RUUMIANDMETE KOGUMISE TÖÖVOOD:
AGISOFT METASHAPE - DROONI JA FOTOGRAMM-MEETRIA KASUTAMINE ALUSMUDELI LOOMISEL.

_
õppematerjal on valminud HITSA IT Akadeemia toel
EKA 3D Labor

_
Gregor Jürna
Raul Kalvo

_
suvi 2019

00

DROONI JA FOTOGRAMM-MEETRIA KASUTAMINE ALUSMUDELI LOOMISEL.

Gregor Jürna
Raul Kalvo
Riistvara: Mavic Pro, iPad (koos internetiühendusega), Arvuti
Tarkvara: DIJ Ground Station pro, Agisoft Metashape Professional

Kokkuvõte

Töö eesmärk on anda ülevaade ning juhised, kuidas kasutada drooni maa-alade mudelite loomiseks sh. kuidas siduda fotogrammeetria tulemust reaalse keskkonnaga. Me ei pretendeeri sarnasele täpsusele, mida pakub geodeesia ettevõtted vaid pigem anname enam-vähem piisava tulemuse, et teostada arhitektuurne eskiis. See annab tudengitele vabaduse projekti alguses luua endale realistlik alusmudel, mille põhjal tööd teostada. Antud töö on kirjutatud mõttega, et isegi inimesed, kes pole kunagi ei droonide, fotogrammeetriaga kokku puutunud saavad siit piisava lähtematerjali, et teostada endale mudel. Dokumendiga on kaasas 4 *case study*, mille kohta leiate nii fotod, georefereeritud ortofotod kui ka mudeli.

Töö tõestas, et fotogrammmeetria ja droonidega pildistamine on hea ja võrdlemisi lihtne viis luua ümbruskonna mudeleid ning georefereeritud orto fotosid. Täpsu, mida hetkel tehnika pakub on piisav linnaehituslike eskiiside loomiseks ning kindlasti on sama tehnikat võimalik rakendada ka täpsemalt näiteks kasutada RTK võimekusega droone.

Droonide ja fotogramm-meetriaga seotud teemad.

Järgnev osa on üles ehitatud põhimõttel, kus me oleme esitanud 5 olulist küsimust ning annud neile võimalikult lihtsad vastused. Vahel on vastuseid laiendatud lisades.

1. **Mida on vaja teada, et lennata drooniga linna keskkonnas, maal? (lennuameti load ja sellega seonduv)**

   Sisuliselt jagunevad alad kolmeks: keelualad, kontrollalad ja vabad lennualad

   Lennuluba on vajalik, kui tahta lennata kontrollalas või >150m kõrgusel vabal lennualal.
   Lennuluba peaks taotlema vähemalt 3 päeva ette.

   Lennutsoonide asukohad ja kuidas taotleda lennuluba on suhteliselt hästi kokku võetud siin :
   http://kaupokalda.com/blogi/kus-on-vaja-eestis-droonidele-lennuluba-taodelda-ja-kuidas/

   Veel lennualadest :
   https://www.dji.com/ee/flysafe/geo-map

   Lisaks lennuloa taotlemisele tuleb lend registreerida ka lennuametiga, seda saab taotleda siin:
   https://www.droonimaailm.ee/lennuluba/

2. **Millele tasub lennates tähelepanu pöörata? Keskkond, ilm, valgus**

   Fotogrammeetrilisel eesmärgil on parim lennata tuulevaikse ja pilvise ilmaga.

   Pilvise ilma puhul võiks veenduda, et lennu ajal vihma sadama ei hakkaks, aga tugevate varjudeta saab loomulikuma mudeli.

   Tuulise ilmaga on olulisem õhku tõusmise ja maandumise asukoht ja see, et ümberringi oleks piisavalt ruumi juhuks, kui tuul drooni natuke lükkab.

   Automaatse lennu puhul on oluline, et droon saaks tõusta kohapeal takistusteta seadistatud kõrgusele ja hiljem sarnasesse kohta ka maanduda (automaatse maandumise asukoht on üldiselt 1-1.5 m raadiuses õhku tõusmise kohast, aga kitsastes oludes tuleks maandumisel tähelepanelik olla ja vajadusel manuaalselt juhtida).

   Ümberringsete takistuste kõrgus on oluline. Drooni *obstacle avoidance*'iga ei julgeks igaks juhuks arvestada. Tasuks lennata takistustest kõrgemal. Vajadusel algselt manuaalselt drooniga takistuste kõrgust hinnata nende kõrvale lennates ja takistuse kõrgust horisondi kõrgusega võrreldes.

   Kui lennata ühe kõrgusel siis hea viis turvalisuse tagamiseks on panna kaamera horisondi joonele ehk keerata 0 kraadi alal. Keerates drooni ümber oma telje saate saate veenduda, et midagi ei ristuks horisoniga. Kui ristub siis on see potensaalne võimalus sellele objektile otsa sõita.

3. **Millised on pildistamise üldpõhimõtted?**

   Antud punkt annab ülevaate, kuidas saavutada võimalikult hea pilt ning ühtsus erinevate pildistamiste vältel. Kuidas toimub värvi korrektsioon. Kuidas RAW file töödelda. Või piisab JPG'st. Valguse hulk, iso... DJI spetsiiflised settingud.

   DJI Ground station ei toeta pildi formaadi muutmist. Ideaalne oleks aga pildistada manuaalses seades, et piltide hilisemal liitmisel ei tekiks ebaühtlusi. Manuaalset kaameraseadet saab muuta ka pärast lennu algust.

   Olen leidnud, et ideaalis võiks pildistamise kõrgusele jõudes korraks pausile panna ja fokusseerida. Pärast seda võiks fookuse ka manuaalseks panna, et vältida uduseid pilte.

   Agisoft Metashape (*fotogrammmeetria tarkvara*) töötab kõige paremini muutmata ja õimalikult neutraalise pildiga..

4. **Milliseid tarkvarasid on võimalik kasutada alade pildistamiseks ning kuidas neid hallata?**

   DJI Ground Station Pro - DJI enda rakendus on tõenäoliselt kõige kasutajasõbralikum ja kõige lihtsam hallata. Eraldi saab unlockida 3D POI (11€) funktsiooni, mis on kõrgetest objektidest mudeli genereerimiseks tõenäoliselt kõige sobilikum. Ala katmiseks saab kasutada 3D area funktsiooni. Lisaks on kasulik ka geomeetria

sisse toomise lisarakendus, millega on võimalik ette planeerida konkreetseid alasid. Antud lisa maksab 55€. Suuremate tööde puhul hädavajalik

Parim automaatse ja manuaalse kontrolli integreeritus

Rakendus töötab ainult tahvelarvutites (näiteks iPad) ja vajab internetiühendust.

Lisa 1 annab ülevaata kuidas täpsemalt rakendada GS Pro tarkvara.

Teised proovitud rakendused:

Pix4D Capture - Loogilise crosshatch mustriga lend 3D mudeli tegemiseks. **Mavic Pro (ja Phantom 4'ga minuteada) ei toimi fokusseerimine.** Sarnaselt teistele 3rd party lendamisappidele on lendamiskogemus dji enda appidest mõnevõrra tülikam (ja kahtlasem)

Drone Deploy - Suhteliselt hea 3D mudleli genereerimise lennumustriga. Manuaalne kontroll lennu ajal sisuliselt ei toimi,

5. **Kuidas luua piltidest 3D mudel kasutades fotogramm-meetriat. Kuidas siduda mudel maa-ameti lidariga või tead olevate punktidega?.**

3D mudeli loomiseks on mitmeid tarkvarasid, millest ehk kõige kättesaadvamad on Agisofti Metashape, RealityCapture, Bentley Contextcapture. Kuna Metashape on Eesti Kunstiakadeemias olemas siis tundus mõistlik keskenduda selle tarkvara ülevaatele. Täpsemad juhised on leitavad lisast 2.

Põhimõtteliselt on võimalik viia loodud 3D mudel õigesse kohta kahel viisil. Esimsel juhul arvutada see lihtsalt välja ning 3d tarkvaras orienteerida ning nihutada see õigesse kohta. See vajab päris palju aega ning lisasamme. Teine võimalus eeldab, et fotodel on olemas GPS asukoht, mis annab Agisoftole juba alguses teada, mis asukohas fotod on tehtud. Kuna DJI droonid on varustatud GPS seadmega ning kõigil piltidel on juures pildistamise asukoht siis see on ideaalne ning lihtsaim viis jätkamiseks. Ainus asi, millele juhiksime tähelepanu on see, et GPS koordinaatide tugi on Agisofti Metashape Pro versioonil mitte standard versioonil.

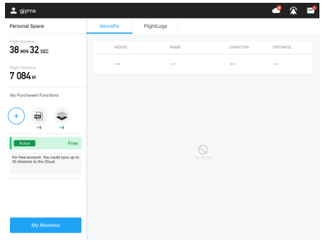
Nagu juba eelpool mainitud katab ära lisa 2 täpsemad sammsamult juhised, kuidas tuua sisse pildid, kuidas nende põhjal arvutada mudel ning see siduda ära Eesti koordinaatsüsteemi. Agisoft toetab Eesti kohalikku projektsooni (EPSG 3301, L-EST 97) ning seeläbi on võimalik sealt väljastada mudel, kus mõõtühikuks on meeter.

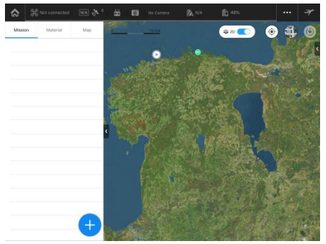
Kontrollisime mitme mudeliga, kui täpne on antud protsesse. Kokkuvõtteks võime tõdeda, et horisontaalpinnal võib olenevalt asjaoludest olla mudeli täpsus kuni 10-20 cm ning halvemal juhul 1-2m. Üldiselt on mudel ise õige suurusega aga maailma suhtes nihkes. Seda on üldiselt kerge nihutada õigesse kohta võttes aluseks kas maa-ameti tavalennu või Tallinna puhul TAR'i mudel. Täpsem protsesse, kontrollimisest on toodud lisas 3.

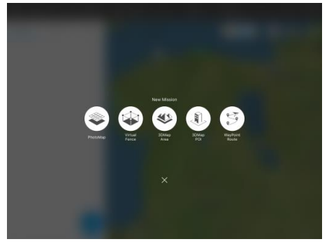
Case-Study
https://www.dji.com/ee/flysafe/geo-map

Lisa 1. DJI GSP

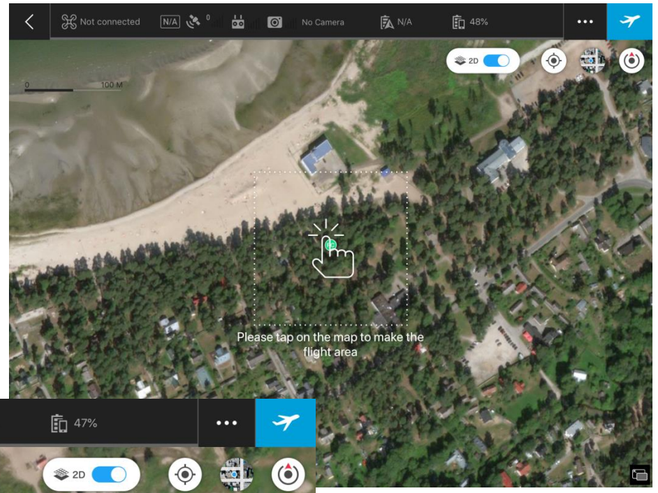
Drooni abil ala kaardistamine







Uus 3D Map Area ala



Ala kuju täpsustamine

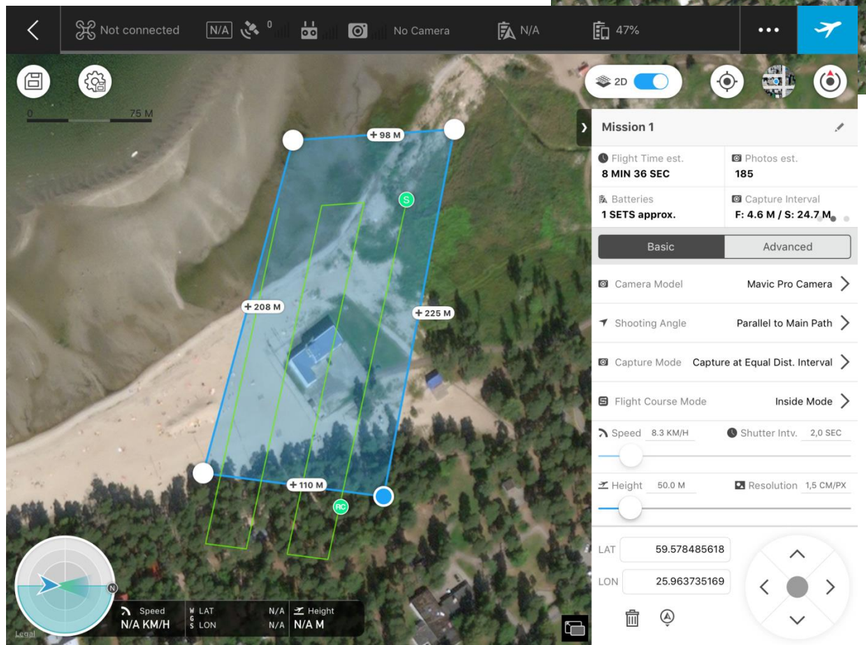
Ülevat ribalt on näha kaardistatava ala andmeid -

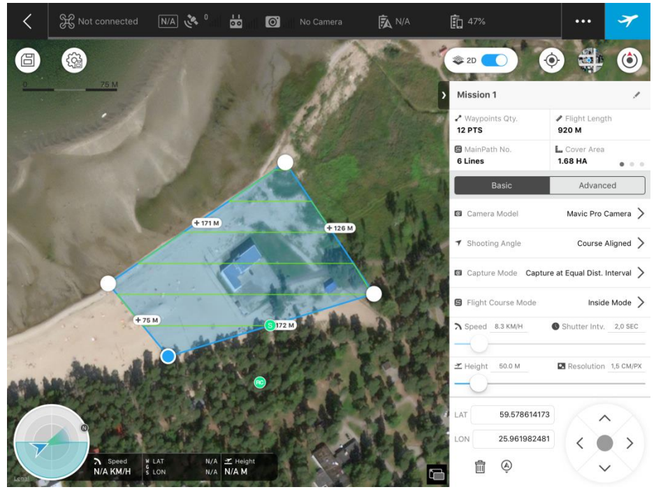
kui suur ala on

kui kaua kaardistamine aega võtab

mitu akut selleks kuluda võib

jms





Basic menüü seaded

Drooni mudel

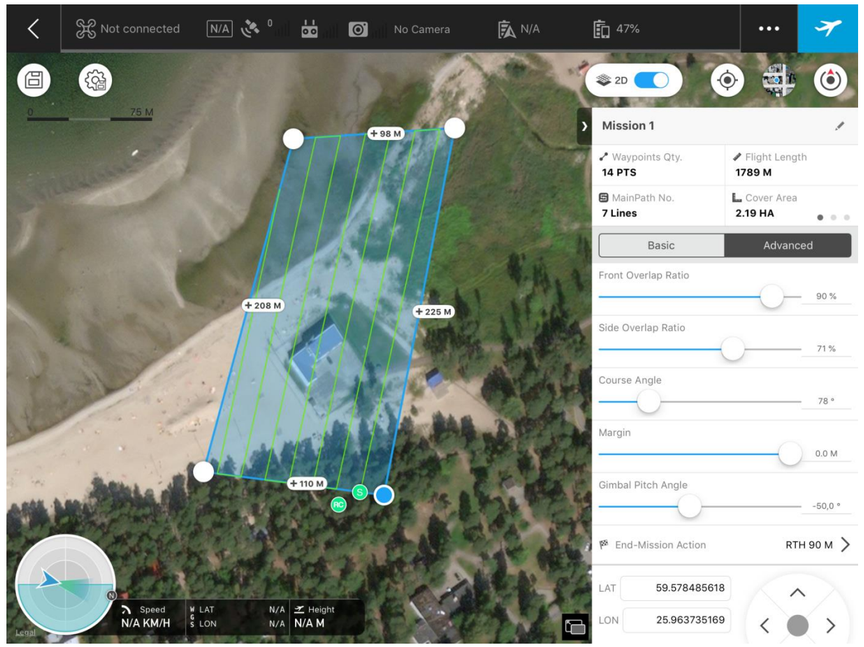
Pildistamisnurk
Course aligned katab ära kõik küljed

Pildistamisrežiim
Capture at equal distance interval võtab oluliselt vähem aega, kui iga pildi jaoks koha peal seismine, aga ei pruugi pimedas väga hästi toimida

Flight course mode
Inside mode ei lase droonil tõmmatud piiridest väljuda

Kiirus
Max. sõltub pildistamisreziimist

Kõrgus
Määrab muuhulgas definitsiooni. Mida kõrgem lend, seda laiema ala katab üks lend, aga selle arvelt on lahutusvõime väiksem. Tasuks hoida ümbritsevatest objektidest kõrgem.



Advanced menüü seaded

Ülekate
Kontrollib tehtavate piltide hulka ja triipude vahelist distantsi. Metashape soovitab vähemalt 70% ülekatet.

Sõidunurk
Muudab tehtavate triipude suunda. Tasuks vältida seintega paralleelselt viirutust.

Margin
Teeb puhvri ala ja lennutrajektoori vahele.

Jäädvustusnurk
Kontrollib kaamera nurka. 0 teeb plaanilise jäädvustuse -90 jätab horisondi pildi keskele. Mida kaugemal see väärtus on 0'st, seda rohkem jääb äärtesse ala, mida kaamera ei kata (sellele tuleks vajadusel kompenseerida joonistatud ala suurendamisega lendude suunas)

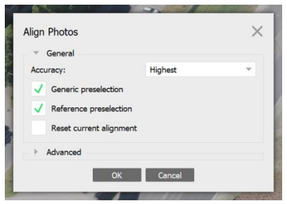
Missioonijärgne tegevus
Kontrollib drooni tegevust jäädvustuse lõpus

Lisa 2. Agisoft Metashape Pro

Kaardistatud ala mudeliks liitmine

Align Photos

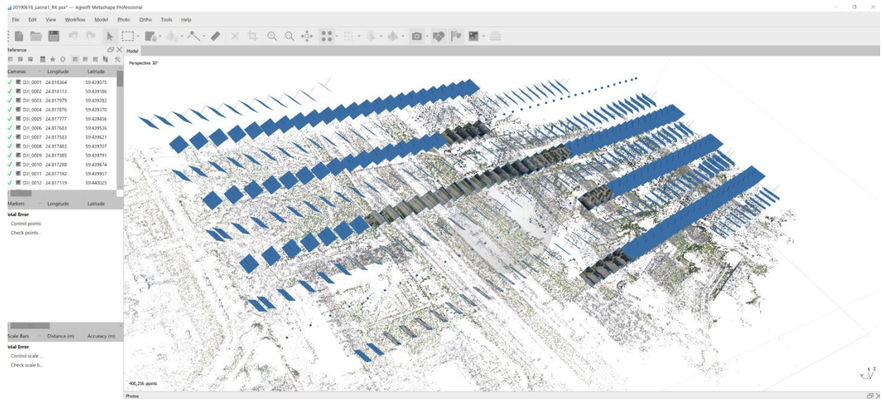
Arvutab piltide asukohad lähtudes pildil olevast kujutisest ja koordinaadist.
Tekitab mahud hõreda punktipilvena



kaasas olevast GPS

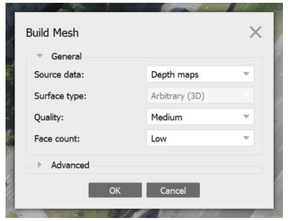
Täpsus oleks mõistlik hoida high või highest peal.
Väiksema ressursiga võtab high oluliselt vähem aega, kui suhteliselt sarnane

highest, aga tulemus on



Build mesh

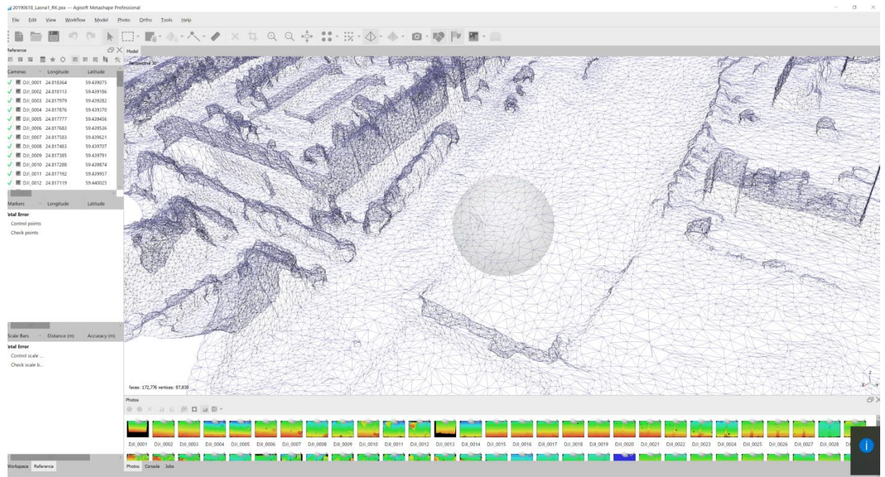
Ehitab kas punktipilvest või sügavuskaartidest mudeli.



Eelistatud on sügavuskaartidest ehitamine, sest tulemus sügavuskaartide ja tiheda punktipilve puhul on sarnane, aga otse sügavuskaartidesst ehitamine eemaldab ühe sammu.

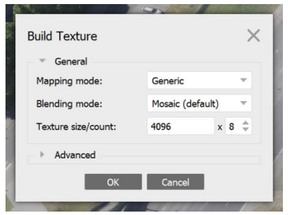
Võrreldes hõreda punktipilvega on sügavuskaartide kasutamine oluliselt täpsem.

Kvaliteet sõltub soovitud tulemusest, aga face count on edasise lihtsustamiseks mõistlik hoida pigem madal



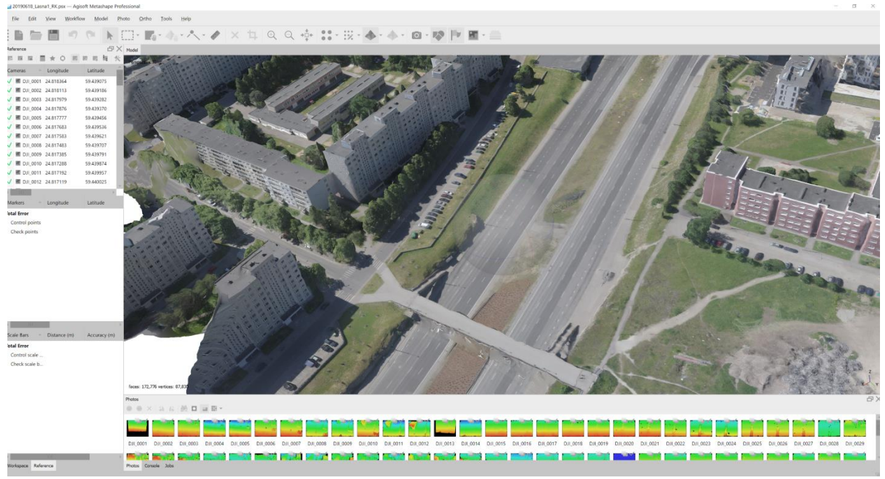
Build texture

Annab pinnale tekstuuri

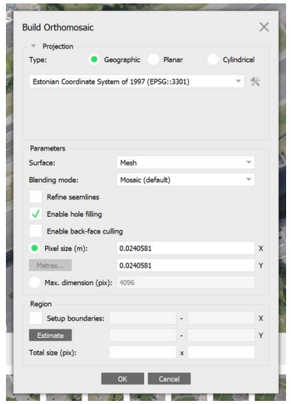


Siin tasuks jälgida graafikakaardist tulenevaid nõudeid ning mõistlik oleks kasutada suuruseks 2 astmeid. 4096, 8192...
Oleneb programmist aga mitmes tekstuurist koosnevad mudelid võivad importimisel minna

tükkideks vastavat vastavalt tekstuuride arvule.



Ortofoto
Kasutades eesti projektsiooni **EPSG:3301** saab aluskaardile georefereeritud ortofoto. Peale seda arvutust on võimalik nii kaart kui ortofoto võimalik eksportida meetermõõdus. Kui soovite, et ortofoto oleks konkreetses alas siis saate ala määrata manuaalselt.

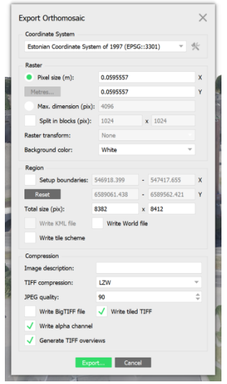


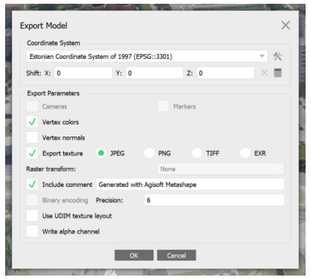
Export

Mudel
Välja exporditud tekstuuri ja asukohaga .obj mudel

Ortofoto
Plaanilises vaates asukohainfoga foto

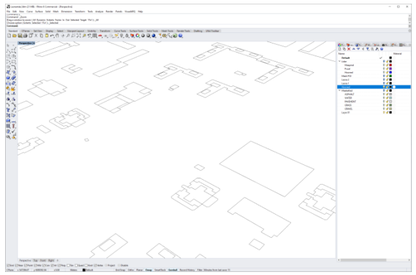
Projektsioon
Valides Eesti projektsiooni saab export-ida mudeli ja ortofoto nii, et see oleks kohe õiges kohas kohaliks koordinaat süsteemis ning projektsioonis. Selle eelis seisneb selles,et mudelis mõõdetavad ühikud on meetrites.





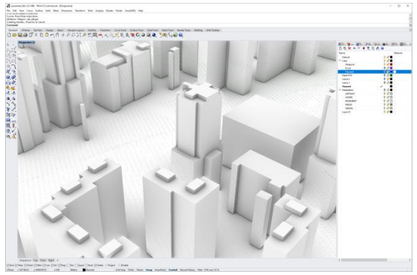
Lisa 3. Kontrollmudel

Tallinna ruumiandmete registrist hoonete aluste kiht kõrgusandmetega

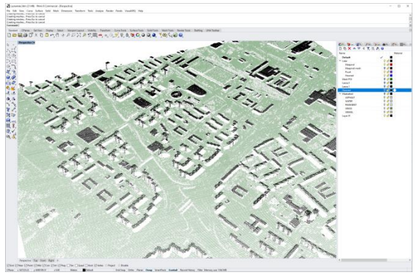


koos

Kõrgusandmetega aluse mahuliseks muutmine

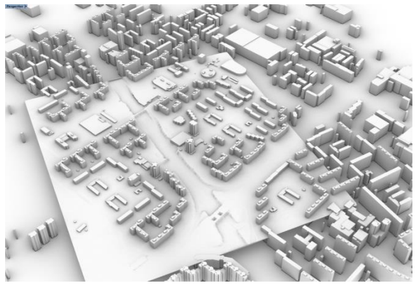


Maa-ameti tavalennu punktipivest maapinna punktid maapinna



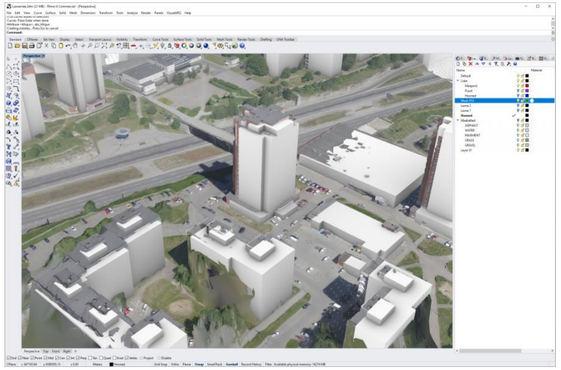
eraldades saame

Fotogrammeetrilise mudeli sinna peale toomine



Fotogrammeetriline mudel on samas koordinaatsüsteemis ja langeb põhimõtteliselt õigesse kohta. Meie kogemuse näitab, et mudelit on vaja nihutada vähesel määral horisontaal tasapinna maksimaalselt 1-2 meetrit. Hoonete omavaheline suhe on õige seega ei pea hoonet venitama. Küllaga tuleb tõsta mudel õigele kõrgusele, kuna selle kohta on GPS punktides vähem abi.

All on välja toodud mõned näidesed, kuidas kattub fotogrammmeetria mudel ning TAR'i põhjal loodud mudel.



Lisak mudelitele kontrollisime ka orto fotosid, ning vaatasime, kui hästi need kattuvad eri piirkondades maa-ameti põhikaarti kihil oleva hoonete. Orto fotod üldiselt on veidi nihkes, mida on võimalik lihtsalt nihutada vajalikus suunas. Aga üldiselt jäävad vead kuni 1m piiridesse. Ilmselt ei ole ka maa-ameti põhikiht tingimata kõige täpsem alusandmestik, millest lähtuda.

Narva mnt. piirkond

Teletorni ümbru