

**INFRARAJATISTE MUDELPROJEKTEERIMISE
ÜLDJUHENDID – INFRABIM 2015
Osa 1: Mudelipõhine hange**

STANDARDIKESKUSE EESSÕNA

"Infrarajatiste mudelprojekteerimise üldjuhendid – Infrabim 2015. Osa 1: Mudelipõhine hange" on avaldatud Standardikeskuse juhendmaterjalina vastavalt Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ja Eesti Standardikeskuse vahelisele kokkuleppele.

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

TÄHELEPANU!

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

Infrarajatiste mudelprojekteerimise üldjuhendid – InfraBIM 2015

1. osa

MUDELIPÕHINE HANGE



WSP Finland Oy / Jari Niskanen

5.5.2015

WSP Finland Oy / Jari Niskanen

Dokumendi versioonialugu

Version	Kuupäev	Autor	Kirjeldus
1.0	5.5.2015	Jari Niskanen	Juhend

SISUKORD

1.	SISSEJUHATUS.....	4
2.	TARISTUHANKE ETAPID	5
3.	MUDELI PÕHISE HANKE TEGEVUSED	7
4.	ROLLIJAOTUS MUDELI PÕHISEL HANKE L.....	9
5.	MUDELI PÕHISE HANKE KAVANDAMINE.....	11
5.1.	Üldpõhimõtted	11
5.2.	Modelleerimise eesmärgid.....	11
5.3.	Taristumudeli kasutusotstarbed.....	12
5.4.	Modelleerimise maht ja täpsusaste	14
5.5.	Mudeli dokumentatsioon	14
5.6.	Protsessi kirjeldus.....	15
5.7.	Mahu- ja kuluhaldus	15
5.8.	Kvaliteedi tagamine	15
6.	MUDELI KASUTAMINE HANKE ERI STAADIUMITES	16
6.1.	Projekteerimine	16
6.2.	Ehitamine.....	16
6.3.	Kasutuselevõtt, kasutamine ja haldamine.....	17

1. SISSEJUHATUS

Infrarajatiste mudelprojekteerimise üldnõudeid käsitleva juhendisarja väljaandmise eest vastutavad Soome Ehitusteabe Fondi erikomisjon buildingSMART Finland (bSF) ja selle taristutöögrupp. Vajadus nõuete järele on tekkinud seoses suuremate taristutellijate eesmärgiga minna üle mudelprojekteerimisele. Tellijatel ja teenusepakkujatel peab olema ühine ettekujutus, mida ja kuidas hanke eri staadiumites modelleeritakse. Infrarajatiste mudelprojekteerimisnõuded on mõeldud kasutamiseks hangete üldiste tehniliste viitedokumentide ja modelleerimisjuhenditena.

Vastutajaks juhendite ettevalmistamise eest on kuni 2014. aasta suveni olnud RYM Oy programmi PRE hulka kuulunud töopaketi InfraFINBIM osalised ja hiljem bSF-i taristutöögrupp. Ettevalmistustöödel on osalenud: VR Track Oy, Destia Oy, Finnmap Infra Oy, Lemminkäinen Infra Oy, NCC Roads Oy, Pöyry Finland Oy, Ramboll Finland Oy, Sito Oy, Tekla Oyj, Terramare Oy, YIT Rakennus Oy Infrapalvelut, Vianova Systems Finland Oy, WSP Finland Oy, A-Insinöörit Oy, Rakennustieto Oy ja Liikennevirasto (Soome Transpordiamet). Juhendite ettevalmistamist on toetanud arendustöögruppi liikmeslinnad Helsingi, Espoo, Vantaa, Turu, Tampere, Lahti ja Oulu. Lisaks neile on tagasisidet andnud mitmed taristuvaldkonna ettevõtted ja organisatsioonid. Saadud tagasiside põhjal on juhendi osade koostajad koos abilistega teksti viimistlenud.

InfraBIM 2015 osad

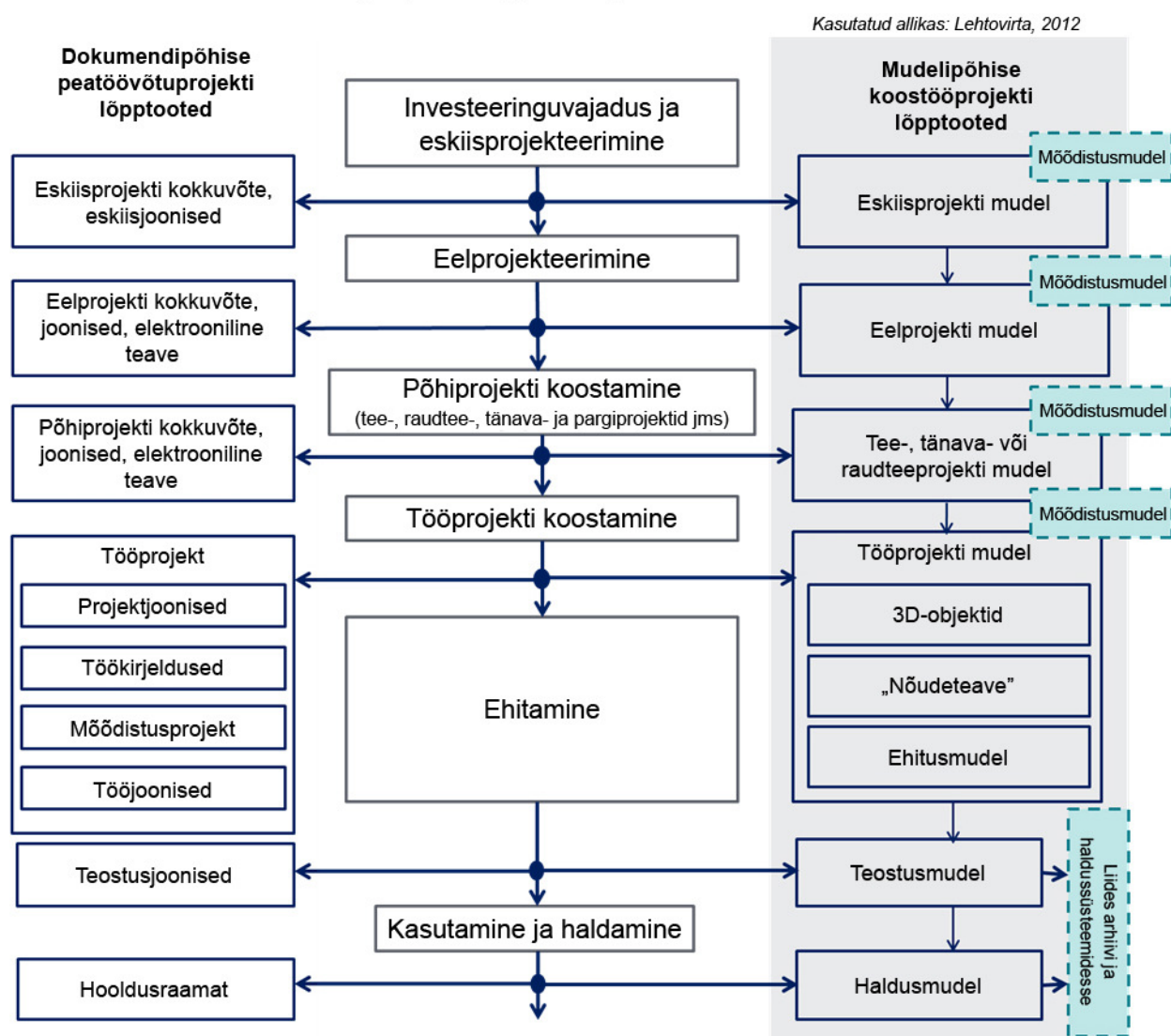
1. Mudeli põhine hange
2. Mudelprojekteerimise üldnõuded
3. Lähteandmed
4. Taristumudel ja mudelprojekteerimine erinevates projekteerimisstaadiumites
5. Tarindimudelid. Pinnase-, aluse- ja kaljutarandid, katted ja katendid ning pinnasetööde ehitusmudeli (3D-masinjuhtimismudeli) ja teostusmudeli koostamine
6. Tarindimudelid. Süsteemid
7. Tarindimudelid. Ehitustehnilised ehitiseosad
8. Taristumudeli kvaliteedi tagamine
9. Mahuarvutused, kuluarvutused
10. Visualiseerimine
11. Taristu haldamine
12. Taristumudeli kasutamine erinevates projekteerimisstaadiumites ja ehitamisel

Juhendisarja käesolev osa on üldine sissejuhatus mudelprojekteerimisel põhinevale taristuhankele. Mudeli põhiseisest tegevusest tulenevate eeliste maksimaalne kasutamine eeldab osalistelt muutusi ning pidevat panustamist standardite, rakendusliideste ja tarkvara arendamisse. Modelleerimisele tuleb tähelepanu pöörata hanke organiseerimisel, liigendamisel, kalendergraafikus, tegevustes ja andmevahetuses. Tellija peab oskama hinnata, kuidas saada mudelprojekteerimisega hankele võimalikult suur lisaväärtus ja aidata kaasa lõppeesmärkide saavutamisele. Ühtlasi peavad teenusepakkujad oskama kohandada oma tööprotsesse tellijate eesmärkidega.

2. TARISTUHANKE ETAPIID

Taristuhangete liigendamine võimaldab näiteks sidumist maakasutuse planeerimisega, õigel tasemel projekteerimist erinevatel otsustusetappidel ja osaliste piisavat vastastikust mõju. Projektide sisu ja esitusviisi osas on juhised antud tellijapõhiselt; õigusaktides ei ole seda üksikasjalikult reguleeritud. Osa projektist moodustab aruande- või kirjeldusteave (näiteks hetkeolukorra kirjeldused, mõjuanalüüsid, teostuskirjeldused jms). Lisaks koostatakse dokumendipõhise protsessi käigus projektjoonised, millele mudelipõhises protsessis vastab kõnealuse staadiumi projektimudel. Taristuhanke käiku võib kujutada järgneva skeemina (joonis 1).

Taristuprojekti käigus tellijale esitatav teave



Joonis 1. Taristuhanke eri staadiumites toodetav info

WSP Finland Oy / Jari Niskanen

Skeem annab üldise ülevaate dokumendi- ja mudelipõhise taristuhanke eri staadiumites tellijale esitatavast infost. Seadusjärgsete (ametlike) staadiumites määratakse hanke liigendus vastavat hankeliiki (tee, tänav, raudtee, laevatee jne) ja tellijaorganisatsiooni puudutavates õigusaktides. Staadiumite nimetused ja sisu võivad skeemil esitatud üldnimetustest erineda. Veemajandus-, maastiku- ja haljastushankeid jt eriobjekte tehakse komplekshangete käigus või eraldi projektidena. Ka need hanked toimuvad järk-järgult täpsustudes.

Taristu projekteerimis- ja ehitushange kestab tavaliselt mitu aastat. Samas võib mudelipõhine tegevus alata ükskõik millises hanke staadiumis. Ideaalsituatsioonis liigub projekt hanke ühest staadiumist teise infomudelina ning mõõdistusandmete põhjal koostatud mudelit värskendatakse ja ajakohastatakse kõigis staadiumites. Mudelipõhine protsess annab suurimat kasu siis, kui tehnoloogilised lahendused toetavad andmete säilimist esialgsel kujul läbi kõigi hankestaadiumite.

Projekti eri staadiumites kasutatakse mudelprojekteerimist erineval moel. Varasemates staadiumites on kesksel kohal tehnilise teostatavuse tuvastamine, investeeringu- ja halduskulude usaldusväärne hindamine ning projekti aktsepteeritavuse tagamine. Staadiumi mudelipõhise tegevuse keskne element on lahenduste teostatavuse tagamist toetav koondmudel. Koondmudelisse on koondatud kõigi tehnikavaldkondade mudelid. Projekti vastavuse kontrollil võib toeks olla mudeliinfo põhjal koostatud visualiseering (esitlusmudel), mis koosneb sageli ainult nähtavatest pindadest ja tarinditest.

3. MUDELIPÕHISE HANKE TEGEVUSED

Projekteerimis- ja ehitushanked hõlmavad mitmeid mudelprojekteerimisega seonduvaid tegevusi. Tegevused sisalduvad kõigis mudelpõhistes hangetes, kuid nende maht sõltub paljuski hanke staadiumist ja suurusel. Mudelprojekteerimine on infrarajatise elutsükli aegsete tegevuste loomulik osa. Joonisel 2 on ülevaade mudelprojekteerimisega seonduvatest üldtegevustest.



Joonis 2. Mudelpõhise hanke üldtegevused

Juhtimine ja koordineerimine

Kõigile projekti osalistele täpsustatakse juhiseid mudelprojekteerimise üldjuhendite põhjal. Tegevus hõlmab ka mudelprojekteerimise kalendergraafiku seostamist projekteerimisega ning järelevalvet ja juhtimist.

Lähteandmete hankimine ja modelleerimine

Lähteandmed hangitakse erinevatelt organisatsioonidelt, töödeldakse ja dokumenteeritakse lähteandmete klassifikaatoris mõõdistusmudeli kohaselt (InfraBIM, 3. osa). Mudelprojekteerimine hõlmab näiteks objektide modelleerimist 2D-andmete põhjal ning omadusteabe lisamist neile objektidele.

Projekteerimine ja ehitamine

Projekteeritakse mudelpõhiselt ja ehitamisel kasutatakse taristumudeleid. Taristu modelleerimine on projekteerimise loomulik osa.

WSP Finland Oy / Jari Niskanen

Valdkondade ühildamine

Erinevate valdkondade mudelid ühildatakse näiteks koondmudeli abil. Tuleb kokku leppida ühtsed reeglid, millises formaadis ja kuidas toimub andmete vahetamine ja koondamine koondmudelisse. Andmete ühildamist jälgitakse ja eri valdkondade vahelisi kontrole tehakse kokkulepitud ajakava kohaselt.

Vastastikmõju ja koostöö

Mudelite kasutamine tõhustab koostööd ja aitab projektlahendusi paremini ette kujutada. Tellija ja teostaja koostöö annavad parima resultaadi, mis on kasulik mõlemale poolele. Hanke efektiivsuse ja lõpptulemuse seisukohalt on oluline ka erinevate valdkondade ning projektijuhi ja projekteerijate toetus üksteisele.

Kvaliteedi tagamine

Mudelprojekteerimise kvaliteedikontrolli aluseks on teenuseosutaja enda dokumenteeritud lõppkontroll. Infomudeli kvaliteedi komponendid on info ühilduvus, tehniline sobivus ja katvus. Kvaliteedi kontrollimisel võib kasutada nii visuaalseid kui ka tehnilisi meetodeid.

4. ROLLIJAOTUS MUDELIPÕHISEL HANKEL

Mudelipõhise hanke korraldamine sõltub olulisel määral projekti sisust, mahust ja projekteerimisstaadiumist. Juhtimine ja koordineerimine tõuseb esile suuremahulistel hangetel, mis hõlmavad mitmeid osalisi ja valdkondi. Väikesemahuliste hangete puhul sulanduvad rollid omavahel ja sisalduvad teistes projekteerimisülesannetes. Taristute modelleerimistööriistade ja mudelite funktsionaalsuse arenedes võib hangete korraldamine ka mitut erinevat valdkonda hõlmavate hangete puhul taas lihtsustuda. Järgnevad aspektid puudutavad eelkõige projekteerimishankeid (st projektumodelite koostamise staadiumit). Võrreldes ehitusstaadiumiga on BIM-i koordinaatori rolli kärbitud.

Tellijä. Tellija on projektis kesksel kohal. Tellija vastutab projekti rahastamise, otsustamise ja juhtimise eest ning teeb ka mudelprojekteerimist puudutavad otsused ja viib läbi hanked. Tellija vastutab projekti ettevalmistamise ja läbiviimise eest ning võtab oma arhiveerimis- ja haldussüsteemides vastu lõpptulemuse. Tellija teeb oma organisatsiooni struktuuri ja rollijaotust puudutavad otsused lähtudes hanke vajadustest. Tellija võib kasutada tehnilisi väliseksperthe (näiteks hangete ja kvaliteedikontrolli läbiviimisel). Tellijal on infomodeli kasutamisel tavaliselt vaataja staatus. Tehniliste ekspertide kasutuses peavad olema täiemahulised tööriistad (arvutiprogrammid) mudeliga töötamiseks.

Teenuseosutaja projektijuht. Projektijuht vastutab mudelprojekteerimise juhtimise eest. Projektijuht võib delegeerida modelleerimise juhtimisega seonduvaid ülesandeid, kuid alles viimases järjekorras, näiteks valdkondade ühildamise osas. Projektijuhil on infomodeli kasutamisel tavaliselt vaataja staatus.

Peaprojekteerija. Peaprojekteerija vastutab kogu projekteerimise (modelleerimise) organiseerimise ja tähtajaks valmimise eest, kasutades vajaduse korral teiste projekteerimisvaldkondade eest vastutavate isikute abi. Modelleerimisega seonduvad ülesanded võib jätta BIM-i koordinaatorile, kui peaprojekteerija ei saa olla BIM-i koordinaatoriks. Suuremate hangete puhul on sageli tegemist just sellise olukorraga.

Projekteerimishanke BIM-i koordinaator. BIM-i koordinaator planeerib, koostab kalendergraafiku ja ühildab valdkondade töö. BIM-i koordinaatori ülesanne on tagada tellija eesmärkide ja nõuete järgimine. Lisaks hoolitseb ta erinevate valdkondade mudelite ühildamise ja kontrollimise eest. BIM-i koordinaatori ülesanded võivad olla näiteks järgmised:

- koostab ja haldab projekti modelleerimise rakenduskava;
- kontrollib projekti käigus infomodelite tehnilist kvaliteeti;
- vastutab koondmudeli ja mudeli kaaskirja koostamise eest;
- teeb projekteerimisaegset taustatööd, et toetada mudelite ühildamist (näiteks vastuolude kontrollimine);
- osaleb mudelite sisu ja kvaliteedi kontrollimisel (ühildamisprotsessid);
- kutsub kokku vajalikud mudelprojekteerimist puudutavad valdkondade esindajate koosolekud.

Ehitushanke BIM-i koordinaator. Ehitusplatsil võib BIM-i koordinaatori ülesannete hulka kuuluda mudeli info töötlemine, kontrollimine ja jagamine objektile tegutsevatele osalistele. Lisaks võib objekti BIM-i koordinaatori ülesannete hulka kuuluda ehituskvaliteedi kontrollimisega seonduvate teostusandmete haldamine jms andmehaldustoimingud.

WSP Finland Oy / Jari Niskanen

Projekteerijad koostavad oma valdkonna projektid järgides projekteerimisnõudeid, projekteerimise rakenduskava ja võimalikku eraldi koostatud mudelprojekteerimise rakenduskava. Projekteerija vastutab enda koostatud andmete kvaliteedi tagamise eest. Projekteerijal on oma valdkonna mudeli koostamiseks vajalikud tööriistad ja koondmudeli kontrollimiseks sobivad tööriistad.

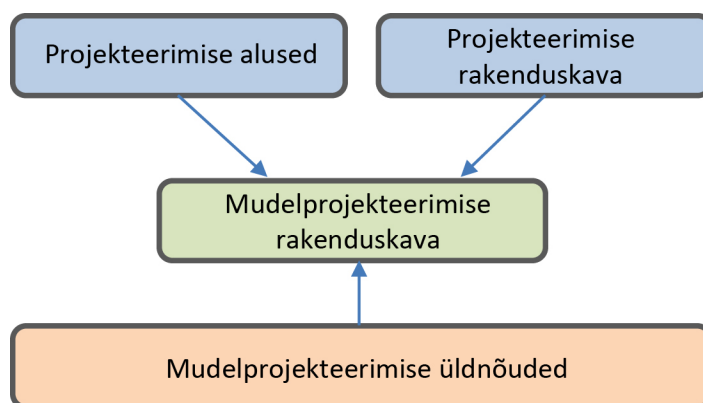
5. MUDELIPÕHISE HANKE KAVANDAMINE

5.1. Üldpõhimõtted

Hanke käivitamise etapil tuleb kavandada mudelprojekteerimise teostamine. Käsitletavad ja dokumenteeritavad küsimused on näiteks

- mudelprojekteerimise eesmärgid;
- taristumudeli kasutusotstarve;
- mudelprojekteerimise ulatus, täpsus ja järgitavad juhendid;
- mudeli dokumenteerimine;
- protsessi kirjeldus: organiseerimine, koostöö ja infovahetus, kalendergraafik;
- mahu- ja maksumushinnang;
- kvaliteedi tagamine.

Infomudeli mahtu ja täpsust mõjutavad asjaolud võib hankestaadiumis määratleda ja dokumenteerida näiteks projekteerimise rakenduskavas või spetsiaalses mudelprojekteerimise rakenduskavas. Kui otsustatakse koostada eraldi mudelprojekteerimise rakenduskava, määratletakse tegevuse lähtealused projekteerimisühimõtete, projekteerimise rakenduskava ja mudelprojekteerimise rakenduskava abil (joonis 3). Käesolevas juhendis on kasutatud üldnimetust „mudelprojekteerimise rakenduskava“ sõltumata sellest, millises dokumendis küsimusi on käsitletud. Mudelprojekteerimise praktiline teostus esitatakse teenusepakkuja projekti rakenduskavas. Üldised modelleerimisnõuded on aluseks, millele dokumentides saab tugineda.



Joonis 3. Projekteerimis- ja mudelprojekteerimisülesande määratlemine

5.2. Modelleerimise eesmärgid

Hanke mudelprojekteerimisalased eesmärgid fikseeritakse mudelprojekteerimise rakenduskavas. Üldised eesmärgid on näiteks kasu objekti teostatavuse tagamisel, ehitustööde tootlikkuse ja efektiivsuse suurendamine, projekteerimis- ja ehituskvaliteedi parandamine, hanke parem kuluefektiivsus, mudelist tulenevad eelised objekti sisu ja välisilme tajumisel jne. Infomudeli kasutuseesmärgid esitatakse mudelprojekteerimise rakenduskavas. Need võivad olla näiteks

- visualiseerimine: suhtlemine projektiväliste osapooltega;
- otsuste tegemise toetamine ja visualiseerimine: projekteerimis- ja ehitushanke sisekommunikatsioon ja infovahetus;

WSP Finland Oy / Jari Niskanen

- erinevate projektivaldkondade ühildamine;
- olemasolevate tarindite ja projektide ühildamine;
- ehituskvaliteedi kontroll: ehitiseosade kvaliteedinõuete sidumine mudelisse;
- hangete kvaliteedi parandamine: mudeli abil paremini määratletud ehitusobjekt vähendab pakkuja riski ja toob paremad pakkumised;
- tootmise planeerimine ja juhtimine: mudeli sidumine kalendergraafikuga hanke liigendamise abil ja kulude haldamine mudelis sisalduvate mahuandmete kaudu (4D-5D-modelleerimine);
- andmete haldamine objekti kogu elutsükli jooksul: kasutus-, hooldus- ja haldussüsteemidele vajalik info hõlpsasti kättesaadaval kujul; teostusmudelit kasutatakse hooldusraamatu koostamisel või selle kasutusliidesena.

Visualiseerimine aitab mõista projekti sisulisi lahendusi, andes selgemat, arusaadavamat ja kvaliteetsemat informatsiooni projekteerimise seisust. Kui lahenduse seisukohalt kesksed omadused esitatakse mudelis piisavalt selgelt, toetab visualiseerimine ka projekteerimise juhtimist ja otsuste tegemist. Visualiseerimine võimaldab lisaks projektgrupile ja kasutajatele teenindada ka väliseid sidusrühmi (näiteks ametkondi). Visualiseerimist on käsitletud käesoleva juhendisarja 10. osas.

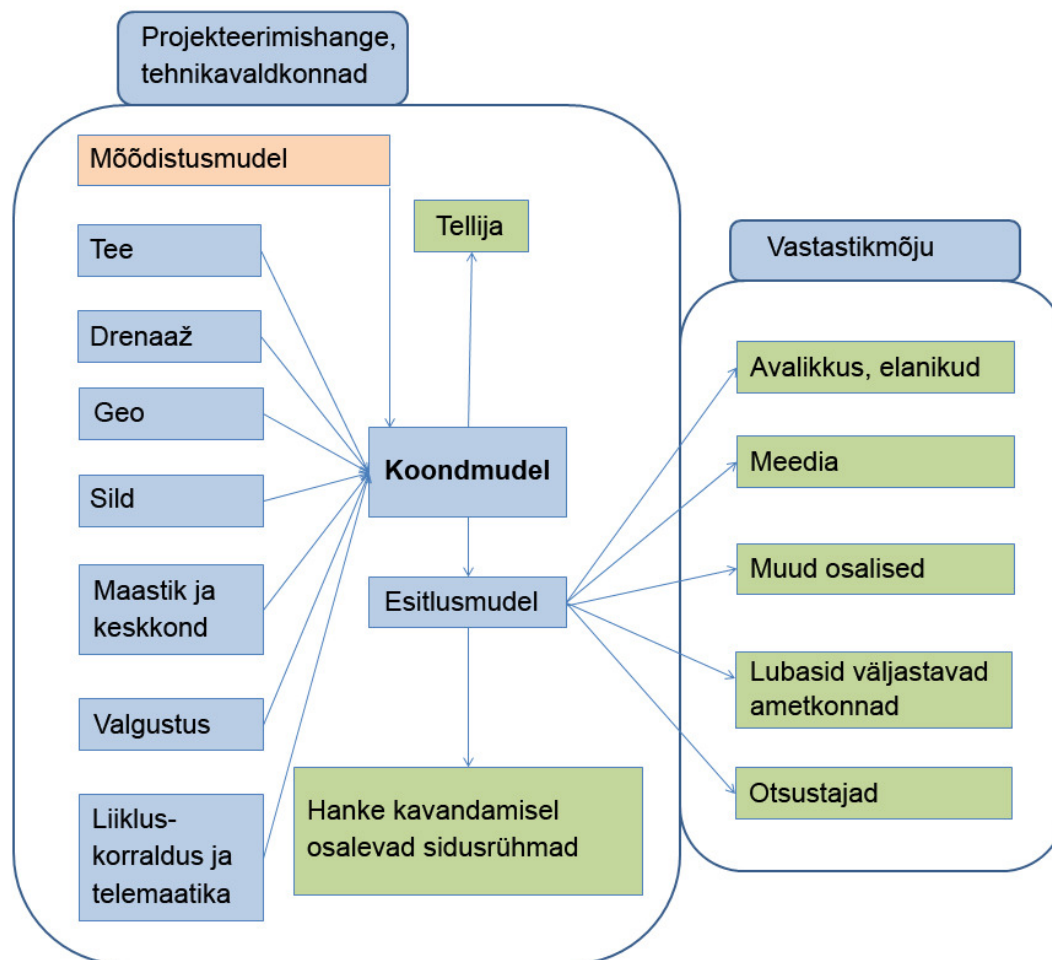
Taristumudelite abil paraneb projektide mõistetavus, väheneb teenuseosutaja risk ja tellija saab kvaliteetsemaid pakkumisi. Taristumudeli abil võib püüda saavutada ka efektiivsust hanke jagamisel hankepakettideks. Mudelis esitatavad ehitiseosade kvaliteedinõuded parandavad võimalusi ehituskvaliteedi hindamiseks. Selle eesmärgi saavutamine on väljakutseks modelleerimistehnoloogiale ja andmevahetusele.

Kui projekteerimis- ja ehitusinfot on kavas kasutada objekti hooldamiseks ja haldamiseks, tuleb seda ehitushanke etapil arvesse võtta. Haldussüsteemid (näiteks tee- ja tänavaregistrid) ei ole täpset kolmemõõtmelist infot tavaliselt vajanud, vaid nende infosisu on olnud kahemõõtmeline ja üldistatud laiemale tasandile. Vajaliku haldusinfo peaks ehituse järel esitatavate teostusmudeli andmete põhjal saama moodustada võimalikult sujuvalt.

5.3. Taristumudeli kasutusotstarbed

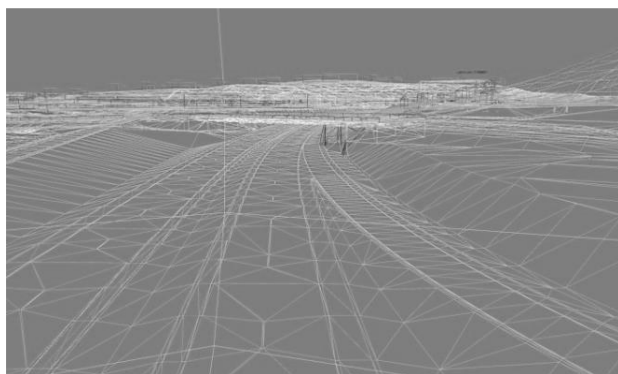
Mõõdistusmudel kajastab taristuobjekti hetkeolukorda ja on projekteerimise aluseks. Erinevad valdkonnad koostavad oma projektumodelid. Koondmudel moodustatakse mõõdistusmudelist ja erinevate valdkondade projektumodelitest (vt joonist 4). Koondmudel on tehniline mudel, mille eesmärk on tagada eri valdkondade ja staadiumite projektide ühildumine. Koondmudeli aspektid sõltuvad hanke mahust, tarkvarast ja kasutusotstarbest:

- üldjuhul koondatakse erinevate valdkondade mudeleid spetsiaalsesse vaaturtarkvarasse;
- projekteerimisel on erinevad valdkonnad enamasti ühises mudelis, mida täiendatakse eelkõige sildade ja teerajatistega, mis projekteeritakse teise tarkvara abil;
- ulatuslik linnaehituskompleks, milles ühendatakse mitme ettevõtte toodetud hoonete, taristute ja teerajatiste mudeleid.



Joonis 4. Kuidas kasutada mudelprojekteerimist projekteerimist juhtides ja suhtlust toetades

Koondmudeli põhjal võib luua esitlusmudeli, mis annab objektist võimalikult tõepärase visuaalse ettekujutuse. Esitlusmudelit kasutatakse lahenduste visualiseerimiseks eelkõige suhtlemisel seotud osapoolte ja elanikega.



Joonis 4. Tehniline koondmudel ja selle põhjal loodud esitlusmudel

Põhiprojekti mudeli põhjal koostatakse töömudel, mis katab ehitusaspekte (st ehitustööd, kalendergraafik, töökorraldus jne). Sellena võidakse silmas pidada ka projektumudeli põhjal tehtud 3D-masinjuhtimismudeleid või mõõdistustöödeks mõeldud mahamärkimismudeleid.

Projekteerimisstaadiumi mudeli ühilduvus tagatakse koondmudeli või vastava tööriista abil.

5.4. Modelleerimise maht ja täpsusaste

Mudelprojekteerimise maht ja täpsusnõuded lähtuvad hanke eesmärkidest ja kasutusotstarbest. Modelleerimistäpsuse ja -mahu määratlemisel ning dokumenteerimisel võib toetuda käesoleva normatiiv- ja juhenddokumentatsiooni teistele osadele. Üldpõhimõtteks võib lugeda, et mudel kajastab seda, mida projekteeritakse. Näiteks alajaama ruumivajadus on ka mudelis ruumivajadus, mitte alajaam mõõdeteta tingmärk.

5.5. Mudeli dokumentatsioon

Taristumudel dokumenteeritakse kaaskirja ja elemendi loendi abil nii, et mudeli sisu on arusaadav ilma erioskuste ja -tarkvarata. Mudeli kaaskirjas esitatakse projekteerimisvaldkondade kaupa taristumudeli põhikriteeriumid, otstarve, sisu, ulatus, modelleerimismeetodid ja täpsusaste ning võimalikud piirangud ja kõrvalekalded üldnõuetest. Kaaskiri võimaldab teistel osalistel aru saada, millised on mudeli üldstruktuur, nimetamis põhimõtted ja valmidusaste. Mudeli kaaskirja värskendatakse alati, kui mudel teistele osalistele avalikustatakse. Mudeli kaaskirja liigendamisel tuleb lähtuda põhimõttest, et projektumudel ja mõõdistusmudel liiguvad protsessis teineteisest lahus ja mõõdistusmudel sisaldab ainult hetketeavet.

Lähteandmetest ja mudelifailidest koostatakse tabel-nimekiri (mudeli sisukord), mille ülesehitus vastab mudeli kaaskirjale. Sisudokumendist selgub failide kasutusotstarve, võimalikud piirangud ja vajaduse korral mudelifailide vead võrreldes teoreetilise geomeetriamudeliga. Tabel võimaldab dokumenteerida failide kontrolli enne nende edastamist teistele osalistele või koondmudelisse.

Tabel 1. Infomudeli kaaskirja sisu raudtee põhiprojekti staadiumis

o Üldist	3 Raudteeprojekti mudel
	3C Tarindid ja süsteemid
1 Algteave	3C1 Liiklusteed
1A Maastikumudel	3C1.1 Raudtee
1B Pinnasemudel	3C1.1.1-1 Raudteetarindid
1B1 Uuringupunktid	3C1.1.1-2 Kuivendus
1C Tarindid ja süsteemid	3C1.1.4-7 Varustus
1D Kaardi- ja ruumiandmed	3C1.1.9 Hooldusteed
1E Muu teave	3C1.1.10 Raudteede ristumiskohad
	3C1.1.11 Olemasolevad tarindid
2 Lähteteave	3C1.2 Liikluskorraldus
2A Maastikumudel	3C2 Alustarindid
2B Pinnasemudel	3C2.1 Eelkoormused
2B1 Kaljupinnas	3C2.2 Vastumulded

2B2 Pinnas Turvas, alumine kõrgusmärk	3C2.3 Massivahetused
2B3 Pinnas Savi, alumine kõrgusmärk	3C2.4 Tööaegsed tugiseinad
2B4 Pinnas Savimöll, alumine pind	3C2.5 Vaiadele toetuvad plaadid
2C Tarindid ja süsteemid	3C2.6 Lisamulded
2D Kaardi- ja ruumiandmed	3C3 Sillad
2E Muu info	3C3.1 Uued sillad
	3C3.2 Olemasolevad sillad

Infomudeli kaaskirja on täpsemalt käsitletud juhendisarja 2. osas „Yleist mallinnusvaatimukset” („Mudelprojekteerimise üldnõuded”).

5.6. Protsessi kirjeldus

Protsessi kirjeldus sisaldab hanke osalisi, nende rolli ning ülesandeid ja vastutust seoses infomudeli tootmise või kasutamisega. Lisaks käsitletakse osaliste koostööd ja kommunikatsioonimeetodeid ning hanke kalendergraafikut.

Mudelprojekteerimise rakenduskavas kirjeldatakse läbiviijate koostööd mudelprojekteerimise seisukohast. Protsess peab võimalikult hästi seostama muu projektitegevusega.

Hanke kalendergraafiku koostamisel tuleb tähelepanu pöörata eelkõige järgmistele aspektidele:

- mõõdistusmudelite õigeaegne koostamine ja esitamine;
- esitlusmudeli valmimine, toetamaks hanke kommunikatsiooni ja nõupidamisi;
- hanke liigendamine, toetamaks mudelprojekteerimist ja mudeli kasutamist;
- tehnikavaldkondade ühildamise kalendergraafik ja tähtajad.

5.7. Mahu- ja maksumushinnangud

Kulueesmärkide määratlemine on tellija ülesanne. Projekteerimisstaadiumis on oluline kuluprognoside ajakohastamine projekteerimisprotsessi käigus. Võimalus kuluprognose sisaldava mudeli sidumiseks muude tegevustega (näiteks tootmise juhtimise ja ehituskulude haldamisega) suurendab modelleerimisest saadavat kasu. Praegusel hetkel puuduvad kinnistunud tavad taristuhanke mahu- ja maksumushinnangud mudelipõhiseks korraldamiseks või näiteks arvutussüsteemide täielikuks sidumiseks projekteerimissüsteemidega. Teenuseosutajalt võidakse siiski eeldada maksumushinnanguprotsessi esitamist oma projekti rakenduskavas.

Mahu- ja maksumushinnangut on käsitletud juhendisarja 9. osas „Määrälaskenta ja kustannusarviot” („Mahuarvutused ja maksumushinnangud”).

5.8. Kvaliteedi tagamine

Tellija võtab hanke käigus toodetud infomudeli (-mudelid) vastu ja kiidab heaks. Infomudeli kvaliteedikontroll peab kuuluma hea projekteerimistava hulka. Kvaliteedi tagamise aluseks on mudeliinfo lõppkontroll, mille teenuseosutaja läbi viib, ja selle dokumenteerimine. Lisaks võib tellija läbi viia eraldi kvaliteedikontrolli. Kvaliteedi tagamist on käsitletud juhendisarja 8. osas „Inframallin laadunvarmistus” („Taristumudeli kvaliteedi tagamine”).

6. MUDELI KASUTAMINE HANKE ERI STAADIUMITES

6.1. Projekteerimine

Eskiisi koostamisel püütakse leida kõik teostatavad lahendusvariandid ja hinnata esialgselt nende mõju (liiklus, keskkond, maakasutus, maksumus jms). Vaatluse all võib olla ka variante, mida ei saa modelleerida 3D-mudeliks (näiteks ühistranspordi veomahu suurendamine). Eskiisi koostamisel loodava info kvaliteedis võib olla suuri erinevusi.

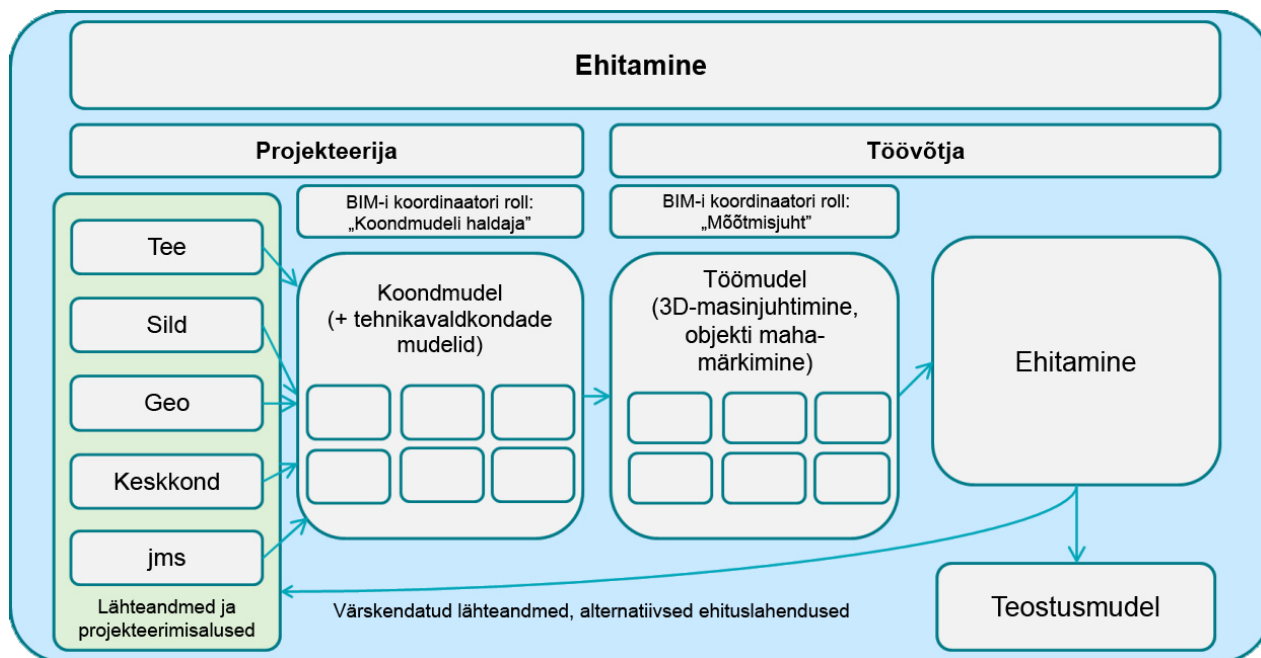
Eelprojekteerimise algul on tavaliselt veel mitu alternatiivi. Eelprojekteerimise käigus otsustatakse, milline variant esitatakse kinnitamiseks. Eelprojekteerimise eesmärk on alternatiivide modelleerimine maksumuse ja mõjude paremaks hindamiseks, ühilduvuse tagamiseks ja lahenduste visualiseerimiseks.

Põhiprojekti staadiumis on eesmärk modelleerida tee, raudtee või tänava tehnilised lahendused piisava ruumireserviga ja koostada ametkondlikult aktsepteeritav projekt, mis vastab ehitusloale. Mudelprojekteerimine toetab visualiseerimist, kulude ja mõjude hindamist ning ühilduvuse ja maavajaduse tagamist.

Tööprojekti staadiumis koostatakse objekti ehitamiseks vajalik info. Lahendatakse ja kavandatakse tehnilised üksikasjad. Tööprojekti eest vastutab projekteerimis- ja ehitustöövõtu puhul töövõtja ning komplekstöövõtu puhul tellija. Tööprojekti staadiumis toetab modelleerimine visualiseerimist, ühildamist, mahuarvutusi ning ehitaja hankeid, kalendergraafiku koostamist, mõõdistus-, kontroll- ja masinjuhtimist. Tööprojekti staadiumi eesmärk on ühildatud, veatu ja kattev mudel. Tööprojekti mudelis esitatakse üksikasjalikult tarindid, tarindiosad ja -kihid. Loodud mudel asendab tööjooniseid. Tüüpjooniseid koostatakse vajaduse järgi. Modelleerimiseks kasutatakse mitmeid valdkonnapõhiseid projekteerimissüsteeme, mis võimaldavad omavahelist andmevahetust.

6.2. Ehitamine

Joonis 5 kajastab infomudeli kasutamist ehitamisel. Projekteerimistöõde maht ehitusetapil varieerub ja sõltub näiteks töövõtumeetodist. Tavaliselt osaleb projekteerija siiski ka ehitusetapil. Projekteerimisstaadiumite töö tulemiks on erinevate valdkondade mudelipõhised projektid ja nende põhjal koostatud koondmudel. Selle alusel koostatakse ehituslik projektinfo näiteks 3D-masinjuhtimiseks ja objektide mahamärkimiseks. Ehitustööde käigus täpsustuvad lähteandmed ja projektimuudatuste vajadused esitatakse projekteerijale, kes teostab muudatused ning ajakohastab projekti infot ja koondmudelit.



Joonis 5. Mudelprojekteerimise rakendamine ehitusetapil. Joonis ei kajasta töövõtumeetodit; mudelipõhine ehitusprojekteerimine võib toimuda eraldi enne ehitusetappi (komplekstöövõtt) või selle osana (projekteerimis-ehitustöövõtt) või integreeritud projektina

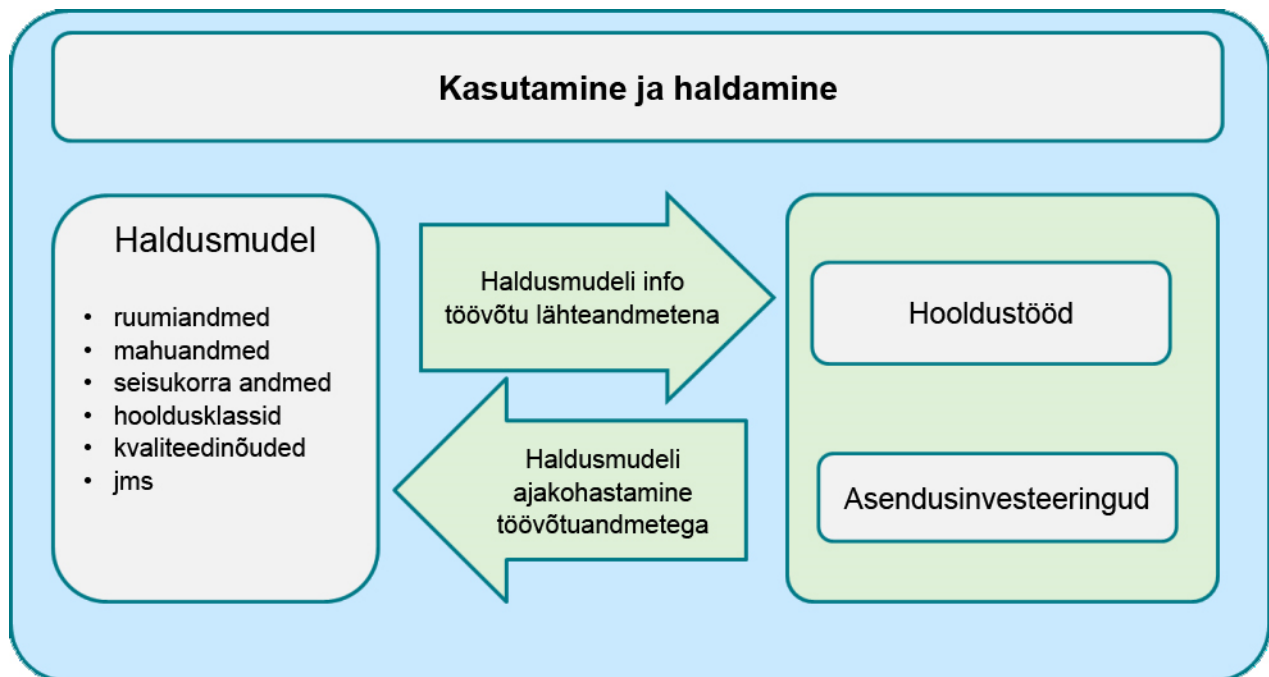
6.3. Kasutuselevõtt, kasutamine ja haldamine

Mudelipõhine protsess võib toota infot ka objekti kasutuselevõtuks, kasutamiseks ja haldamiseks. Modelleerimine loob võimaluse osaliste efektiivseks koostööks hanke kogu elutsükli jooksul. Taristumudeleid saab kasutada näiteks järgmistes kasutuselevõtu protsessides:

- kättesaadavuse ja juurdepääsuga seonduvad nõuded;
- nähtavusuringud;
- evakuatsiooniteede simulatsioonid;
- suitsueemalduse simulatsioonid;
- kasutus- ja hoolduspersonali ettevalmistamine;
- päästeõppused;
- teostusandmete ja muu mudeliteabe esitamine ametiasutustele ja registritele.

Teostusmudel on abiks taristu kasutamisel ja ühtlasi lähteandmeteks, kui objektile on vaja teha muudatusi. Teostusmudelisse võib lisada vajalikku kasutus- ja haldusinfot, mis moodustab andmebaasi, mida kasutajad ja haldajad nõuavad (hooldusraamat). Infomudelit saab kasutada andmebaasi kasutusliidesena. Sel juhul on kogu hooldustöödeks vajalik info kohapõhine ja info on paremini kättesaadav.

Hooldustöödel on testitud elektroonilise andmebaasi kasutamist töövõtuhangete korraldamisel ja järelevalvel. Kasutus- ja haldusetapil saab mudelipõhiseid hankeid korraldada siis, kui haldustöödeks on võimalik saada mudelipõhiseid lähteandmeid. Esimesed mudelipõhiseks tegevuseks sobivad hanked on haldustöövõtu käigus tehtavad kapitaalremondid (näiteks katte uuendamine). Objektide mudelipõhist haldamist saab arendada ja rakendada taristu andmebaaside arengu kohaselt.



Joonis 6. Infomudeli kasutamine kasutus- ja haldusetapil