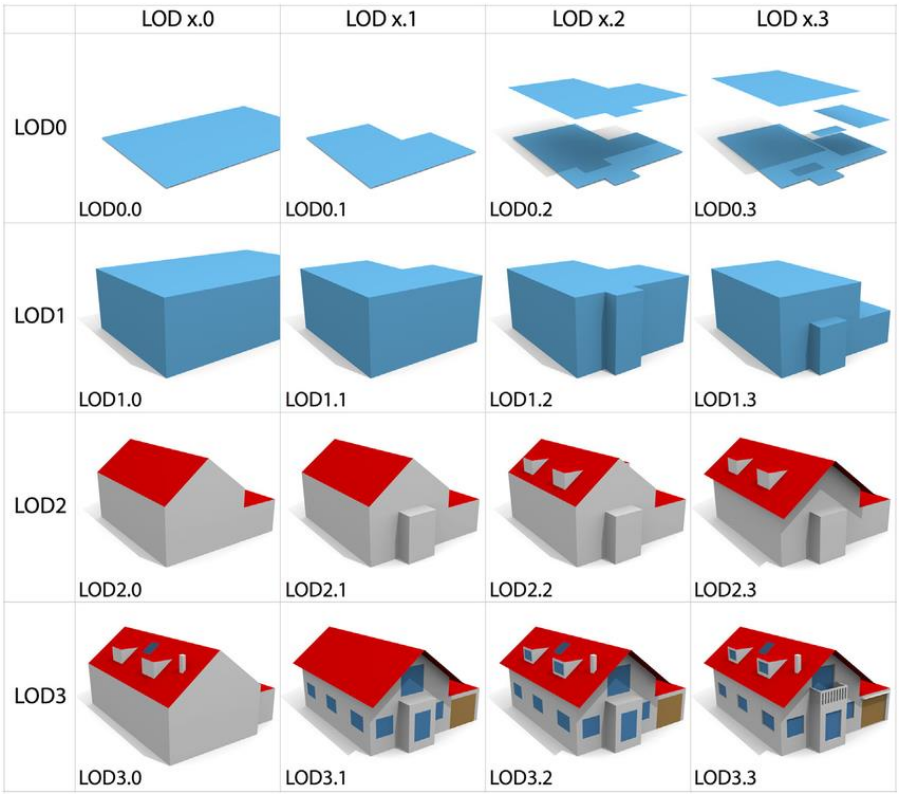
1.11.2022
Kirke Narusk

3D (Maa-ametis)

Taust

LOD (*level of detail*) määrab päris maailma objektide üldistusastme 3D mudelis.



Filip Biljecki https://www.researchgate.net/figure/The-five-LODs-of-CityGML-20-The-geometric-detail-and-the-semantic-complexity-increase_fig2_302975069

Kui on teada hoone kõrgus ja 2D ruumikuju, saab lihtsasti tekitada LOD1 hoone.

1.11.2022
Kirke Narusk

LOD1 hooned Maa-ameti 3D rakenduses

LOD2 hooned Maa-ameti 3D rakenduses

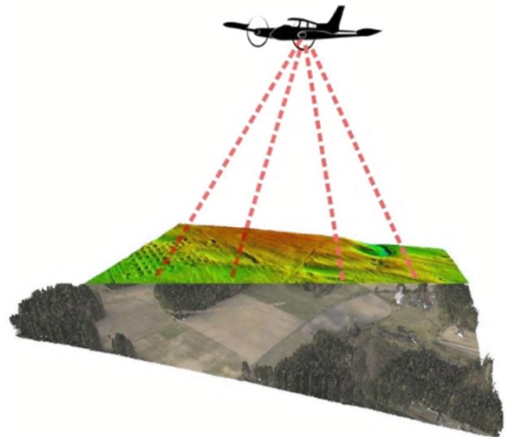
Üks levinumaid andmeformaate ja skeeme geo 3D mudelite kirjeldamiseks, jagamiseks ja hoiustamiseks on OGC (*open geospatial consortium*) arendatud **CityGML** (põhineb XML andmevahetusformaadil). See kirjeldab geograafilises 3D ruumis nähtusi, nagu hooned, puud, sillad, teed jne, nende semantikat, geomeetriat, atribuute / omadusi, välimust, topoloogiat.

Kuidas Maa-ametis 3D mudeleid luuakse?

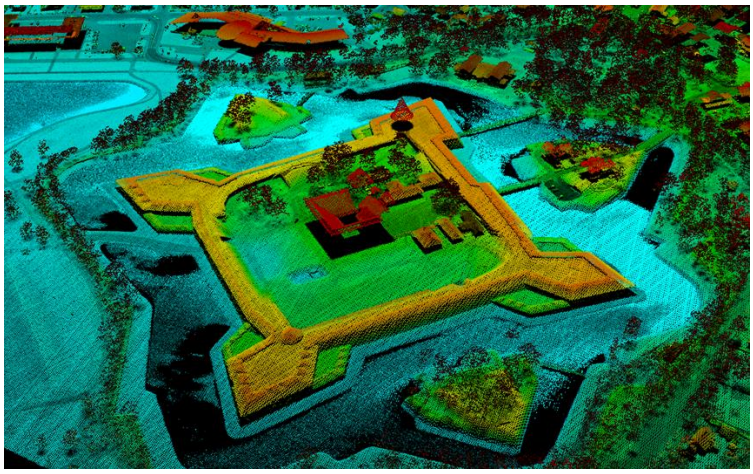
Mudelite loomine (LOD1 ja LOD2) on Maa-ametis hetkel täielikult automatiseeritud. Mudelite loomisel on sisendiks **aerolaserskaneerimise (ALS) andmed** ja **ETAK (Eesti topograafia andmekogu) hooned**. Üldiselt aga saab lisaks ALS meetodile 3D linnamudeleid luua veel kasutades näiteks fotogrammeetriat, droone, arhitektuurilisi CAD ja BIM mudeleid, radari andmeid jne.

Etapid:
1. Aerolaserskaneerimine (ALS) – kaugseire meetod, mille puhul saadakse kõrgusandmed reaalselt kohal käimata. Aerolaserskaneerimine põhineb aja mõõtmisel, mis kulub laserimpulsil tee läbimiseks laserist maapinnani ja tagasi. Maapinna peegeldustest moodustatud punktipilv on kõrgusandmestik, mis võimaldab teha topograafilisi, hüdroloogilisi jt analüüse. Aastas kaetakse uute punktidega ca veerand Eesti territooriumist (kogu Eesti kaetakse 4 aastaga), suuremad asulad igal aastal. Punktitihedus tihealadel 18 p/m^2 (lennatakse 1200 m kõrgusel), mujal Eestis 2,1 p/m^2 (lennatakse 2600 m kõrgusel). Kogu Eesti kohta saadakse nii ~100 miljardit lidaripunkti.
ALS samal ajal pildistatakse ka aerofotod, millest tehakse hiljem ortofotod. Ortofoto on töödeldud aerofoto, millelt on kõrvaldatud moonutused, mis tekivad maapinna reljeefist, kaamera kaldest maapinna suhtes pildistamise hetkel ja kaamera joonprojektsioonist. Eesti topokaardistuse tarbeks toodetud ortofotod on piksli suurusega 20-40 cm ja katavad kogu riigi territooriumi. Tiheasustusega alade ortofotod toodetakse piksli suurusega 10-16 cm.

1.11.2022
Kirke Narusk



Aerolaserskaneerimine



Aerolaserskaneeritud ja klassifitseeritud kõrguspunktid Kuressaare linnuse juures

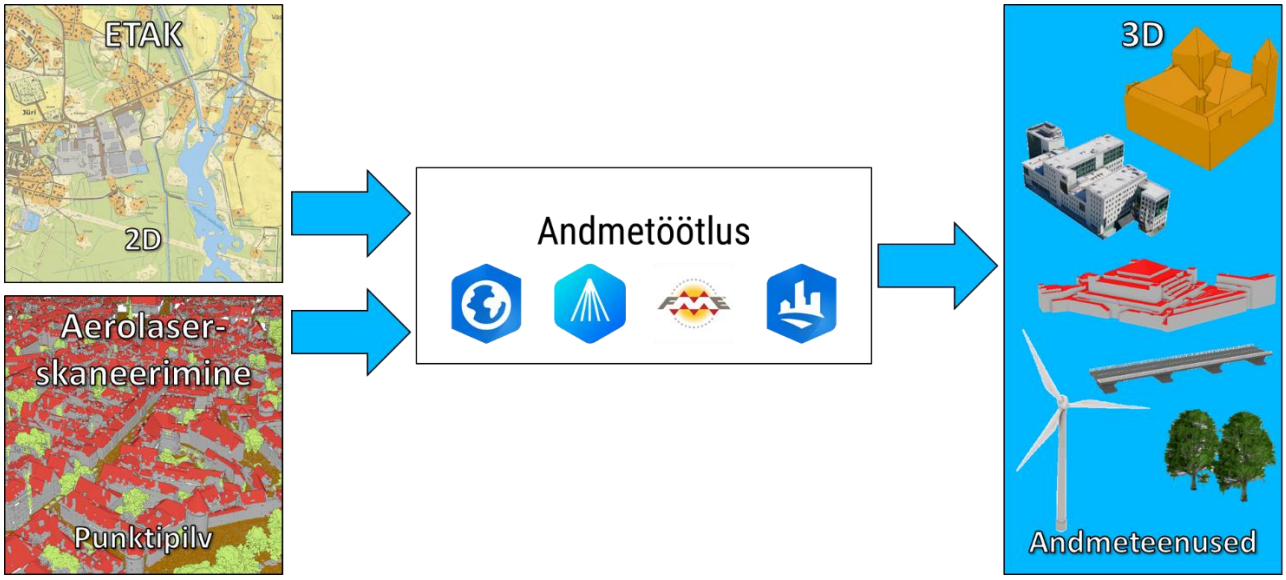
2. ALS punktide töötlus (ehitiste punktid klassifitseeritakse automaatselt) ja LiDAR punktidest LOD2 mudelite automaatne tekitamine CAD tarkvaras spetsiaalse programmiga (Terrasolid). Hoonete mudelite tekitamisel kasutatakse ka ETAK hoonete ruumikujusid (katuse piiridena), et saada paremaid tulemusi ja jätta välja vigaselt klassifitseeritud punktid.

ALS andmetest luuakse ka kõrgusmudelid eri nähtuste jaoks:

- maapinna kõrguse mudel (DTM - *Digital Terrain Model*)
- taimkatte kõrguse mudel (CHM - *Canopy Height Model*) - näitab taimestiku kõrgust maapinnast. Taimkatte kõrgus on oluline parameeter arvutamaks puidu tagavara või biomassi. Samuti saab sellest informatsiooni raietööde planeerimisel, et hinnata puistu vanust ning raieküpsust.
- maapinna koos seal olevate rajatiste ja taimkatte ehk maakatte kõrguse mudel (DSM - *Digital Surface Model*) – selle abil on näiteks huvilistel võimalik uurida, millised on mõne piirkonna kõrgeimad hooned, kus asuvad Eestimaa kõrgeimad metsad jne.

3. 3D hoonete mudelite töötlus ja sidumine ETAK ja teiste andmekogude andmetega. Puude modelleerimisel tuvastatakse puutüvede punktid ja igasse punkti asetatakse puu mudel. Prototüüprakendusse üles laadimine. **Tulemuseks on kogu Eesti 3D vaade!** Maa-ameti mudelid on semantilised 3D mudelid (neil on taksonoomia, atribuudid).

1.11.2022
Kirke Narusk



ETAK ja ALS andmetest eri tarkvarade (Esri ArcGIS Pro, TerraScan, FME, Esri CityEngine) ja töötluse abil 3D mudelite tekitamine.

Hetkel on prototüüprakenduses järgmised 3D kihid:

1. maapinna kõrgusmudel (ALS andmetest)
2. hooned (LOD1 ja LOD2)
3. puude mudelid (hetkel Tartus ja Kuressaares)
4. rajatised (sillad ja tunnelid, katusealused, elektrituulikud)
5. ALS punktipilved (Tallinn, Tartu, Pärnu, Kuressaare)

Üle 800 000 hoone mudeli üle Eesti. Hajaasustusaladel pole mudelid nii detailsed ajalise varieeruvuse ja punktipilve tiheduse tõttu.

LOD1 ehk lihtsustatud hoonete mudelid (lamekatused) on kõigi hoonete kohta, mis kaardistatud / tuvastatud sh ka ehitatavad hooned läbipaistvana.

3D kaardirakenduses (https://3d.maaamet.ee/kaart/), mis lansseeriti 31.03.2021, saab kogu Eesti ulatuses vaadelda maapinna reljeefi ja hoonete mudeleid. Objektid on varustatud lisainfoga (nt hoone aadress ja ehitisregistri kood), samuti on võimalik lisaks konteksti ja lisaväärtuse loomiseks kuvada ka kahemõõtmelisi kaardiandmeid (aluskaardid, katastripiirid ja kitsendused). Kolmemõõtmelises vaates saab näha näiteks seda, kuidas hoone sobitub olemasolevasse keskkonda, milliste piirangutega tuleks hoonet planeerides arvestada ja kuidas langevad hoonele varjud. 3D andmeid saab avaandmetena alla laadida, mis võimaldab igaühel Maa-ameti andmeid kasutada omale meelepärases kontekstis ja vajalike teenuste loomiseks.

3D kaardirakenduse kasutajate seas on palju uudistajaid, kes vaatavad, kuidas nende kodukant või mõni muu huvipakkuv koht kolmemõõtmelises mudelis välja paistab. Spetsialistid ja teenuspakkujad kasutavad Maa-ameti 3D avaandmeid oma tarkvaralahendustes.

1.11.2022
Kirke Narusk

Rakenduse praegune prototüüp baseerub maailmas laialdaselt kasutataval ArcGIS platvormil ja ArcGIS Online pilvekeskkonnal.

Hoonete atribuudid Maa-ameti 3D rakenduses:

- Aadress
- Tüüp (nt elu- või ühiskondlik hoone, kõrval- või tootmishoone, vare)
- Hoone kõrgus
- Viide kaldaerofotodele
- Viited registritesse
    - ETAK (eesti topograafia andmekogu)
    - ADS (aadressiandmete süsteem)
    - EHR (ehitisregister)
    - Maakataster

Kui on tarvis Maa-ameti 3D rakenduses kaarti jagada näiteks sõbrale mingi kindla koha kohta, siis saab teha seda stseenivaaturiga.

Kasusaajad

- Planeerijad, planeeringukaartide koostajad, kes soovivad kasutada kolmemõõtmelisi mudeleid
- Päikesepaneelide ja päikese energia potentsiaali hindajad
- Ruumis liikumise simuleerimiseks isesõitvad autod, virtuaalsed treenerid / spordirakendused, arvutimängud
- Arhitektid
- Teadlased, nt TalTech – hoonete analüüs ja energiatõhususe hindamine
- Muinsuskaitse, kultuuripärandi säilitajad

1.11.2022
Kirke Narusk

Kolmemõõtmelised planeeringud, Hendrikson & Ko.

Tulevik

- Võimekamad seadmed andmete kogumiseks sh hoonetele fototekstuuride lisamiseks, suurem punktitihedus (=täpsemad mudelid)

Tekstuuritud Harju maakohus Maa-ameti 3D rakenduses

- Kiirem ja kvaliteetsem 3D ja 2D toodete loomine, sh AI (*artificial intelligence*) kasutamine 2D hoonete jt objektide tuvastamisel.
- Uus esitlusplatvorm, mugavamad teenused
- Mugavamad allalaadimisteenused (huvipiirkonna määramine, rohkem andmekihte, rohkem failivorminguid)
- Uued andmekihid (mobiili- ja elektriliinide mastid, puud ja taimkate, muud rajatised (nt laululavad, suusahüppemäed…)

1.11.2022
Kirke Narusk

Elektrituulikud Maa-ameti 3D rakenduses

Soorebane (Tõnu Tunnel https://elering.ee/soorebane)

Viited ja lingid

Maa-ameti 3D prototüüp rakendus

Maa-ameti 3D stseenivaatur – sellega saab jagada kaarti mingi koha kohta
Geoportaal Geo3D

3D andmete alla laadimine (formaadid: CityGML, GDB, OBJ; alla saab laadida kas kogu Eesti korraga või omavalitsuste kaupa) ja kõrgusandmete alla laadimine

EHR 3D kaksik – Ehitisregistri kolmemõõtmeline digitaalne koopia, mis aitab analüüsida, simuleerida ja visualiseerida **ehitatud keskkonnaga** seotud muudatusi. LOD1 hoonete kiht on loodud Ehitisregistri andmete põhjal ja LOD2 hoonete kihil on Maa-ameti 3D hooned. Lisaks on võimalik visualiseerida maapinnamudelit, kohanimesid, lennukeelutsoone, üleujutusalasid.

Tallinna 3D linnamudel

Maa-ameti XGIS kaardirakendus

Maa-ameti kõrgusandmete alla laadimine

Autonomous Driving Lab – isesõitvate autode simulatsioon, kasutades digitaalset 3d kaksikut, mis loodud suuresti Maa-ameti andmete põhjal (kõrgusandmed ja ortofotod).

1.11.2022
Kirke Narusk

Rexplorer – päikeseenergia potentsiaali arvutamine igale katusele Eestis (kasutatud Maa-ameti avaandmeid)

Hendrikson & Ko – planeerimise ja keskkonnajuhtimise konsultatsiooniettevõte, mille tegevuste hulgas on ruumiline planeerimine sh planeeringukaartide, 3D mudelite koostamine, kasutavad Maa-ameti avaandmeid.

Tallinna linnamudel

Tartu linna hoonete muinsuskaitse kategooriate 3D mudel

Helsingi linna 3D mudel

Zwift – jalgratta ja jooksu virtuaaltreener