



**TAL
TECH**

SISSEJUHATUS: RUUMILINE PLANEERIMINE

Raido Puust, *MSc, PhD*
professor
raido.puust@taltech.ee

ÜLEVAADE

- Olemasoleva olukorras kirjeldus kui lähteandmete mudel (ruumiline planeerimine)
- Sõidutee eskiis
- Sademeveesüsteemi eskiis
- Vooluveekogu ületamise analüüs
- Eskiis kui alternatiivide võrdlus
- Projektipõhine koostöö
- Eskiis vs põhiprojekt
- Maa-amet fotokaart (WMS teenus)
- Maa-amet kõrgusandmed (LiDAR)
- Punktipilvest loodud maapind

OLEMASOLEVA OLUKORRA KIRJELDAMINE

- Ruumiline planeerimine kaasab endas olemasoleva olukorra kirjeldamist
- Mõõdistamine ei ole otstarbekas ajamahukuse tõttu, eelarve, geograafilised piirangud
- Viiakse läbi vabalt kättesaadava andmestiku baasil
- Kui kaua võiks selleks aega kuluda?
- Milliseid oskuseid on selleks vaja?
- Üldjuhul viiakse läbi:
 - Kaasates mitmeid erinevaid veebipõhiseid allikaid
 - Autodesk Civil 3D kui pinnaobjekti loomine
 - Kaardirakendused GIS andmestiku kaasamiseks
 - Pluginad/moodulid andmete üle kandmiseks (tõlkimine)

OLEMASOLEVA OLUKORRA KIRJELDAMINE

- Sõltuvalt tarkvara valikust võivad sammud olla järgmised:

Autodesk Civil 3D

1. Andmete hankimine
2. Andmete konverteerimine
3. Töökeskkonna seadistus
4. Pinnaobjekti loomine GIS andmestikust
5. Pildimaterjali kaasamine (nt WMS, Maa-amet)
6. Vektorandmestiku import

Tulemus: Aerofoto ühes kontuur- ja teiste joontega

Autodesk InfraWorks

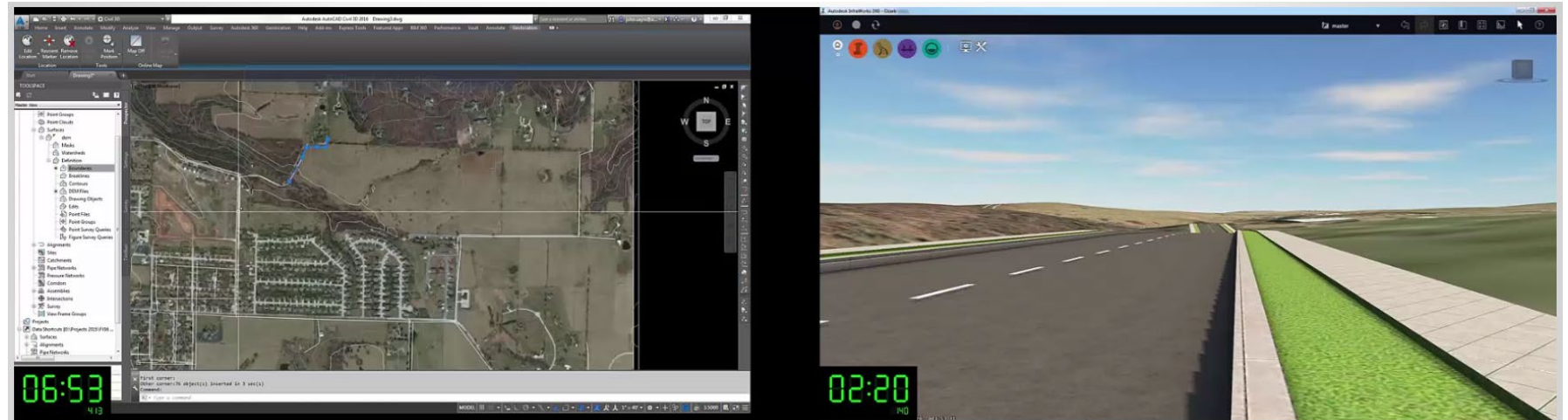
1. Ava Model Builder
2. Vali ala
3. Loo mudel

Tulemus: 3D mudel koos pinna-mudeliga, aerofoto sulandub pinnaobjektile, 3D sõiduteed, 3D veekogud, 3D hooned

- Autodesk Civil 3D tarkvara astub mängu kui:
 - Olemas on täpsem mõõdistusandmestik
 - Mõõdistusandmete töötlemiseks
 - Pinnaobjekti loomiseks
 - Põhiprojekti/tööjooniste loomiseks
- Soovi korral saab Civil 3D täpse pinnaobjekti üle kanda *InfraWorks* mudelisse

OLEMASOLEVA OLUKORRA KIRJELDAMINE

Ajalised võrdlused samaväärsse töö tegemiseks (minutites), kus eskiisi loomiseks kasutatakse selleks mõeldud tarkvara



Autodesk Civil 3D	Autodesk Civil 3D + InfraWorks
Enne mõõdistust	
Andmestiku kokku saamiseks kulub tõenäoliselt tunde	Andmete otsimisele aega ei kulu
Eksperti tase, oskused elementaarne	Lihtne tegevus, väike ajakulu õppimisele
Eeldab mitut erinevat lähenemist, lahknevate andmeallikate tõttu	Üks ainus samm – „Loo mudel“
Tulemus: Aerofoto koos kontuur- ja teiste joonobjektidega	Tulemus: 3D maapinnamudel, aerofoto kohandatud pinnamudeliga, 3D sõiduteed, 3D veekogud, 3D hooned
Peale mõõdistust	
Civil 3D kasutatakse põhiprojekti, olemasoleva olukorra kirjeldamiseks	Põhiprojekti infot saab kaasata kontekstikesksesse visualiseerimisse (3D)
Tulemus	
Põhiprojekti tähenduses olemasoleva olukorra joonised	Põhiprojekti tähenduses olemasoleva olukorra joonised ning konteksti keskne 3D mudel

SÕIDUTEE ESKIIS

- Eesmärk: Luua kiirelt sõidutee planeering aga kaasates projekteerimise üldnõudeid
 - Peaks kasutama nii horisontaal- kui vertikaalplaneerimist
 - Peaks esitama mõistliku täpsusega mahtude arvutust (väljavõtte) – täitmine, eemaldamine
 - Kui kaua võiks selle ülesande täitmine aega võtta?
 - Milliseid oskuseid on selleks vaja?



Allikas: Ekraanitõmmised
Autodesk tarkvara projektidest

SÕIDUTE ESKIIS

- Sõltuvalt tarkvara valikust võivad sammud olla järgmised:

Autodesk Civil 3D

1. Skitseeri sõidutee kulgemine
2. Loo telgjoon
3. Loo olemasolev profiiljoon
4. Loo projekteeritud profiiljoon
5. Loo teised sõiduteed
6. Loo ristlõige (*assembly*)
7. Loo koridormudel
8. Loo koridormudeli pind
9. Tee ristmiku projekt
10. Puhasta pinnaobjekt

Tulemus: 3D "wireframe" mudel kontuuridega

Autodesk InfraWorks

1. Käivita sõidutee loomise töövahend
2. Vali sõidutee stiil
3. Joonista sõidutee

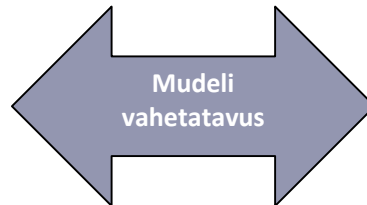
Tulemus: 3D sõidutee sõidu-radadega, äärekivi, kõnnitee jne, automaatne ristmik

SÕIDUTEE ESKIIS

Autodesk Civil 3D tarkvaras ei ole vahet, kas loome esmast projekti (eelprojekt) või põhiprojekti täpsusega sõidutee mudelit - samad protseduurid on vaja läbida!

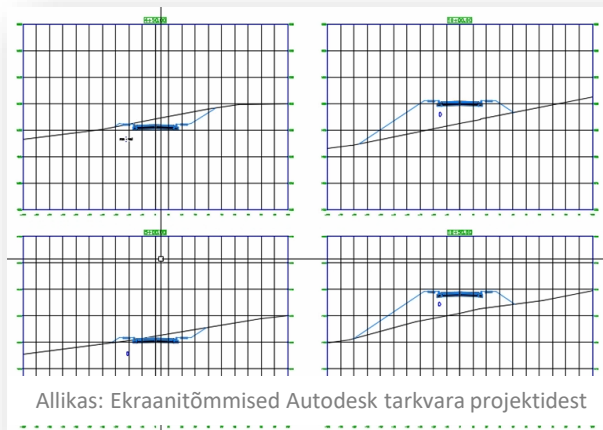
Autodesk Civil 3D on vajalik:

- Tööjooniste ettevalmistamiseks
- Sildistamine (plaan, profiil)
- Ristlõiked
- Detailsuste ning märkuste lisamine
- Vajalik hinnapakkumise ning ehitusjooniste valmistamiseks



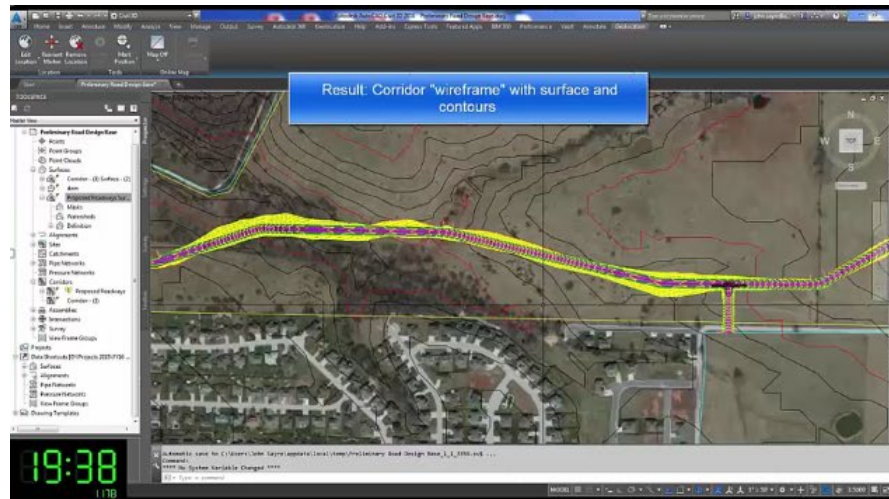
Autodesk InfraWorks tarkvaras - eskiis:

- Oskused omandab sedalaadi projekti koostamiseks paari minutiga!
- Lisakoolitust võib vajada see, kes soovib täpsemat projekti koostada
- Automaatse projekteerimisvõtete juures kaasatakse eelduseid
- PVI (*point of vertical intersection*) punktid valitakse automaatselt maapinnamudeli, projektkiiruse jne järgi.
- Ristmiku eeldatav geomeetria
- Horisontaalne projektinfo baseerub projektkiirusel
- Kogu geomeetria, mis baseerub eeldustel on redigeeritav

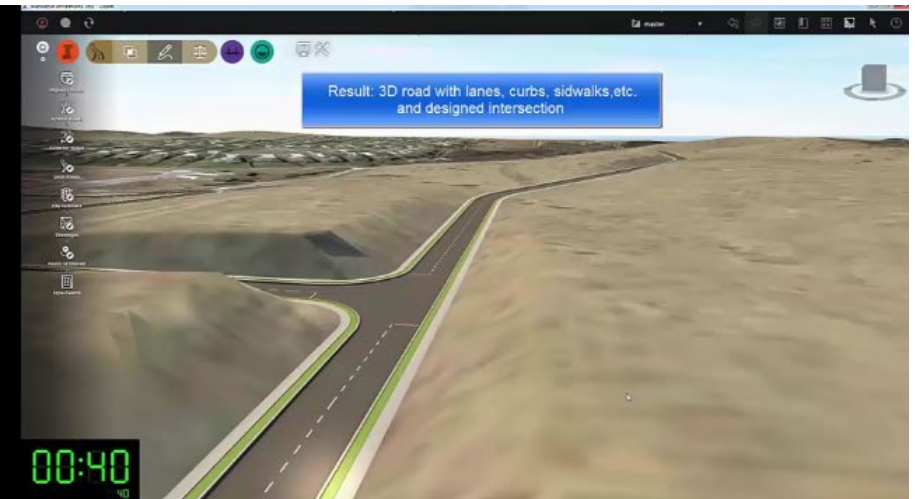


SÕIDUTEE ESKIIS

Ajalised võrdlused samaväärse töö tegemiseks (minutites), kus eskiisi loomiseks kasutatakse selleks mõeldud tarkvara



Autodesk Civil 3D



Autodesk Civil 3D + InfraWorks

Eskiis

10-sammu, 20 minutit

3-sammu, 40 sekundit

Eksperttasemel oskuste vajadus ning kogemus

Lihtne protsess – vähene koolitusvajadus

Esialgse projekti jaoks liialt detailne

Piisav detailsus eelprojekti tarvis

Eelduseid ei tehta, 100% projekteerija otsustada

Kasutatakse eelduseid = kiire aga nutikas projekteerimine

Põhiprojekt

Põhiprojekt: Autodesk Civil 3D

InfraWorks mudelit saab avada Autodesk Civil 3D tarkvaras – üksikasjalikum projekteerimine

Tulemus

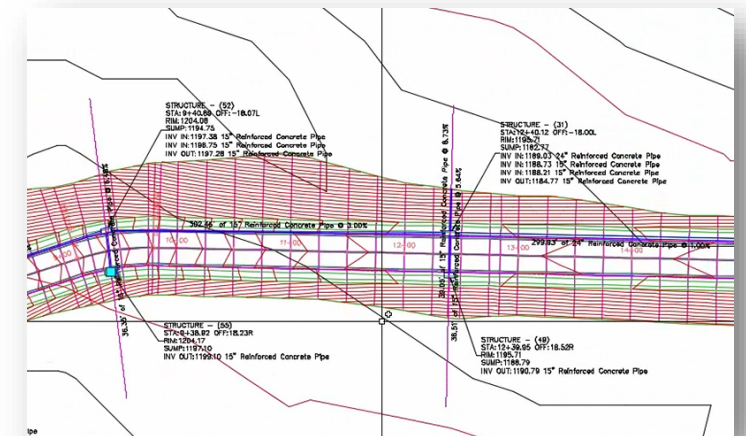
Põhiprojekti mudel ning ehitusdokumentatsioon

Põhiprojekti mudel, ehitusdokumentatsioon, konteksti keskne 3D mudel

SADEMEVEESÜSTEEMI ESKIIS

Eesmärk: Loo kiirelt äravoolusüsteem (restkaevud, kaevud ning torud) tegemaks esialgset hinnakalkulatsiooni

- Peaks lähtuma insenerialastest põhitõdedest (kalded, kõrgused)
- Peaks esitama läbimõõdud/suurused, et kalkulatsiooni oleks võimalik teha
- Kui kaua sellele võiks aega kuluda?
- Milliseid oskuseid on selleks vaja?



Allikas: Ekraanitõmmised Autodesk tarkvara projektidest

SADEMEVEESÜSTEEMI ESKIIS

- Sõltuvalt tarkvara valikust võivad sammud olla järgmised:

Autodesk Civil 3D

1. Leia madalaimad punktid
2. Määra vahekaugused
3. Lisa restkaevud, torud
4. Restkaevude ümberpaigutamine
5. Muuda torude läbimõõtusid
6. Loo lisatorud, -kaevud
7. Arvuta mahud

Tulemus: Äravoolusüsteem ühes inseneriliku vaistuga valitud läbimõõtudega.

Autodesk InfraWorks

1. Käivita "Add Pavement Drainage"
2. Käivita "Quantities"
3. Käivita "Size Pavement Drainage"

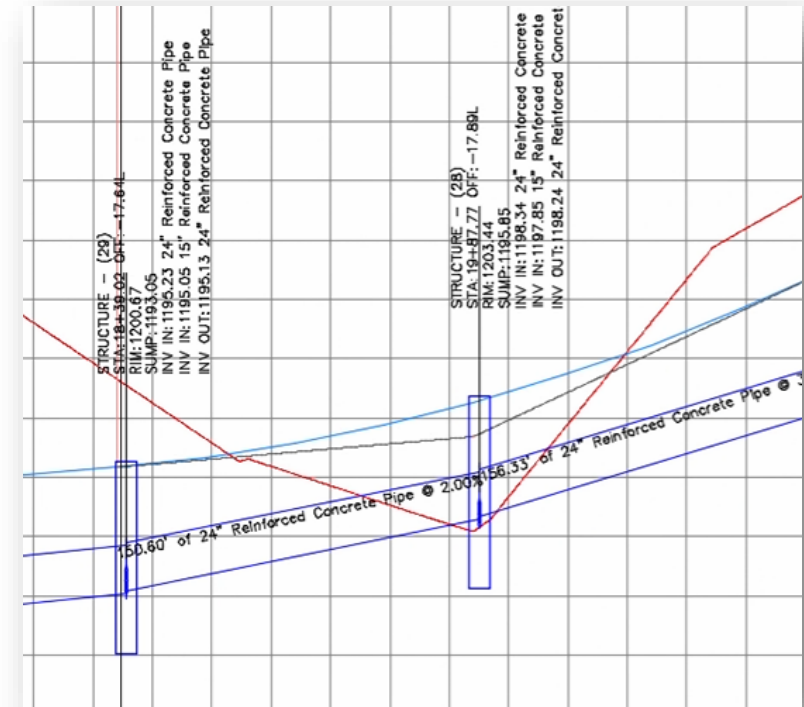
Tulemus: 3D sõidutee ühes sõiduradadega, äärekivi, kõnnitee, ristmik + 3D äravoolusüsteem.

SADEMEVEESÜSTEEMI ESKIIS

- InfraWorks mudelit saab avada Autodesk Civil 3D tarkvaras
- Autodesk Civil 3D tarkvara saab seejärel kasutada põhiprojekti läbiviimiseks, dokumentatsiooni loomine
- Põhiprojekti info saab üle kanda InfraWorks visualiseerimiseks

Autodesk Civil 3D on vajalik:

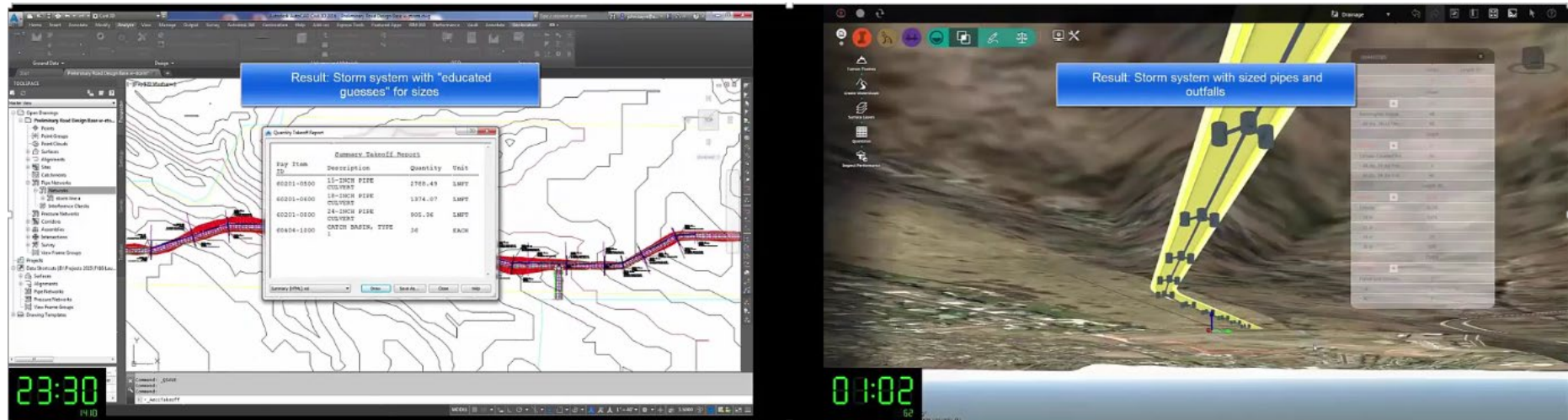
- Tööjooniste ettevalmistamiseks
- Sildistamine (plaan, profiil)
- Ristlõiked
- Detailsuste ning märkuste lisamine
- Vajalik hinnapakumise ning ehitusjooniste valmistamiseks



Allikas: Ekraanitõmmised Autodesk tarkvara projektidest

SADEMEVEESÜSTEEMI ESKIIS

Ajalised võrdlused samaväärselise töö tegemiseks (minutites), kus eskiisi loomiseks kasutatakse selleks mõeldud tarkvara

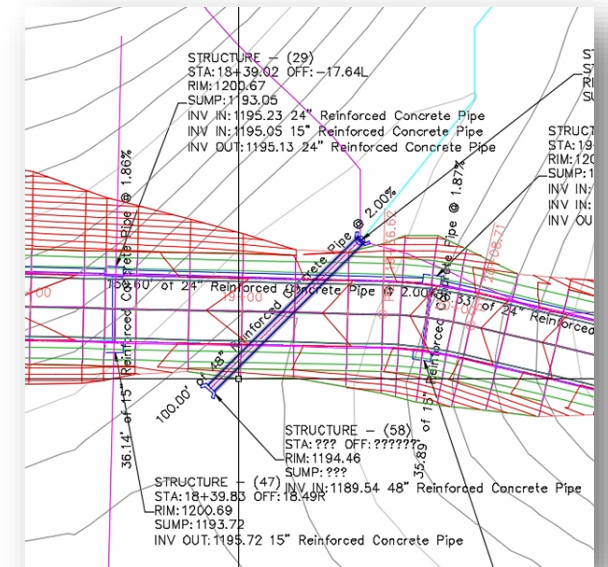


Autodesk Civil 3D	Autodesk Civil 3D + InfraWorks
Eskiis	
Piinlikult täpne, detailne protsess	3-sammu, 1 minut
Eeldab eksperdi tasemel oskuseid ning kogemust	Lihtne protsess – vähene ajakulu koolitusele
Detailsem kui eelprojekti jaoks vajalik	Paraja detailsusega eelprojekti tarvis
Eelduseid ei tehta, 100% projekteerija otsus	Eeldused = kiirem projekteerimine aga nutikalt
Põhiprojekt	
Põhiprojekt jätkub Autodesk Civil 3D tarkvaras	InfraWorks mudelit saab avada Autodesk Civil 3D tarkvaras – tööprojekti sammud
Tulemus	
Põhiprojekt ning ehitusdokumentatsioon	Põhiprojekti mudel, konstruktsiooni dokumentatsioon, kontekstipõhine 3D mudel

VOOLUVEEKOGU ÜLETAMISE ANALÜÜS / ESKIIS

Eesmärk: Leia vooluhulk ning projekteeri truup

- Peaksid kasutama usaldusväärseid hüdroloogilisi meetodeid / arvutusi, et leida vooluhulk
- Peaksid kaasama insener-spetsiifilist lähenemist leidmaks kalded/kõrgused
- Kui kaua sellele võiks aega kuluda?
- Milliseid oskuseid on selleks vaja?



Allikas: Ekraanitõmmised Autodesk tarkvara projektidest

VOOLUVEEKOGU ÜLETAMISE ANALÜÜS / ESKIIS

- Sõltuvalt tarkvara valikust võivad sammud olla järgmised:

Autodesk Civil 3D

1. Määra truubi asukoht
2. Loo valgala
3. Sisesta põhiparameetrid *Hydraflow* moodulisse ning arvuta vooluhulk
4. Määra truubi kõrgusmärgid ning pikkus
5. Sisesta väärtused, et dimensioneerida truup
6. Loo toru ning truubi otsasein

Tulemus: Truubi põhiprojekt

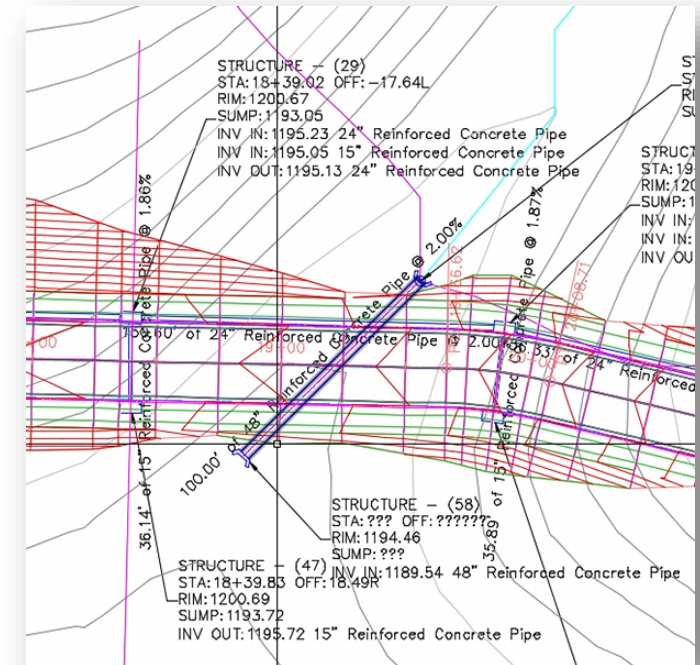
InfraWorks

1. Loo valgala
2. Loo truup
3. Arvuta voolhulk valgalt
4. Kliki truubil, et see dimensioneerida

Tulemus: Truubi põhiprojekt ühes kontekstiga *3D-s*

VOOLUVEEKOGU ÜLETAMISE ANALÜÜS / ESKIIS

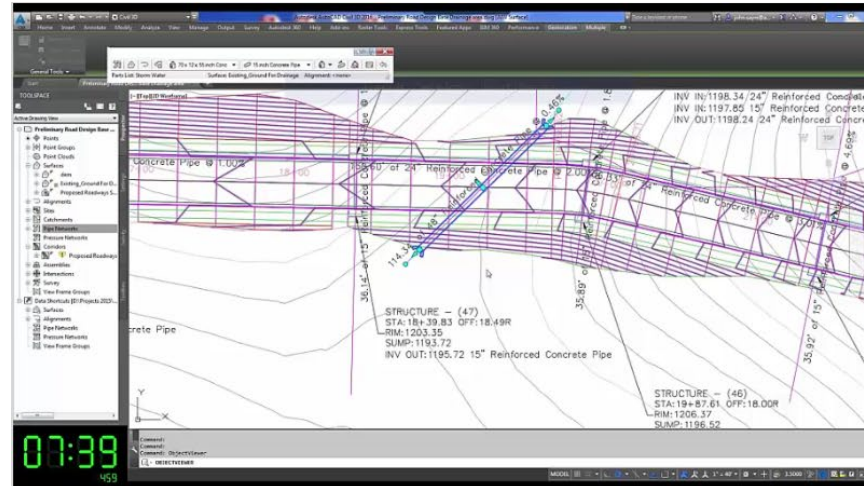
- Autodesk Civil 3D tarkvara saab kasutada truubi põhiprojekti loomiseks ning dokumenteerimiseks
- Täpsemaid hüdroloogilisi arvutusi saab teostada täpsema maapinnamudeliga



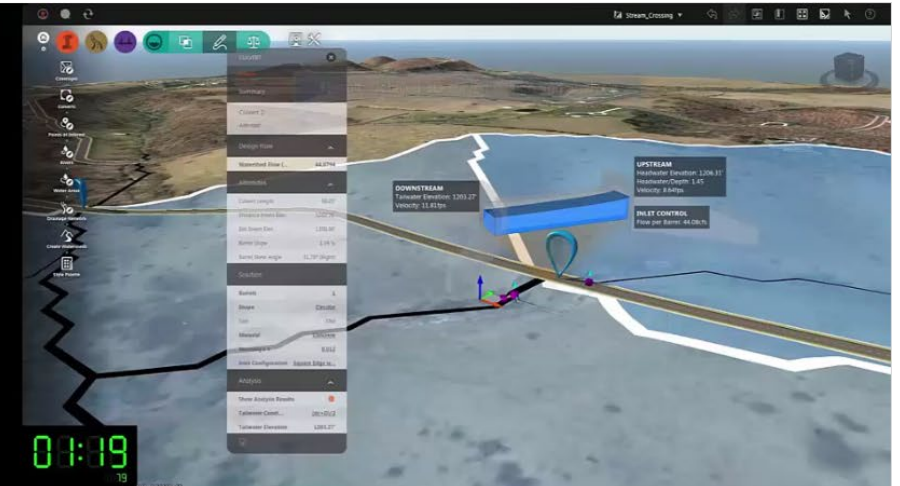
Allikas: Ekraanitõmmised Autodesk tarkvara projektidest

VOOLUVEEKOGU ÜLETAMISE ANALÜÜS / ESKIIS

Ajalised võrdlused samaväärselise töö tegemiseks (minutites), kus eskiisi loomiseks kasutatakse selleks mõeldud tarkvara



Autodesk Civil 3D



Autodesk Civil 3D + InfraWorks

Protsess

Piinlikult täpne, detailne protsess	4-sammu
Eeldab eksperdi tasemel oskuseid ning kogemust	Lihtne protsess – vähene koolitusvajadus
Vajalik lisatarkvara (andmete käsitsi ülekandmine)	Kõik tehtav ühes programmis, andmed saadakse samast mudelist
Eelduseid ei tehta, 100% projekterija otsus	Eeldused = kiirem projekt aga nutikalt

Tulemus

Truubi põhiprojekt ning dokumentatsioon	<ul style="list-style-type: none"> • Truubi põhiprojekt ning dokumenteerimine • 3D model ümbruskonna kontekstis • 3D graafiline analüüs truubi suutlikkusest
---	---

Allikas: Ekraanitõmmised Autodesk tarkvara projektidest

ESKIIS KUI ALTERNATIIVIDE VÕRDLUK

- Mitme alternatiivse lahenduse loomine ning analüüs
- Erinevate lahenduste visuaalsem esitlemine, et otsustamist lihtsamaks muuta



Allikas: Ekraanitõmmised Autodesk InfraWorks projektidest

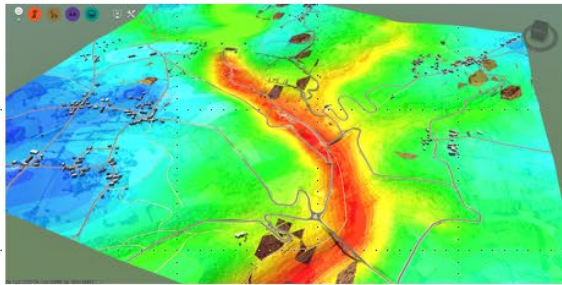
ESKIIS KUI ALTERNATIIVIDE VÕRDLU (ANALÜÜS)

- Mõned näited kiirest analüüsivõimekusest, mis aitab vastu võtta olulisi otsuseid varajases projekti staadiumis:
 - Kas ristmiku projekt tagab vajaliku nähtavuse (nähtavuse arvutus)?
 - Kas sõidutee profiil omab piisavat nähtavust (sõiduteelt nähtavus)?
 - Kas silla ehitamine on liiga kulukas (silla mahud)?
 - Kas valitud restkaevude vahekaugus tagab piisava äravoolu suutlikkuse (äravoolu analüütika)?
 - Kas uusarendus on nähtav ka siit vaatepunktist (nähtavuse kontroll)?
 - Kas antud sõidutee projekt eeldab suuri kaeve-/täitemahtusid (profiili optimeerimine)?

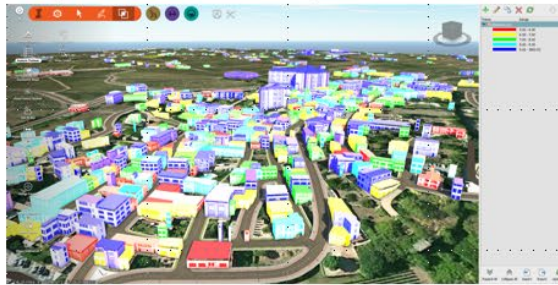
ESKIIS KUI ALTERNATIIVIDE VÕRDlus (ANALÜÜS)

- Mõned näited kiirest analüüsivõimekusest, mis aitab vastu võtta olulisi otsuseid varajases projekti staadiumis (Autodesk InfraWorks)

Terrain thematic maps



Objects thematic maps



Point cloud thematic maps



Traffic & visibility analysis

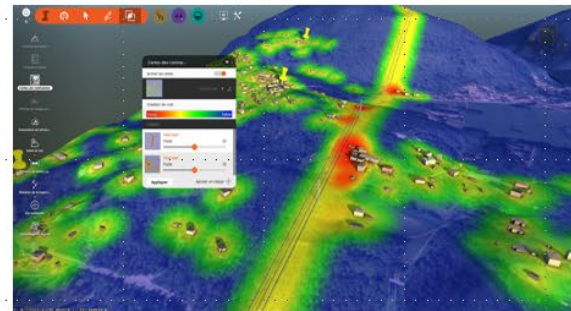


Quantities & optimisation

Earthwork Quantities		Description
Limited Station Range	<input type="checkbox"/>	Click to start typing...
Start Station	0+550.0	
End Station	0+922.9	
Cut	175 m ³	
Fill	19829 m ³	
Net Fill	19654 m ³	
Earthwork Setting		
Station Increment	20m	
Sample at Key Station	<input type="checkbox"/>	
Include Intersection & Roundabout	<input type="checkbox"/>	
Include Bridge	<input type="checkbox"/>	

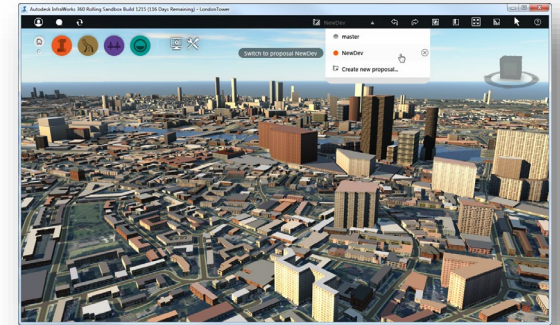
OUT 175
19829

Conditions maps



PROJEKTIPÕHINE KOOSTÖÖ

- Kõikide osalus projektis on oluline!
 - Jooniste jagamine, PDF ?, projektfailid?
 - E-kirjaga?
 - Dropbox ...
 - Mitte kõigil otsustajatel (kaasarääkijatel) ei ole võimalusi avada projektfaile otse (Autodesk Civil 3D, Autodesk Revit, jt).
 - Ametlikku kommenteerimist/kontrollimise protsessi pole võimalik läbi viia, ainult kohtumiste memo ning e-kirjad.
 - Puudub keskne kommentaaride hoidmise keskkond ning neile vastavad tegevused.
 - Objektis olles on info kätte saamine raskendatud.
- Lahendus: Mudelite veebipõhine jagamine (veebilehitseja kui vaaturprogramm)



Allikas: Ekraanitõmmised Autodesk InfraWorks projektidest

ESKIIS VS PÕHIPROJEKT

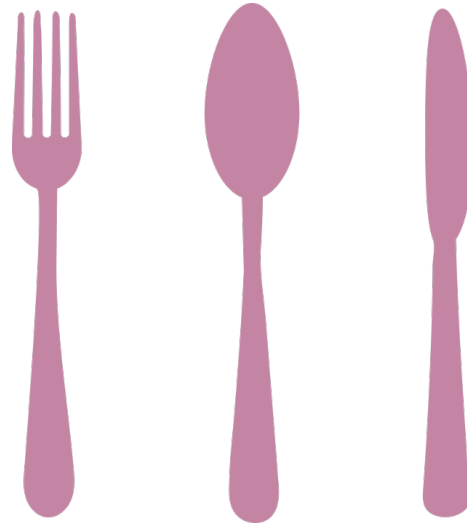
Autodesk Civil 3D fookus on põhiprojektile

- Mõõdistusandmete töötlus
- Vajalik põhiprojekti teostuseks
- Vajalik olukorras, kus eelduseid ei saa teha
- Vajalik pakkumiste esitamiseks ning ehitusdokumentatsiooni loomiseks:
 - Profiilid
 - Ristlõiked
 - Tööjoonised
 - Sildistamine
 - Plaanilised joonised
- Vastavus jooniste esitamise standarditele (graafilistele)

ESKIIS VS PÕHIPROJEKT: IGAKS TÖÖKS ON OMA TÖÖVAHEND

Autodesk Civil 3D

- Põhiprojekti loomiseks
- Kasutaja kontroll tarkvara üle
- Eelduseid ei kaasata
- Dokumenteerimine
 - Profiilid & ristlõiked
 - Tööjoonised & sildistamine
 - Plaanilised joonised
- Vastavus graafilistele standarditele



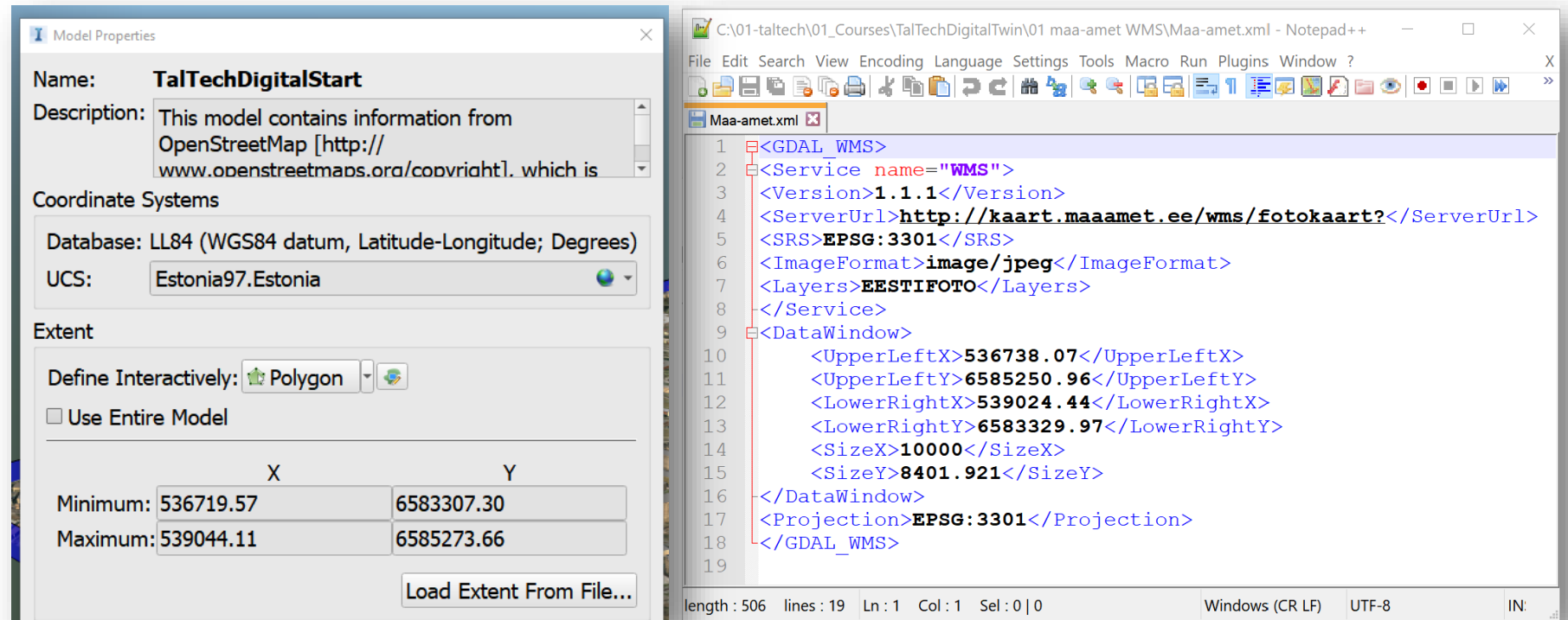
Allikas: [Pixabay](#)

Autodesk InfraWorks

- Eskiis
- Esmane eelprojekt
- Kiire
 - Kasutab pilveteenuseid
 - Eeldused aitavad kiiret, automaatse lahendi leidmist
- Visuaalne
- Alati 3D
- Konteksti haarav
- Lihtne õppida

MAA-AMET FOTOKAART (WMS TEENUS)

- Veendu, et InfraWorks mudel kasutab õiget koordinaatsüsteemi
- Loo *.xml fail, mis ühendub Maa-ameti WMS teenusega ja võimaldab InfraWorks tarkvarasse alla võtta Maa-ameti kaardikihte



The image shows two windows side-by-side. The left window is 'Model Properties' for a model named 'TalTechDigitalStart'. It contains a description, coordinate system information (Database: LL84, UCS: Estonia97.Estonia), and an extent table.

	X	Y
Minimum:	536719.57	6583307.30
Maximum:	539044.11	6585273.66

The right window is Notepad++ showing the XML content of 'Maa-amet.xml'. The XML defines a WMS service with the following details:

- Service name: "WMS"
- Version: 1.1.1
- ServerUrl: http://kaart.maaamet.ee/wms/fotokaart?
- SRS: EPSG:3301
- ImageFormat: image/jpeg
- Layers: EESTIFOTO
- DataWindow coordinates: UpperLeftX: 536738.07, UpperLeftY: 6585250.96, LowerRightX: 539024.44, LowerRightY: 6583329.97
- Size: SizeX: 10000, SizeY: 8401.921
- Projection: EPSG:3301

MAA-AMET KÕRGUSANDMED (LIDAR)

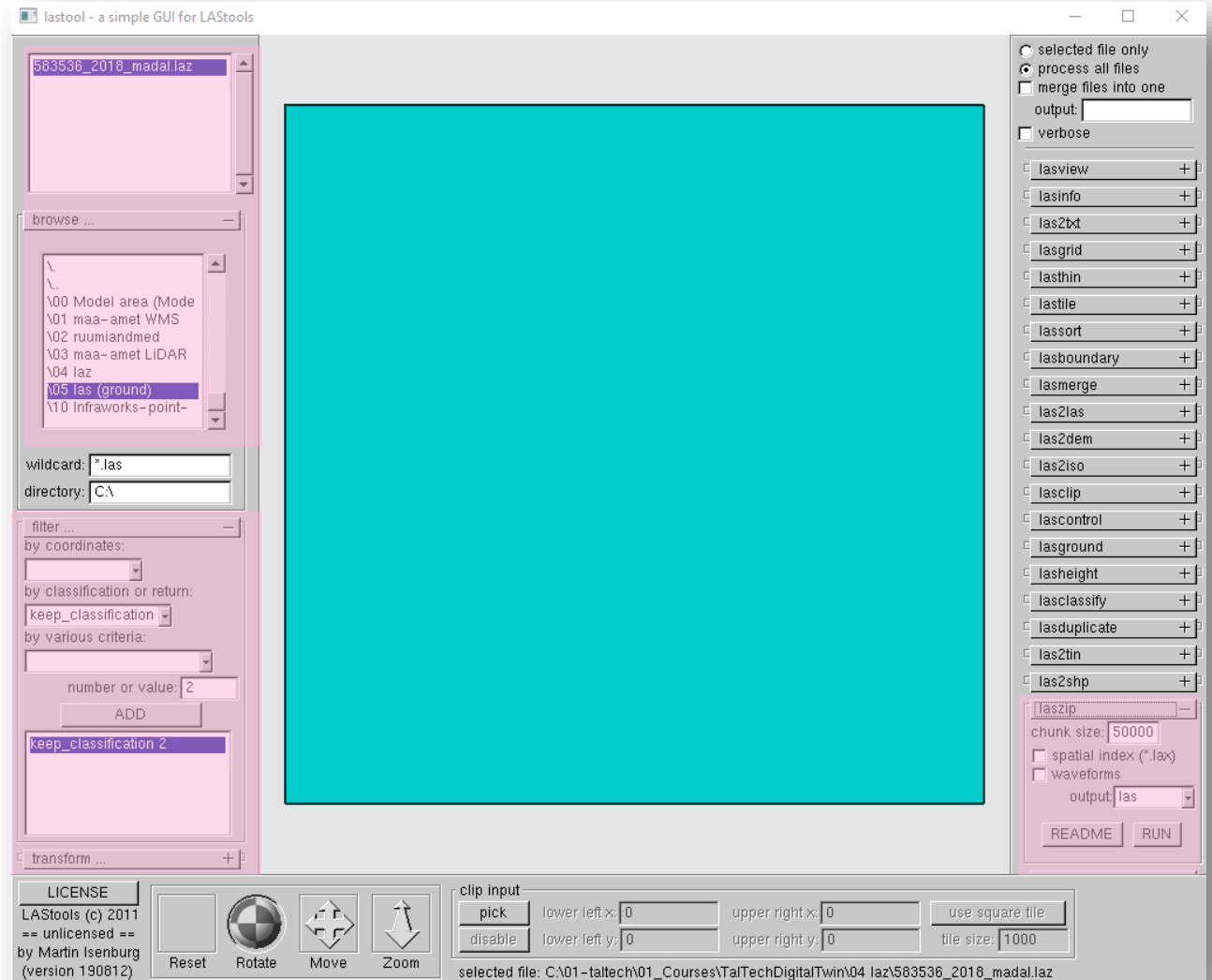
- Samm: Leia kaardi nr ning laadi alla LAZ failid (LiDAR andmed)
- Otsusta, milleks neid andmeid soovid kasutada
- Kui ainult maapinna genereerimiseks, siis filtreeri andmeid ja jäta alles vaid "Classification" = "2"
- Salvesta see kui LAS fail
- Kasutades ReCap tarkvara loo LAS > RCS (RCP on projekti fail)
- Kui on mitu kaardi ala, kombineeri üheks tervikuks (Export)
- Impordi RCS InfraWorks tarkvarasse
- Kasutades "Point Cloud Terrain" töövahendit, loo uus pinnaobjekt, millel saab kuvada Maa-ameti WMS fotot.

Alternatiiv:

Civil 3D Surface
kui maapind

MAA-AMET KÕRGUSANDMED (LIDAR)

- Ühe madallennu kaardi maht võib lahti pakitult olla ca 1GB
- Sellest maapinna punktid on ca 50%
- Kui kasutate rohkem kaarte, arvesta mahuga!
- LAS fail on vaja genereerida, et seda saaks avada Autodesk ReCap tarkvaras



PUNKTIPIILVEST LOODUD MAAPIND INFRAWORKS TARKVARAS

The image shows two windows from the ArcGIS software interface. The left window is the 'Model Explorer' showing a tree view of data sources. The right window is the 'Surface Layers' dialog box, which allows users to reorder and manage layers. Annotations with arrows point to specific elements in both windows.

Model Explorer Annotations:

- Overlay (peidetud) - points to the 'Overlays' folder.
- Punktipilv (peidetud) - points to the 'TalTech_o_19090...' point cloud layer.

Surface Layers Annotations:

- Maa-ameti foto - points to 'Maa-amet-fotokaart.xml'.
- Algne foto (peidetud) - points to the 'imagery' layer.
- Algne maapind (peidetud) - points to the 'elevation' layer.
- Maapind punktipilvest (lisatud gruppi "Ground Surface") - points to the 'TalTech_o_1909081946' point cloud layer.

**TAL
TECH**

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Ehitajate tee 5, 19086 Tallinn,

taltech.ee