimisel

Tavapäraste projekteerimismeetoditega võrreldes tulevad mudelprojekteerimise eelised esile eriti tsoneerimisprojektides, kus kohapealse detailplaneeringu toetuseks koostatakse ka esialgne kommunaaltehnika üldplaneering. Mudelipõhiste läbivaatuste eelised muutuvad ilmsemaks näiteks siis, kui otsustatakse tänava- ja pargialade piiride üle, määratakse ruumireserve kommunaalteenuste jaoks või müra leviku tõkestamiseks vajalike tarindite, tugitarindite, tulvaveekanalite jms jaoks või täpsustatakse nende tarinditega seotud funktsioone. Mudelipõhiste läbivaatuste põhjal saab kõige sobivamad tehnilised lahendused ja lähenemisviisid kindlaks määrata juba tsoneerimise staadiumis.

Hetkeolukorda saab muuhulgas kujutada maastiku- ja pinnasemudelite ning hoonete ja tarindite abil. Saastunud alasid, suure loodusliku väärtusega alasid ja muid sarnaseid mittemateriaalseid alasid saab esitada alapiiride või üksikute punktobjektide korral kehadena (näiteks kaitsealuste lendorava pesapuude puhvertsoonid). Reeglina ei ole pinnase- ja maastikumudeli andmete ning muude tsoneerimisstaadiumis saadaolevate lähteandmete täpsus veel põhiprojekti jaoks nõutaval tasemel. Lähteandmete puudujääkide tõttu hõlmavad projektlahendused mõningaid oletusi, ent tuleb tagada, et maakasutusplaani saaks projekteeritavate rajatiste jaoks piisav ruumireserv. Niisugused oletused võivad näiteks hõlmata võimalike, kuid veel mitte kindlate kaljusüvendite esitamist pinnasesüvenditena. Lähteandmete võimalikud puudujäägid ja sellega seotud oletused projektlahendustes lepitakse kokku iga projekti korral eraldi.

Esialgse kommunaaltehnika üldplaneeringu jaoks modelleeritavate uute tarindite täpsusastet kohandatakse tsoneerimise vajaduste järgi ja määratakse igal üksikjuhul eraldi. Reeglina tagavad lihtsustatud tehnilised mudelid (pinnad, murdejooned, kehad), mis võimaldavad määrata planeeritava ala piire, tsoneerimiseks piisavalt informatsiooni. Projekteerimismudelite lihtsustamise eesmärk on vältida ülemodelleerimist ja keskenduda tsoneerimise tarbeks vajalikele ruumireservidele. Projektlahenduste arusaadavust saab suurendada juba lihtsamate tehniliste mudelitega. Need parandavad ka lahenduste vastuvõetavuse ja visualiseerimisega seotud omadusi.

Mudelprojekteerimise eelised ilmnevad pärast tsoneerimisstaadiumit toimuvates projekteerimisstaadiumites, sest siis nõuavad projekteeritud põhilahendused vähem muutmist ning samuti väheneb aja- ja ressursimahukate plaanimuudatuste vajadus.

3.3.2. Kooskõlla viimine ja dialoog

Üks mudelite põhilisi kasutusviise on hetkeolukorra ja projekti kooskõlla viimine, mida saab teha tarindosade väliste geomeetria abil. See üksi annab olulised eelised ja võimaldab tagada, et kõik tarindosad mahuksid reserveeritud maa-alale. Kooskõlla viimist toetavat mudelimaterjali kasutatakse eri viisidel projektisisesteks töödeks ja ka dialoogis huvirühmadega. Mudelite laialdane kasutamine dialoogis on veel ees ja see nõuab teguviisi süstemaatilist muutmist.

3.3.2.1. Kooskõlla viimine

Mudelite kooskõlla viimine toimub kogu projekti projekteerimistöö vältel ja see on üks mudelprojekteerimise olulisi elemente. Kooskõlla viimine tagab kõnealuste projektlahenduste õigsuse ja kokkusobivuse. Projekteerijad vastutavad oma koostatud taristu infomudelite kooskõlla viimise eest ja ka selle eest, et mudelid sobiksid kokku muude projekteerimisvaldkondade mudelitega. BIM koordinaator vastutab projekti modelleerimistöö üldise koordineerimise eest ning kõnealuse projekteerimisvaldkonna eest vastutav isik tegutseb projekteerimismeeskonna ja BIM koordinaatori kontaktisikuna.

Mudelite kooskõlla viimine võib toimuda kas eraldi tarkvaraprogrammide abil või otse projekteerimissüsteemis. Kui kasutatakse eraldi tarkvara, on tavaliselt vaja mudelid käsitsi tarkvarasse importida ja ka mudelite uuendamine on harilikult käsitsitöö. Mõned koondmudelite koostamiseks kasutatavad tarkvara- ja projekteerimissüsteemid on andmebaasipõhised. Niisuguse tarkvara eelis on see, et kõigile, kellel on juurdepääs andmebaasile, on alati kättesaadav projekti kõige uuem variant ja ajakohased mudelid. Kooskõlla viimise seisukohast tähendab see ühtlasi, et on äärmiselt tähtis tagada, et kõik projekteerimise mõttes omavahel seotud osamudelid oleksid ajakohased ja vastaksid projekti hetkeseisule.

Erinev tarkvara pakub kooskõlla viimise toetuseks eri töövahendeid. Levinud funktsioon on mudelite vastuolude kontroll, mida kasutatakse omavahel vastuolus ja lõikuvate mudelite tuvastamiseks. Mõni tarkvara võimaldab automaatset vastuolude kontrolli, aga selle saab läbi viia ka visuaalselt.

Projekteerimisstaadiumis on soovitatav korraldada kooskõlastuskoosolekuid, kus osalevad vähemalt BIM koordinaator ja erinevate projekteerimisvaldkondade vastutavad isikud. Nendel koosolekutel arutatakse projekteerimisolukorda ja kooskõlla viimise probleeme. Enne iga kooskõlastuskoosolekut eksporditakse uusimad mudelid BIM koordinaatori järelevalve all eraldi koondmudeliks või kui kooskõlla viimine toimub projekteerimissüsteemis, siis tagatakse, et andmebaasis olevad mudelid oleksid ajakohased. BIM koordinaator kontrollib koondmudeli enne kooskõlastuskoosolekut üle. Selle kontrollimise käigus dokumenteeritakse kõik probleemid ja kommentaarid ning vaadatakse seejärel kooskõlastuskoosolekul üle. Projekteerija parandavad kooskõlastuskoosoleku kommentaaride alusel võimalikud leitud vastuolud ja BIM koordinaator kinnitab järgmisel kooskõlastuskoosolekul mudelite parandamise. Soovitatav on ühendada seda tüüpi kooskõlla viimine tehniliste projektikoosolekutega, nii et modelleerimine oleks selgelt projekteerimise teenistuses.

3.3.2.2. Koosolekutavad

Infomudelite kasutamine on tõhus viis vaadata projektlahendused ning olukord projekti- ja objektikoosolekutel üle. Tavapärase joonistega võrreldes annavad mudelid projekti seisust parema üldpildi ja hõlbustavad projekteerimistöö edenemise jälgimist. Samuti lihtsustavad mudelid projekteerimise probleemkohtade ning eri projekteerimisvaldkondade vaheliste vastuolude avastamist ja leidmist.

Kõiki koosolekutel arutlusele tulevaid teemasid ei saa veel mudelite abil esitada. Näiteks võib olla võimatu saada otse koondmudelilt täpsed konstruktsioonilõiked ja sel juhul tuleb printida mudelite täiendamiseks tavajoonised. Teiste sõnadega ei saa mudelid veel kahemõõtmelisi jooniseid täielikult asendada, kuid joonised toetavad ja täiendavad koosolekutel mudelimaterjali ja vastupidi.

Tänapäeva tarkvara võib pakkuda eri töövahendeid ja funktsioone, mida saab kasutada projektide mudelipõhisel esitlemisel ja projekti eri osaliste vahelises dialoogis. Näiteks on võimalik salvestada eelnevalt määratud vaated, et võimaldada projektlahenduste ja probleemide tõhusat läbivaatamist isegi suurte projektide korral. Sõltuvalt tarkvarast võivad saada olla ka eri funktsioonid, mis võimaldavad esitada koosolekutel ajakava ja ehitamise etappe. Kõik probleemid ja muud esitatud kommentaarid saab koosoleku ajal salvestada ja siduda läbivaatamisel oleva mudeliga. Seejärel saab kommentaarid mudelite kaudu vahetult asjakohasele projekteerijale edastada.

Soovitatav on koosolekud hoolikalt ette valmistada, et koosolekul saaks mudelid täies mahus ja tõhusalt kasutada. Kogu esitatav mudelimaterjal tuleb enne koosolekut üle kontrollida ja kooskõlla viia. Projekti eri osalised annavad nõutava materjali kokkulepitud ajakava kohaselt ja kokkulepitud vormingus üle kõnealuse esitluse eest vastutavale isikule. Mudelimaterjaliga on kaasas lühikirjeldus, mis täpsustab mudelite oleku ja valmidusastme, ning muud koosoleku seisukohast olulised kommentaarid mudelite kohta.

Taristu infomudelid ühendatakse vajaduse järgi eraldi koondmudeliks. Kõik esitatava materjali kohta käivad kommentaarid tuleb salvestada. Koondmudeli koostamine ja ettevalmistamine kuulub projekti korral kokku lepitud isiku, harilikult BIM koordinaatori vastutusalasse.

Eraldi koondmudeli asemel võib projekte ja mudelid esitleda ka otse projekteerimistarkvarast. Reeglina on see tegevus vähem töömahukas ja ökonoomsem, andes ühtlasi võimaluse vaadata originaalmudeleid (originaalmudeleid) ja -projekte. Kui projekti osalised saavad projekteerimistarkvara sellel otstarbel kasutada, võib olla mõistlikum esitada mudelid ja projektid otse projekteerimistarkvarast selle asemel, et koostada eraldi koondmudelid.

3.3.2.3. Huvirühmade kaasamine

Esitus- ja koondmudeleid saab kasutada huvirühmade kaasamiseks mõeldud ja avalikel üritustel dialoogi ja otsuste tegemise toetamiseks. Ka saab mudelid kasutada infovahetuse ja turunduse jaoks. Olukordades, kus on tegu dialoogiga, muutub tähtsamaks esitatud mudelite visuaalne külg, eriti juhul, kui osalevad huvirühmad on projekteerimisprotsessi välised. Dialoogis on edukaks osutunud esitus- ja koondmudeli kombinatsioon. Tavaliselt eelistavad vaatajad näha hetkeolukorda võimalikult realistlikult esitatuna. Projekteeritava olukorra esitus võib teisest küljest olla tehnilisem ja vähem töödeldud kavand.

Peale esitus- ja koondmudelite saab mudelimaterjali kasutada huvirühmade kaasamisel näiteks mängumootorite abil. Kui materjali töödelda ja see mängumootorisse eksportida, saab juba visuaalsetesse mudelitesse funktsioone lisada. See tähendab, et inimesed saavad mängumootori ja VR-peakomplekti abil vaadata, kuidas projekteeritav rajatis valminuna välja näeb.

Tuleb märkida, et visuaalselt realistlikuma esitusmudeli koostamine või materjali mängumootorisse eksportimine nõuab alati olulisel määral lisatööd ning seda tüüpi materjali ettevalmistamises tuleb kindlasti eraldi kokku leppida.

3.3.2.4. Halduslikud otsused

Niisuguste projektide ettevalmistamist, kus tuleb järgida teatavat õiguslikku menetluskorda, reguleerivad näiteks maanteeseadus, raudteeseadus, maakasutuse ja ehitusseadus ning asjakohased määrused. Nende seaduste ja määrustega kehtestatakse nõuded halduslikuks menetluseks nimetatud protsessi jaoks. Protsess algab teadaandega projektide ettevalmistamise kohta, nagu nõuavad kohaldatavad seadused. Halduslik menetlus hõlmab ka näiteks projekteerimisstaadiumi aegset dialoogi, valmis projekti üldsusele kättesaadavaks tegemist ja võimaluse andmist vastuväidete esitamiseks, projektiga seotud konsultatsioone ning projekti heakskiitmist ja edasikaebamist.

Praegu ei ole võimalik viia halduslikku menetlust läbi ainult mudelipõhise projektimaterjali alusel. Halduslik menetlus üldiselt ja valmis projekti töötlemise staadiumid ning eriti projektide jäädav talletamine (arhiveerimine) tuginevad peamiselt paber kandjal projektimaterjalile. Elektrooniliste toimingute ja materjali juurutamine ning kasutuselevõtt nõuab näiteks elektrooniliste teenusesüsteemide väljatöötamist asjaomastele ametkondadele kasutamiseks seoses projekteerimisprotsessiga. Lisaks tuleb edaspidi välja töötada nõuded eri projekteerimisstaadiumites toimuvale informatsiooni modelleerimisele, et mudelid hõlmaksid ka projektide haldusliku menetlemise jaoks vajalikku sisu. Niisugune sisu on näiteks projekti õiguslikke tagajärgi käsitlev sisu. Haldusliku menetlusega seotud tähtis aspekt on ka infomudelimaterjali kättesaadavus ja seda tuleb edasi arendada. Rühmadele, kellega tuleb projekteerimisprotsessi juures arvestada (näiteks projekteerimisalal asuva kinnisvara omanikud), tuleb anda projektimaterjali läbivaatamise võimalus kohaldatavates seadustes määratud ajal, olenemata nende arvutikasutusoskustest või vastavate seadmete omamisest. Tulevikus tuleb ka otsustada, millises vormingus peavad olema infomudelid, mis arhiivides jäädavalt säilitatakse.

3.3.3. Mahu- ja maksumuse kalkulatsioon

Üldinfo

Üks informatsiooni modelleerimise olulisemaid eeliseid on koguse- ja mahuinfo kiirem ja täpsem teadasaamine. Tänu mudelprojekteerimise ja infomudelite ning väljatöötatud tarkvara võimaldatud visualiseerimisele saavad projekti osalised olla kindlamad mahuinfo õigsuses. Sedamööda, kuidas väheneb mahtude käsitsi arvutamise osakaal, saavad projekteerijad ja peatöövõtjad keskenduda teostamise optimeerimisele ning potentsiaalselt ökonoomsemate projektivariantide väljatöötamisele ja esitamisele.

Ehitiseosade kalkulatsioonis on võimalik määrata mahtude kohta lisakulud. Kõige tavalisem lisakulu on veokaugus. Reeglina pole seda tüüpi info mudelimaterjalis kättesaadav, vaid tuleb lisada arvutustele käsitsi.

Mudelipõhistes projektides peab olema võimalik peamiselt mudelimaterjalil põhinev mahukalkulatsioon.

Nõue

Mahukalkulatsiooniks kasutatavad pinnad tuleb modelleerida, dokumenteerida ja nimetada InfraBIM-i üldnõuete kohaselt.

Mahukalkulatsioon projekti eri staadiumites

Allpool kirjeldatakse mudelipõhise mahukalkulatsiooni põhimõtteid projekti eri staadiumites.

Teostatavusuuringu, vajaduste hindamise ja eelprojekteerimise staadium

Teostatavusuuringu, vajaduste hindamise ja eelprojekteerimise staadiumi kuluhinnangud peavad olema nii täpsed, et need annaksid usaldusväärse aluse projekti kogumaksumuse hindamiseks. Kulud arvutatakse projekti iga osa jaoks ja enamasti põhinevad need kalkulatsioonid endiselt vähemalt osaliselt ekspertide hinnangutel. Teeprojekti kõigi osade ehituskulud arvutatakse keskmise maksumusena eurodes meetri kohta.

Mudelipõhist mahtude hindamist saab alustada juba teostatavusuuringu ja vajaduste hindamise staadiumis. Mitmel juhul põhinevad maastikumudelid ja pinnase andmed Soome maamõõduameti antud pinnasekaartidel ning kaartide ja aerofotode andmetel, olles seega veel väga üldised ja ebatäpsed. Ebatäpsete lähteandmete alusel modelleerimine on siiski võimalik. Sel juhul saab mudelipõhiselt hinnata mullete ja süvendite umbkaudseid mahte, suurust ja tüüpi.

Mahuandmete mudelipõhine kasutamine maksumuse kalkulatsioonil algab hiljemalt eelprojekteerimise staadiumis. Mudelprojekteerimise korral on põhimõte, et mudeleid kasutatakse mahukalkulatsiooniks ja seega ka kuluhinnangu koostamiseks.

Praegu ei ole täielikult mudelipõhine mahukalkulatsioon teostatavusuuringu, vajaduste hindamise ja/või eelprojekteerimise staadiumis alati mõistlik, sest see võib kaasa tuua modelleerimise eelistega võrreldes tarbetult mahuka menetluse.

Haldusliku menetluse staadium (teede, raudteede, tänavate ja parkide projekteerimise staadium)

Haldusliku menetluse staadiumis on mahukalkulatsiooni eesmärk viia peaaegu kõigi mahuandmete täpsus ehitiseosa tasemele, et kuluhinnang põhineks ehitiseosade järgi tehtud arvutusel. Mudelprojekteerimine võimaldab erinevaid variante ja nende maksumust kiiresti ja täpsemalt võrrelda.

Teede, raudteede, tänavate ja parkide projekteerimise staadiumis peab lähteandmete (sealhulgas maastikumudeli) täpsus olema selline, et oleks võimalik täpne ja usaldatav projekteerimine ning seega ka mahukalkulatsioon. Lisaks tuleb esitada pinnasemudel (pinnase üleminekukihid) parima võimaliku täpsusega, mida lubavad geotehnilised uuringud.

Põhiprojekteerimise staadium

Põhiprojekti kuluhinnangu eesmärk on ehituskulude usaldusväärne prognoosimine ja kui põhiprojekt on valmis, on kõik mahud välja arvatud ehitiseosa tasemel.

Täpse mahukalkulatsiooni aluseks on piisavalt täpsed lähteandmed. Maastikumudeli täpsus peab olema põhiprojekti tasemel ja samuti peavad saadaval olema põhiprojekti korral nõutava täpsusastmega geotehniliste uuringute andmed, et oleks võimalik luua piisavalt täpse pinnasemudeli. Mahuarvutuste tarbeks tuleb pinnasekihid modelleerida jätkuvate pindadena. Pinnasetüübid tuleb modelleerida koos nende omadustega selles mõttes, et ehitamiseks sobivaid pinnasetüüpe saaks ebasobivatest tüüpidest eristada. See nõuab, et lähteandmete kvaliteet oleks piisavalt hea.

Põhiprojekteerimise staadiumis saab mudelite abil arvutada projekti mahud kihtide kaupa ja vajaduse korral ala või lõigu kaupa. Mahte saab arvutada ka näiteks tee, projekti osa või tarindosa kaupa.

3.3.4. Ehitusstaadiumi modelleerimine

Mudelprojekteerimine võimaldab modelleerida ehitusstaadiumis erinevaid tööetappe. Mudelitesse saab lisada ka ajakavad. Tööetappide planeerimist modelleerides tuleb alati kaaluda mudelite otstarvet: kas tööetappide planeerimise modelleerimine peaks arvesse võtma eri tööetappide ruumivajadusi või on modelleerimine tähtis kulude või mõne muu teema seisukohast.

Reeglina on ehitusstaadiumi modelleerimine peatöövõtja kohustus, aga seda saab teha juba projekteerimise vältel, kui kaalumisel on ehitusaegne liikluskorraldus ja sarnased küsimused.

Tööetapi plaanide modelleerimistäpsus sõltub mudelite kasutusest. Soovitav on lisada töö spetsifikatsiooni vähemalt tööetappide modelleerimise ligikaudne kirjeldus.

3.3.5. Mõjude modelleerimine

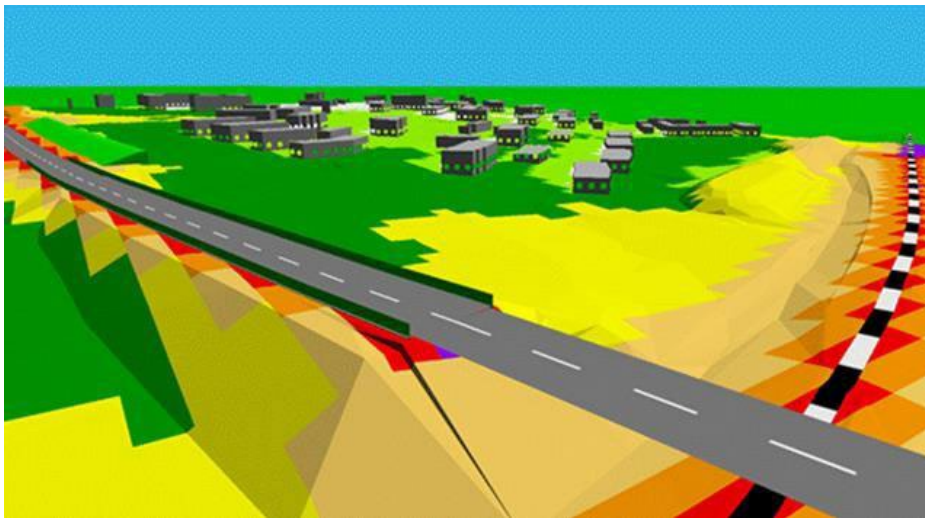
3.3.5.1. Mürataseme mõjuhindangud

Keskonnaministeerium välja andnud üldjuhendi arvutusmodelite kohta, mida tuleb kasutada tee- ja raudteeliikluse mürataseme hindamisel.

Mürataseme lähteandmed hõlmavad järgmist:

- maapinna kõrgus,
- hoonete asukoht ja kõrgus,
- maapinna helineelavusomadused,
- müra summutavate tarindite asukoht ja kõrgus,
- tee asukoht ja kõrgus; praegune ja projekteeritav olukord,
- tee liiklusmahud; praegune ja prognoositav olukord,
- elanike arv (info tuleb lisada hoonete juurde).

Lähteandmete alusel luuakse mürataseme arvutamise programmis ruumiline arvutusmodel. Arvutusmodel ja sisestatud liiklusandmete abil sooritatakse vajalikud müra leviku arvutused, mille tulemusel saadakse ekvivalentse püsiva helirõhutaseme tsoonid päevasel ja öisel ajal ($L_{Aeq\ 7-22}$ ja $L_{Aeq\ 22-7}$).



Joonis 3.7. Mürataseme arvutusmodel, kus teeliikluse mürataset reguleeritakse mürapiirete ja müratõkkevalli abil. Arvutuse abil määratakse kindlaks müratsoonid ja ekvivalentsed püsivad helirõhutasemed hoonefassaadide juures.

Esitamisele kuuluvad mürataseme arvutuste tulemused koosnevad järgmistest elementidest.

- Müratsoonid ($L_{Aeq\ 7-22}$ ja $L_{Aeq\ 22-7}$) aladena, tsoneerimine 5 dB intervalliga:
 - praeguses/alguses olukorras (kui arvutatakse),
 - prognoositavas olukorras.
- Projekteeritavad mürasummutustarandid:
 - müratõkked ja -piirded: tarindi asukoht ja suurim kõrgus (joonandmed),
 - müratõkkevallid: tarindi asukoht ja suurim kõrgus (joonandmed) ja võimalikud pinnamudelid (murdejooned ja pinnamudelid).

Sõltuvalt projekteerimisstaadiumist ja vajadustest modelleerivad ehitustehnika ja taristu projekteerimisega tegelejad mürataseme arvutuste alusel väljapakutavad mürasummutustarindid igakülgseltks mudeliteks, mis vastavad InfraBIM-i üldnõuetele.

3.3.5.2. Riskijuhtimine

Oma lihtsaimas vormis tähendab infomudelite kasutamine taristuprojekti riskijuhtimises informatsiooni paremat ühiskasutust kogu projektorganisatsioonis ja seda võib lugeda edukamaks riskijuhtimiseks. Tuvastatud riskid võib infomudelitel näidata geomeetriselise sümboliga, mille kuju lepitakse kokku projekti avakoosolekul. See sümbol moodustatakse informatsiooni modelleerimise tarkvaras olemasolevate geomeetriseliste objektide abil ja riskijuht otsustab, milline info tuleb objektile manustada. Kasulikuks lahenduseks on osutunud näidata kõnealuse riski number koos riskiojektiga. Number võetakse riskijuhtimiskavas kasutatavast nummerdusest ja objekti värvus määratakse kõnealuse riski ohjemeetmete kategooria põhjal. Kui informatsiooni modelleerimise tarkvara ei võimalda kasutada sama värvitooni nagu riskijuhtimiskavas, kasutatakse lähimat olemasolevat värvitooni.

Riskijuht otsustab riskiojektide suuruse objektide loomisel infomodelis. Objekti suuruse määramisel tuleb arvestada, et riskid võivad teatud aladel koonduda. Teine objekti suurust mõjutav tegur on see, et asukoht, ohjemeetme kategooria ja numbriinfo peavad olema selgelt loetavad ka siis, kui projekti vaadatakse erinevates mõõtkavades. Eriti tuleb tähelepanu pöörata sellele, et ei koguneks ülestikku paiknevat riskiinfot, mis muudaks informatsiooni loetamatuks.

3.4. Kvaliteedi tagamine

Selles osas käsitletakse kvaliteedi tagamise protsessi ja sellega seotud rolle projekti informatsiooni modelleerimisel. Kvaliteedi tagamise kohta antakse lisainfot peatüki „Üldinfo“ punktis 1.4.2 „Kvaliteedi tagamine“.

3.4.1. Kvaliteedi tagamise rollid ja vastutus

Projekteerija ülesanded

Projekteerija peab jälgima mudelimaterjali ja selle kvaliteeti, enesekontrolle tuleb teha juba enne sisemist kontrolli. Materjali koostamise vahetähtajad määratakse kindlaks projekti alguses. Projekteerimise juht vastutab projektide kooskõlla viimise eest ja iga projekteerija vastutab oma projekteerimisvaldkonna eest.

Projekteerija vastutab koostatud materjali tehnilise kvaliteedi ja projekteeritud sisu eest. Projekteerija vastutab taristu infomudelite koostamise eest, mille koostamises projekti vältel ja lõpptähtajaks on kokku lepitud, kooskõlas nii projektipõhiste kui ka üldjuhendite ja -nõuetega, kokkulepitud vormingus ning kokkulepitud ajakava piires. Taristu infomudeliga seotud projekti erinõuded ja -juhendid koondatakse ning esitatakse BIM rakenduskavas.

Projekteerija ülesanded

- Projekteerija koostab taristu infomudelid kooskõlas InfraBIM-i üldnõuete ja projekti erinõuetega.
- Kõik kvaliteedi tagamise käigus tuvastatud vead ja puudused pannakse kirja *sisekontrolli aruandes*.
- Sisekontrolli aruandes pannakse kirja ka kõik parandusmeetmed või nende puudumine koos asjakohaste põhjendustega.
- Sisekontrolli aruanne saadetakse koos materjalide kataloogi ja infomodeli kaaskirjaga, et hõlbustada tellijal projekteerimismudelite kontrollimist.

Taristu infomudelite kõige suuremaid puudusi ja vigu saab ära hoida projekti BIM rakenduskava kohase tegutsemisega ning mudelite kontrollimisega nii, nagu on määratud **sisekontrolli aruandes**.

Projekteerimismudelite kontrollimise juhised

- Projekteerija kontrollib oma mudeleid algse tarkvara ja selle töövahendite abil kooskõlas *sisekontrolli aruandega*. Taristu infomudelid kontrollitakse üle muu tarkvara abil, mis toetab kõnealust andmevahetusvormingut.
- Selle ülekontrollimise teeb teine projekteerija või kvaliteedi tagamise spetsialist.

Peale ülalnimetatud ülesannete tuleb arvesse võtta kõiki projekteerimisvaldkonna põhiseid ülesandeloendeid, eeskirju ja seadusi.

BIM koordinaatori ülesanded

BIM koordinaatori ülesanded hõlmavad üldist koordineerimist ja eri projekteerimisvaldkondade kooskõlalise kontrollimist. Allpool on toodud soovituslik loend, mida saab kasutada BIM koordinaatori jaoks projektipõhise ülesandeloendi koostamiseks.

BIM koordinaatori ülesanded hõlmavad näiteks järgmist:

- tagada, et mudelid vastaksid projektipõhiste ning muudele kokkulepitud juhenditele ja eeskirjadele (mudeli enda tehnilise sisu ja õigsuse eest vastutab infomodeli koostanud isik);

- kontrollida mudelite vastavust koordinaatsüsteemi, mõõtühikute ja failivormingute seisukohast;
- vajaduse korral koondada eri projekteerijate ja projekteerimisvaldkondade infomudelid eelnevalt määratud intervalli tagant üheks või mitmeks koondmudeliks;
- kontrollida infomodeli kaaskirja, materjalide kataloogi ja sisekontrolli aruandeid.

Kui esineb projektdokumentide ja mudelite vastavusega seotud puudusi või vigu, koordineerib BIM koordinaator projekteerijate poolset algmudelite parandamist. Kui koondmudelite esitamisega otse projekteerimistarkvarast või -andmebaasist on võimalik ära hoida liigset töötlemist ja tarbetuid kulutusi, siis on soovitatav nii toimida.

Tellija ülesanded

Projekteerija peab andma tellijale mudelid, mis vastavad tehtud joonistele ning vastavad projektpõhiste kvaliteedinõuetele ja üldnõuetele. Seetõttu on tähtis järgida kvaliteedi tagamise igal etapil hoolikalt kvaliteedi tagamise tava, mis on esitatud selles juhendis, ja muud asjakohast head tava.

Tellija või tema esindaja vastutab projekti kvaliteedi tagamise ja sellega seotud sisemise kontrolli toimumise ning dokumenteerimise kontrollimise eest.

Tellija võib teha taristu infomudelite kvaliteeditagamise ise või anda selle läbiviimise ülesandeks informatsiooni modelleerimise spetsialistile. Tellija kvaliteeditagamistööde tegija peab omama asjakohast oskusteavet ja tundma valdkonda, ka peavad tal olema ülesande täitmiseks vajalikud töövahendid ning tarkvara.

Kui infomudelite tellija või välise kontrollija poolisel kontrollil avastatakse puudusi, ei parandata neid kontrolli käigus. Selle asemel teatatakse kõigist probleemidest projekteerijale, kes hoolitseb vajalike parandusmeetmete eest. Reeglina peab tarnija täielikult kõrvaldama kõik aruandes mainitud probleemid. Kui selles reeglis tehakse erand, peab mudelite tarnija dokumenteerima parandusmeetmete võtmata jätmise põhjendused.

Pärast tellija või tema esindaja heakskiitu antakse taristu infomudelid üle kokku lepitud ulatuses.

3.4.2. Kvaliteedi tagamise protsess

Taristu infomudelite kvaliteedi tagamine on tavapäraste projekteerimistööde osa. Koostatud taristu infomudeleid tuleb projekteerimisprotsessi vältel korrapäraselt kontrollida, mitte teha seda vaid seoses materjali üleandmisega. Sel viisil on võimalik tagada, et materjalil on õige tehniline andmesisu ja see on ühilduv ning igakülgne. Taristu infomudelite kvaliteedi tagamine ei asenda tavapäraselt projekteerimise kvaliteedi tagamist, mille käigus kontrollitakse kõnealuse projektlahenduse kvaliteeti muude aspektide, näiteks tehnilise ja keskkonna vastavuse, asjakohastele juhenditele vastavuse ja mõõtmestamise seisukohast. Teiste sõnadega on mudelite tehniline kontrollimine projektide kvaliteedi tagamise osa. Üldiselt väljendudes peavad projektid ja mudelid olema kokkusobivad ja kooskõlas.

Kvaliteedi tagamise käigus vaadatakse taristu infomudelid ja nende sisu üle neljast eri vaatenurgast.

1. Infomudeli kvaliteedi tagamine ja kokkusobivus. Kas lahendus üldiselt toimib hästi ja on teostatav? Kas tehniliste ja osamudelite kooskõllalisuses ilmneb vigu või vastuolusid? Kas mudelid on kokkusobivad?

Eri projekteerimisvaldkondade projektimaterjali omavahelist kokkusobivust kontrollitakse koondmudeli abil või visuaalselt otse projekteerimissüsteemist. Soovitav on vaadata projektlahendusi otse projekteerimissüsteemist, tingimusel, et see on võimalik ja katab kõik kvaliteedi tagamise vajadused.

2. Taristu infomudeli andmesisu ja täielikkus. Kas mudelid sisaldavad kõiki projekteerimis-, ehitamis- ja hooldamisstaadiumis nõutavaid andmeid?

Iga projekteerimisvaldkonna projekteerija kontrollib eri projekteerimisstaadiumites materjali täielikkust ja õigsust. Projekteerija on kohustatud tagama, et materjal vastaks täielikult kõigile selle suhtes kehtivatele projektipõhiste ja üldnõuetele.

3. Taristu infomudeli tehniline andmesisu. Kas projekteerimistarkvara abil koostatud taristu infomudel vastab nõutavale standardile ja klassifikatsioonile?

Mudelite koostamisel tuleb kontrollida, kas materjal vastab Inframudeli spetsifikatsioonile või muule kokkulepitud spetsifikatsioonile ja kas see on liigitatud õigesti kooskõllas kokkulepitud klassifikatsiooniga. Kõik taristu infomudelid tuleb koostada standardikohases vormingus (kõige sagedamini avatud Inframudeli ja IFC-vormingus) kooskõllas projektipõhiste ning üldjuhendite ja -nõuetele.

4. Informatsiooni haldamine. Kas koostatud projektimaterjal, mis tuleb üle anda, on dokumenteeritud selles juhendis esitatud hea informatsiooni haldamise põhimõtete kohaselt, hõlmates asjakohase staadiumiga seotud infomudeli kaaskirju, materjalide katalooge ja sisemise kontrolli dokumente?

Kvaliteedi tagamisel on sisemise kontrolli protsess ja sellega seotud dokumentatsioon taristu infomudeli koostaja vastutusel. Kõik taristu infomudeligatehtud kvaliteedi tagamise toimingud tuleb dokumenteerida nagu ka kõik muud sisemise kontrolli protsessis käsitletud projektdokumendid. Kvaliteedi tagamise dokument võib olla eraldi dokument või osa sisemise kontrolli dokumendist, mis tuleb koostada kvaliteedi tagamise lõpptootena.

Taristu infomudelite kvaliteedi tagamine ei tegele viisiga, kuidas asjakohase standardi kohaseid infomudeleid koostatakse – see tegeleb vaid koostatud materjali sisu ja kvaliteediga. Kui kasutatud tarkvara tõttu on nõuetekohase materjali koostamisega probleeme, tuleb ühendust võtta tarkvara tarnijaga. Sellele lisaks tuleb uurida muid viise probleemi lahendamiseks. Samal ajal teavitatakse infomudelite kvaliteedi tagamise eest vastutavaid isikuid ja neid, kes kasutavad projektis sisalduvat informatsiooni, ning dokumenteeritakse probleemi lahendamiseks vajalikud abinõud.

Nõue

Kontrollimisprotsessi arvestades tuleb mudelid koostada juhendite ja projekti jaoks kokkulepitud erinõuete kohaselt ning materjal tuleb koostada avatud andmevahetusvormingutes. Lisaks tuleb koostada nõutav dokumentatsioon ja läbi viia dokumenteeritud sisemine kontroll. Mudelite kvaliteedi tagamise eesmärk on tagada, et mudelid oleksid koostatud kõigi ettenähtud juhendite ja nõuete kohaselt ning sobiks oma sihtotstarbeks.

Juhis

Kvaliteedi tagamise eesmärk on hinnata digitaalse materjali (taristu infomudeli) õigsust. Käesolevas juhendis võidakse viidata ka muudele ülesannetele ja kontrollimise etappidele, mille sooritamine edendab infomudeli protsesside sujuvust.

3.5. Üleandmise staadium ja andmevahetus

Üleandmise staadiumis tuleb tagada, et üleantav materjal vastaks tellijaga kokku lepitud spetsifikatsioonidele. Üleantav infomudelimaterjal peab sobima oma sihtotstarbeks ning vastama projekti eri staadiumites tarindosade suhtes kehtestatud geomeetria- ja andmesisunõuetele. Üleantav materjal peab olema hästi dokumenteeritud ja sellises vormingus, et andmeid saab võimalikult lihtsalt kasutada ning edaspidi rakendada.

Nõue

Kogu andmevahetus peab toimuma avatud, standardsete andmevahetusvormingute või muude hästituntud vormingute abil, mille kohta on kindlalt teada, et need sobivad sihtotstarbeks.

3.5.1. Projektimaterjali kontrollimine ja omaülevaatussisemine kontroll

Kõik osalised peavad tegelema oma tegevuse korrapärase kvaliteeditagamisega kooskõlas oma kvaliteedisüsteemi ja valdkonna üldjuhenditega. Kõik sisekontrollid dokumenteeritakse ja aruanded antakse koos taristu infomudelitega tellijale üle. Tellija võib soovi korral nõuda, et mudelimerjali tehnilist kvaliteeti kontrollitaks eraldiseisva tarkvaralise kontrollimisteenuse kaudu, mille abil saab materjali kvaliteeti projekti käigus enne üleandmist kontrollida, jälgida ja parandada. Tarkvaralise kontrolli aruanded on dokumenteeritud sisemise kontrolli osa ja tuleb lisada üleantava materjali hulka.

Projekteerimismudeleid kontrollitakse eelkontrolli staadiumis ja pärast projektide valmimist. Lisaks võib mudeleid kontrollida projektiväline osaline, kellel on olemas selleks tööks vajalikud kogemused, teadmised ja töövahendid. Mudelite kontrollimine hõlmab ka projektide sisu kontrollimist. Kõiki mudelites hõlmatud projektlahendusi ei ole võimalik kontrollida, kuid iga mudel toetab jooniseid ja vastupidi. Kontrolli ülesanne on kontrollida üleantavat digitaalset mudelimerjali.

Eelkontroll

Juba eelkontrolliks tuleb üle anda kogu mudelimerjal. Projekteerimisprotsessi käigus tehtud joonised tuleb kontrollimiseks anda mudelipõhise materjaliga samal ajal.

Kontrollimine hõlmab järgmisi samme.

1. Kogu projektimerjal (projektjoonised ja taristu infomudelite materjal ja seotud dokumentatsioon) antakse üle.
2. Materjal sisaldab kõiki vajalikke dokumente:
 - sisemise kontrolli dokumendid,
 - infomudeli kaaskiri,
 - lähtematerjali loetelu,
 - materjalide kataloog.
3. Mudelimerjali kontrollimine
 - Materjalide kataloogis antud osamudelid on õigesti nimetatud ja õiges asukohas.
 - Materjal vastab tehnilistele nõuetele (liigitus, atribuudiinfo, kolmnurkvõrk jne).
 - Üleantud koondmudeli osamudelid vastavad eraldi üle antud osamudelitele.
 - Vajaduse korral koostatakse osamudelitest koondmudel muu tarkvara abil või osamudelid imporditakse muusse projekteerimissüsteemi ristkontrolliks ja kooskõlla viimiseks.
4. Projekti sisu
 - Koondmudelil on esitatud kõik teemad, mis on heakskiitmise seisukohast tähtsad.
 - Projekteerimismudelite ja jooniste sisu vastab üksteisele.

Kontrolli 1. ja 2. sammuga tagatakse, et üleantav materjal ja kvaliteedi tagamise dokumendid vastaksid tööülesandele. 3. sammu käigus kontrollitakse tegelikku mudelimaterjali nii visuaalselt kui ka juhuslikkuse põhimõttel, kasutades sisekontrolli punkte. 3. samm hõlmab materjali või selle osa kontrollimist muu tarkvara abil. 4. samm vastab üldjoontes projekti kontrollimisele, kus tegelikku projekti ja lahenduste õigsust kontrollitakse projekteerimisvaldkonna kaupa.

Eelkontrolliks on nõutav koondmudel, mis vastab vähemalt projektjoonistele, täielik üleantav materjal (lähteandmematerjal ja projekteerimismudelite osamudelid), dokumendid ja projektjoonised.

3.5.1.2. Dokumenteeritud sisemine kontroll

Projekteerija kontrollib oma koostatud materjali ja täidab sisemise kontrolli vormi (vt joonist xx1), kus tähelepanekuid võib selgitada ka ekraanitõmmistega. Pärast sisemise kontrolli lõpuleviimist peab vormil kõigi küsimuste vastuseks olema „Jah“. Sisemise kontrolli dokumendid antakse koos muu materjaliga tellijale üle. Sisemine kontroll võib olla ka infomodeli logi osa. Sel juhul paigutatakse iga joonisel xx1 näidatud punkt logis omaette veergu ja täidetakse iga projekteerimismudeli kohta.

Koondmudelite koostamiseks kasutatavates tarkvaraprogrammides on nüüd olemas võimalused mudeli vaadete salvestamiseks ja otse mudeli juures kommenteerimiseks. Neid funktsioone saab ülevaatusel kasutada.

3.5.2. Materjali üleandmine

Üleandmise staadiumis antakse tellijale üle BIM rakenduskava ning kõigi kohaldatavate juhendite ja nõuete kohaselt koostatud materjal. Projekti alguses lepivad osalised kokku taristu infomodeli üleandmise viisis ja ulatuses ning selles, kas mudel avaldatakse. Tellijal on õigus kasutada kõiki mudeleid projekti muude dokumentidega sarnaste tingimuste alusel. Mudelimaterjal antakse üle sobivate komplektidena, mis sobivad kasutamiseks järgmises projekteerimisstaadiumis või ehitamisel. Kui projekt on lõpule viidud, antakse materjal põhiliselt üle avatud andmevahetusvormingutes (Inframodel, IFC) ja vajaduse korral originaalvormingus, s.t tarkvara enda failivormingus.

Vähemalt hetkel on üleantava materjali koostamine täiesti eraldi tööetapp. Kõige levinumad tarkvaraprogrammid, mida Soomes taristu projekteerimiseks kasutatakse, võimaldavad salvestada mudelid otse Inframodeli vormingus. Probleem on aga katkestuskohtades ja projekteerimismudelite võimalikes puudustes. Seetõttu tuleb projekteerimismudelid harilikult enne Inframodeli vormingusse teisendamist korda teha. Praktikas toimub selleks projekteerimissüsteemi mudelitest imporditud murdejoonte puhastamine, muutmise ja kodeerimine. Olenevalt projekteerimismudelite valmidusastmest ja keerukusest võib see olla äärmiselt töömahukas, seega on soovitatav jätta selleks projekteerimisprojekti lõppu piisavalt aega ja ressursse. Lisaks tuleb enne üleandmise tähtaega jätta piisavalt aega ka mudelite kooskõlla viimiseks ja ülekontrollimiseks.

Kui mudelid kavatsetakse avaldada või anda kolmandate isikute ühiskasutusse, tuleb enne avaldamist või ühiskasutusse andmist eemaldada mudelitest kihid ja modelleerimiskomponendid, mis ei kuulu tegeliku projekti juurde. Mudelid võivad sisaldada üksnes modelleerimiskomponente, mis kuuluvad projekteerijale, kes mudeli avaldab. Mudelid ei tohi sisaldada teiste projekteerijate mudeleid isegi juhul, kui niisuguseid mudeleid on kasutatud etalonmudelitena. Üleantavate taristu infomudelite kasutustingimused ja edasine levitamine määratakse kindlaks projekti lepingus või koostatakse eraldi mudeli üleandmise leping.

Projektimaterjali tarnija vastutab esitatud materjali kvaliteedi ja andmesisu eest. Projekteerimise juht vastutab projektide kooskõlla viimise eest ja iga projekteerija vastutab oma koostatud materjali eest. BIM koordinaator suunab ja koordineerib kontrollimisprotsessi ning tegeleb kogu projekti vältel kvaliteedi tagamisega. Enne üleandmist peab materjal läbima enesekontrolli ja sisemise kontrolli.

Üleantav materjal hõlmab vähemalt kokkulepitud modelleeritud lähteandmeid, projekteerimismudeleid, lähtematerjali loetelu, materjalide kataloogi, infomudeli kaaskirja ja dokumenteeritud sisemist kontrolli. Erilist tähelepanu tuleb pöörata üleantava materjali taaskasutusväärtusele ja sellele, kas materjal sobib oma sihtotstarbeks. Infomudeli materjal antakse üle koos muu projektimaterjaliga. Üleantava projekteerimismudeli geomeetria ja andmesisu peab põhinema InfraBIM-i liigitusel ja Inframudeli andmevahetusvormingul ulatuses, mida võimaldavad vormingu spetsifikatsioonid. Allpool on toodud miinimumnõuded infomudeli üleantavale materjalile. Infomudeli materjaliga seotud nõuded ja juhised on esitatud InfraBIM-i üldnõuete 1.–5. peatükis.

Miinimumnõuded üleantavale projektimaterjalile

- Dokumentatsioon
 - Infomudeli kaaskiri (PDF)
 - Materjalide kataloog (XLSX ja PDF)
 - Sisemise kontrolli dokumendid (XLSX, PDF)
- Projekteerimismudel
 - Tee geomeetriad (Inframodel)
 - Trassid
 - Vertikaalne ja horisontaalne geomeetria
 - Raudtee kaugustähised, kalde andmed ja pöörangud
 - Teetarindid
 - Ülemine koondpind (Inframodel)
 - Teetarindi alumine pind (Inframodel)
 - Pinnase- ja kaljukaevikud ning mulded (Inframodel)
 - Põhjavee kaitsetarindid (Inframodel)
 - Raudtee ballastikihid ja raudteepöörangud (Inframodel)
 - Muud vajalikud alus- ja pinnasetugevdustarindid (Inframodel)
 - Tarindid ja süsteemid
 - Kuivendustarindid ja kuivenduskraavid (Inframodel)
 - Kaablite, torude ja nendega seotud seadmete võrkumudeliid (Inframodel)
 - Eritarindite arhitektuursed/ehitustehnilised mudelid (IFC või 3D-DWG)
 - Piiride ja muude alade muudatused (Inframodel)
 - Tarindite ja süsteemide ümberpaigutamine (Inframodel)
 - Muud projekteeritud tarindid ja süsteemid (Inframodel)

Muud üleantava projekteerimismudeli geomeetriad või objektid esitatakse üldkasutatavas andmevahetusvormingus, mis sobib sihtotstarbe jaoks (näiteks Inframodel, IFC, DWG, DXF või GT).

3.5.3. Andmevahetus

Kõik infomudelid laaditakse üles tellija määratud kohta (näiteks infomudelite serverisse või projektipanka) InfraBIM-i üldnõuetes ja projekti dokumentides ette nähtud andmevahetusvormingus. Iga mudel peab sobima oma sihtotstarbeks. Taristu infomudelite korral tuleb esmase andmevahetusvorminguna kasutada vormingut Inframodel. Kui võimalik, tuleb andmevahetusel vältida andmete edasiseks kasutamiseks tähtsate andmete ja andmesisu kadu. Üldised andmevahetusvormingud ei toeta aga tingimata kõiki määratud metaandmeid ja atribuudiinfot. Inframodeli vormingu korral on miinimumnõue üleantavale materjalile, et iga objekt või rajatis oleks vähemalt liigitatud kehtiva InfraBIM-i liigituse kohaselt ning omaks Inframodeli spetsifikatsiooni kohast atribuudiinfot ja struktuuri. Kogu määratud atribuudiinfot ei saa siiski veel Inframodeli vormingusse üle kanda. Nende tarindosade kohta, mida ei ole veel võimalik Inframodeli vormingusse üle viia, tuleb eraldi kokku leppida üleandmisvorminguga seotud tegevuskord ja see, kuidas atribuudiinfo mudelisse lisatakse. Tegevuskorraks võib näiteks määrata, et atribuudiinfo lisatakse kirjeldusteksti või kihi nimesse või et koostatakse eraldi atribuuditabelid. Kui andmete edasiseks kasutamiseks olulisi andmeid pole võimalik mudelisse hõlmata, tuleb need lisada infomodeli kaaskirja või materjalide loetellu. Atribuudiinfo esitusviisi tuleb kirjeldada infomodeli kaaskirjas.

4. EHITAMINE

4.1. Sissejuhatus

Selles peatükis kirjeldatakse taristuprojektide raames toimuva mudelipõhise ehitamise kohta kehtivaid nõudeid ja juhiseid. Need käsitlevad informatsiooni haldamist, mudelite kontrollimist, tööobjekti rajamist, teostamise eri etappe, kvaliteedi tagamist ehitamise vältel ning digitaalse üleantava materjali andmesisu. Ehitamist käsitleva peatüki eesmärk on kogu taristusektori modelleerimistavasid ja teostamisviise suunata, ühtlustada ning paremaks muuta. Juhendite aluseks on parim tava ja neid ajakohastatakse sedamööda, kuidas arenevad teadmised ning töövahendid. InfraBIM-i nõuded on ette nähtud ka kasutamiseks hangete tehnilise viitedokumentatsioonina.

Informatsiooni haldamine

Tööobjekti rajamine

Mudelipõhine tootmine ja kvaliteedi tagamine

Digitaalne üleantav materjal

Joonis 4.1. Mudelipõhise ehitusprojekti põhiülesanded

Et nõuded on üldist laadi, võib neid iga projekti korral eraldi täpsustada. Nõuete alusel koostab peatöövõtja kvaliteediplaan, kus fikseeritakse projekti nõuete kohased toimingud. Projektijuhtimise või projekti mudelipõhise ehitustöö eest vastutav isik või tema informatsiooni haldamisega tegelevad töötajad peavad endale selgeks tegema modelleerimisnõuete põhimõtted tervikuna.

Mudelipõhised ehitusprojektid teostatakse projektimaterjali põhjal ja mudelipõhiste tootmismeetodite abil. Projekteerimisstaadium annab lähteandmematerjali, põhimudeli, plaanid, taustakaardid ja nõutavad dokumendid töövõtuhanke ning ehitustegevuse jaoks. Ehitusstaadiumis kasutatakse töö planeerimisel, masinajuhtimisel ja kvaliteedi tagamisel põhimudelist saadud ning täpsustatud ehitusandmeid. Ehitustegevuse käigus kogutakse digitaalseid kvaliteedi- ja teostusandmeid ning need antakse tellijale üle, kui projekt on lõpule viidud. Üleantav materjal moodustab ehitatud tee või ala digitaalse eksemplari. Seejärel kantakse materjal registritesse ja kaardisüsteemidesse ning seda kasutatakse varahalduse ja hoolduse toetamiseks. Ehitusstaadiumi jooksul kogutud materjal täiendab projekti eelmistest staadiumitest pärinevaid andmeid ja võimaldab luua katkematu elutsükliinformatsiooni haldamise ahela.

4.2. Mudelipõhise ehitustegevuse lähtepunktid

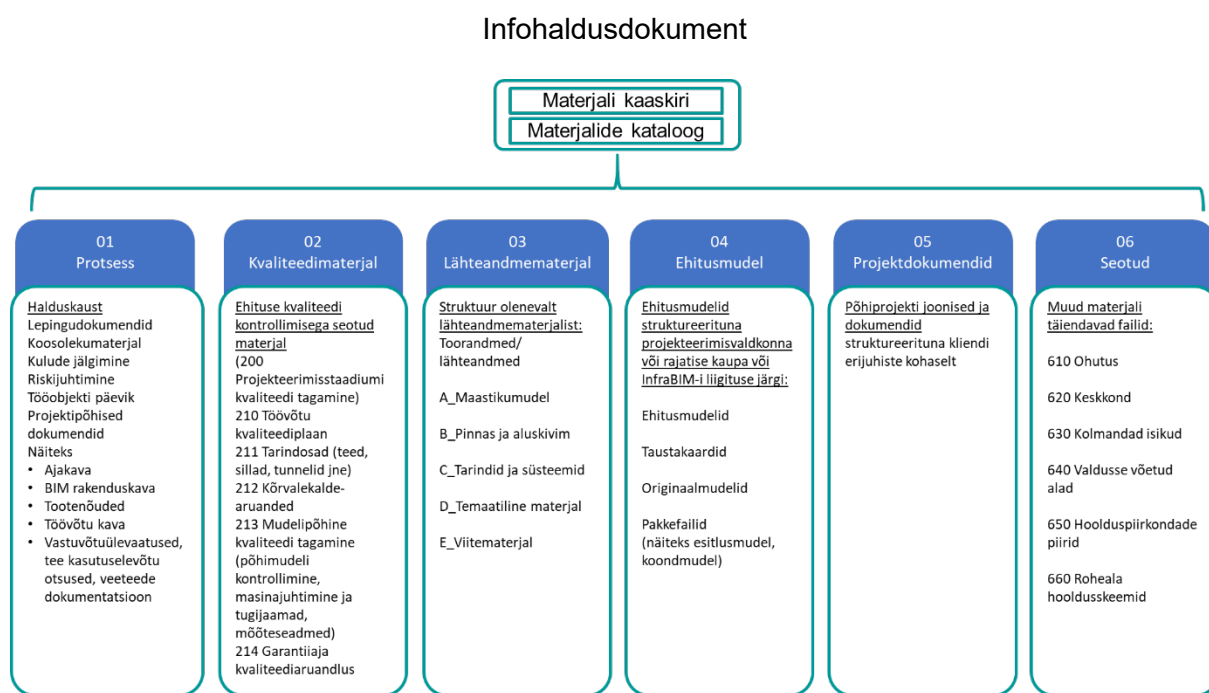
4.2.1. Informatsiooni haldamine ja dokumentatsioon

4.2.1.1. Informatsiooni haldamine

Informatsiooni liigendamine

Projektide käigus saadud informatsiooni korduvkasutamiseks on tähtsad tegurid järjepidev üleandmise kord ja materjali dokumenteerimine. Ehitusstaadiumis tuleb järgida sama informatsiooni liigendamise struktuur nagu kõigis ehitustegevusele eelnenud projekteerimisstaadiumites, see põhineb samadel ülataseme kategooriatel. Ülatase jagatakse nii projekt ehitusstaadiumis kui ka üleandmise staadiumis kuueks eri kaustaks. Ülataseme kategooria täienduseks võib lisada kategooriaid mis tahes vajaliku töömaterjali jaoks (näiteks 07_Töökaust). Teostamisstaadiumi informatsiooni liigendamise struktuur on kujutatud joonisel 4.2.

Informatsiooni liigendamine – teostamisstaadium



Joonis 4.2. Informatsiooni liigendus teostamisstaadiumis

Tabel 4.1. Teostamisstaadiumi materjali liigendus ja sisu

Kaust	Sisu
Infohaldusdokument (projekti ülatasandi jaoks)	<p><u>Infohaldusdokument</u> Materjalide kataloog: kõikide failide loetelu kaustastruktuuri järgi struktureerituna („materjalide sisukord“).</p> <p>Materjali kaaskiri: materjali kaaskirjas esitatakse ehitusandmed („materjali kasutamise juhised“).</p>
01 Protsess	<p>Halduskaust 011 Lepingud 012 Projektipõhised dokumendid, näiteks</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajakava • BIM rakenduskava • Projekteerimise kriteeriumid • Tootenõuded • Töövõtu kava <p>013 Koosolekumaterjal 014 Kulude jälgimine 015 Riskijuhtimine 016 Tööobjekti päevik 017 Plaaniga seotud küsimused (näiteks plaanide muudatused) 018 Ülevaatused ja otsused</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vastuvõtuülevaatused <p>Tee kasutuselevõtu otsused ja veeteede dokumentatsioon</p>
02 Kvaliteedimaterjal	<p>Mudelipõhise ehitustegevuse kvaliteedi kontrollimisega seotud materjal, mida täiendatakse ehitustööde edenedes. Kui projekt hõlmab projekteerimist, salvestatakse selle kvaliteedi tagamise materjal ka kausta 02 Kvaliteedimaterjal.</p> <p>200 Projekteerimisstaadiumi kvaliteedi tagamine 201 Enesekontroll 202 Sisemine kontroll 203 Välimine kontroll 204 Heakskiitmine</p> <p>Teostamisstaadiumi kvaliteedi tagamine 210 Töövõtu kvaliteediplaan 211 Tarindosad (teed, sillad, tunnelid jne) (näiteks kandevõime mõõtmised, materjalide sertifikaadid, teostusmõõdistused, tööplaanid ja kvaliteediplaanid, fotod) 212 Kõrvalekaldearuanded 213 Mudelipõhine kvaliteedi tagamine (masinajuhtimine ja tugijaamad, mõõteseadmed, põhimudeli kontrollimine) 214 Garantiiaja kvaliteediaruandlus</p> <p>Lisaks muud projekti käigus kokku lepitud materjalid ja dokumendid.</p>

03 Lähteandmematerjal	<p>Lähteandmematerjal jaoks antakse ehitusstaadiumi jaoks üle 2. peatüki (Toorandmed ja lähteandmed) kohaselt.</p> <p>A Maastikumudel B Pinnas ja aluskivim C Tarandid ja süsteemid D Temaatiline materjal E Viitematerjal</p>
04 Ehitusmudel	<p>Soovitav on kasutada informatsiooni liigendamiseks projekteerimisvaldkondade, rajatiste või InfraBIM-i liigituse põhise liigendusstruktuuri.</p> <p><u>InfraBIM-i liigitusel põhinev liigendusstruktuur</u></p> <p><u>0000 Geomeetriad</u> A_Trassid B_Teemärgistus C_Äärekiivid D_Piirdejooned</p> <p>Tarandid ja süsteemid (pinna- ja võrkumudelid ning maa-ala piirid) 1200_Saastunud_pinnas 1430_Kuivendustarandid 2010_Ülemine_koondpind 2012_Alumine_koondpind 2120_Jaotuskihid 2130_Kandekihid 3100_Veevarustus-_ja_kanaliseerimisüsteemid jne.</p> <p>Eritarandid eraldi juhiste kohaselt, 4200_Sillad jne.</p> <p>Teostamisel kasutatav materjal seeriast 9000, näiteks 9001_Kontrollpunktid 9002_Taustakaardid</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projekti kaart • Tänavate/teede horisontaalsed trassid • Kuivendamine • Maastik ja keskkond • Valdusesse võtmise piirid <p>9003_Hoiatuskaardid</p> <ul style="list-style-type: none"> • näiteks kaablite kaardid <p>9004_Maastikumudel_teostamine</p>

	<p>9005_Kaljupinnas_teostamine 9006_Lähteandmed_teostamine 9501_Originaalmudelid 9502_Pakkefailid (näiteks esitlusmudel, koondmudel)</p> <p><u>Projekteerimisvaldkonnal põhinev liigendusstruktuur</u></p> <p><u>Jaamad</u> (raudtee) <u>Geomeetriad</u> (teede geomeetriad) <u>Geotehnoloogia</u> <u>Kaablid, torud ja nendega seotud seadmed</u> <u>Kommunaalteenused</u> <u>Transpordisüsteem</u> <u>Liikluskorraldus</u> <u>Maakasutus ja tsoneerimine</u> <u>Pinnase haldamine</u> (üleliigse pinnase kõrvaldamine, materjalivõtukohtad) <u>Möödistamised</u> <u>Sadamad</u> <u>Elektriraudtee-elektrivarustussüsteemid</u> <u>Eritarindid</u> (sillad, vaiadele toetuvad plaadid, tugitarindid, müratõkked jne) <u>Taustakaardid</u> <u>Tunnelid</u> <u>Kaitseeadised</u> <u>Ajutised meetmed ja tarindid</u> <u>Muud raudtee tegevvoolusüsteemid</u> <u>Mõjuhinnangud</u> (näiteks mürataseme mõjuhinnangud) <u>Valgustus</u> <u>Veevarude majandamine</u> <u>Vastastikmõju</u> (pakkefailid, koondmudel, esitlusmudel jne) <u>Tee-/alatarindid</u> (pinnasetarindid/pinnad) <u>Keskfond</u> (sealhulgas maastik ja arhitektuur)</p> <p><u>Rajatisel põhinev liigendusstruktuur</u></p> <p><u>Sõltuvalt projektist maa-ala või tee kaupa, näiteks</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sektsioon 1, 2 jne • K1, K2, M1, M2, Y1, J1 jne • Turuplats • Keskpark • Koondmudel • Esitlusmudel • Taustakaardid • Originaalmudelid
05 Projektdokumendid	<p>Projekti põhiprojekti joonised ja dokumendid</p> <p>Tellijä erijuhiste kohaselt struktureeritud materjal</p>

06 Seotud materjal	Muud materjali täiendavad failid, näiteks 610 Ohutus 620 Keskkond 630 Kolmandad isikud 640 Valdusse võetud alad (tähistatakse objektil) 650 Hoolduspiirkondade piirid 660 Roheala hoolduskeemid
--------------------	---

Nõue

Informatsioon liigendatakse joonistel näidatud ülemise taseme kategooriate järgi kuude kausta. Failide üleandmiseks tuleb kasutada avatud andmevahetusvorminguid. Üleantava materjali vorminguid kirjeldatakse punktis 4.4.4 ja lisas 3.1. Üleantav materjal ei tohi sisaldada tühje kaustu.

Juhis

Tarindosade informatsiooni liigendamiseks kasutatakse InfraBIM-i liigitust ja jooniste ning dokumentide korral järgitakse tellija erijuhiseid ja InfraBIM-i üldnõuete 2. peatükis esitatud põhimõtteid.

Sõltuvalt projekti mahust ja iseloomust võib alamkaustu ühendada, et muuta struktuur projekti jaoks sobivamaks. Liigendusstruktuur peab aga järgima joonistel esitatud põhimõtteid.

4.2.1.2. Materjalide nimetamine

Kõik projekti materjalid nimetatakse süstemaatiliselt. Nimetamine toimub InfraBIM-i üldnõuete 1. peatüki punktis 1.6.5 toodud nõuete kohaselt.

Materjalide nimetamist kirjeldatakse BIM rakenduskavas ja materjali kaaskirjas.

4.2.1.3. BIM rakenduskava, ehitustegevus

BIM rakenduskava koostab teenuseosutaja ja selles kirjeldatakse, kuidas toimub ülesande korral informatsiooni haldamine ning üleantava materjali koostamine. BIM rakenduskava võib olla eraldi dokument, aga selle võib hõlmata ka töövõtu töö- ja kvaliteediplaani.

BIM rakenduskava tuleb koostada projekti alguses ja selles tuleb kirjeldada vähemalt järgmised punktid:

- mudelipõhine protsess ja sellega seotud organisatsioon (olenevalt töövõtu tüübist käsitletakse projekteerimis- ja/või ehitusprotsessi);
- vastutavad isikud;
- dokumendid;
- mudelite kontrollimine ja sisemise kontrolli protsess;
- projektipanga kirjeldus (üleantava materjali haldamine, kaustastruktuur, nimetamine);
- teostusmudeli materjali üleandmine (lõplik üleantav materjal).

Projekti esimestel koosolekutel vaadatakse BIM rakenduskava läbi ja täpsustatakse vajadusel, võttes arvesse projektile eriomaseid erandeid või nõudeid. Suurte projektide korral võib tellija koostada esialgse BIM rakenduskava, mida peatöövõtja seejärel projekti alguses täiendab.

4.2.1.4. Mudelipõhise kvaliteeditagamise juurutamise plaan

Mudelipõhise kvaliteeditagamise juurutamise plaanis kirjeldatakse, kuidas kvaliteedi tagamist teostatakse (näiteks kooskõlas punktiga 4.3.2.2).

4.2.1.5. Tööobjekti mõõdistamisplaan

Tööobjekti mõõdistamisplaani koostab tööobjekti mõõdistamistegevuse eest vastutav isik ja selles kirjeldatakse mõõdistamise läbiviimiseks kasutatavaid meetodeid ning ressursse, masinajuhtimist hõlmavaid tööetappe, arvutusi ja kvaliteedi dokumentatsiooniga seotud toiminguid.

Eraldi mõõdistamisplaani koostamine ei ole tingimata vajalik. Mõõdistamisplaani sisu võib esitada ka ehitusprojekti BIM rakenduskava, kvaliteediplaani või kvaliteeditagamisplaani osana.

Kui mõõdistamisplaan koostatakse kvaliteediplaani osana juba pakkumuse kalkulatsiooni staadiumis, tuleb seda dokumenti enne ehitustegevuse algust ajakohastada selliselt, et võetaks arvesse kõnealusel objektil valitsevaid asjaolusid.

Mõõdistamisplaanis käsitletavate teemad näide on toodud lisas 4.1.

4.2.1.6. Materjali kaaskiri

Põhiprojekti materjali kaaskirjas esitatakse üleantava materjali sisu ja see on ette nähtud materjali kasutamise juhendiks. Materjali kaaskirja hoitakse projekti vältel ajakohasena. Kaaskiri vastab infomodeli kaaskirjale ja sisaldab näiteks järgmist:

- põhiline projektiinfo (nimi, asukoht, koordinaat- ja kõrgussüsteem jne);
- üleantava materjali sihtotstarve;
- kasutatavad vormingud ja tarkvara;
- nimetamise ja nummerdamise reeglid;
- muud olulised küsimused.

4.2.1.7. Materjalide kataloog

Põhiprojekti materjalide kataloog on üleantavate failide loetelu kaustastruktuuri järgi struktureerituna ja see toimib materjalide sisukorrana. Materjalide kataloogi hoitakse projekti vältel ajakohasena.

4.2.2. Lähteandmematerjal ja taristu infomudelid ehitustegevuses

4.2.2.1. Lähteandmematerjal

Lähteandmetena kasutatav täpne maastikumudel ja maastikumudeli koostamiseks rajatud geodeetiline alusvõrk on väga tähtsad ka ehitusstaadiumis. Kaardiandmete, ortofotode ja pinnaseuuringute abil koostatud tõlgendatud maastikumudeleid kasutatakse ehitusstaadiumis näiteks tööde planeerimisel ning erineval otstarbel koostatud dokumentide visualiseerimiseks.

Ehitusstaadiumi jaoks üleantava lähteandmematerjali sisu on esitatud InfraBIM-i üldnõuete

punktis 3.5.2 „Materjali üleandmine“ (*Miimumnõuded üleantavale projektimaterjalile*). Geodeetilise alusvõrgu rolli projekti eri staadiumites käsitletakse peatüki „Üldinfo“ punktis 1.5.4.

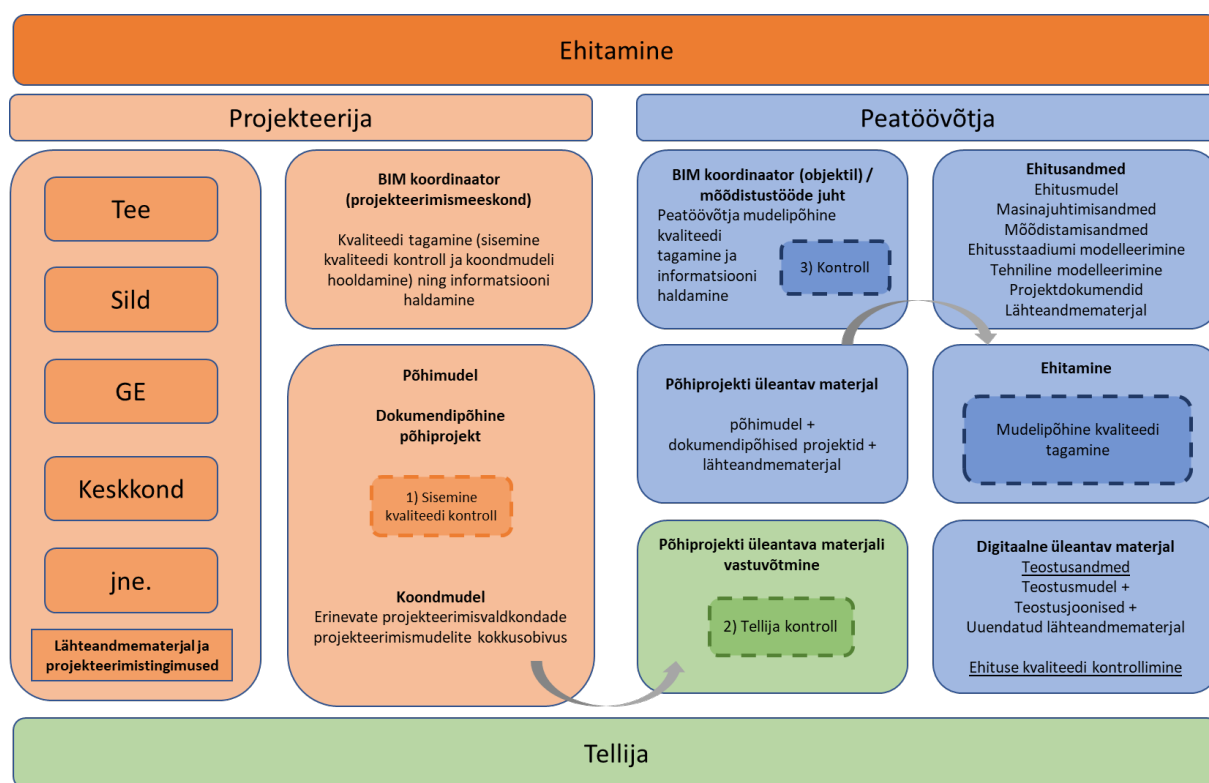
4.2.2.2. Taristu infomudelid ehitustegevuses

Nõue

Ehitusstaadiumis koostatud ehitusandmed peavad vastama põhiprojekti sisule.

Juhis

Ehitustegevuseks vajalikud ehitusandmed koostatakse põhiprojekti üleantava materjali abil. Tööobjekti organisatsiooni kuuluv objekti BIM koordinaator kontrollib põhiprojekti üleantavat materjali. Pärast põhimudeli kontrollimist ja heakskiitmist nimetatakse sedasama teostusstaadiumi edasi antud digitaalset materjali „ehitusmudeliks“ (vt joonist 4.4.).



Joonis 4.3. Mudelipõhisel tööobjektii teostuseks vajalik materjal

Lisaks põhiprojekti üleantavale materjalile sisaldavad objekti ehitusandmed objekti organisatsiooni koostatud masinajuhtimis- ja mõõdistamisandmeid ning erinevaid töö etapile vastavaid ja tehnilisi modelleerimistööid, mis peavad vastama põhiprojekti sisule.

4.3. Mudelipõhine ehitustegevus ja kvaliteedikontroll

4.3.1. Sissejuhatus

Mudelipõhine kvaliteeditagamismenetlus on ehitustegevuse käigus toimuv mullatöödekvaliteedi tagamise meetod. Selleks kasutatakse informatsiooni modelleerimist ja masinaautomaatikat ning see annab peatöövõtjale ja tellijale vajalikud kvaliteedi-, teostusmöödistuse ning kvaliteedi tagamise teostusmöödistuse andmed. Selles osas kirjeldatakse mudelipõhise kvaliteeditagamismenetluse esmaste staadiumitega seotud nõudeid ja juhiseid teede, tänavate, parkide, alade ning raudteede rajamise projektide korral. Kirjeldatud meetod on ette nähtud kasutamiseks taristu rajamisel pinnase- ja kihttarindite geomeetriliste mõõtmete kvaliteedikontrollil. Selle meetodi rakendamise eeltingimusena peab tööobjekti organisatsioon tundma mudelipõhist ehitamist ja samuti peab projektile olema määratud objekti BIM koordinaator.

Mudelipõhise kvaliteeditagamismenetluse juurutamise lähtepunkt on ehitusmodeli koostamine kooskõlas InfraBIM-i üldnõuete peatükis „Projekteerimine“ esitatud põhimõtetega. Tabelis 4.2 on näidatud masinajuhtimise abil tehtud valmistöö korral nõutavad täpsusastmed (InfraRYL-is sätestatud mõõtmenõuded pinnasetarinditele) ja masinajuhtimissüsteemi nõutav täpsus. Neid väärtusi võib eri projektide korral muuta ja/või täpsustada.

Tabel 4.2. Mõõtmenõuded pinnasetarinditele, InfraRYL-i nõuded ja masinajuhtimissüsteemide täpsusnõuded

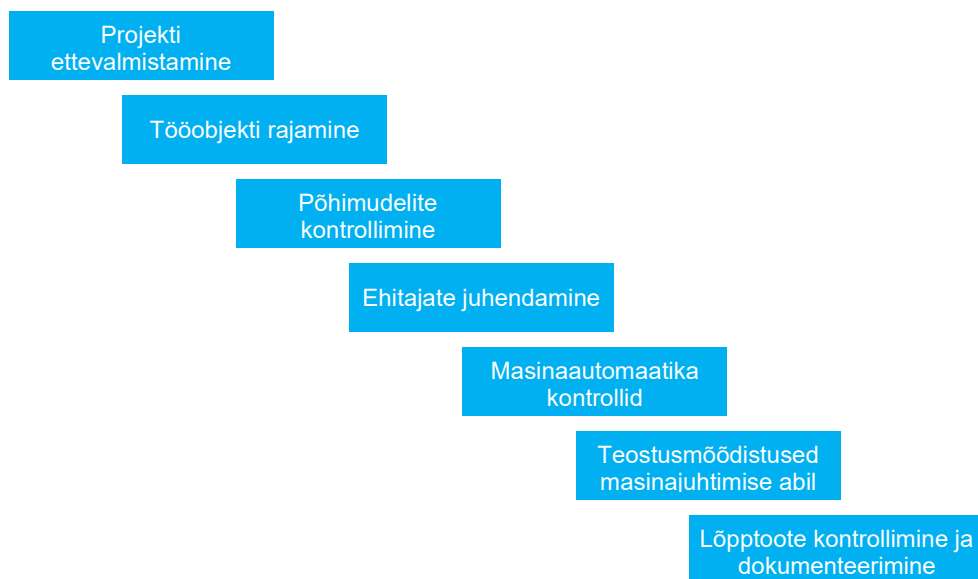
Raudteetarindid					
Tarindikiht	Mõõtmis mm [m]	InfraRYL-i nõuded		Nõutav masinajuhtimissüsteemi täpsus	
		XY [mm]	Z [mm]	XY [mm]	Z [mm]
Tugikiht		Visuaalne			
Tugikihi aluspõhi		Tasapinnalisus 4-meetrise sirge serva korral +15 ... -15			
Alusballast	20	0 ... +50	0 ... -30	+50 ... -50	+20 ... -20
Aluspinnas	20	0 ... +100	0 ... -50	+50 ... -50	+20 ... -20

Tee- ja tänavatarindid					
Kandekiht	20	-0 ... +150	+20 ... -20	+50 ... -50	+20 ... -20
Jaotuskiht	20	-0 ... +150	+30 ... -30	+100 ... -100	+30 ... -30
Filtrikiht	20	-0 ... +150	+40 ... -40	+100 ... -100	+30 ... -30
Teetarindi alumine pind	20	-0 ... +200	+0 ... -100 Lõhatud kaljupinnase all +0 ... -200	+100 ... -100	+30 ... -30

* Mõõtmisviisis või kõrgustolerantsis lepitakse kokku projektipõhiselt.

Mudelipõhine tootmis- ja kvaliteeditagamismenetlus

Mudelipõhise ehitustegevuse ja kvaliteeditagamismenetluse kirjelduses esitatakse mudelipõhiseks tootmiseks olulised sammud, alates tööobjekti rajamisest ning lõpetades lõpptoote kontrollimisega. Joonisel 4.5 esitatud sammude täpsem kirjeldus antakse järgmistes punktides. Süstemaatiline mudelipõhine ehitustegevus ja kvaliteedi tagamine garanteerivad, et nii lõpptoode kui ka toodet kirjeldav üleantav materjal oleksid kvaliteetsed ning vastaksid asjakohastele nõuetele.



Joonis 4.4. Mudelipõhine ehitustegevus ja kvaliteedikontroll

4.3.2. Mudelipõhise projekti ettevalmistamine

Projekti ettevalmistamise staadiumis tegeletakse järgmiste küsimustega ja võetakse vastu edasist tegevust käsitlevaid otsuseid:

- pakkumisdokumendid ja valdkonna juhendid;
- tööobjekt, projektid, infomudeli kaaskiri ja põhimudel;
- otsus mudelipõhise ehitustegevuse juurutamise ja selle ulatuse kohta (masinajuhtimine, mudelipõhine kvaliteeditagamismenetlus, digitaalne üleantav materjal);
- ressursside eraldamine ja korraldus ning kohustuste jagamine.

4.3.3. Tööobjekti rajamine

Selles staadiumis rajatakse mudelipõhise tootmise juurutamiseks vajalik tehniline võimsus.

Nõue

Kontrollitakse objekti geodeetilist alusvõrku ja selle kokkusobivust projektimaterjaliga.

Hinnatakse projektis kasutusele võetavaid masinajuhtimis- ja kvaliteeditagamissüsteeme ning ressursse ja valitakse need välja. Lisaks tuleb tagada, et süsteemid suudaksid omavahel andmeid vahetada.

Hangitakse ja seatakse objektile üles nõutav arv RTK-GNSS-i tugijaamu või asjakohane teenus.

Juhis

Geodeetilise alusvõrgu kontrollimise meetmeid käsitletakse punktis 4.2.2.1 „Lähteandmematerjal“.

RTK-GNSS-i tugijaamade süsteem või võrgulahendus seadistatakse RTK-satelliitpositsioneerimiseks. Seatakse sisse satelliitpositsioneerimise õigsuse ja masinajuhtimissüsteemide jälgimise meetod (kontrolldokumendid või andmete salvestamine infohaldussüsteemi).

Luuakse projekt ja valitud infohaldussüsteemis luuakse selle jaoks kataloogstruktuur. Lisaks määratakse projekti osalistele pääsuõigused projekti infohaldussüsteemi.

Projekti peatöövõtja koostab mudelipõhise kvaliteeditagamise plaani, mis käsitleb kõiki projekti mudelipõhise projekteerimise, teostamise ja üleandmise seisukohast tähtsaid küsimusi.

4.3.4. Põhimudelite kontrollimine

Selles osas kirjeldatakse põhimudelite kontrollimise protsessi, mille viib läbi tööobjekti organisatsioon. Projekteerimisstaadiumis tehtavaid kontrole (näiteks projekteerija tehtav põhimudeli sisemine kontroll, teise projekteerija tehtav põhimudeli ristkontroll ja tellija korraldatav väliskontroll) kirjeldatakse täpsemalt InfraBIM-i üldnõuete peatüki „Projekteerimine“ punktis 3.4 „Kvaliteedi tagamine“. InfraBIM-i üldnõuetes esitatud kvaliteedi tagamise protsessi täiendab Soome transporditaristu ameti juhend taristu mudelprojekteerimise kohta tee- ja raudteeprojektides (*Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje*, Soome transpordiamet 12/2017).

Nõue

Peatöövõtja kontrollib põhimudelit. Kontrollimine kuulub projektile määratud objekti BIM koordinaatori vastutusalasse. Mudelite kontrollija peavad olema praktilised kogemused taristu infomudelite kontrollimisel ja vastav tõendatud erialane ettevalmistus. Tulemused dokumenteeritakse ja kõigist tuvastatud puudustest teavitatakse tellijat ja/või projekteerijat.

Juhis

Põhimudeli kontrolli sammud esitatakse selle juhendi lisas 4.2. Andmesisu ja täielikkuse kontrolliga tagatakse, et objektile üle antud materjal sisaldab lisaks dokumendi- ja mudelipõhiste projektidele vajalikku lähteandmematerjali ning eelnevatest kontrollidest ja ülevaatusetest pärinevaid dokumente. Üleantud materjali sisu ka võrreldakse infomudeli kaaskirja sisu ja projekteerija koostatud infomudeli logiga ning samuti nende InfraBIM-i üldnõuete peatüki „Projekteerimine“ punktiga 3.5.2 „Materjali üleandmine“.

Tehniline kontroll keskendub materjali kasulikkuse kontrollimisele masinajuhtimise ja mõõdistamise seisukohast. Kontroll tehakse mõõtmis- ja modelleerimistarkvaras, mis toetab avatud andmevahetusvorminguid. Tehniline kontroll on ülesanne, mille jaoks pole vee täiesti kõikehõlmavaid ja automaatseid ülevaatusvahendeid, mis oleksid masinlugemise põhised. Tööobjekti organisatsiooni kuuluv objekti BIM koordinaator täidab selle ülesande peamiselt visuaalse kontrollimise teel. Kontrollimised tuleb dokumenteerida. Dokumentatsioonis võib viidata selle juhendi lisadele 4.2 ja 4.3.

Objekti BIM koordinaator koostab põhiprojekti materjali alusel projekti ehitusandmed. Ehitusandmed sisaldavad ehitusmudeleid, masinajuhtimisandmeid, mõõdistusandmeid, võimalikku ehitusstaadiumi modelleerimist ja muud tehnilist modelleerimist. Ehitusmodel peab vastama põhimudelile, kuid peatöövõtja võib lisada ehitusmodelisse näiteks toote-, ajakava ja maksumuse info.

4.3.5. Ehitajate juhendamine

Nõue

Tööjärelevalve üksusele, tellija esindajatele, geodeetidele ja masinajuhtidele korraldatakse projekti alguses mudelipõhise tootmise ja kvaliteedi tagamise korda selgitav juhendamine. Juhendamise korraldamise eest vastutab tööjärelevalve üksus ja selle täideviimine kuulub objekti BIM koordinaatori vastutusalasse.

Juhis

Juhendamisel käsitletakse mudelipõhise ehitustegevuse ja kvaliteedi tagamise korda ning samuti töövahendite funktsioone. Tööde ülevaatajatele ja töödejuhatajatele tutvustatakse mudelipõhise infohalduse korda, ehitusandmete nimetamisreegleid, teostusmöödistuse andmete kontrollimise ja heakskiitmise tava ning projektis kasutatava infohaldussüsteemi kasutamist.

Masinajuhtidele tutvustatakse teostus- ja kaardistamismöödistuste korda ning samuti ehitamisele kuuluvate tarindosade tolerantse. Masinajuhtide jaoks tuleb koostada joonistega varustatud projektiomane juhendskeem. Sellel skeemil tuleb näidata masinate mõõtmiskohad ja täpsusnõuded tarindosade kaupa.

4.3.6. Masinaautomaatika kontrollid

4.3.6.1. Tugijaama kontroll

Nõue

Tugijaamade kvaliteedi tagamise mõõdistused tehakse tahhümeetri abil kord kuus ja tulemused dokumenteeritakse. Täpsusnõue on ± 20 mm (XYZ). Kui kvaliteedi tagamise mõõdistus näitab, et täpsus pole määratud tolerantsi piires, tuleb kõnealust tugijaama kalibreerida. Töö võib jätkuda, kui täpsusnõuded on täidetud. Need ülesanded kuuluvad objekti BIM koordinaatori vastutusalasse.

Juhis

Iga lokaalse GNSS-i tugijaama korrapärase kontrollimisega saab tagada, et tugijaam pole pärast lähtestamist kohalt liikunud ja mõõteseadmed toimivad nõutava täpsusega. Iga GNSS-i tugijaama asukohta ja süsteemi talitlust kontrollitakse tugijaama asukoha tahhümeetriga mõõtmise teel kord kuus või alati, kui on põhjust kahtlustada, et tugijaama asukoht on muutunud. GNSS-i tugijaamade täpsust jälgitakse samuti, selleks mõõdetakse tugijaamaga ühendatud GNSS-i vastuvõtja abil teadaolevat koordinaatpunkti. Seda tuleb teha vähemalt kord nädalas. Sama meetodit kasutatakse virtuaalseid GNSS-i tugijaamu kasutavate süsteemide kontrollimiseks.

Iga kontrolli kohta märgitakse üles järgmine info: tugijaama kordumatu ID/nimi, kuupäev, X-, Y- ja Z-telje suunalised kõrvalekalded, kvaliteedi tagamise mõõdistuse meetod, täpsusandmed, vabas vormis kirjeldus kontrolli põhjustatud meetmete kohta ja kontrollimise läbi viinud isiku nimi.

4.3.6.2. Masinate kontrollimine

Nõue

Masinate kvaliteedi tagamise mõõdistused tehakse tahhümeetri või GNSS-i vastuvõtja abil vähemalt kord nädalas ja tulemused dokumenteeritakse. Kui kvaliteedi tagamise mõõdistus näitab, et täpsus pole tabelis 4.2. antud masinajuhtimissüsteemide korral nõutava tolerantsi piires, tuleb juhtimissüsteemi kalibreerida. Töö võib jätkuda, kui täpsusnõuded on täidetud. Need ülesanded kuuluvad objekti BIM koordinaatori vastutusalasse.

Juhis

- Masinajuhtimissüsteemide täpsust tuleb kindlasti kontrollida, kui masinat kasutatakse tööobjektidel esimest korda. Masinate kvaliteedi tagamise mõõdistused on seotud objekti geodeetilise alusvõrguga.
- Masinajuhtimissüsteemi kontrollimise eesmärk on tagada, et masina tera positsioneerimistäpsus objekti koordinaatsüsteemis vastab tabelis 4.2 masinajuhtimissüsteemide jaoks antud tarindosa põhiste täpsusnõuetele.
- Kui seda loetakse uue objekti või tarindosa alustamisel vajalikuks, jälgitakse masinajuhtimise toimivust igapäevaste kvaliteedi tagamise mõõdistuste abil eraldi tagamisperioodi vältel, mis tuleb eraldi kokku leppida. See periood võib olla näiteks nädala pikkune.
- Pinnasesüvendeid, muldeid, filtrikihte ja jaotuskihte ehitavate masinate (ekskavaatorid, rataslaadurid, buldooserid, teerullid) täpsust kontrollitakse kord nädalas. Kontrollimiseks mõõdetakse masina tera asukoht kas tahhümeetri või GNSS-i vastuvõtja abil või paigutades masina tera teadaolevasse kontrollpunkti.

- Teede kande- ja alusballasti kihte ning raudteetarindite looduslikku aluspinnast vormivate ja viimistlevate masinate (greiderid, kivikillustiku laoturid, rataslaadurid, asfaldilaoturid) täpsust kontrollitakse kord päevas. Kontrollimiseks mõõdetakse masina tera asukoht tahhümeetri abil või paigutades masina tera teadaolevasse kontrollpunkti.
- Tulemus saadakse, võrreldes masinajuhtimissüsteemi asukoha väärtusi mõõteseadmete abil mõõdetud koordinaatide või juhtpunkti koordinaatidega. Kui kontrollimine näitab, et täpsus pole tabelis 4.2. antud tolerantsi piires, tuleb masinajuhtimissüsteemi kalibreerida.
- Lisaks jälgitakse valmiva tarindosa kvaliteeti töö käigus tehtavate juhuslike kontrollimiste teel, mis viiakse läbi tahhümeetri või GNSS-i vastuvõtja abil.
- Iga kontrolli kohta märgitakse üles järgmine info: masin, kasutatud kopp/agregaat, kuupäev, X-, Y- ja Z-telje suunalised kõrvalekalded, kvaliteedi tagamise mõõdistuse meetod, täpsusandmed, vabas vormis kirjeldus kontrolli põhjustatud meetmete kohta ja kontrollimise läbi viinud isiku nimi.
- Kontrolli viib läbi objekti geodeet koostöös masinajuhtidega. Tööjärelevalve üksus peab jälgima nende kontrollimiste tulemusi või olema neist muul viisil teadlik.

4.3.7. Teostusmõõdistus masinajuhtimise abil

Teostusmõõdistused viiakse läbi tööde tegemisel niisuguste tarindite juures, mille ehitamine hõlmab masinajuhtimist. Neid mõõdistusi kasutatakse tarindite mõõtmelise täpsuse jälgimiseks töö ajal ja töö edenemise jälgimiseks. Teostusmõõdistus masinajuhtimise abil tähendab valmistarindi, seadme, süsteemi või eritarindi asukoha või kvaliteediteguri mõõtmist töö ajal. Teostusmõõdistus näitab valmistöö plaanidele ja kvaliteedinõuetele vastavust.

Nõue

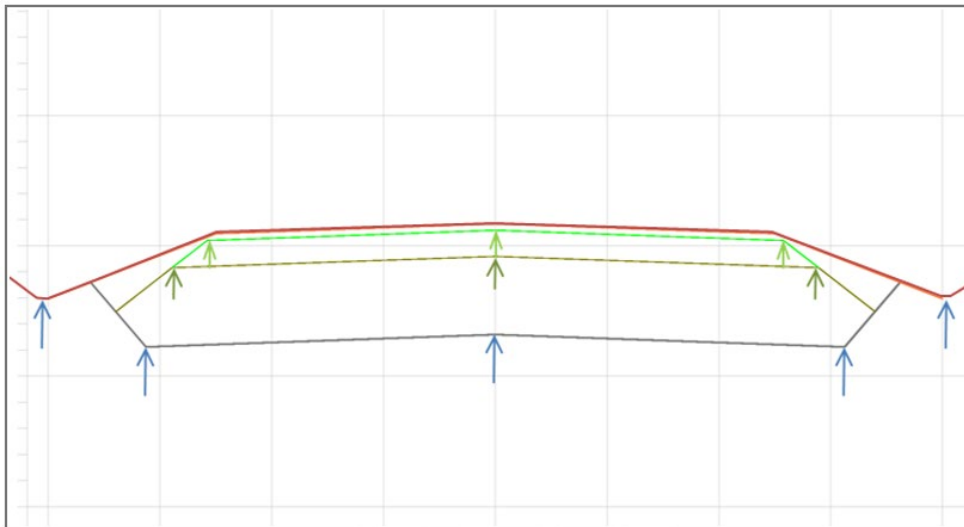
Teeprojektide korral viiakse teostusmõõdistused läbi tarindosa kaupa vähemalt 20-meetrise sammuga tarindi ristlõikelistes murdepunktides (punktides, kus kalle muutub). Ala ehitusprojektide korral viiakse teostusmõõdistused läbi tarindosa kaupa kümne meetrisel ruudustikus või selle järgi, kuidas projekti kohta kokku lepiti. Masinajuhte juhendatakse teostusmõõdistusi tegema. See juhendamine kuulub objekti BIM koordinaatori vastutusalasse.

Juhis

Teostusmõõdistus masinajuhtimise abil

- Teostusmõõdistused masinajuhtimise abil viiakse läbi tabelis 4.5. loetletud tarindosade korral pärast seda, kui on kontrollitud positsioneerimistäpsust ja leitud, et see on piisav, võrreldes tabelis 4.2 esitatud täpsusnõuetele konkreetse tarindosa korral.
- Teostusmõõdistusi tegevaid masinajuhte õpetatakse mõõdistusi tegema juhendamiskoosolekutel ja töö käigus näidates.
- Masinajuhtidele antakse juhendskeem või pilt, millel on näidatud masina mõõtmiskohad ja mille saab kabiini kaasa võtta. Tööjärelevalve üksus ja masinajuhtimise eest vastutavad isikud jälgivad, et teostusmõõdistused tehtaks õigesti.
- Masinajuhtimise abil tehakse teostusmõõdistused süvenditele, muldkehadele ja kihttarinditele ning samuti tarindisse paigaldatavatele survetorudele, kaablikaitsetorustikele, kaablitele ning valgustipostide taldmikele.
- Masinajuhtimise abil tehakse teostusmõõdistused puuraukude, kaevude, isevoolsete torustike, kaablikaitsetorustike rühmade jms pinnasetarinditele (paigaldusalused ja täited).
- Masinajuhtimise abil võib teha teostusmõõdistusi kandekihile, raudteetarindite alusballasti kihtidele ja katendi alusele, kui on tõendatud, et masinajuhtimissüsteemi täpsus vastab täpsusnõuetele.

- Mõõtmised tehakse piki teed joonisel 4.6 nooltega näidatud kohtades vähemalt 20-meetrise sammuga.
- Teostusmõõdistuse näide ekskavaatori juhtimissüsteemi abil
 - Enne mõõdistamist tuleb tagada, et kopp on kalibreeritud, GNSS-positsioneerimissüsteem kasutab täpsust suurendavaid meetodeid (võtab vastu RTK korrektsioonisignaali ja on režiimis RTK-FIX) ning mõõdistatav tarind on aktiivne ja/või on valitud kõnealuse tarindosa kood.
 - Kopapõhi langetatakse mõõdetavas punktis ettevaatlikult maapinnale, võttes arvesse kopa tegeliku asukoha mõõtmispunkti.
 - Juhtimissüsteemi asjakohase funktsiooni abil võetakse mõõtetulemus.



Joonis 4.5. Masinajuhtimise abil tuleks teostusmõõdistused teha tarindi ristlõikelistes murdepunktides. Masinajuhtide jaoks koostatakse projektile vastav juhendskeem, millel on nende mõõdistuste tegemise juhised.

4.3.8. Kontrollmõõtmised ja -mõõdistused

4.3.8.1. Teostusmõõdistused ja kvaliteedi tagamise mõõdistused

Nõue

Mõõteseadmete abil tehtavad teostusmõõdistused ja kvaliteedi tagamise mõõdistused kuuluvad objekti BIM koordinaatori vastutusalasse.

Juhis

Niisuguste tarindite juures, mille ehitamine hõlmab masinajuhtimist, tehakse teostusmõõdistusi ka RTK-GNSS-i vastuvõtjate või tahhümeetrite abil. Need mõõteseadmetega tehtavad teostusmõõdistused täiendavad masinajuhtimise abil tehtavaid teostusmõõdistusi, aga need on ühtlasi masinaautomaatika hõlmava töö kvaliteedi tagamise osa. Teostusmõõdistuste tulemusi käsitletakse nii, nagu on kirjeldatud punktis 4.3.8.

Peale teostusmõõdistuste tegemise kasutatakse mõõteseadmeid kvaliteedi tagamise mõõdistusteks, mis kujutavad endast masinate ja tugijaamade korrapärasest kontrolli. Sel viisil saab igasugused positsioneerimissüsteemi kõrvalekalded või masinajuhtimissüsteemide talitlushäired tuvastada võimalikult vara ja võtta kohe vajalikud parandusmeetmed. Kvaliteedi tagamise mõõdistuste tähtis osa on projektiobjektile rajatud kontrollpunktid. Masinajuhid saavad

neid punkte kasutada oma masinaautomaatika süsteemide asenditäpsuse kontrollimiseks alati, kui soovivad, ka korrapäraste kontrollide vahel.

4.3.8.2. Kvaliteedi tagamise teostusmöödistused

Nõue

Kvaliteedi tagamise teostusmöödistused kuuluvad objekti BIM koordinaatori vastutusalasse.

Juhis

Kvaliteedi tagamise teostusmöödistuste abil kontrollitakse, kas tarindid on teostatud asjakohaste nõuete järgi. Kvaliteedi tagamise teostusmöödistusi teeb objekti maamöödupersonal eraldiseisvate mõtteseadmete (tahhümeeter või RTK-GNSS-i vastuvõtja) abil. Kõik tahhümeetri abil tehtavad kvaliteedi tagamise teostusmöödistused toimuvad objekti koordinaatsüsteemis ja on seotud geodeetilise alusvõrguga. Kui kasutatakse RTK-GNSS-i vastuvõtjaid, siis kontrollitakse nende täpsust geodeetilise alusvõrgu juhtpunkti abil.

Niisuguste tarindite korral, mille ehitamine hõlmab masinajuhtimist, tehakse kvaliteedi tagamise teostusmöödistused tee- ja raudteeprojektide korral iga 200 meetri tagant ning muude projektide korral tabeli 4.3 kohaselt. Väikeste projektide korral (pikkus alla 200 m) mõõdetakse vähemalt iga tarindosa ristlõiget. Tarindite nõuetelevastavust jälgitakse tulemuste võrdlemise teel tabelis 4.2 esitatud nõuetega.

Tabel 4.3. Kvaliteedi tagamise teostusmöödistuste mõõtmissamm teetüübi järgi

Teetüüp	Mõõtmissamm [m]
Tänav	50
Pargitee, jooksurada jne	100
Sõidutee/raudtee	200

4.3.8.3. Kvaliteedi kontrollmöödistused

Nõue

Kvaliteedi kontrollmöödistused kuuluvad tellija või tellija volitatud möödistaja kohustuste hulka.

Juhis

Mõiste „kontrollmöödistus“ tähendab mudelipõhist kontrollmöödistust, mille eesmärk on tööobjekti organisatsiooni esitatud kontroll- ja kvaliteedi tagamise möödistuste (kvaliteedi tagamise teostusmöödistuste) usaldusväarsuse kontrollimine. Kontrollmöödistused on alati seotud tööobjekti geodeetilise alusvõrguga.

Kontrollmöödistuste tegija on tööobjekti organisatsiooni välised osalised, näiteks tellija või tellija volitatud möödistaja. Neid möödistusi võib võrrelda tööobjekti organisatsiooni esitatud teostusmöödistuste ja kvaliteedi tagamise teostusmöödistustega.

On eriti tähtis, et kontrollmöödistused hõlmaksid mõõtetäpsust tõendavaid dokumente, näiteks

suunatumusi tahhümeetriga mõõdistamisel või projekti geodeetilisse alusvõrku hõlmatud juhtpunktides saadud RTK-GNSS-vastuvõtjate kontrollkatsete tulemusi.

4.3.8.4. Muud mõõtmised ja kvaliteedi tõendamise meetodid

Muud mudelipõhise teostamise ja kvaliteedi tagamise korral kasutatavad mõõtmismeetodid hõlmavad näiteks järgmist:

- pistelised tihenduse ja kandevõime mõõtmised või teerulli sisseehitatud tihenduse jälgimise funktsiooni abil;
- fotograafia, videograafia ja laserskaneerimine käsitsi või drooni või sõiduki abil.

Nende meetodite kasutamine otsustatakse iga projekti korral eraldi ja käesolevat juhendit täiendatakse hiljem asjakohaste juhistega.

4.3.9. Lõpptoote kontrollimine ja dokumenteerimine

Nõue

Tõendamine ja heakskiitmine kuuluvad vastavalt peatöövõtja esindaja ning tellija esindaja vastutusalasse.

Juhis

Lõpptoote kontrollimine tähendab masinate abil ja maamöödupersonali tehtud teostusmõõdistuste kontrollimist ning heakskiitmist. Seda tehakse projekti infohaldussüsteemi kasutajaliideses. Masinajuhtimise abil tehtava teostusmõõdistuse punktide asukohti ja nende kõrvalekaldeid saab kontrollida nii kaardi- kui ka ristlõikevaates ning tabelites. Pärast kontrollimist kiidetakse asjakohaste kvaliteedinõuete kohaselt teostatud tarindid heaks.

Dokumenteerimine

Peatöövõtja dokumenteerib ja säilitab järgmise kvaliteedikontrolli materjali.

Põhimudeli kontrolli aruanne, mis sisaldab dokumenteeritud infot põhimudelite ülevaatus ja kontrollimise kohta. Kontrollida tuleb kõiki põhimudeleid, mis täpsustatakse ehitusandmeteks.

Masinajuhtimissüsteemi ja tugijaamade kontrolli aruanded, mis sisaldavad mõõtetulemuste kõrvalekaldeid ning mida võrreldakse tabelis 4.2 toodud täpsusnõuetega. Masinatel tehakse dokumenteeritud mõõtmisi kord nädalas ja GNSS-i tugijaamadel kord kuus.

Kõik teostusmõõdistuse andmed, mis on saadud tarindite mõõdistamisel masinate ja mõõteseadmete abil, ning kõik kvaliteedi tagamise teostusmõõdistuste andmed, mis on saadud maamöödupersonali poolset tarindite mõõdistamisel, salvestatakse töö käigus projekti **infohaldussüsteemi**. Neid masinajuhtimise abil tehtava teostusmõõdistuse punkte saab infohaldussüsteemi kasutajaliideses vaadata nii kaardi- kui ka ristlõikevaates. Peatöövõtja ei loo iga 20 meetri tagant eraldi seisupunktidele vastavaid ristlõikeid, sest neid asendavad infohaldussüsteemi kaardi- ja ristlõikevaated, mis sisaldavad arvulisi mõõdistusandmeid. Teostusmõõdistuse andmed võidakse projekti käigus kokkukoondatuna edastada tellija määratud andmebaasi või teenusesse.

(Käsitsi sooritatud kvaliteedi tagamise teostusmõõdistuste **mõõdistusprotokollid**.)

Kõrvalekaldearuanded kõigi probleemide kohta, mida polnud võimalik kõrvaldada, nii et tarindis säilib kõrvalekalle. Igas kõrvalekaldearuandes tuleb hinnata kõrvalekalde mõju tarindile. Tarindid, mille ehitus ei vasta plaanile, kantakse kaardile ja teostusmõõdistuse andmed antakse üle projekteerimismeeskonnale plaanide ajakohastamiseks.

Ülalnimetatud aruanded ja dokumendid on osa digitaalsest üleantavast materjalist, mille sisu kirjeldatakse punktis 4.4.

4.4. Digitaalne üleantav materjal

4.4.1. Sissejuhatus

Digitaalne üleantav materjal kirjeldab valmisobjekti üleandmist. Üleantav materjal koosneb teostusmudelitest, teostusjoonistest, kvaliteedi tagamise materjalist ja seotud dokumentatsioonist. Materjal tõendab ehitustööde kvaliteeti ja kogu materjal annab lähteandmed hooldamisstaadiumi jaoks. Digitaalne üleantav materjal parandab informatsiooni haldamist kogu projekti elutsükli vältel. Seda kasutatakse informatsioon edastamiseks projekti järgmistesse staadiumitesse ja see hõlbustab kogutud informatsiooni taaskasutamist.

Projektide käigus saadud informatsiooni korduvkasutamiseks on tähtsad tegurid järjepidev üleandmise kord ja materjali dokumenteerimine. Seetõttu tuleb üleantav materjal standardisel viisil liigendada ja sellega tuleb kaasa anda materjali kaaskiri ja materjalide kataloog.

4.4.1.1. Informatsiooni haldamine ja liigendamine

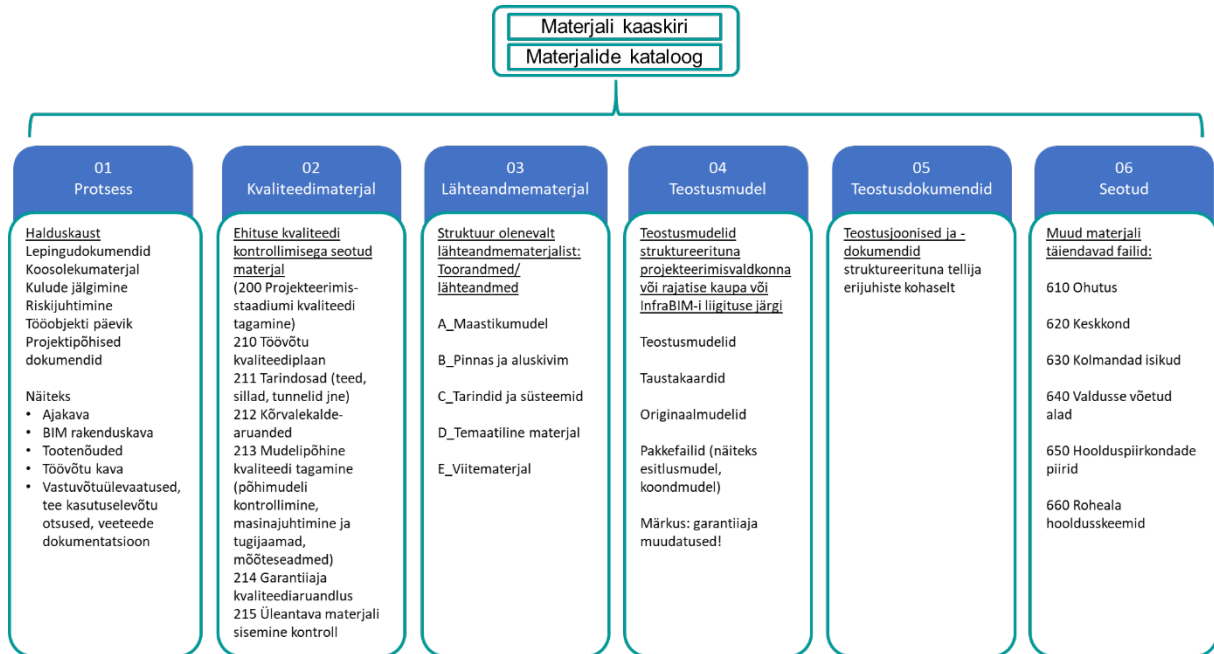
Nõue

Ehitusprojekti üleandmise staadiumis tuleb järgida sama informatsiooni liigendamise struktuuri nagu teostamisstaadiumis, see põhineb samadel ülataseme kategooriatel. Üleantava materjali liigendusstruktuur on näidatud joonisel 4.6 ja tabelis 4.4.

Üleantava materjali jaoks koostatakse materjali kaaskiri ja materjalide kataloog, mis kirjeldavad üleantava materjali sisu kooskõlas punktiga 1.4.3.

Informatsiooni liigendamine – üleandmise staadium

Infohaldusdokument



Joonis 4.6. Informatsiooni liigendus üleandmise staadiumis

Tabel 4.4. Digitaalse üleantava materjali sisu

Kaust	Sisu
<p>Infohaldusdokument (projekti ülemise tasandi jaoks)</p>	<p>Infohaldusdokument Materjalide kataloog: kõikide üleantavate failide loetelu kaustastruktuuri järgi struktureerituna („materjalide sisukord“).</p> <p>Materjali kaaskiri: materjali kaaskirjas esitatakse ehitusandmed („materjali kasutamise juhised“).</p>
<p>01 Protsess</p>	<p>Halduskaust 011 Lepingud 012 Projektipõhised dokumendid, näiteks</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajakava • BIM rakenduskava • Projekteerimise kriteeriumid • Tootenõuded • Töövõtu kava <p>013 Koosolekumaterjal 014 Kulude jälgimine 015 Riskijuhtimine 016 Tööobjekti päevik 017 Projektlahenduse küsimused 018 Ülevaatused ja otsused</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vastuvõtuülevaatused • Tee kasutuselevõtu otsused ja veeteede dokumentatsioon
<p>02 Kvaliteedimaterjal</p>	<p>Mudelipõhise ehitustegevuse kvaliteedi kontrollimisega seotud materjal, mida täiendatakse ehitustööde edenedes. Kui projekt hõlmab projekteerimist, salvestatakse selle kvaliteedi tagamise materjal ka kausta 02 Kvaliteedimaterjal.</p> <p>200 Projekteerimisstaadiumi kvaliteedi tagamine 201 Enesekontroll 202 Sisemine kontroll 203 Väliskontroll 204 Heakskiitmine</p> <p>Teostamisstaadiumi kvaliteedi tagamine 210 Töövõtu kvaliteediplaan 211 Tarindosad (teed, sillad, tunnelid jne) (näiteks kandevõime mõõtmised, materjalide sertifikaadid, teostusmõõdistused, tööplaanid ja kvaliteediplaanid, fotod) 212 Kõrvalekaldearuanded 213 Mudelipõhine kvaliteedi tagamine (masinajuhtimine ja tugijaamad, mõõteseadmed, põhimudeli kontrollimine) 214 Garantiiaja kvaliteediaruandlus 215 Üleantava materjali sisemine kontroll</p> <p>Lisaks muud projekti korral kokku lepitud materjalid ja dokumendid.</p>

03 Lähteandmematerjal	<p>Ehitusstaadiumisse üle antud ja ajakohastatud lähteandmematerjal 2. peatüki (Toorandmed ja lähteandmed) kohaselt.</p> <p>A Maastikumudel B Pinnas ja aluskivim C Tarindid ja süsteemid D Temaatiline materjal E Viitematerjal</p>
04 Teostusmudel	<p>Soovitav on kasutada informatsiooni liigendamiseks projekteerimisvaldkondade, rajatiste või InfraBIM-i liigituse põhise liigendusstruktuuri.</p> <p><u>InfraBIM-i liigitusel põhinev liigendusstruktuur</u> <u>0000 Geomeetriad</u> A_Trassid B_Teemärgistus C_Äärekivid D_Piirdejooned</p> <p>Tarindid ja süsteemid (pinna- ja võrkumudelid ning maa-ala piirid) 1200_Saastunud_pinnas 1430_Kuivendustarindid 2010_Ülemine_koondpind 2012_Alumine_koondpind 2120_Jaotuskihid 2130_Kandekihid 3100_Veevarustus- ja kanalisatsioonisüsteemid jne.</p> <p>Eritarindid eraldi juhiste kohaselt, 4200_Sillad jne.</p> <p><u>Teostamisel kasutatav materjal seeriast 9000, näiteks</u> 9001_Kontrollpunktid 9002_Taustakaardid <ul style="list-style-type: none"> • Projekti kaart • Tänavate/teede horisontaalsed trassid • Kuivendamine • Maastik ja keskkond • Valdusesse võtmise piirid 9003_Hoiatuskaardid <ul style="list-style-type: none"> • näiteks kaablite kaardid 9004_Maastikumudel_teostamine 9005_Kaljupinnas_teostamine 9006_Lähteandmed_teostamine 9501_Originaalmudelid 9502_Pakkefailid (näiteks esitlusmudel, koondmudel)</p>

05 Teostusdokumendid	Põhiprojekti joonised ja dokumendid uuendatuna projekti teostusandmetega. Tellija erijuhiste kohaselt struktureeritud materjal
06 Seotud materjal	Muud materjali täiendavad failid, näiteks 610 Ohutus 620 Keskkond 630 Kolmandad isikud 640 Valdusse võetud alad (tegelikud) 650 Hoolduspiirkondade piirid 660 Roheala hoolduskeemid

4.4.1.2. Dokumenteerimine

Nõue

Üleantava materjali jaoks koostatakse materjali kaaskiri ja materjalide kataloog, mis kirjeldavad kogu üleantava materjali sisu.

4.4.2. Kvaliteedimaterjal

4.4.2.1. Üldinfo

Kvaliteedimaterjali all mõeldakse projekti materjali, mis tõendab ehitustööde kvaliteeti, ja sellega seotud dokumentatsiooni.

4.4.2.2. Töövõtu kvaliteediplaan

Töövõtu kvaliteediplaanis kirjeldatakse töövõtulepingu täitmist, kvaliteedi tagamist ja sellega seotud aruandlust ning kohustusi. Kvaliteediplaan koostatakse tellija erijuhiste kohaselt.

Nõue

Iga töövõtu jaoks eriomane kvaliteediplaan koostatakse enne töövõtu algust ja seda uuendatakse vajaduse korral töövõtu käigus. Ajakohane kvaliteediplaan lisatakse üleantava materjali hulka.

Juhis

Töövõtu kvaliteediplaani võib hõlmata või sellele lisada BIM rakenduskava ning muud punktides 4.2 ja 4.3 nimetatud plaanid.

4.4.2.3. Tarindosad

Tarindite kvaliteediaruanded esitatakse tarindosa kaupa InfraBIM-i liigituse kohaselt.

Iga tarindosa alla tuleb paigutada järgmised punktid:

- töötappidele vastav töö- ja kvaliteediplaan;
- materjalide sertifikaadid;
- kvaliteedi tagamise teostusmõõdistused ja teostusmõõdistused;
- tarindosale vastavad kõrvalekaldearuanded;

- kandevõime mõõtmised;
- fotod.

Nõue

Kõik nõutavad aruanded ja sertifikaadid jaotatakse ehitusosade kaupa ja lisatakse üleantava materjali hulka.

4.4.2.4. Kõrvalekaldearuanded

Kõrvalekaldearuannete kokkuvõtte ja kõik aruanded, mis pole seotud tarindosadega (näiteks tegevust puudutavad kõrvalekaldearuanded).

4.4.2.5. Mudelipõhine kvaliteedi tagamine

Mudelipõhise tootmisprotsessi kvaliteedikontrolliga seotud dokumentatsioon. Seda sisu kirjeldatakse täpsemalt punktis 4.3.

4.4.2.6. Garantiiaja kvaliteediaruandlus

Garantiiaja vältel võetud meetmete dokumentatsioon. Kõigi meetmete infoga tuleb uuendada ka muid materjale, näiteks teostusmudelit, materjali kaaskirja ja materjalide kataloog.

4.4.2.7. Üleantava materjali sisemine kontroll

Nõue

Üleantava materjali kvaliteedi tagamine dokumenteeritakse ja salvestatakse üleantava materjali osana.

Digitaalse üleantava materjali täielikkuse ja õigsuse tagamiseks kontrollitakse, kas:

- materjal on kogutud kokkulepitud kaustastruktuuri, materjali kaaskirja ja materjalide loetellu; dokumentatsioon vastab kaustastruktuuri sisule, kogu vajalik materjal on üle antud ning ka õigesti nimetatud;
- teostusmudel on koostatud kooskõlas punktiga 4.4.4;
- teostusjooniste ja teostusdokumentide koostamisel on projektdokumentides tehtud vajalikud muudatused;
- mudelipõhine materjal ja teostusdokumendid on omavahel vastavuses;
- üleantavale materjalile on lisatud kõik vajalikud kvaliteedidokumendid (näiteks kõrvalekaldearuanded, kandevõime mõõtmised ja materjalide sertifikaadid).

4.4.3. Lähteandmematerjal

4.4.3.1. Üldinfo

Lähteandmematerjal sisaldab kõiki projekti hetkeolukorda kirjeldavaid andmeid. Lähteandmematerjali kirjeldatakse täpsemalt InfraBIM-i üldnõuete 2. peatükis.

4.4.3.2. Lisanduvad materjalid

Materjalile lisatakse kogu ehitusstaadiumi vältel lisandunud lähteandmematerjal. Need hõlmavad näiteks järgmist:

- maastikumudel (lisauuringud ja muud muudatused);
- geotehnilised uuringud;
- seiremõõtmised (näiteks põhjavee tase);
- mõõdetud kaljupinnas;
- korrastatud ja täiendatud geodeetiline alusvõrk (täiendamine hõlmab ka ajutisi punkte, mis on ehitusprotsessis säilinud);

projekti käigus ehitatud tarindid (näiteks kaablikaitsesetorustikud) lisatakse teostusmudelisse. Kaablikaartide ja registrite ajakohastamine kuulub teede haldaja ja seadmetiku omaniku vastutusalasse.

Dokumenteerimine

Kõik lähteandmematerjali muudatused tuleb näidata ka lähtematerjali kaaskirjas ja lähtematerjali loetelus, järgides 2. peatükis antud juhiseid.

4.4.4. Teostusmudel

4.4.4.1. Üldinfo

Teostusmudel on taristu infomudel, mis kirjeldab taristut või süsteemi sellisena, nagu see tegelikult ehitatakse, võttes arvesse mis tahes rajatiseomaseid kvaliteedinõudeid. Teostusmudel on projekti ehitustegevuse mõõdistamisel ja masinajuhtimisel kasutatud andmesisu ning objektile kogutud andmesisu kokkukoondamise viis. Teostusmudeli andmesisu kogutakse InfraBIM-i liigitusel põhinevasse kaustastruktuuri. Teostusmudel hõlmab järgmist: lõplikule teostusele vastavad teostusmudelid, kvaliteedi tagamise teostusmõõdistuste ja teostusmõõdistuste andmed ning erikaardistamisandmed. Selle mudeli saab luua põhimudeli või ehitusmudeli täiendamise ja uuendamise teel lõpptoote alusel.

Teostusmudeli eesmärk on tõendada tellijale, et ehitus vastab kehtestatud geomeetrilise kvaliteedi ja teostusnõuetele ning anda lähteandmed tellija varahalduse jaoks taristuhalduse protsessis.

Ehitiseosa on füüsiline osa, mis jääb ehitatud rajatisse alaliselt ja mida võib käsitleda kontseptuaalselt iseseisvana. Ehitiseosa koosneb ühest või mitmest tarindosast.

Tarindosa on füüsiline osa, mis jääb ehitiseosasse alaliselt ja millel on iseseisev funktsionaalne otstarve. Tarindosa koosneb ühest või mitmest ehitustootest.

Möödistuspunkt on XYZ-koordinaate omav punktikirje, mille on mõõtnud möödistaja tahhümeetri või GNSS-i vastuvõtja abil. Teostusmöödistuse punktide tihedus määratakse iga tarindi jaoks tööstaadiumile vastavates kvaliteedinõuetes.

Teostuspunkt on XYZ-koordinaate omav punkt, mille on mõõtnud masinajuhtimissüsteemiga varustatud pinnaseteisaldusmasina juht või geodeet mõõteseadme abil.

Hälbevektor tähendab arvutuslikku erinevust mõõdetud punktobjekti ja teoreetilise pind- või punktobjekti vahel.

4.4.4.2. Teostusmudeli sisu

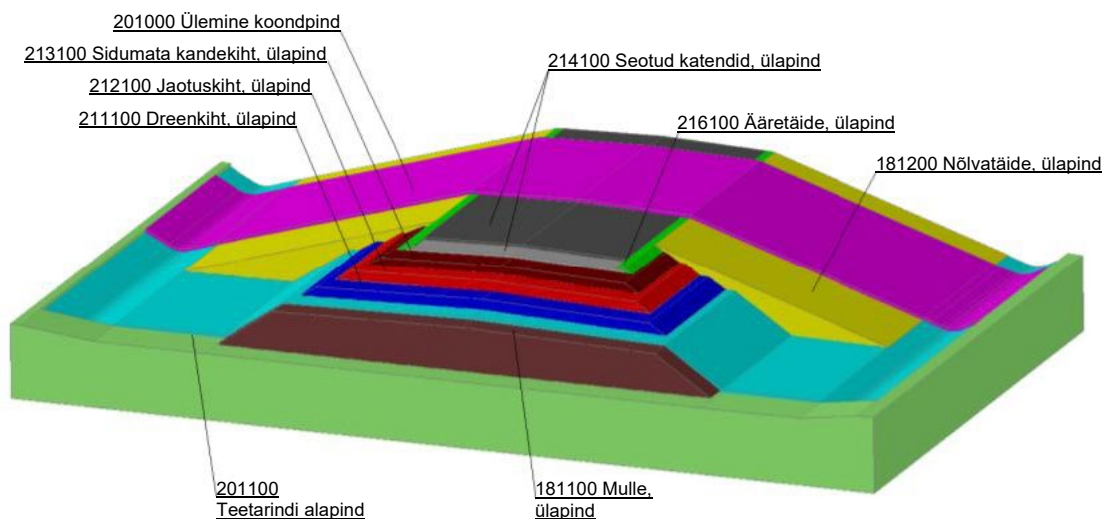
Selles osas keskendutakse teede, tänavate ja raudteede ehitiseosadele. Teetarindi teostusmudel koosneb mitme tarindipinna kogumitest. Iga üksik tarindipind on ehitiseosa omaette teostusmudel ja kõik tarindipinnad kokku moodustavad ehitatava rajatise teostusmudeli.

Modelleeritavad rajatised

Tee, tänavava või teetarindi teostusmudel koosneb INFRA 2015 ehitiseosade ja projektide liigituse (*INFRA 2015 rakennusosa- ja hankenimikkeistö*) kohaselt järgmistest ehitiseosadest.

- 1100 Olemasolevad tarindid ja ehitiseosad
- 1200 Saastunud pinnas
- 1300 Vundamenditarindid
- 1400 Alustarindid
- 1600 Süvendid ja kaevikud
- 1700 Kaljusüvendid ja -kaevikud
- 1800 Mulded, muldkehad ja täited
- 2000 Katendid ja katted
- 2100 Katendi osad ja raudtee alustarindikihid
- 2200 Äärekivid, rennid, astmed ja erosioonitõkked
- 2300 Taimtarindid
- 2400 Raudteede pealisehitised
- 3100 Veevarustus- ja kanalisatsioonisüsteemid
- 3200 Ohutus- ja signaalimissüsteemid
- 3300 Elektri-, telekommunikatsiooni- ja mehaanilised süsteemid
- 3400 Soojus- ja gaasiülekandesüsteemid
- 3600 Automaatsed vaakumkogumissüsteemid (need ehitiseosad puuduvad lisast 3.1)

Tarindikihtide ja muldkehade korral modelleeritakse tarindosa ülemine pind, süvendi tüüpi tarindosade korral modelleeritakse aga alumine pind. Täpsemalt käsitletakse tarindikihte InfraBIM-i liigituses.



Joonis 4.7. Teetarindiga seotud nimetused. Allikas: *InfraBIM-nimikkeisto (suunnittelu-, mittaus- ja tietomallinimikkeisto) v. 1.71 (InfraBIM-i liigitus)*

Modelleeritavate rajatiste andmesisu ja modelleerimismeetodid

Nõue

Teostusmudel katab projektide ja teostamise tulemuseks olevat lõpptoodet. Teostusmudel peab modelleerima projektidest (ehitusmudelitest) erinevad ehitiseosad.

Teostusmudelisse hõlmatavad tee-, tänava- ja raudteetarindite ehitiseosad ning modelleerimise täpsus ja ulatus määratakse kindlaks **ehitiseosade nõuete tabelis**.

Ehitusmudelitest saab teostusmudel, kui mudeli abil kujutatud tarind on asjakohaste kvaliteedinõuete kohaselt valmis ehitatud. Kui ehitustööd tehakse ehitusmudelist kasutades ja kõik tarindipinnad on töövõtu kvaliteedinõuetes või vastava tööetapi kinnitatud kvaliteediplaanis ette nähtud **nõuete kohase täpsusega**, võib ehitusmudeli lugeda teostusmudeliks. Kui ehitusmudelist ehitustöö käigus ajakohastatakse, on teostusmudeliks see ehitusmudel, mille kohaselt ehitustöö lõpule viiakse.

Juhis

Teostusmudel jaotatakse ehitiseosade kaupa punkti 4.2.1.1 kohaselt koostatud kataloogstruktuuri alla. Nii teostusmudelid kui ka kvaliteedi tagamise teostusmõõdistuste ja teostusmõõdistuste andmed lisatakse kataloogstruktuuri eraldi failidena. Teostusmudel ja punktiandmed antakse üle Inframudeli vormingus. Kvaliteedi tagamise teostusmõõdistuste andmete hälbevektorid tuleb lisada iga punkti metaandmetesse.

Tööetapi kvaliteediplaanis ette nähtud ja töö käigus läbi viidud kvaliteedi tagamise teostusmõõdistused ja teostusmõõdistused lisatakse iga ehitiseosa teostusmudelisse punktikirjetena, mis sisaldavad punkti hälbevektoreid.

Kui lõpptoode ei ole nõutava täpsusega, modelleeritakse ehitiseosad teostusmöödistuste alusel nii, et teostusmudel vastab lõppteostusele.

Teostusmudeli need osad, mis ei ole nõutava täpsusega, tuleb dokumenteerida teostusmudeli kaaskirjas. Kõrvalekallete põhjused tuleb samuti dokumenteerida ja tuleb koostada kõrvalekaldearuanne.

Projektipõhiselt ja kui see on pakkumiskutses ette kirjutatud, võib ehitiseosade **alatüüpi objektide** alusel moodustada lisaandmetena alapiire. Igale alapiirile omistatakse kõnealuse ehitiseosa InfraBIM-i kood. Iga alatüüpi ehitiseosa kantakse eraldi failina kõnealuse ehitiseosa kataloogi.

Niisugused alatüüpi objektid on näiteks järgmised:

- sõiduteed, liiklussaared, kivisillutised, jalgteed ja rattateed, rohealad, materjalipiirid;
- muud alatüüpi objektid.

Need alad joonestatakse ühetaolisena ja kinnisena, kuni omadused jäävad näiteks ala liigi ja pinnakattematerjali poolest samaks.

Failide, murdejoonte ja pindade nimetamine ja kodeerimine

Kui teostusmudel moodustatakse vahetult ehitusmudelilt, siis nimetatakse ja kodeeritakse teostusmudeli failid kooskõlas ehitusmudelite kohta kehtivate asjakohaste juhenditega.

Ehitusmudeli muutunud osad möödistatakse objektil ja kodeeritakse (murdejooned, pinnad ning kõik andmed möödistab geodeet või tehakse seda masina abil) InfraBIM-i liigituse ja taristu möödistuskodeeringu (Infra Rakentajakoodaus) kohaselt. Ehitusmudeli muutunud osad dokumenteeritakse teostusmudeli kaaskirjas.

Teostusmudeli täpsusnõuded

Üldinfo

Kui ehitusmudelit kasutatakse teostusmudelina, määratakse mudeli ja selle tarindipindade ning murdejoonte täpsusnõuded kindlaks kooskõlas punktiga 3.2.5.4 (Taristu mudelprojekteerimise nõuded erinevates projekteerimisstaadiumites / Ehitamine / Põhiprojekteerimise staadium).

Kui teostusmudel põhineb möödistamisandmetel, tuleb möödistada selliselt, et tuvastataks kõik maastiku olulised murdepunktid ja möödistamine oleks piisavalt täpne mahukalkulatsiooni vajadusteks.

Punktiandmed

Punktiandmed on kaardistusandmed, kvaliteedi tagamise teostusmöödistuse andmed või teostusmöödistuse andmed.

Teostusmudelis hõlmatud punktitüüpi kvaliteedi tagamise teostusmöödistuse andmed ning teostusmöödistuse andmed sisaldavad vertikaal-, külj- ja pikisuunalisi hälbevektoreid. Punktandmekirje võib sisaldada ka kõiki hälbevektoreid.

Teostusmudellisse eksporditakse ainult kehtivad kvaliteedi tagamise teostusmöödistuse ja teostusmöödistuste punktid. Kattuvate tulemuste korral salvestatakse ainult kõige uuemad ja muud kattuvad tulemused eemaldatakse.

Vertikaalsuunalised hälbevektorid arvutatakse vertikaalse etalonpinna suhtes, külgsuunalised hälbevektorid arvutatakse servajoone või trassi suhtes ja pikisuunalised hälbevektorid arvutatakse trassi suhtes.

Kvaliteedi tagamise teostusmöödistuse ja teostusmöödistuse punktandmed ei ole mõeldud kasutamiseks kolmnurkvörkpindade loomiseks.

Kvaliteedi tagamise teostusmöödistuste ja teostusmöödistuste kohta koostatakse ehitiseosade kaupa teepõhised koondaruanded, mis seejärel lisatakse teostusmudeli kaaskirjale.

Kõik tellija korraldatud juhuslikud proovid ja kontrollid tuleb lisada kõnealuse ehitiseosa kataloogi. Neid kontrole käsitletakse kvaliteedi tagamise teostusmöödistustena, kuid neile tuleb omistada erinev kood, et eristada neid kvaliteedi tagamise teostusmöödistustest, mille on läbi viinud ehitiseosa töövõtja kvaliteedi tagamise eesmärgil.

Metaandmed

Iga teostusmöödistuse punkti ja masinajuhtimise abil tehtud teostusmöödistuse punkti metaandmed peavad sisaldama mõõtmismeetodit eraldi koodinimestiku kohaselt ja mis tahes muud infot, mis määratakse iga projekti korral eraldi.

Pealisehitise tarindosade teostusmudelite metaandmed peavad näitama tarindikihi materjali.

Dokumentatsioon

Koos teostusmudeliga koostatakse **teostusmudeli kaaskiri**. See kaaskiri on kogu materjali kirjeldava materjali kaaskirja osa. Teostusmudeli kaaskirjas esitatakse teostusmudeli kohta järgmine põhi- ja tuvastusinfo:

- ehitusprojekti nimi ja asukoht;
- teostusmudeli koostaja;
- teostusmudeli koostamiseks kasutatud tarkvara;
- teostusmudeli kõrvalekaldeid ehitusmudeli suhtes koos asjakohase põhjendusega;
- teostusmudeli vorming;
- kasutatud koordinaat- ja kõrgussüsteem;
- teostusmudeli failinimed;
- teostusmudeli sisu kirjeldus.

Teostusmudeli kaaskiri salvestatakse koos teostusmudeliga ehitiseosa kataloogi punktis 4.2.1.1 näidatud kataloogstruktuuris.

4.4.5. Teostusdokumendid

4.4.5.1. Üldinfo

Teostusdokumendid on projektjoonised ja dokumendid, mida on ajakohastatud selliselt, et need kajastavad ehitusprojekti lõpptoodet.

Nõue

Kõik muudatused tuleb kanda joonistele. Ei tohi esineda mingeid vastuolusid üleantava materjali ja näiteks teostusmudelite ning dokumentide vahel.

Juhis

Teostusjooniste ajakohastamisel, et need kajastaksid lõpptoodet, tuleb arvesse võtta jooniste mõõtkava. Näiteks truubi asukoht peab teostusmudelis vastama kontrollmõõdistuse andmetele, aga truubi tähist pole kaardil vaja liigutada, kui asukoht on vaid veidi muutunud.

4.4.6. Seotud materjal

4.4.6.1. Üldinfo

Kogu muud materjali täiendav materjal paigutatakse kategooria „Seotud materjal“ alla.

4.4.6.2. Ohutus

Ohutusega seotud dokumentatsioon, näiteks

- Ohutusplaan
 - Projekti ohutusplaan
 - Alaplaanid
 - Töötappide ohutusplaanid
- Töötajate hindamised (näiteks MVR)
- Juurdepääsulubade nimekiri
- Riskianalüüs
- Alltöövõtjad
 - Alltöövõtjate nimekiri
 - Peatöövõtja kohustuste ja vastutusega seotud dokumendid
- Liikluskorraldus
- Aruanded ja teated

4.4.6.3. Keskkond

Keskkonnaga seotud dokumentatsioon, näiteks

- Mürataset käsitlevad teated ja otsused
- Sillad
 - Sillaehitust käsitlevad teated
 - Veeseaduse kohased lubade andmise otsused
- Veeseirearuanded
- Teated kooskõlas valitsuse määrusega teatud jäätmete taaskasutamise kohta muldehitiste konstrueerimisel (MARA)

4.4.6.4. Kolmandad isikud

Projekti välitel loodud materjal, mis on seotud kolmandate isikutega (näiteks seoses kinnisvara ülevaatuse ja kahjuhüvitistega)

4.4.6.5. Valdusse võetud alad

Pärast projekti ehitamist määratud valdusse võetud alad alapiiridena Inframodeli vormingus.

4.4.6.6. Muu materjal

Mis tahes muu projekti vältel koostatud materjal sihtotstarbelistesse kaustadesse jaotatuna. See materjal võib hõlmata näiteks järgmist.

- Hoolduspiirkondade piirid/kaardid
- Roheala hoolduskaardid

Lisa 4.1. Objekti mõõdistamisplaani lisatavate küsimuste näide, punktid 1 kuni 18

1 (2)

TÖÖOBJEKTI RAJAMINE

1. Mõõdistusorganisatsioon
 - Isikud: kvalifikatsioon, erialane ettevalmistus, soovitus
 - Rollid ja vastutus
2. Tööohutus
 - Maamõõdupersonali tööobjektile pääsemise tingimused, näiteks nõutav kvalifikatsioon, koolitus/juhendamine ja kaitsevahendid
3. Juhendid ja nõuded, mida tuleb mõõdistamisel järgida
4. Geodeetiline alusvõrk
 - Projektis kasutatav tasapinnaline koordinaatsüsteem ja kõrgussüsteem
 - Geodeetilise alusvõrgu kvaliteedi ja katvuse tagamise meetodite kirjeldus
 - o Geodeetilise alusvõrguga tehtud või teha plaanitavate toimingute kirjeldus
 - Kuidas geodeetilist alusvõrku ehitustööde käigus hooldatakse?

MÕÕDISTUSED JA MASINAAUTOMAATIKA

5. Mõõteseadmed
 - mõõteseadmete hooldus- ja välikalibreerimine (sertifikaadid)
 - mõõdistuse kvaliteedi tagamine (orienteerimistulemuste dokumentatsioon)
6. Eri tööstaadiumite ja projekteerimisvaldkondade mõõdistused
 - pinnasetööd, süsteemid, ehitustehnilised tarindosad
 - masinaautomaatikat kasutavad tööstaadiumid
 - maamõõdupersonali sooritatud mõõdistamine
7. Tarkvara
 - mõõdistused, mahukalkulatsioon ja kvaliteetidokumentatsioon
 - infohaldusrakendused
8. Projektis kasutatavad masinajuhtimissüsteemid
9. RTK-GNSS-positsioneerimine
 - Kuidas juurutatakse satelliitpositsioneerimise süsteemi jaoks nõutav RTK-taseme täpsus maamõõdupersonali mõõteseadmetes ja masinajuhtimissüsteemides?
 - Kas selleks kasutatakse võrgu RTK teenuseid, NTRIP-korrektiooni või kohalike tugijaamu? Teiste sõnadega, kas masinad saavad korrektsioonisignaali internetiühenduse kaudu või raadio teel? Võimalike varjupiirkondade tuvastamine.
10. Kohalikud tugijaamad
 - paigutus, seadistus, asukoha kontrollmõõtmised, kattealad, raadiosagedused
 - Kui tugijaamu on mitu: tugijaamade ühilduvus kattealade piirialades positsioneerimise mõttes.

Lisa 4.1. Objekti mõõdistamisplaani lisatavate küsimuste näide, punktid 1 kuni 18
2 (2)

MUDELIPÕHINE KVALITEEDI TAGAMINE JA INFORMATSIOONI HALDAMINE

11. Põhimudeli ja dokumendipõhiste projektide kvaliteedi tagamine sisu ning tehniliste külgede mõttes
 - Mõõdistusandmed, masinajuhtimise andmed ja nende andmevahetusvormingud
Kuidas materjali kontrollitakse ja milliste töövahenditega? Kuidas kontrolltoimingud dokumenteeritakse? Näiteks saab dokumenteerimisel kasutada projekteerija koostatud materjalide kataloogi.
12. Tööobjekti organisatsiooni juhendamine mudelipõhise töö suhtes
13. Masinajuhtimis- ja mõõdistusandmete sisu ning seotud juhendid masinate kasutamise ja nende täpsuse kontrollimise, tugijaamade asukohakontrolli kohta
14. Kvaliteedi tagamise ja kontrollmõõdistuse juhendid: kvaliteedi tagamise teostusmõõdistused, masinajuhtimise abil tehtavad teostusmõõdistused ning masinajuhtimissüsteemide täpsusekontrolli mõõtmised
15. Kaardistamismõõdistuste juhendid: pinnakoodid, tüübikoodid, failide nimetamine
16. Mõõdistusandmete haldamine taristuprojektis
 - Kuidas tegeldakse järgmiste küsimustega: ajakohaste ehitus- ja teostusmõõdistuse andmete edastamine projekti eri osalistele, materjalide muudatuste haldus ning versioonide nimetamine, kvaliteedi tagamise mõõtetulemuste edastamine projekti eri osalistele läbivaatamiseks jne. Siin tuleb arvesse võtta ka erinevaid masinajuhtimissüsteeme ja nende erivajadusi.
17. Mahukalkulatsioon: arvutatavad/jälgitavad ehitiseosad, dokumenteerimisviis
18. Kvaliteedidokumentatsioon: materjalide kogumine digitaalse üleantava materjali koostamise seisukohast

Lisa 4.2. Tööobjekti organisatsiooni poolne põhimudeli kontrollimine

1 (2)

Põhiprojekti üleantava materjali andmesisu ja täielikkuse kontroll

- A)** Tuleb kontrollida, et saadud materjal sisaldaks järgmisi dokumente
1. Lähteandmematerjal (eriti geodeetiline alusvõrk, maastikumudel ja tõlgendatud pinnad)
 2. Projekteerijate koostatud kontrolliaruanded, infomudeli kaaskiri ja infomudeli logi
 3. Digitaalne põhimudel. Lisaks tuleb veenduda, et failinimed oleksid loogilised.
 4. Dokumendipõhine projektimaterjal
- B)** Tuleb kontrollida, kas saadud põhimudel sisaldab infomudeli kaaskirjas ja logis nimetatud üksusi.

Põhimudeli tehniline kontroll

Tehniline kontroll tehakse mudelipõhisele põhiprojektile. Kasutatav ülevaatusvahend hõlmab sobivaid tarkvaralahendusi, mis toetavad materjali, mis on Inframudeli andmevahetusvormingus või mis tahes muus InfraBIM-i üldnõuetes määratud toetatud andmevahetusvormingus. Kontrollimiseks kasutatav tarkvara peab lisaks toetama InfraBIM-i koodi (varasema nimetusega „pintatunnus“/ „pinnakood“) ja InfraBIM-i liigitusega kooskõlas olevat murdejoone tüüpide kodeeringut.

Tuleb kontrollida, kas materjal vastab Inframudeli spetsifikatsioonile. Kontroll tehakse tarkvara abil masinlugemise põhiselt.

1. Üldinfo (metaandmed: näiteks mõõtühikud, koordinaat- ja kõrgussüsteem)
2. Kas InfraBIM-i koodid ja tüübikoodid vastavad InfraBIM-i liigitusele?
3. Tarindipinda kujutavate joonte kuju: murdejoon / ebakorrapärane joon

Kontrollitakse murdejooni visuaalselt tarindipinna kaupa mõõte- ja modelleerimistarkvara abil

1. Koodid: InfraBIM-i koodid ja murdejoone tüüpide koodid kooskõlas InfraBIM-i liigitusega
2. Jätkuvus: katkestuskohad materjali ühenduspunktides ja sarnastes kohtades, puuduvad 1 meetrist suuremad vahed
3. Punktide vahekaugus: vähim 0,5 m / suurim 10 m
4. Tarbetud jooned: tarindipinnal ei esine kalde muutumist
5. Ühtne suund: kasvava seisupunkti poole
6. Kolmnurkvõrk: lõikuvad ja kattuvad / suunda muutvad jooned, nullkõrgused
7. Ristkalded

Kontrollitakse kolmnurkvõrke mõõte- ja modelleerimistarkvara abil

1. Koodid: InfraBIM-i koodid kooskõlas InfraBIM-i liigitusega
2. Augud
3. Normist erinevad kalded: nullkõrgused, pinnast kõrvale kalduvad kühmud ja lohud
4. Kolmnurkvõrk: tarbetud kolmnurgad, kolmnurkade ümber pööramise vajadus

Lisa 4.2. Tööobjekti organisatsiooni poolne põhimudeli kontrollimine

2 (2)

Kontrollitakse joonematerjali mõõte- ja modelleerimistarkvara abil.

1. Geomeetria kokkusobivus muude materjalidega: geomeetriad avatakse üleantud projektikaardi peal
2. Trasside horisontaalne geomeetria: õigsus projektdokumentidega võrdlemisel, trassi vertikaalsuunaline ühendamine olemasolevate tarinditega
3. Ääretoe jooned: kahemõõtmelised või ruumilised

Kontrollitakse materjalide kokkusobivust mõõte- ja modelleerimistarkvara abil.

1. Teede ja alade vertikaalsuunaline rihtimine: luua kolmnurkvõrgust kontuurjooned ning hinnata vertikaalsuunalist rihtimist
2. Katkestuskohad teede ühenduspunktides
3. Tarindiüleminekute siirdekiilud
4. Tarindipindade kokkusobivus: tarindite paksused, ristuvad kalded
5. Ühendamine olemasolevate tarinditega
6. Erinevate teede külakraavide kokkusobivus
7. Punktandmete (3D) sobivus muu materjaliga
8. Võrkude ja torude vastuolude kontroll

Kontrollitakse kuivendus-, veevarustus- ja kanalisatsioonisüsteeme tegelike mõõdistuste ning modelleerimistarkvara abil


1. Pinnavee haldamine: kas külakraavid on modelleeritud; truupide asukoht, kõrgustasand ja paigaldussügavus
2. Kuivenduskraavid
3. Äravoolusüsteemid
4. Sademeveekaevud ja -torud: asukoht ning kõrgustasand, viide vertikaaltasandile
5. Kanalisatsioonikaevud ja -torud: asukoht ning kõrgustasand

Dokumendipõhiste projektide ja põhimudeli kokkusobivus

Dokumendi- ja mudelipõhiste projektide sisu ja tehniliste külgede kontrollimisel tuleb neid ka riskkontrollida, et tuvastada võimalikud vastuolud.

Lisa 4.3. Põhimudeli kontrollnimekirja näide

1 (1)

		Infrastructure information model	checklist																																																
		(Common InfraBIM Requirements YIV 2019)																																																	
<p>Quality check parameters (tables 1–6): Check the box of each checked item.</p>																																																			
<p><i>Table 1. Naming and headers</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Code</th> <th>Item to be checked</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1.01.</td><td>Naming of files</td></tr> <tr><td>1.02.</td><td>Time stamp</td></tr> <tr><td>1.03.</td><td>Units</td></tr> <tr><td>1.04.</td><td>Coordinate system</td></tr> <tr><td>1.05.</td><td>EPSG code</td></tr> <tr><td>1.06.</td><td>Elevation system</td></tr> <tr><td>1.07.</td><td>Design application and version</td></tr> <tr><td>1.08.</td><td>Designer's contact information</td></tr> <tr><td>.</td><td></td></tr> </tbody> </table>		Code	Item to be checked	1.01.	Naming of files	1.02.	Time stamp	1.03.	Units	1.04.	Coordinate system	1.05.	EPSG code	1.06.	Elevation system	1.07.	Design application and version	1.08.	Designer's contact information	.		<p><i>Table 2. Break lines</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Code</th> <th>Item to be checked</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2.01</td><td>Surface codes</td></tr> <tr><td>2.02</td><td>Type codes</td></tr> <tr><td>2.03</td><td>Discontinuities</td></tr> <tr><td>2.04</td><td>Intersecting lines</td></tr> <tr><td>2.05</td><td>Overlapping/reversing lines</td></tr> <tr><td>2.06</td><td>Uniform direction of lines</td></tr> <tr><td>2.07</td><td>Too long point spacing >10 m</td></tr> <tr><td>2.08</td><td>Too short point spacing <0.5 m</td></tr> <tr><td>2.09</td><td>Unnecessary lines (no change of inclination)</td></tr> <tr><td>2.10</td><td>Lines not belonging to a surface</td></tr> <tr><td>2.11</td><td>Triangulation</td></tr> <tr><td>2.12</td><td>Consistency between break lines and triangulated network</td></tr> <tr><td>2.13</td><td>Zero heights</td></tr> </tbody> </table>		Code	Item to be checked	2.01	Surface codes	2.02	Type codes	2.03	Discontinuities	2.04	Intersecting lines	2.05	Overlapping/reversing lines	2.06	Uniform direction of lines	2.07	Too long point spacing >10 m	2.08	Too short point spacing <0.5 m	2.09	Unnecessary lines (no change of inclination)	2.10	Lines not belonging to a surface	2.11	Triangulation	2.12	Consistency between break lines and triangulated network	2.13	Zero heights
Code	Item to be checked																																																		
1.01.	Naming of files																																																		
1.02.	Time stamp																																																		
1.03.	Units																																																		
1.04.	Coordinate system																																																		
1.05.	EPSG code																																																		
1.06.	Elevation system																																																		
1.07.	Design application and version																																																		
1.08.	Designer's contact information																																																		
.																																																			
Code	Item to be checked																																																		
2.01	Surface codes																																																		
2.02	Type codes																																																		
2.03	Discontinuities																																																		
2.04	Intersecting lines																																																		
2.05	Overlapping/reversing lines																																																		
2.06	Uniform direction of lines																																																		
2.07	Too long point spacing >10 m																																																		
2.08	Too short point spacing <0.5 m																																																		
2.09	Unnecessary lines (no change of inclination)																																																		
2.10	Lines not belonging to a surface																																																		
2.11	Triangulation																																																		
2.12	Consistency between break lines and triangulated network																																																		
2.13	Zero heights																																																		
<p><i>Table 3. Triangulated networks</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Code</th> <th>Item to be checked</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3.01.</td><td>Surface codes</td></tr> <tr><td>3.02.</td><td>Holes</td></tr> <tr><td>3.03.</td><td>Zero-height points</td></tr> <tr><td>3.04.</td><td>"Spikes" deviating from the surface</td></tr> <tr><td>3.05.</td><td>Abnormal slopes</td></tr> <tr><td>3.06.</td><td>Consistency between break lines and triangulated network</td></tr> </tbody> </table>		Code	Item to be checked	3.01.	Surface codes	3.02.	Holes	3.03.	Zero-height points	3.04.	"Spikes" deviating from the surface	3.05.	Abnormal slopes	3.06.	Consistency between break lines and triangulated network	<p><i>Table 4. Geometric lines and other lines</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Code</th> <th>Item to be checked</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4.01.</td><td>Horizontal geometry of the alignment</td></tr> <tr><td>4.02.</td><td>Vertical geometry of the alignment</td></tr> <tr><td>4.03.</td><td>Irregular lines (<u>IrregularLine</u>)</td></tr> <tr><td>4.04.</td><td>Kerb lines</td></tr> <tr><td>4.05.</td><td>Paint lines</td></tr> </tbody> </table>		Code	Item to be checked	4.01.	Horizontal geometry of the alignment	4.02.	Vertical geometry of the alignment	4.03.	Irregular lines (<u>IrregularLine</u>)	4.04.	Kerb lines	4.05.	Paint lines																						
Code	Item to be checked																																																		
3.01.	Surface codes																																																		
3.02.	Holes																																																		
3.03.	Zero-height points																																																		
3.04.	"Spikes" deviating from the surface																																																		
3.05.	Abnormal slopes																																																		
3.06.	Consistency between break lines and triangulated network																																																		
Code	Item to be checked																																																		
4.01.	Horizontal geometry of the alignment																																																		
4.02.	Vertical geometry of the alignment																																																		
4.03.	Irregular lines (<u>IrregularLine</u>)																																																		
4.04.	Kerb lines																																																		
4.05.	Paint lines																																																		
<p><i>Table 5. Compatibility</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Code</th> <th>Item to be checked</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5.01.</td><td>Vertical alignment of routes and areas</td></tr> <tr><td>5.02.</td><td>Connection points of routes (discontinuities)</td></tr> <tr><td>5.03.</td><td>Wedges at structure transitions</td></tr> <tr><td>5.04.</td><td>Structure thicknesses</td></tr> <tr><td>5.05.</td><td>Connection to existing structures</td></tr> <tr><td>5.06.</td><td>Compatibility of side ditches of different routes</td></tr> <tr><td>5.07.</td><td>Fit of point data (3D) to other material</td></tr> </tbody> </table>		Code	Item to be checked	5.01.	Vertical alignment of routes and areas	5.02.	Connection points of routes (discontinuities)	5.03.	Wedges at structure transitions	5.04.	Structure thicknesses	5.05.	Connection to existing structures	5.06.	Compatibility of side ditches of different routes	5.07.	Fit of point data (3D) to other material	<p><i>Table 6 Drainage, water supply and sewerage systems</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Code</th> <th>Item to be checked</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>6.01.</td><td>Culverts</td></tr> <tr><td>6.02.</td><td>Side ditches</td></tr> <tr><td>6.03.</td><td>Drainage ditches</td></tr> <tr><td>6.04.</td><td>Drains</td></tr> <tr><td>6.05.</td><td>Stormwater wells</td></tr> <tr><td>6.06.</td><td>Stormwater pipes</td></tr> <tr><td>6.07.</td><td>Sewer wells</td></tr> <tr><td>6.08.</td><td>Sewer pipes</td></tr> </tbody> </table>		Code	Item to be checked	6.01.	Culverts	6.02.	Side ditches	6.03.	Drainage ditches	6.04.	Drains	6.05.	Stormwater wells	6.06.	Stormwater pipes	6.07.	Sewer wells	6.08.	Sewer pipes														
Code	Item to be checked																																																		
5.01.	Vertical alignment of routes and areas																																																		
5.02.	Connection points of routes (discontinuities)																																																		
5.03.	Wedges at structure transitions																																																		
5.04.	Structure thicknesses																																																		
5.05.	Connection to existing structures																																																		
5.06.	Compatibility of side ditches of different routes																																																		
5.07.	Fit of point data (3D) to other material																																																		
Code	Item to be checked																																																		
6.01.	Culverts																																																		
6.02.	Side ditches																																																		
6.03.	Drainage ditches																																																		
6.04.	Drains																																																		
6.05.	Stormwater wells																																																		
6.06.	Stormwater pipes																																																		
6.07.	Sewer wells																																																		
6.08.	Sewer pipes																																																		