

**INFRARAJATISTE MUDELPROJEKTEERIMISE  
ÜLDJUHENDID – INFRABIM 2015**  
**Osa 10: Visualiseering**

## **STANDARDIKESKUSE EESSÕNA**

"Infrarajatiste mudelprojekteerimise üldjuhendid – Infrabim 2015. Osa 10: Visualiseering" on avaldatud Standardikeskuse juhendmaterjalina vastavalt Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi ja Eesti Standardikeskuse vahelisele kokkuleppele.

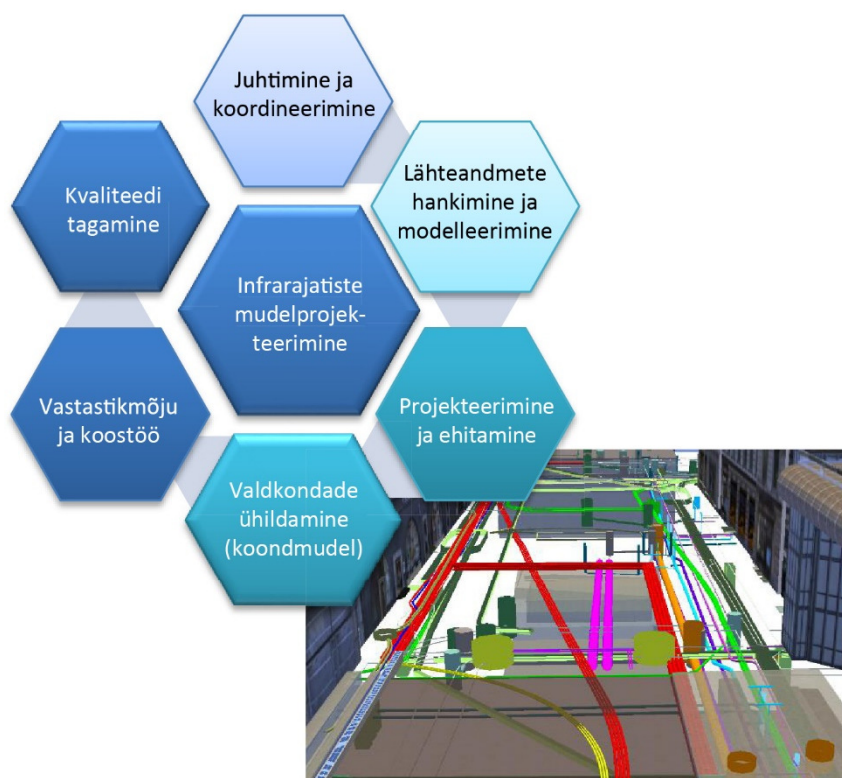
Juhendmaterjali koostamist on korraldanud ja selle korrektsuse eest vastustab Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. Juhendmaterjal on kättesaadavaks tehtud Eesti Standardikeskuse poolt.

## **TÄHELEPANU!**

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

# Infrarajatiste mudelprojekteerimise üldnõuded InfraBIM 2015

## 10. osa



23.2.2016

Sami Luoma  
Viasys VDC Oy

**Dokumendi versiooniajalugu**

<b>Versioon</b>	<b>Kuupäev</b>	<b>Koostaja</b>	<b>Kirjeldus</b>
1.0	11.2.2016	Sami Luoma	bSFInfra komisjonis heaks kiidetud



## SISUKORD

1. ÜLDIST.....	4
2. TEHNILINE VISUALISEERIMINE.....	5
3. FOTOREALISTLIK VISUALISEERIMINE .....	9
3.1. Modelleerimistäpsus ja mudeli realistlikkus .....	11
3.2. Fotorealistlike illustratsioonide kasutamine .....	12
4. VISUALISEERIMINE HANKE ERI STAADIUMITES.....	14
4.1. Mõõdistusmudel.....	14
4.1.1. Tehniline visualiseerimine .....	14
4.1.2. Fotorealistlik visualiseerimine .....	15
4.2. Eskiis- ja eelprojekti koostamine .....	16
4.2.1. Tehniline visualiseerimine .....	16
4.2.2. Fotorealistlik visualiseerimine .....	17
4.3. Põhi- ja tööprojekti koostamine .....	19
4.3.1. Tehniline visualiseerimine .....	19
4.3.2. Fotorealistlik visualiseerimine .....	20
4.4. Ehitamine.....	21
4.4.1. Tehniline visualiseerimine .....	21
4.4.2. Fotorealistlik visualiseerimine .....	22
4.5. Haldamine.....	24
Allikad .....	26

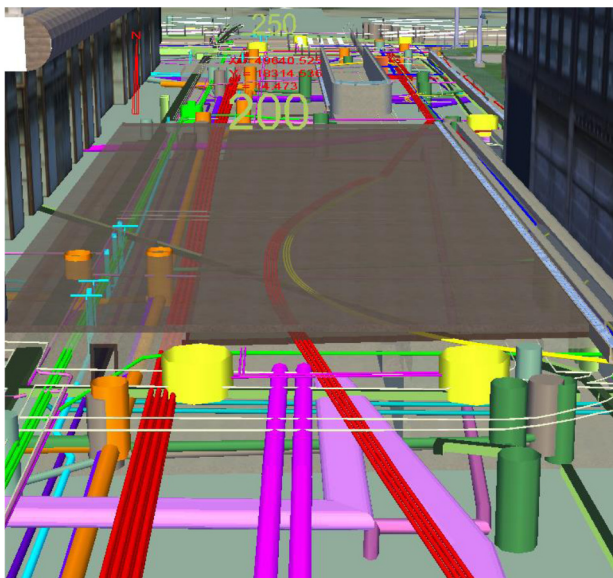
## 1. ÜLDIST

Visualiseerimine on infomudelite kasutusviis, mida rakendatakse eelkõige projekteerimisprotsessi käigus. Visualiseerimist kasutatakse projektlahenduste analüüsimiseks ja võrdlemiseks. Visualiseeringud võib jagada tehnilisteks ja fotorealistlikeks illustratsioonideks.

Tehniliseks illustratsiooniks nimetatakse infomudelite vaadeldavat vormi, mis võimaldab erinevaid ehitiseosaid visuaalselt eristada. Näiteks värvitoonid tähistavad tehnilise illustratsiooni puhul eri süsteeme, mitte tegelikke materjale. Tehnilise illustratsiooni puhul on kvaliteedinõuded leebemad kui fotorealistlikele illustratsioonidele esitatavad nõuded. Tehniline illustratsioon on projekteerija, projekteerimisrühma, tellija, hanke juhtide ja ehitajate kommunikatsioonivahend.

Fotorealistlik illustratsioon kajastab projekteerija nägemust hankest ja selle projektlahendustest ja meenutab sageli fotot. Fotorealistlike illustratsioone kasutatakse näiteks hangete avalikel esitlustel ja ajakirjanduses ning nendele esitatavad kvaliteedinõuded on sageli väga ranged. Käesolev juhend ei käsitle fotorealistlike illustratsioonide kvaliteedinõudeid, nendega seonduvate tööde maht ja täpsus määratakse kindlaks hankepakkumuses ja lepingus.

Mudelprojekteerimine toodab visualiseerimise aluseks olevat kolmemõõtmelist informatsiooni.



Joonis 1.1. Tehniline illustratsioon



Joonis 1.2. Fotorealistlik illustratsioon

## 2. TEHNILINE VISUALISEERIMINE

Tehniline illustratsioon on infomodelite ehitiseosade, objektide ja kihtide vaadeldav kujutis. Infomodelite osad on tavaliselt tuvastatavad nende geomeetrilise kuju järgi. Teised visualiseerimisvahendid on värv, läbipaistvus, värvi küllastatus/tumedus, raster, omadusandmed, kiht, objekti kood ja sümbolid (numbrid, tähed, märgid).

Eesmärgist tulenevalt on taristumudelites visuaalselt eristatavad

- objekti maa-ala hetkeolukord,
- projektikohane olukord ja tarindi osad,
- likvideeritavad objektid,
- teostusolukord ja
- kinnitamata andmed.

Tehnilise illustratsiooni puhul kasutatakse erinevate süsteemide ja ehitiseosade (mudeliosade) kujutamisel kokkulepitud värve. Siis on vaatajal lihtne aru saada, millise osaga on tegemist ning kas see on olemasolev, projekteeritud või juba teostatud. Käesolevas juhendis on esitatud värvitoonid, mida kasutatakse taristumodeli eri osade kujutamisel (kui täpsemad juhised puuduvad). Tehnilise illustreerimise eesmärk on anda hankest ülevaade ja luua erinevate hangete ja osaliste vahel ühtne tööskeem.

Infomodeli sisu ja esitusvorm (geomeetriline vorm) määratakse peamiselt teiste juhendite alusel, näiteks: InfaBIM-i osa 5.2 „Pinnasetööde töömudeli (3D-masinjuhtimismudeli) koostamine” / „Maarakennustöiden toteutusmallin (koneohjausmalli) laadintaohje”/, osa 5.2 „Tarindimudelid. Pinnase-, alus- ja kaljutarindid, katendid ja katted” / „Rakennemallit. Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, päälly- ja pintarakenteet”/, osa 6 „Tarindimudelid. Süsteemid” / „Rakennemallit. Järjestelmät”/ ja osa 7 „Tarindimudelid. Ehitustehnilised ehitiseosad” / „Rakennemallit. Rakennustekniset rakennusosat”/ ([www.infrabim.fi](http://www.infrabim.fi)).

Projekt- ja teostusandmete visualiseerimiseks kasutatakse taristumudelites intensiivseid ja selgeid värve. Olemasolevate objektide esitamiseks kasutatakse modelleeritavale osale vastavat, kuid heledamat värvitooni. Infra 2006 kohaste ehitiseosade visualiseerimisel kasutatavad värvitoonid on esitatud tabelis 2.1. Tabelis märgitud värvid on pindade tähistamiseks. Kõik murdejooned on punased. Lisaks modelleeritavatele osadele eristatakse eraldi värvitooniga ajutised tarindid, likvideeritavad objektid, teostusandmed, seotud hanked ja kinnitamata andmed.

### Nõue

Tehnilise illustratsiooni puhul kasutatakse erinevate süsteemide ja ehitiseosade (mudeliosade) kujutamisel kokkulepitud värve. Soovitavad värvitoonid on esitatud tabelis 2.1.

### Juhis

Projekt- ja teostusandmete puhul kasutatakse intensiivseid ja selgeid värvitoone. Olemasolevate objektide esitamiseks kasutatakse modelleeritavale osale vastavat, kuid heledamat värvitooni.

### Nõue

Ajutised tarindid, likvideeritavad objektid ja teostusandmed esitatakse eraldi värvitooniga. Soovitavad värvitoonid on esitatud tabelis 2.1.

**Nõue**

Kinnitamata andmed tuleb mudelis visuaalselt eristada.

**Juhis**

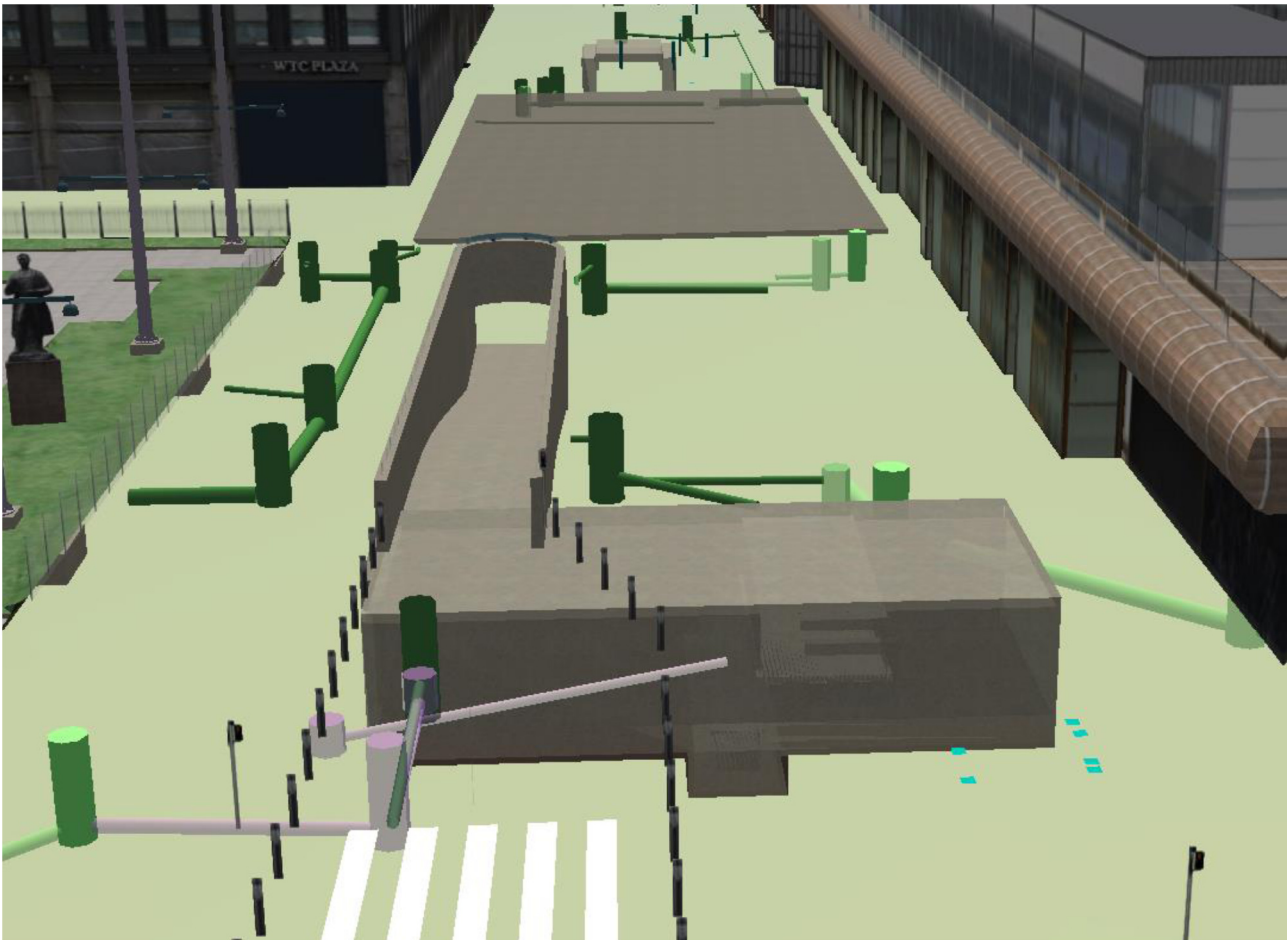
Kinnitamata andmed võib mudelis esitada läbipaistvana.

**Juhis**

Kõik murdejooned on punased.

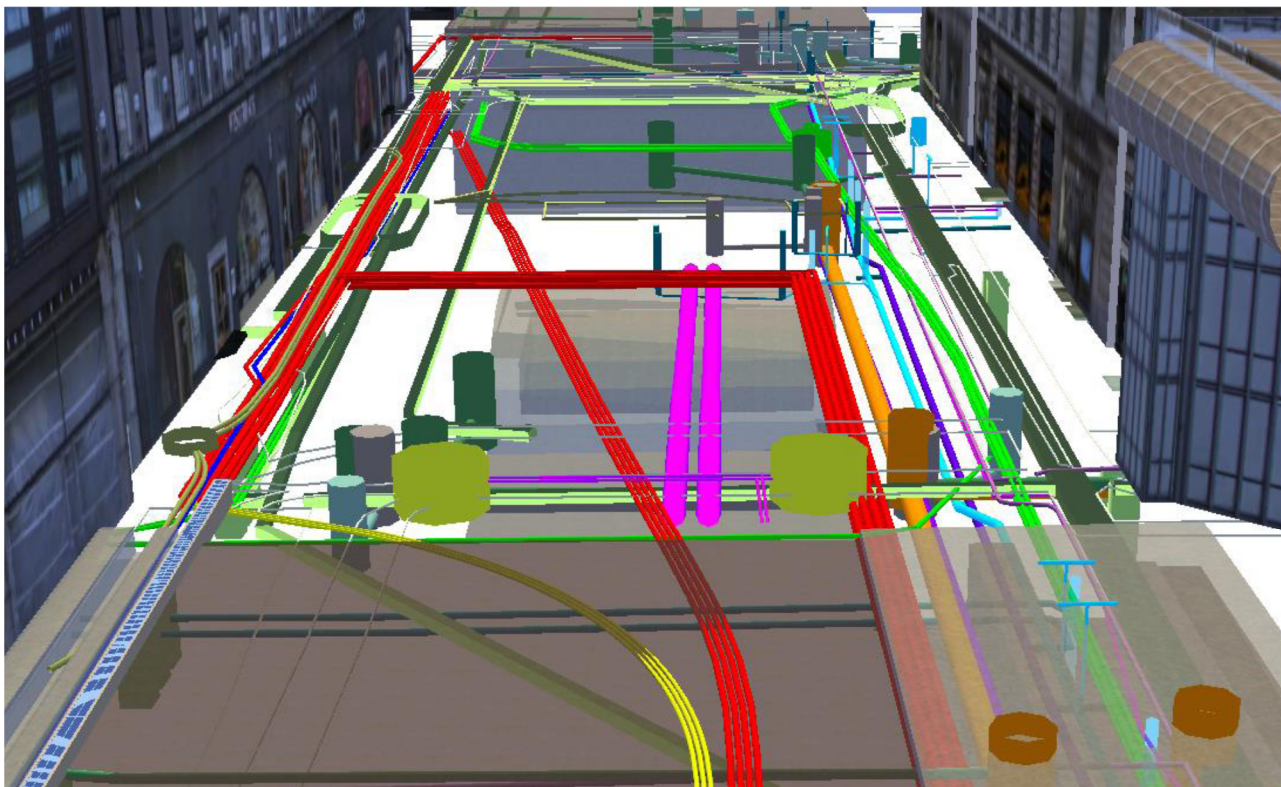
**Näide**

Näiteks veetorustik esitatakse infomudelis sinisena (3100. Vee- ja kanalisatsioonisüsteemid. Veetorustik. Projekteeritud. Värv: sinine). Kui veetorustiku kõrgusinfo vms on oletuslik, modelleeritakse see sinisena ja andmete ebatäpsuse näitamiseks määratakse värvitooni läbipaistvuseks 50%. Olemasolev veetorustik modelleeritakse mõõdistusmudelis helesinisena. Mudeliosa geomeetiline vorm ning täpsustavad metaandmed ja omadusinfo määratakse teiste juhendite põhjal.

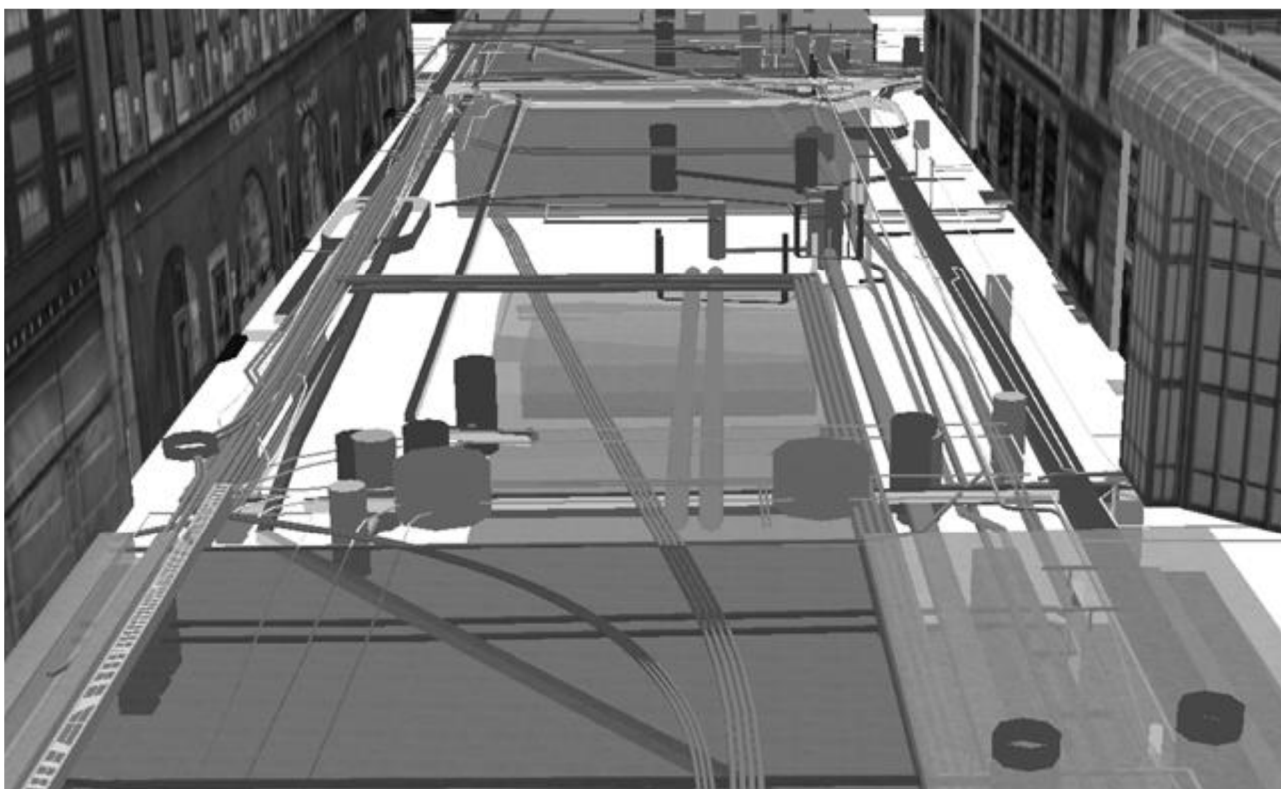


*Joonis 2.1. Projekteeritud sademeveetorustikud on rohelised. Olemasolevad sademeveetorustikud on helerohelised ja likvideeritavad torustikud on lillad. Läbipaistvus näitab, et torustiku kõrgus- või täpsusandmed on oletuslikud*





*Joonis 2.2. Värviline tehniline illustratsioon. Värvide kasutamine aitab mudelitest paremini aru saada*



*Joonis 2.3. Mustvalge tehniline illustratsioon. Värvide kasutamine aitab mudelitest paremini aru saada*

Tabel 2.1. Taristu koondmudelil kasutatavad värvitoonid. Soovitav on, et vähemalt mudeli eri osad oleksid eristatavad. Värvide küllastatust võib muuta.

Kood	Selgitus	Täpsustus	Värv	
			Olemasolev	Projekteeritud
1000	Pinnase-, alus- ja kaljutarindid		helehall	hall
1100	Olemasolevad tarindid ja ehitiseosad		helehall	hall
1200	Saastunud pinnased ja tarindid		helehall	hall
1300	Vundamentitarindid		helehall	hall
1400	Alustarindid		helehall	hall
1500	Kalju tihendus- ja tugevdustarindid		helehall	hall
1600	Süvendid ja kraavid		helehall	hall
1700	Kaljusüvendid, -kraavid ja -tunnelid		helehall	hall
1800	Mulded, muldkehad ja täited		helehall	hall
2000	Katted ja katendid		helepruun	pruun
2100	Katte osad ja raudtee alustarindikihid		helekollane	kollane
2200	Ääretoed, rennid, astmed ja erosioonitõkked		hall	must
2300	Taimtarindid		heleroheline	roheline
2400	Raudteede pealisehitised		helepruun	pruun
3100	Vee- ja kanalisatsioonisüsteemid	Veetorustik	helesinine	sinine
3100	Vee- ja kanalisatsioonisüsteemid	Sademevesi	heleroheline	roheline
3100	Vee- ja kanalisatsioonisüsteemid	Reovesi	helepunane	punane
3200	Ohutusrajatised ja infosüsteemid		hall	must
3300	Elektri-, tele- ja tehnosüsteemid	Elektrijuhtmed ja -kaablid	helekollane	kollane
3300	Elektri-, tele- ja tehnosüsteemid	Andmesidekaablid	heleroheline	roheline
3400	Termo- ja gaasisüsteemid		hele magenta	magenta
4000	Ehitustehnilised ehitiseosad	Sillad, teerajatised, hooned	helesinine	sinine
	<b>Murdejooned</b>		–	punane
	<b>Ajutised tarindid</b>		–	helepunane
	<b>Likvideeritavad objektid</b>		–	lilla
	<b>Valminud (as built)</b>		–	oranž
	<b>Oletuslikud andmed</b>	Kõrgus vms on oletuslik. Ruumireserv või projekteeritav info	Läbipaistvus näiteks 50%	Läbipaistvus näiteks 50%

### 3. FOTOREALISTLIK VISUALISEERIMINE

Fotorealistlik visualiseerimine on keeruliste tehniliste lähteandmete esitamine vaatajale arusaadaval kujul. Illustreeriva pildi- ja videomaterjali kasutamise eesmärk on toetada kommunikatsiooni, arusaamist, hindamist ja selgitamist. (Junnonen 2009)

Fotorealistliku illustratsiooni eesmärk on luua objektist võimalikult tõetruu ettekujutus. Eriti usaldusväärne on virtuaalmudel, sest see vastab täpselt kasutatavale informatsioonile ega moonuta olemasolevaid või projekteeritud tarindeid. Ühtlasi võimaldab see objekti vaatlemist kõigist suundadest, tuues esile ka hanke negatiivsed aspektid, ning on neutraalne ja usaldusväärne.



*Joonis 3.1. Fotorealistliku illustratsiooni eesmärk on luua objektist võimalikult tõetruu ettekujutus*

Sarnaselt tehnilisele illustratsioonile on ka fotorealistliku illustratsiooni aluseks arvuti abil loodud 3D-geomeetria, mille visuaalset tõetruudust suurendatakse materjalide ja valgustuse abil. Materjalide põhiomadused on värvus, läbipaistvus, peegelduvus ja läige. Looduslikud materjalid on harva ühevärvilised tasapinnad ja visualiseerimistarkvaras määratakse nende tekstuur pildiliste rasterfailidega. Pildifailideks võivad olla näiteks fotod materjalide pindadest (näiteks hoone fassaadist). Mudeli vaatajale tuleb olukorra illustreerimiseks modelleerida ka valgustus. Taristuhangete visuaalmudelites kasutatakse tavaliselt üpris lihtsat haja- ja päikesevalguse kombinatsiooni. Kui geomeetria, materjalid ja valgustus on õigesti modelleeritud, saab mudeli põhjal toota fotorealistlikke kujutisi või animatsioone.





*Joonis 3.2. Kaader tunneli kasutajatele mõeldud õppevideost, mis õpetab, kuidas käituda probleemolukorras.*

Fotorealistliku illustratsiooni loomiseks on soovitatav kasutada projekteerija koostatud infomudelit. Hea fotorealistliku illustratsiooni loomine nõuab siiski lisatööd. Ainult fotorealistlikuks illustreerimiseks tehtud mudel ei sisalda enamasti muud infot peale vormi ja pinnamaterjali. Fotorealistlik visualiseerimine ongi mudelprojekteerimise kõige kuluefektiivsem osa.





*Joonis 3.3. Mudeli vaatajale tuleb olukorra illustreerimiseks modelleerida ka valgustus*

### **3.1. Modelleerimistäpsus ja mudeli realistlikkus**

Üks fotorealistliku visualiseerimise peamisi eesmärke on arusaadavus. Seetõttu ei pea fotorealistlik illustratsioon alati olema täiesti tõesruu, vaid mõnikord võib tarindeid kujutada visandatult. Näiteks taristuhangete puhul ei pea hoonete välisilme alati olema tõepärane, vaid hooned võib esitada näiteks hallide plokkidena. Fotorealistliku illustratsiooni eesmärk ei ole siiski tegelikkuse moonutamine, vaid objekti kujutamine võimalikult tõesruult.



*Joonis 3.4. Fotorealistlik illustratsioon ei pea alati olema täiesti tõetruu, vaid mõnikord võib tarindeid kujutada visandatult*

### **3.2. Fotorealistlike illustratsioonide kasutamine**

Taristuprojektide puhul on üha tähtsamale kohale tõusnud suhtlemine ja kommunikatsioon, sest projekteerimishange hõlmab erineva taustaga spetsialiste, otsustajaid, ametnikke ja kodanikke. Et tulemus oleks hea ja toimiv, peavad kõik osalised asjadest ühtmoodi aru saama. Kui mõni asi on kellegi jaoks arusaamatu, võib ta sellele lihtsalt põhimõtte pärast vastu olla. Kavandatud objekti fotorealistlik kujutis on hea võimalus õige ettekujutuse loomiseks. Vähesed inimesed oskavad tehnilisi jooniseid või visuaalmudeleid õigesti lugeda ja neist aru saada. Fotorealistlik illustratsioon annab objektist õige ja arusaadava ettekujutuse.

Fotorealistlik illustratsioon sobib suurepäraselt ka hangete turundamiseks, sest on pilkupüüdev ja müüv. Fotorealistlike lõpptooteid (näiteks jooniseid ja animatsioone) saab kasutada erinevates meediakanalites ja sündmustel. Ühtlasi luuakse visualiseeringute abil hanke maine ja imago. Lisaks aitavad fotorealistlikud illustratsioonid kaasa hanke keskkonnasobivuse, ohutuse ja esteetilisuse eesmärkide saavutamisele.



*Joonis 3.5. Tehnilisi või fotorealistlikke illustratsioone saab kasutada mitmesugusteks simulatsioonideks*



## 4. VISUALISEERIMINE HANKE ERI STAADIUMITES

Visualiseerimise peamised eelised:

- alternatiivide võrdlemine ja analüüs lihtsustuvad;
- osaliste suhtlemine tõhustub;
- optimeerib projekti kvaliteeti;
- toetab otsuseid, lihtsustab otsuste tegemist;
- aitab avastada vastuolusid ja/või katkestusi;
- toetab teavitamist ja turundust meediakanalites.

On eesmärgipärane, et eri osapoolte ja hangete sisulised projektlahendused esitatakse infomudelites samaväärsetena. Sel juhul ei määra mudeli vorm sisu kvaliteeti.

Visualiseerimine aitab mõista projekti sisulisi lahendusi andes selgemat, arusaadavamalt ja kvaliteetsemat informatsiooni. Kui lahenduse kesksed omadused kajastuvad mudelis piisavalt selgelt, toetab visualiseerimine ka projekteerimise juhtimist ja otsuste tegemist. Visualiseerimisega saab lisaks projektgrupile ja kasutajatele teenindada ka väliseid seotud osapooli (näiteks ametkondi).

### 4.1. Mõõdistusmudel

#### 4.1.1. Tehniline visualiseerimine

Mõõdistusmudel koostatakse kogutud lähteandmete (näiteks maastikumudel, pinnasemudel, tarindid ja süsteemid) ning kaardi- ja ruumiandmete põhjal (juhendisarja YIV2015 2. osa „Mõõdistusmudel” /„Lähtötietomalli”). Mõõdistusmudel on aluseks järgnevate staadiumite projektidele ja hanke käigus täiendatakse seda näiteks täpsustavate mõõdistuste abil.

*Elkõige asulate puhul on tavaline, et projekteeritava taristu maa-alal on palju kommunaaltehnilisi seadmeid ja rajatisi (näiteks vee-, kanalisatsiooni-, andmeside-, energia- ja tänavavõrguga seonduvaid seadmeid), mis peavad kajastuma mõõdistusmudelis. Pealpool maapinda olevad tarindid võib kaardistada maastiku mõõdistamise käigus, kuid info allpool maapinda paiknevatest tarinditest ja seadmetest jääb tavaliselt ebatäpseks.*

Mõõdistusmudeli puhul on tehnilise visualiseerimise eesmärk kindla ja oletusliku infosisu visuaalne eristamine.

#### Nõue

Mõõdistusmudelis on oletuslikud andmed kindlast infosisust visuaalselt eristatavad.

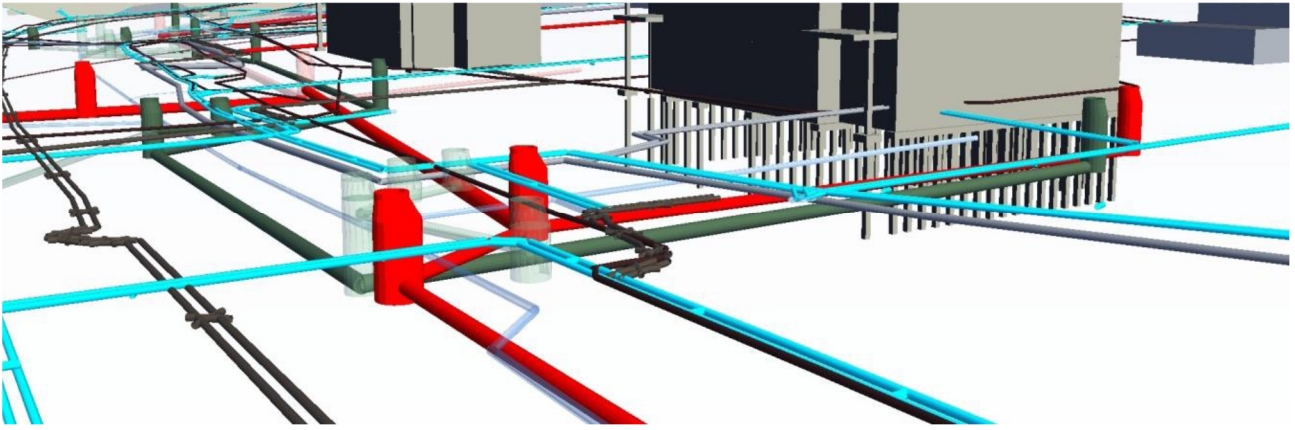
Infra 2006 kohaste ehitiseosade tehnilisel visualiseerimisel kasutatavad värvitoonid on esitatud tabelis 2.1.

#### Juhis

Mõõdistusmudeli värvitoonidena kasutatakse projektinfost heledamaid toone, et olemasolevad tarindid oleksid hiljem projektinfost hõlpsasti eristatavad.

#### Juhis

Oletuslike lähteandmete puhul määratakse valdkonnapõhise värvitooni läbipaistvuseks 50%.



*Joonis 4.1. Oletuslike kõrgusandmetega torustikud ja kaablid on mõõdistusmudelis kujutatud läbipaistvatena*

#### **4.1.2. Fotorealistlik visualiseerimine**

Mõõdistusmudeli koostamise staadiumis kogutakse ka fotorealistlike illustratsioonide tegemiseks lähteandmeid ja inventeeritakse objekti ümbrust näiteks foto- või videoseadmete abil. Hiljem saab neid andmeid lisaks esitlusmodelile kasutada ka näiteks arhitektuurses projektis. Linnakeskkonnas kogutakse materjaliandmeid enamasti välispindadelt (tänavate kattematerjalid, taimed, hoonete fassaadid, liiklusmärgid). Maa-aluseid pindasid või teisi nähtamatuks jäävaid pindasid tavaliselt fotorealistlikul visualiseerimisel ei kasutata.

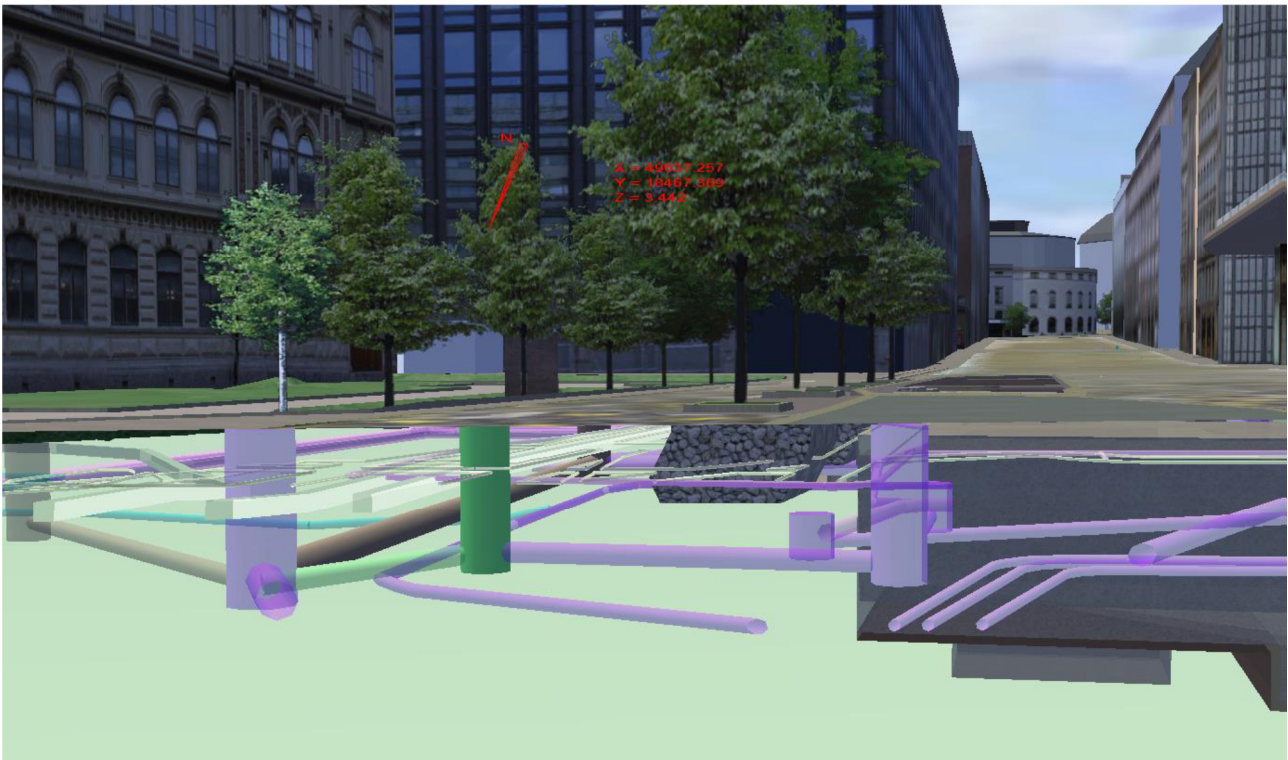
Mõõdistusmudeli koostamisel on soovitatav koguda lähteandmetena võimalikult täpse resolutsiooniga digitaalset foto- või videomaterjali, et mudelisse lisatavad materjalid saaks viimistleda optimaalse täpsusastmeni ja lõpptoote visuaalne kvaliteet ei oleks soovitavast erinev.

##### **Juhis**

Materjalide tõetruuduse vajalikkust mõõdistusmudelis hinnatakse juhtumipõhiselt.

##### **Juhis**

Fotorealistlikul visualiseerimisel kasutatavad materjalid peavad vastama lõpptoote kasutuseesmärgile ja olema üldkasutatavad. Rasterpildi resolutsioon peab olema niisugune, et selle põhjal saab näiteks virtuaalmudeli jaoks teha väiksema resolutsiooniga versiooni. Läbipaistvate detailide kasutamise korral on failiformaadiks PNG, muul juhul JPG. Väga suurte ja täpsete kujutiste puhul (ortofotod) kasutatakse vormingut JPEG2000.



Joonis 4.2. Mõõdistusmudeli koostamisel jäädvustatud fotomaterjali põhjal on loodud hoonete, tänavapinna ja haljastuse fotorealistlik tekstuur

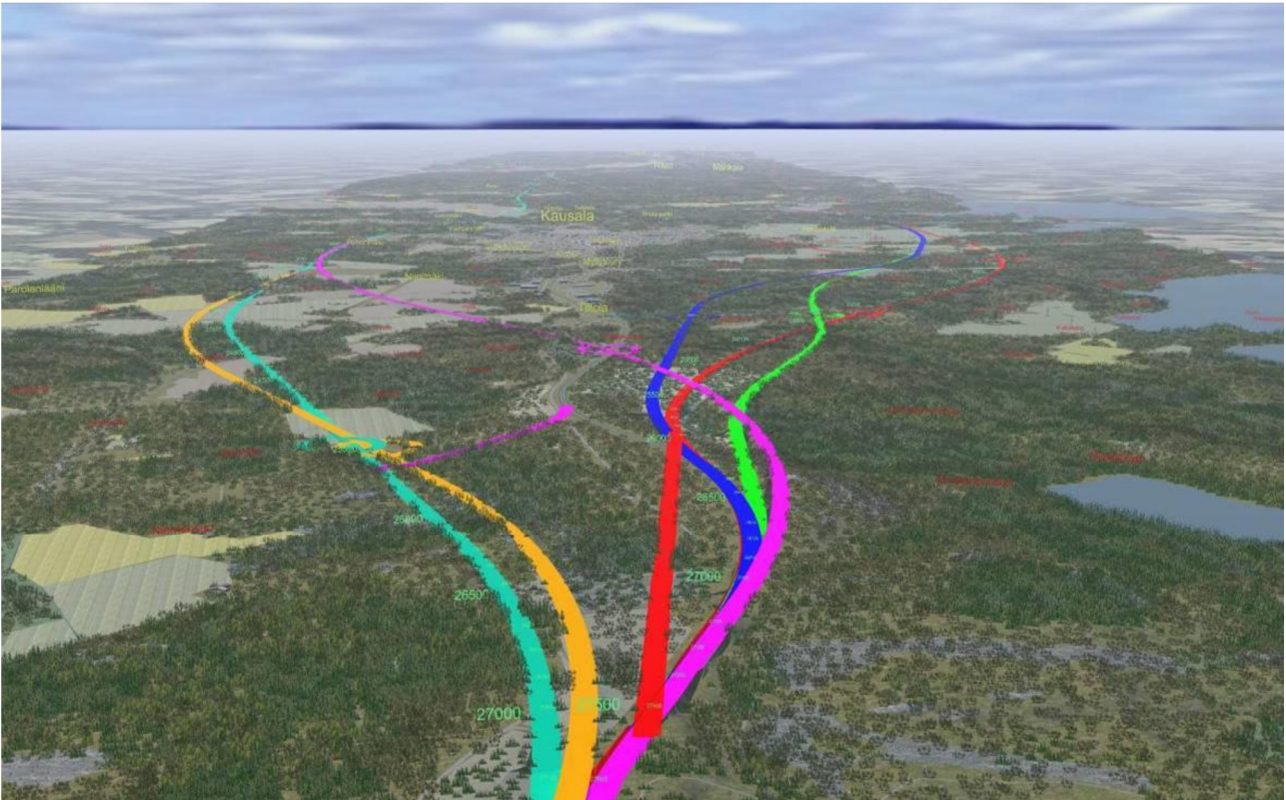
## 4.2. Eskiis- ja eelprojekti koostamine

### 4.2.1. Tehniline visualiseerimine

Eskiis- ja eelprojekteerimise staadiumis ühendatakse erinevate valdkondade mudelid pärast kvaliteedikontrolli koondmudeliks. Koondmudeli aluseks on hanke mõõdistusmudel. Taristumudelite täpsus, infosisu ja esitusvorm (geomeetriline vorm) määratakse peamiselt teiste juhendite alusel.

*Eskiisprojekteerimise staadiumis uuritakse hankevajadust ja hinnatakse erinevaid variante maakonna- ja üldplaneeringu tasandil. Eelprojekteerimise staadiumis on eesmärgiks hinnata visuaalselt projekti sobivust olemasolevasse keskkonda. Lisaks hinnatakse erinevate variantide mõju ja kulusid.*

Tehnilise visualiseerimise eesmärk eskiis- ja eelprojekteerimise staadiumis on olemasoleva info visualiseerimine, tarindite teisaldusvajaduse hindamine, ühildamine ja esitatud lahenduste kinnitamine.



*Joonis 4.3. Alternatiivlahenduste visualiseerimine virtuaalmudeli abil*

#### **Juhis**

Infra 2006 kohaste ehitiseosade tehnilisel visualiseerimisel kasutatavad värvitoonid on esitatud tabelis 2.1. Ka likvideeritavatele tarinditele on määratud eraldi värvitoon.

#### **4.2.2. Fotorealistlik visualiseerimine**

Lisaks tehnilisele visualiseerimisele on eskiis- ja eelprojekteerimise staadiumis oluline ka fotorealistlik visualiseerimine. Fotorealistlik visualiseerimine konkretiseerib projektlahendusi ja aitab nendest aru saada, lihtsustab suhtlemist ja kommunikatsiooni ning võimaldab teha otsuseid peaaegu tõetruu kujutise põhjal. Seda kasutatakse juba peaaegu eranditult kõigi suurte taristuhangete esitus- ja tutvustusüritustel ning meediakanalites. Näiteid on esitatud joonistel 4.4...4.6.

Eri valdkondade andmetel põhinev ajakohane koondmudel on ühtlasi fotorealistliku visualiseerimise lähteandmeteks. Visualiseerimisel kasutatakse geomeetriast ainult nähtavaid välispindasid ning nende värvust ja struktuuri kasutatakse materjalide tõetruumaks kujutamiseks. Nn esitusmudelis kajastuvad näiteks tarindipindade tekstuur, valgus, varjud ja muud detailid, mis muudavad mudeli visuaalselt võimalikult tõetruuks.



**Juhis**

Visuaalne täpsus on olukorrapõhine ning sõltub hanke ja tellija kvaliteedinõuetest. Eskiis- ja eelprojekteerimise staadiumis on fotorealistliku illustratsiooni sisu üldjoontes kindlaks määratud ja lõpptoode kajastab tegelikkust ligilähedasena.

**Juhis**

Fotorealistlikul visualiseerimisel kasutatavad materjalid peavad vastama lõpptoote kasutuseesmärgile ja olema üldkasutatavad. Rasterpildi resolutsioon peab olema niisugune, et selle põhjal saab näiteks virtuaalmudeli jaoks teha väiksema resolutsiooniga versiooni. Läbipaistvate detailide kasutamise korral on failiformaadiks PNG, muul juhul JPG. Väga suurte ja täpsete kujutiste puhul (ortofotod) kasutatakse vormingut JPEG2000.



*Joonis 4.4. Tampere Rantaväylä, versioon „Lühike tunnel”*



*Joonis 4.5. Tampere Rantaväylä, versioon „Pikk tunnel”*





*Joonis 4.6. Tampere Rantaväylä, versioon „Pind”*

### **4.3. Põhi- ja tööprojekti koostamine**

#### **4.3.1. Tehniline visualiseerimine**

Põhi- ja tööprojekti lähteandmeteks on eelmiste projekteerimisstaadiumite mudelid ja täiendatud mõõdistusmudel. Taristumudelite täpsus, infosisu ja esitusvorm (geomeetriline vorm) määratakse peamiselt teiste juhendite alusel.

*Tööprojekti staadiumis keskendutakse tehnilistele lahendustele ja teostatavusele.*

Põhi- ja tööprojekti staadiumis on visualiseerimise eesmärk toetada tarindite ühildamist, projekteerimisprotsessi ja -meeskonna juhtimist.

Eesmärgist tuleneb, et tööprojekti staadiumis on taristumudelites võimalik olemasolevat ja projekteeritavat visuaalselt eristada, näidata ära oletuslikud andmed, ajutised ja likvideeritavad tarindid ning võimalikud seonduvad hanked. Erinevate valdkondade ühildamine toimub objektide geomeetrilise vormi alusel ning illustreerimine ja visualiseerimine aitavad kaasa projektlahenduste võrdlemisele ja analüüsimisele. Erinevad tarindiosad esitatakse kindlate värvidega.

#### **Juhis**

Taristu koondmudelis kasutatakse Infra 2006 ehitiseosade klassifikaatorile vastavaid värvitoone, mis on esitatud tabelis 2.1. Olemasolev eristatakse projekteeritust ja oletuslikud andmed tuuakse esile läbipaistvusega. Ajutised tarindid esitatakse koondmudelis helepunasena. Likvideeritavad tarindid esitatakse koondmudelis lillana.

### 4.3.2. Fotorealistlik visualiseerimine

Põhi- ja tööprojekti staadiumis kasutatakse lähteandmetena eelmiste projekteerimisstaadiumite mudeleid ja nende põhjal tehtud visualiseeringuid. Uus täpsem projekteerimisstaadium seab siiski fotorealistliku visualiseerimise kvaliteedile suuremaid nõudeid ja sisu detailid esitatakse oluliselt täpsemalt. Sarnaselt eskiis- ja eelprojekteerimise staadiumile on lisaks tehnilisele visualiseerimisele oluline ka fotorealistlik visualiseerimine. Fotorealistlik visualiseerimine konkretiseerib projektlahendusi ja aitab nendest aru saada, lihtsustab suhtlemist ning võimaldab teha otsuseid peaaegu tõetruu kujutise põhjal.

Eri valdkondade andmetel põhinev ajakohane koondmudel on ühtlasi fotorealistliku visualiseerimise lähteandmeteks. Visualiseerimisel kasutatakse geomeetriast ainult nähtavaid välispindasid ning nende värvust ja struktuuri kasutatakse materjalide tõetruumaks kujutamiseks. Nn esitlusmudelid kajastavad näiteks tarindipindade tekstuuri, valgus, varjud ja muud detailid, mis muudavad mudeli visuaalselt võimalikult tõetruuks.

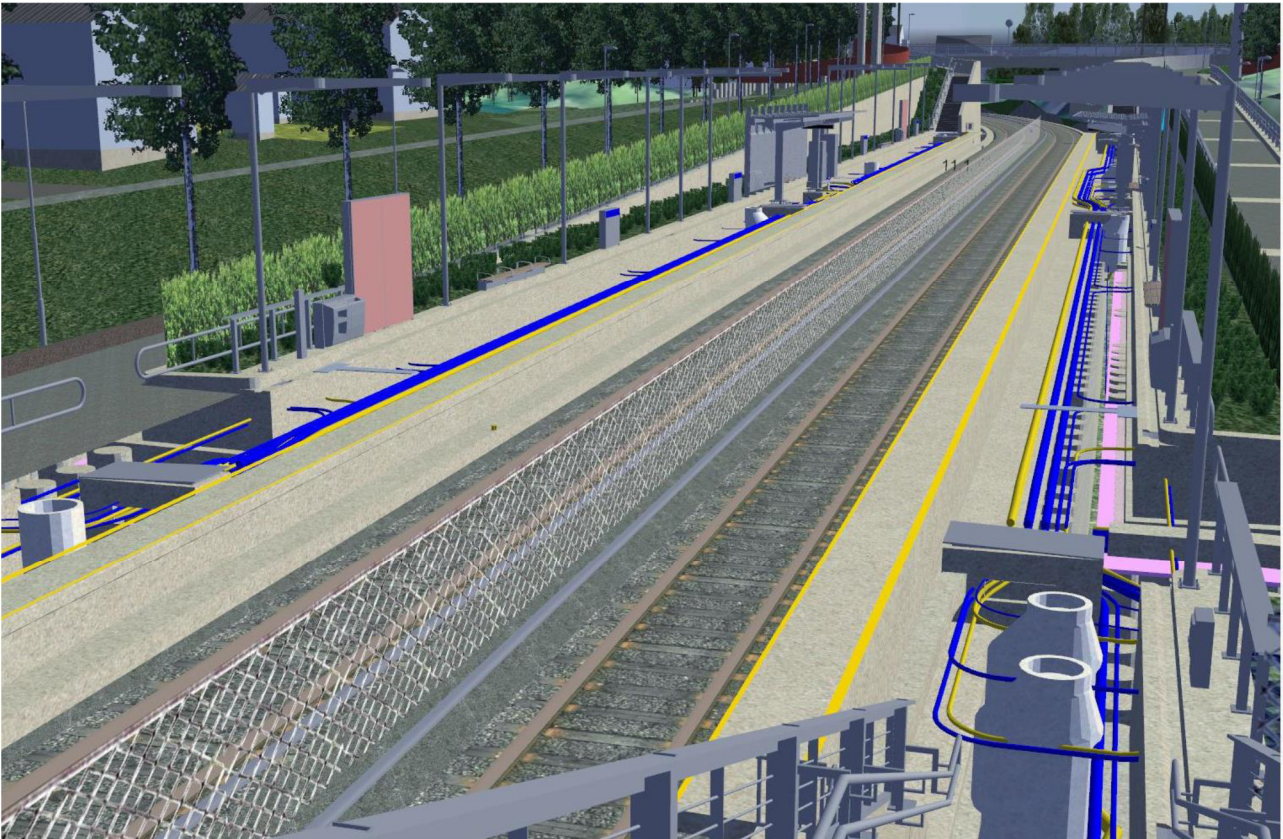
Põhi- ja tööprojekti staadiumis kasutatakse fotorealistlikke visualiseeringuid näiteks projekteerimise käigus elanikele esitatavate virtuaalmudelitena, turunduslike illustratsioonide ja animatsioonidena ning alternatiivlahenduste võrdlemiseks ja simulatsioonideks (näiteks 4D- ja 5D- ning ruumireservi ja liiklusega seonduvad simulatsioonid).

#### Juhis

Visuaalne täpsus on olukorrapõhine ning sõltub hanke ja tellija kvaliteedinõuetest. Põhi- ja tööprojekti staadiumis on fotorealistliku visualiseeringu sisu detailid tavaliselt täpsemalt määratletud ja lõpptoode vastab võimalikult palju tegelikkusele.

#### Juhis

Fotorealistlikul visualiseerimisel kasutatavad materjalid peavad vastama lõpptoote kasutuseesmärgile ja olema üldkasutatavad. Rasterpildi resolutsioon peab olema niisugune, et selle põhjal saab teha näiteks virtuaalmudeli/esitlusmudeli jaoks väiksema resolutsiooniga versiooni. Läbipaistvate detailide kasutamise korral on failiformaadiks PNG, muul juhul JPG. Väga suurte ja täpsete kujutiste puhul (ortofotod) kasutatakse vormingut JPEG2000.



*Joonis 4.7. Tööprojekti staadiumis keskendutakse tehnilistele lahendustele*

## 4.4. Ehitamine

### 4.4.1. Tehniline visualiseerimine

Tööprojekti taristumudelid on ehitamisel lähteandmeteks ja toetavad tööde juhtimist (3D-masinjuhtimismudelid). Ehitusstaadiumis ajakohastatakse tööprojekti mudelit ehitusaegsetele muudatuste kohaselt. Ajakohastatud mudelit nimetatakse teostusmudeliks, mis antakse hiljem üle haldajale.

*Projektstaadiumi taristumudeleid saab jätkuvalt kasutada ehitustööde ohutuse tagamisel, hangete esitlemisel ja objekti tutvustamisel ning vajalike analüüside ja simulatsioonide tegemisel.*

Ehitusstaadiumis saab visualiseeringut kasutada hanke arengu visuaalseks jälgimiseks ja teostuse võrdlemiseks, kusjuures eesmärgist tulenevalt on mudelites võimalik eristada olemasolevad, kavandatud ja valminud tarindiosad.

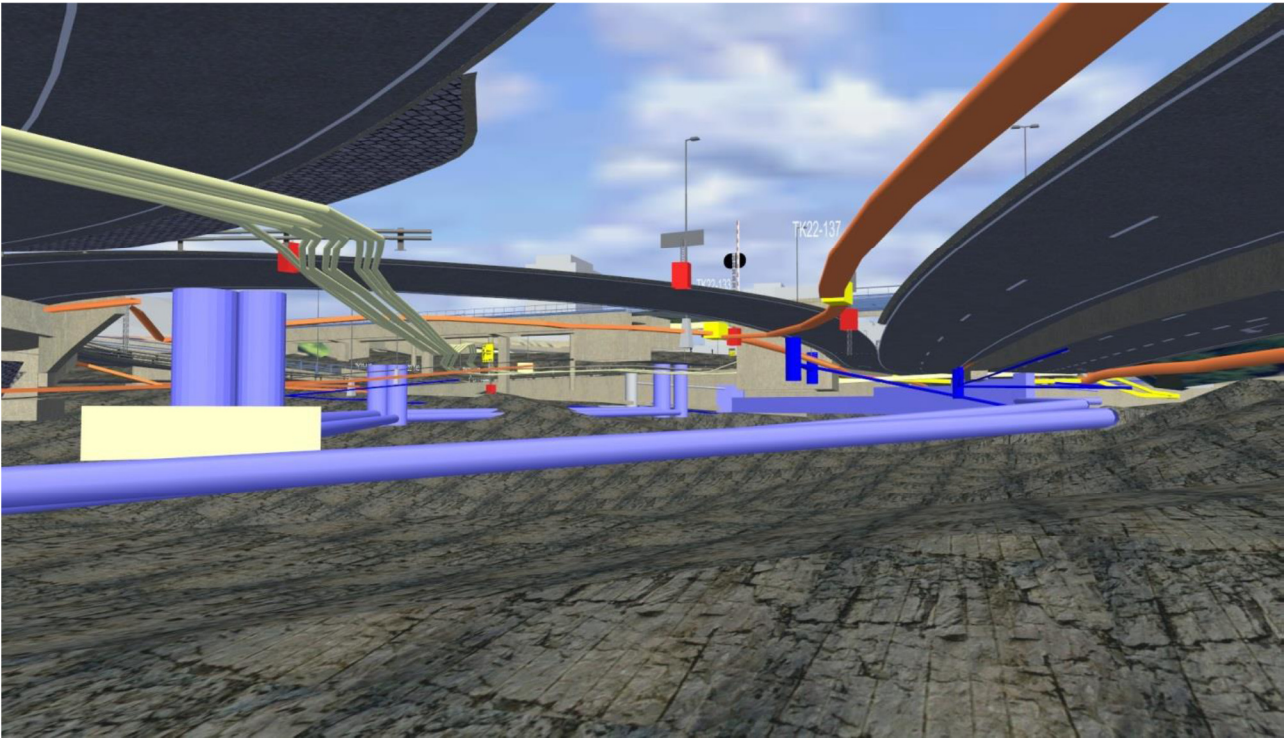
#### Juhis

Taristu koondmudelid kasutatakse Infra 2006 ehitiseosade klassifikaatorile vastavaid värvitoone, mis on esitatud tabelis 2.1.

#### Juhis

Valminud tarindiosad esitatakse mudelis oranžina.





*Joonis 4.9. Valminud tarindiosad esitatakse teostusmudelil kindla värvitooniga*

#### **4.4.2. Fotorealistlik visualiseerimine**

Ehitusstaadiumis on fotorealistlik visualiseerimine oluline ja seda kasutatakse näiteks päästetöötajate koolitusmaterjalides ning ehitusaegse liikluskorralduse ja valmiva objekti kasutuselevõtuga seonduvates koolitusvideotes või infotahvlitel. Fotorealistlik visualiseerimine konkretiseerib ja aitab tajuda objekti muutumist lähitulevikus, lihtsustab suhtlemist ja võimaldab teha otsuseid peaaegu tõepärase kujutise põhjal (joonised 4.10 ja 4.11).

#### **Juhis**

Visuaalne täpsus on olukorrapõhine ning sõltub hanke ja tellija kvaliteedinõuetest. Ehitusstaadiumis on fotorealistliku visualiseeringu sisu tavaliselt detailides täpselt määratletud ja lõpptoode kajastab võimalikult hästi tegelikkust.



Joonis 4.10. Tunneli kasutuselevõtu videos on visualiseeritud ehitusaegne liikluskorraldus (joonisel kaader videost)



Joonis 4.11. Ehitusajal tehtud tunneli kasutamist puudutav video (joonisel kaader videost)

### Juhis

Fotorealistlikul visualiseerimisel kasutatavad materjalid peavad vastama lõpptoote kasutuseesmärgile ja olema üldkasutatavad. Rasterpildi resolutsioon peab olema niisugune, et selle põhjal saab teha näiteks virtuaalmudeli/esitlusemudeli jaoks väiksema resolutsiooniga versiooni. Läbipaistvate detailide kasutamise

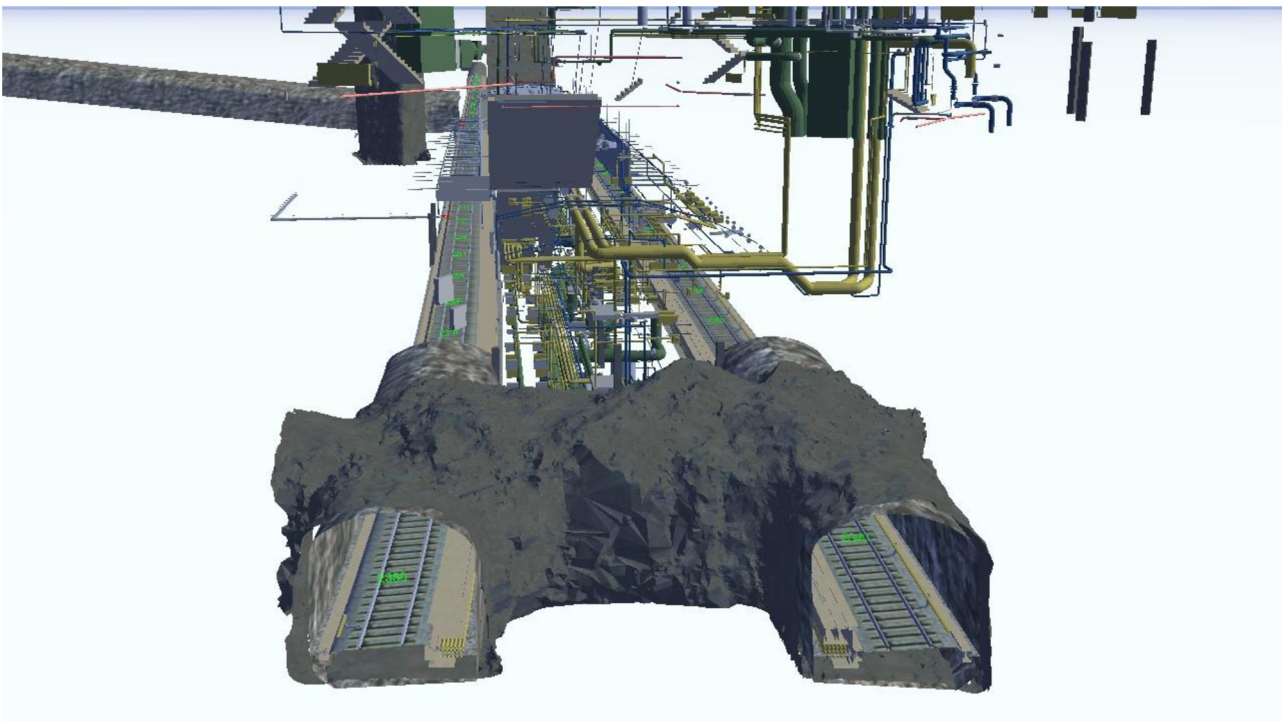
korral on failiformaadiks PNG, muul juhul JPG. Väga suurte ja täpsete kujutiste puhul (ortofotod) kasutatakse vormingut JPEG2000.

## 4.5. Haldamine

Ehitusstaadiumis teostusandmetega täienenud taristumudelid antakse üle haldajatele. Taristu haldusmudeleid saab kasutada näiteks hooldusraamatu rakendustes tehniliste andmete, dokumentide, erinevate hooldustööde ja hooldusajaloo haldamiseks ning tulevaste hangete mõõdistusmudelitena.

*Haldusmudelid toimivad hetkeolukorra 3D-andmebaasidena.*

Haldusmudelite puhul saab tehnilist ja fotorealistlikku visualiseerimist kasutada koolituste, testimise, kommunikatsiooni ja administratiivtoimingute toetamiseks. Haldusmudelite infosisu kajastab objekti hetkeolukorda. Haldusmudelite vaatlustoimingute abil saab määrata näiteks varjatud hooldus- ja remondiobjekte (näiteks maa-aluseid süsteeme).

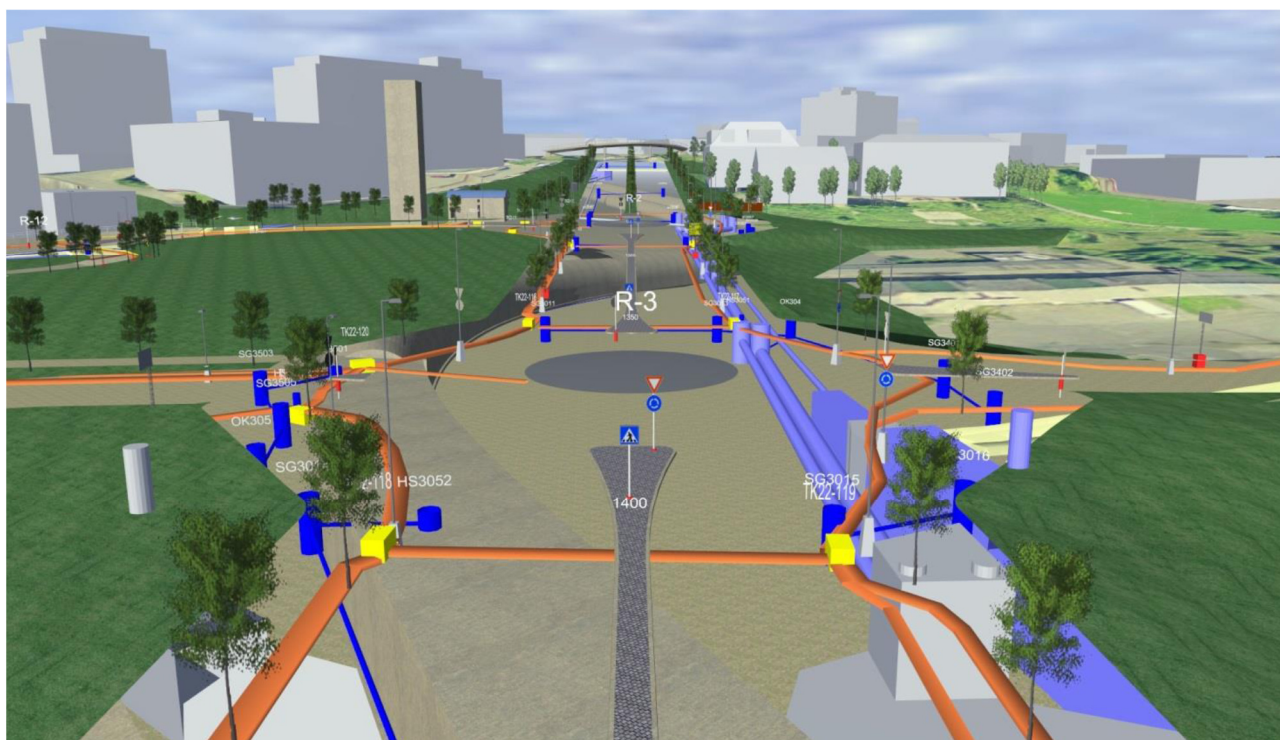


*Joonis 4.12. Ehitusstaadiumis on Läänemetroo mudelit täiendatud teostusandmetega*

### Juhis

Ehitusstaadiumis teostusandmete esiletoomiseks kasutatud värvitoon asendatakse vastava ehitiseosa värvitooniga, mis on esitatud tabelis 2.1.





*Joonis 4.13. Valminud tarindiosad esitatakse teostusmudelil kindla värvitooniga*

## Allikad

- 1 *Junnonen, Juha-Matti (toim.). 2009. Tietotekniikkaa hyödyntävä infrasuunnittelu. Helsinki. Rakennusteollisuuden Kustannus RTK Oy.*

---

- 2 Autorid. Väljaandmise aasta. Pealkiri. Väljaandmise koht. Väljaandja.

---

- 3 Veebidokumendi nimetus. Kuupäev. URL, URN või veebiaadress.

---