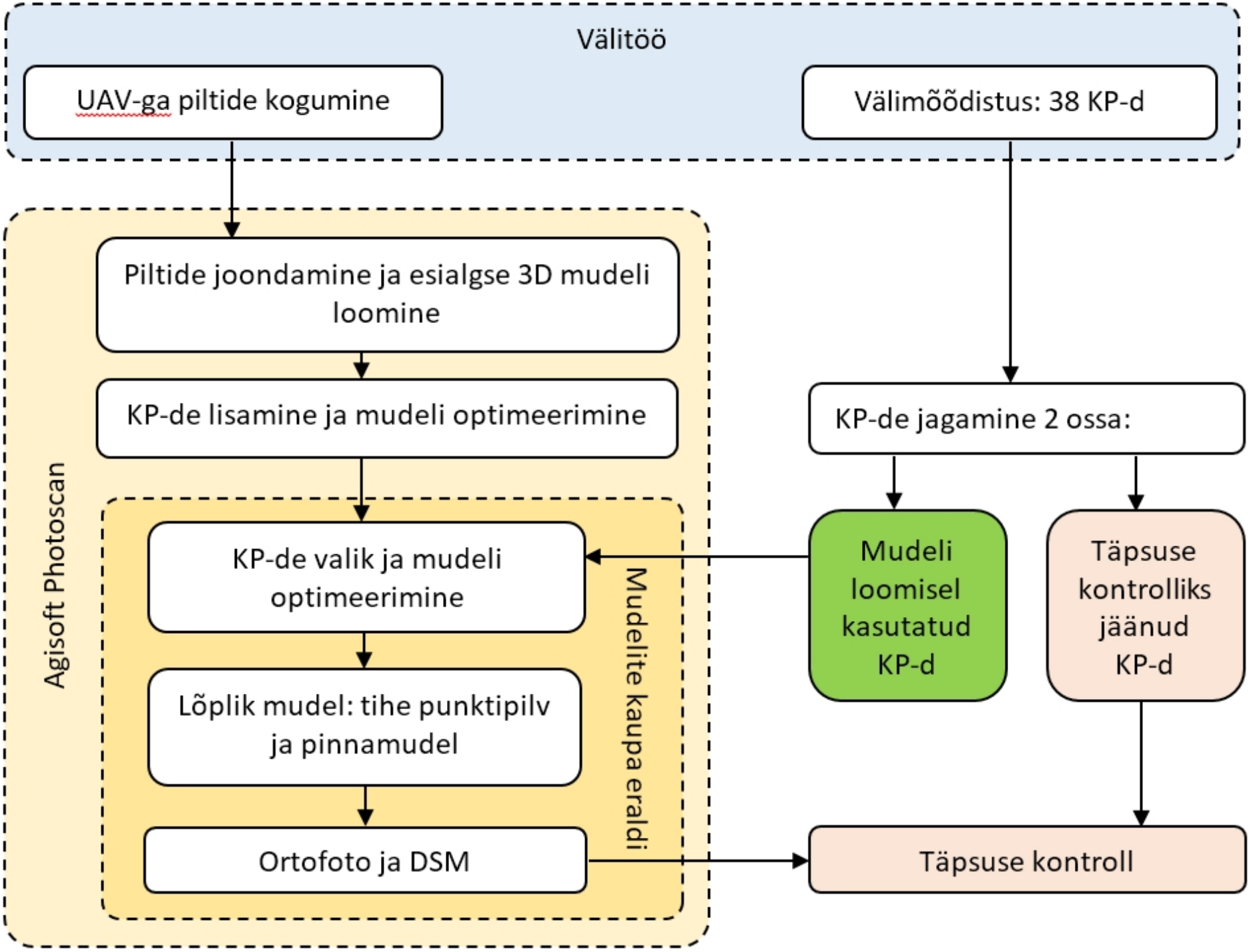
UAV-ga kogutud andmete põhjal loodud ortofoto ja reljeefimudeli täpsus

Edgar Sepp, Tõnu Oja, Marko Kohv

TÜ, ökoloogia ja maateaduste instituut

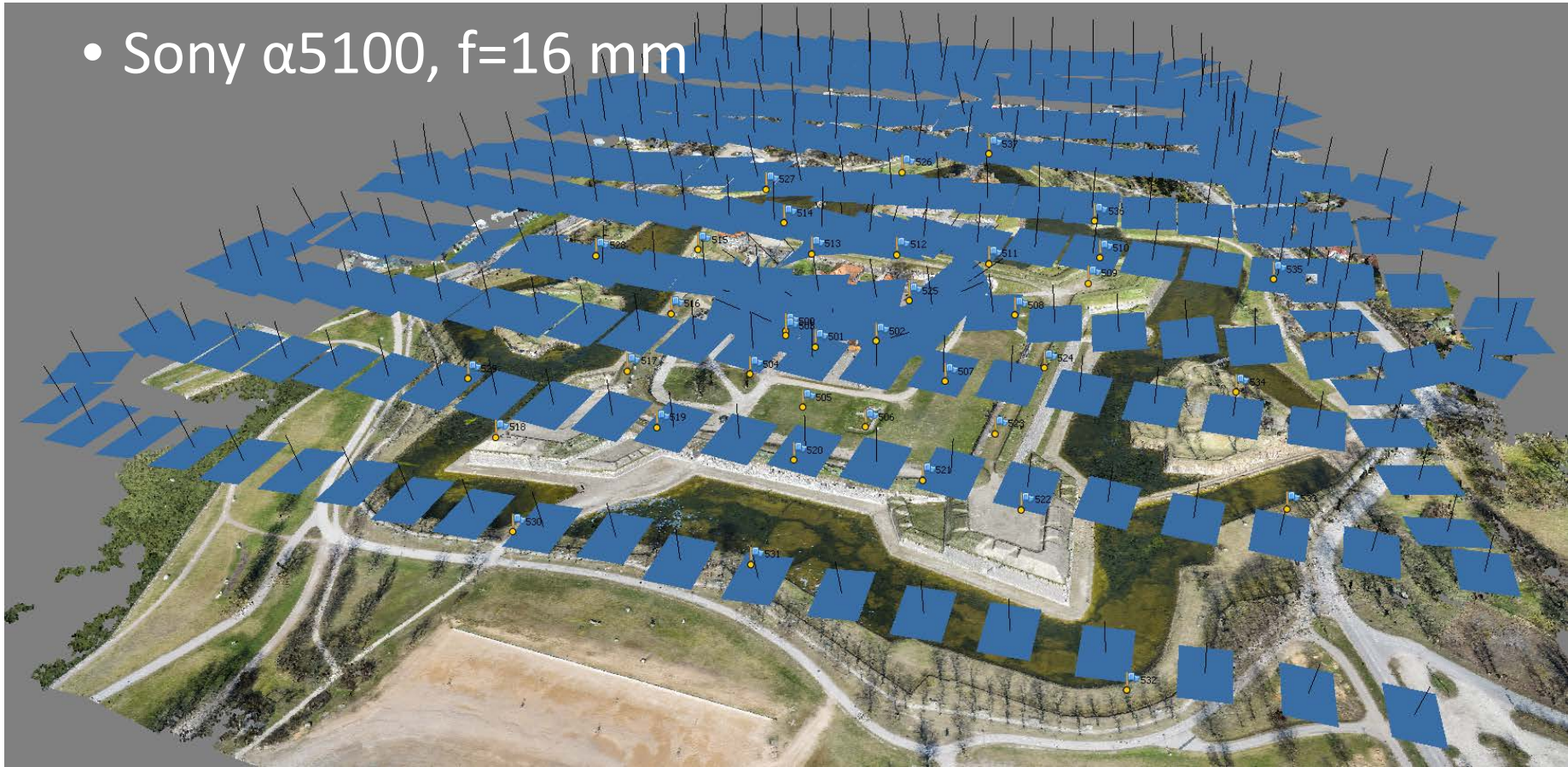
Sissejuhatus

- UAV – kasvav ja arenev valdkond
- Kaugseire
  - 3D mudelid, arheoloogia, geomorfoloogia, kaardistamine, planeeringud, (täppis)põllumajandus, olukorra seire (katastroofid), kiired muutuste hinnangud, detailsed kõrgusmudelid, ortofotod, infrastruktuuri kontroll ja seire, kinnisvara…
  - Sensorid: foto/videokaamerad, multispektraalsed, hüperspektraalsed, lidar, radar
- Täpsus


Välitöö
UAV-ga piltide kogumine
Välimõõdistus: 38 KP-d
Agisoft Photoscan
Piltide joondamine ja esialgse 3D mudeli loomine
KP-de lisamine ja mudeli optimeerimine
Mudelite kaupa eraldi
KP-de valik ja mudeli optimeerimine
Lõplik mudel: tihe punktipilv ja pinnamudel
Ortofoto ja DSM
KP-de jagamine 2 ossa:
Mudeli loomisel kasutatud KP-d
Täpsuse kontrolliks jäänud KP-d
Täpsuse kontroll

UAV-ga andmete kogumine

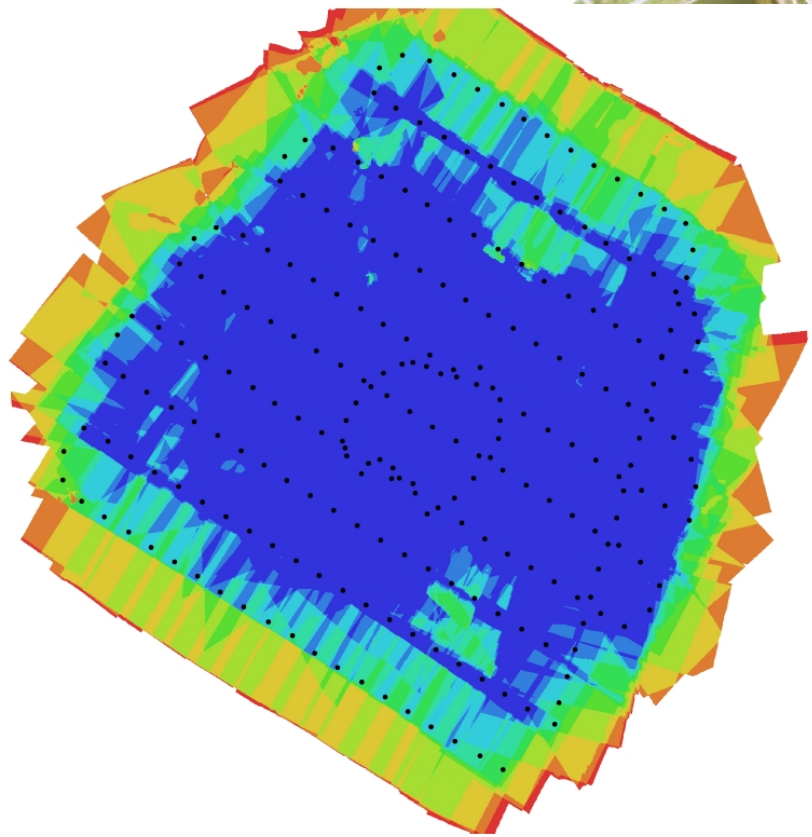
- 4,2kg kaaluv heksakopter, Pixhawk, 6S 12000 mAh
- 216 nadiirfotot (H=90m, GSD 2cm) ja 24 kaldfotot (H=60m)
- Sony α5100, f=16 mm

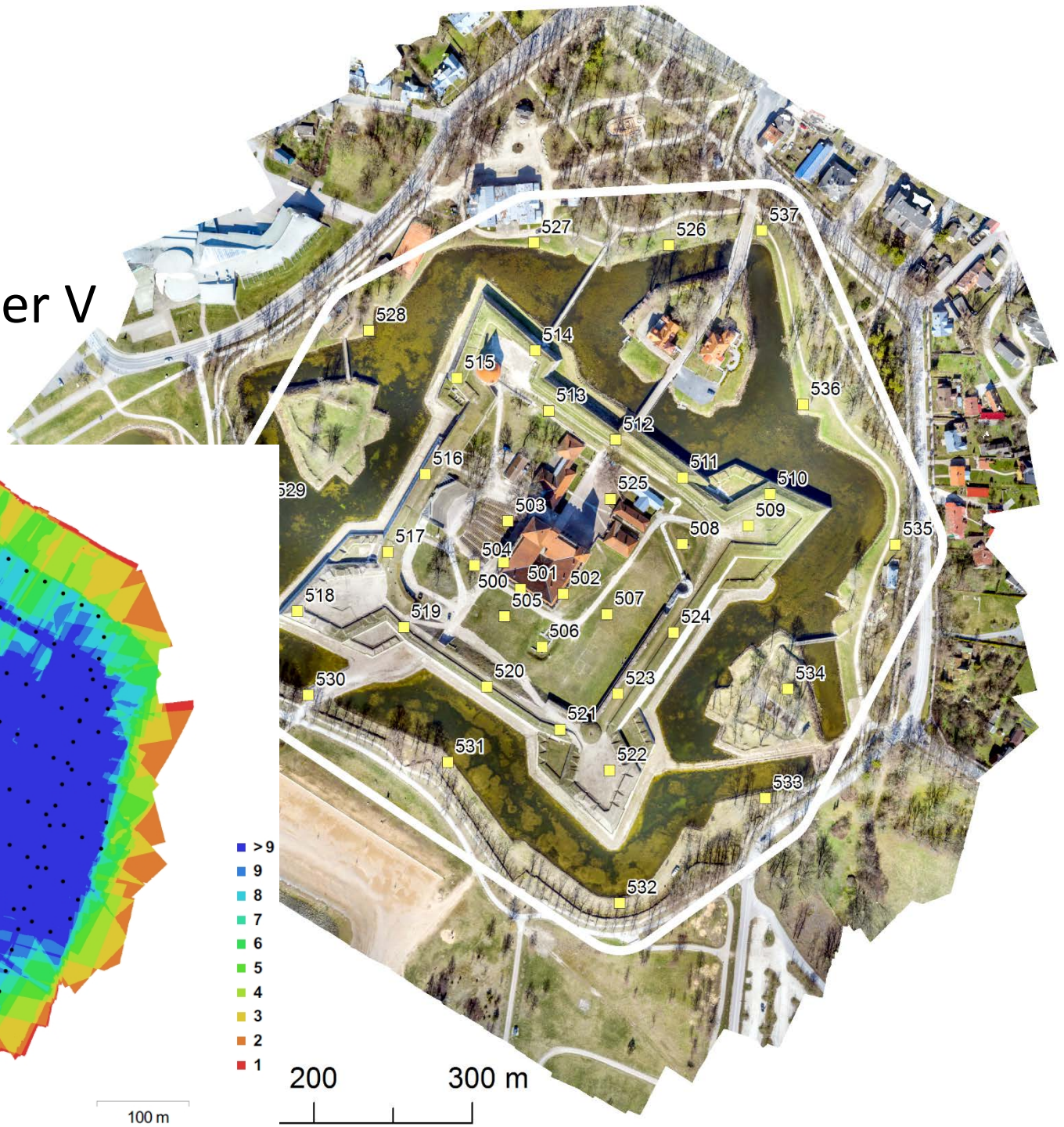


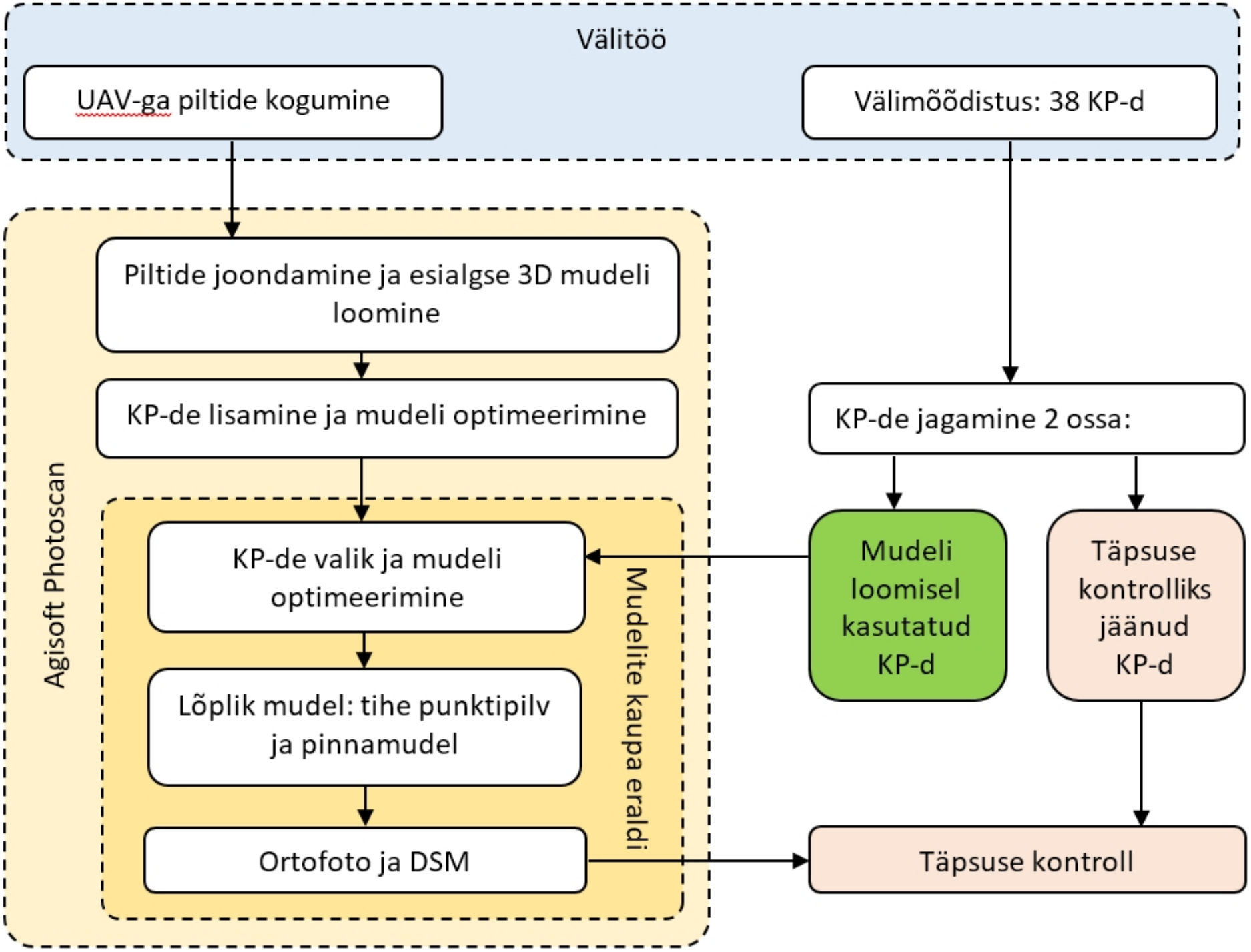
Näidispilt

Mõõdistus

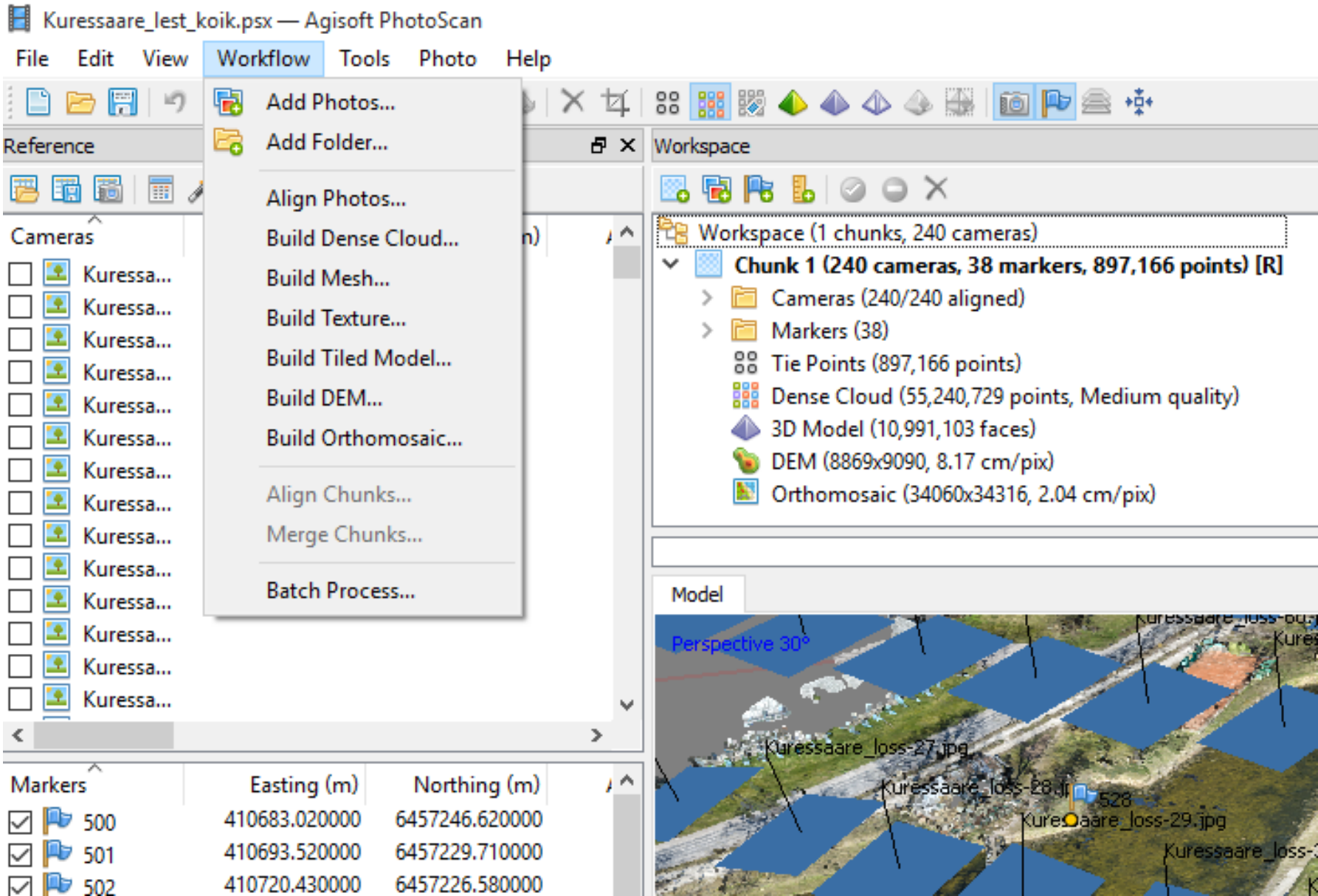
- RTK GPS, Topcon HiPer V
- 38 KP-d



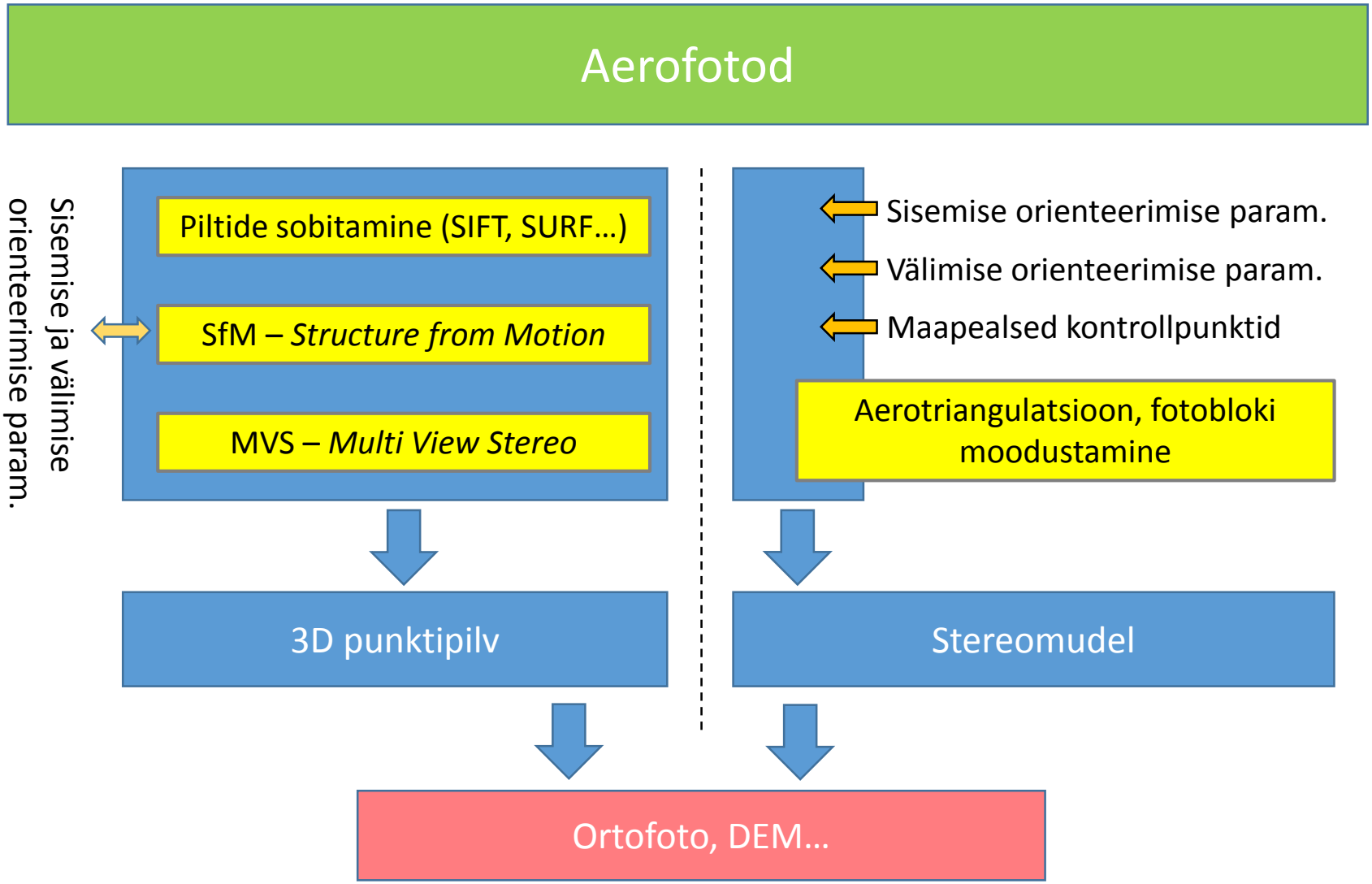



Välitöö
UAV-ga piltide kogumine
Välimõõdistus: 38 KP-d
Agisoft Photoscan
Piltide joondamine ja esialgse 3D mudeli loomine
KP-de lisamine ja mudeli optimeerimine
Mudelite kaupa eraldi
KP-de valik ja mudeli optimeerimine
Lõplik mudel: tihe punktipilv ja pinnamudel
Ortofoto ja DSM
KP-de jagamine 2 ossa:
Mudeli loomisel kasutatud KP-d
Täpsuse kontrolliks jäänud KP-d
Täpsuse kontroll

Agisoft Photoscan

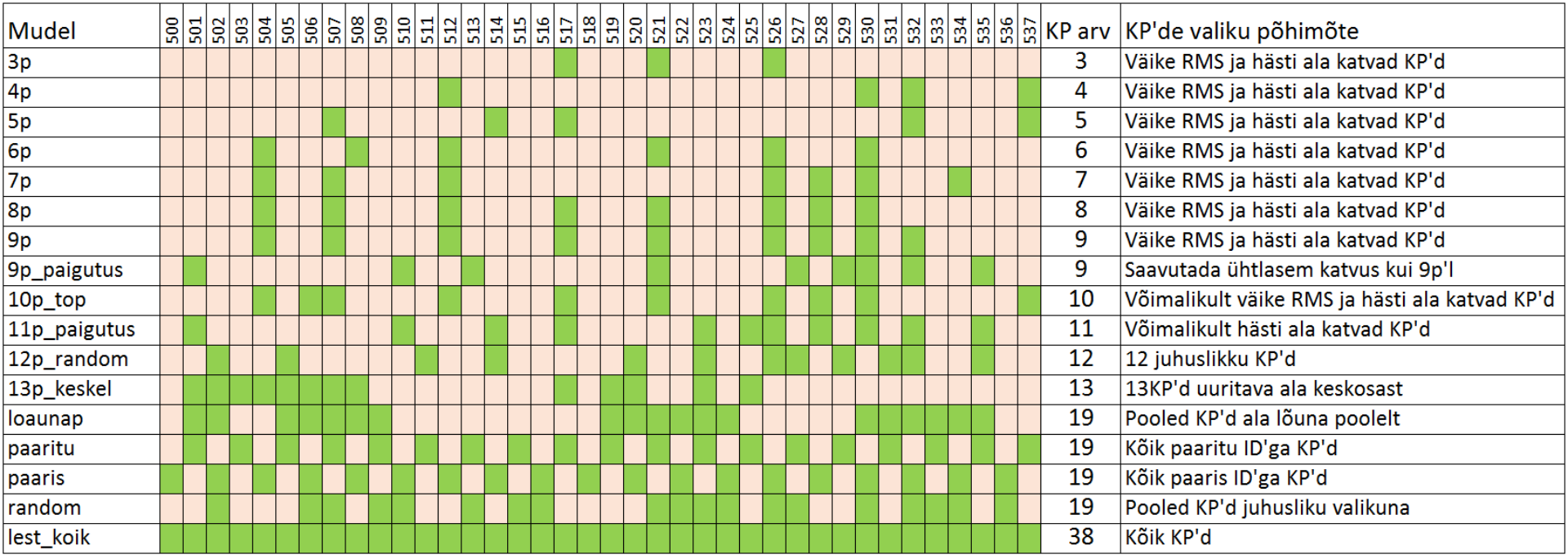


UAV ja klassikaline fotogramm-meetria



Mudelid

- 17 erinevat mudelit – KP-de valik!
- Täpsuse kontrollimiseks ülejäänud punktid



Mudel	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	KP arv	KP'de valiku põhimõte
3p																		■				■					■														3	Väike RMS ja hästi ala katvad KP'd
4p													■																	■		■							■	4	Väike RMS ja hästi ala katvad KP'd
5p								■							■			■															■						■	5	Väike RMS ja hästi ala katvad KP'd
6p					■				■				■									■					■				■								6	Väike RMS ja hästi ala katvad KP'd
7p					■			■					■														■		■		■					■			7	Väike RMS ja hästi ala katvad KP'd
8p					■			■					■					■				■					■		■		■								8	Väike RMS ja hästi ala katvad KP'd
9p					■			■					■					■				■					■		■		■			■					9	Väike RMS ja hästi ala katvad KP'd
9p_paigutus		■									■			■								■						■		■	■		■			■			9	Saavutada ühtlasem katvus kui 9p'l
10p_top					■		■	■					■					■				■					■		■		■							■	10	Võimalikult väike RMS ja hästi ala katvad KP'd
11p_paigutus		■									■				■			■						■		■	■		■		■		■			■			11	Võimalikult hästi ala katvad KP'd
12p_random			■			■						■			■						■			■			■	■		■		■	■			■			12	12 juhuslikku KP'd
13p_keskel		■	■	■	■	■	■	■	■									■		■	■			■		■													13	13KP'd uuritava ala keskosast
loaunap		■	■			■	■	■	■	■										■	■	■	■	■	■					■	■	■	■	■	■			19	Pooled KP'd ala lõuna poolelt
paaritu		■		■		■		■		■		■		■		■		■			■		■		■		■		■		■		■		■			■	19	Kõik paaritu ID'ga KP'd
paaris	■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		19	Kõik paaris ID'ga KP'd
random			■				■	■		■	■			■		■	■					■	■	■	■		■	■			■		■	■	■		■		19	Pooled KP'd juhusliku valikuna
lest_koik	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	38	Kõik KP'd

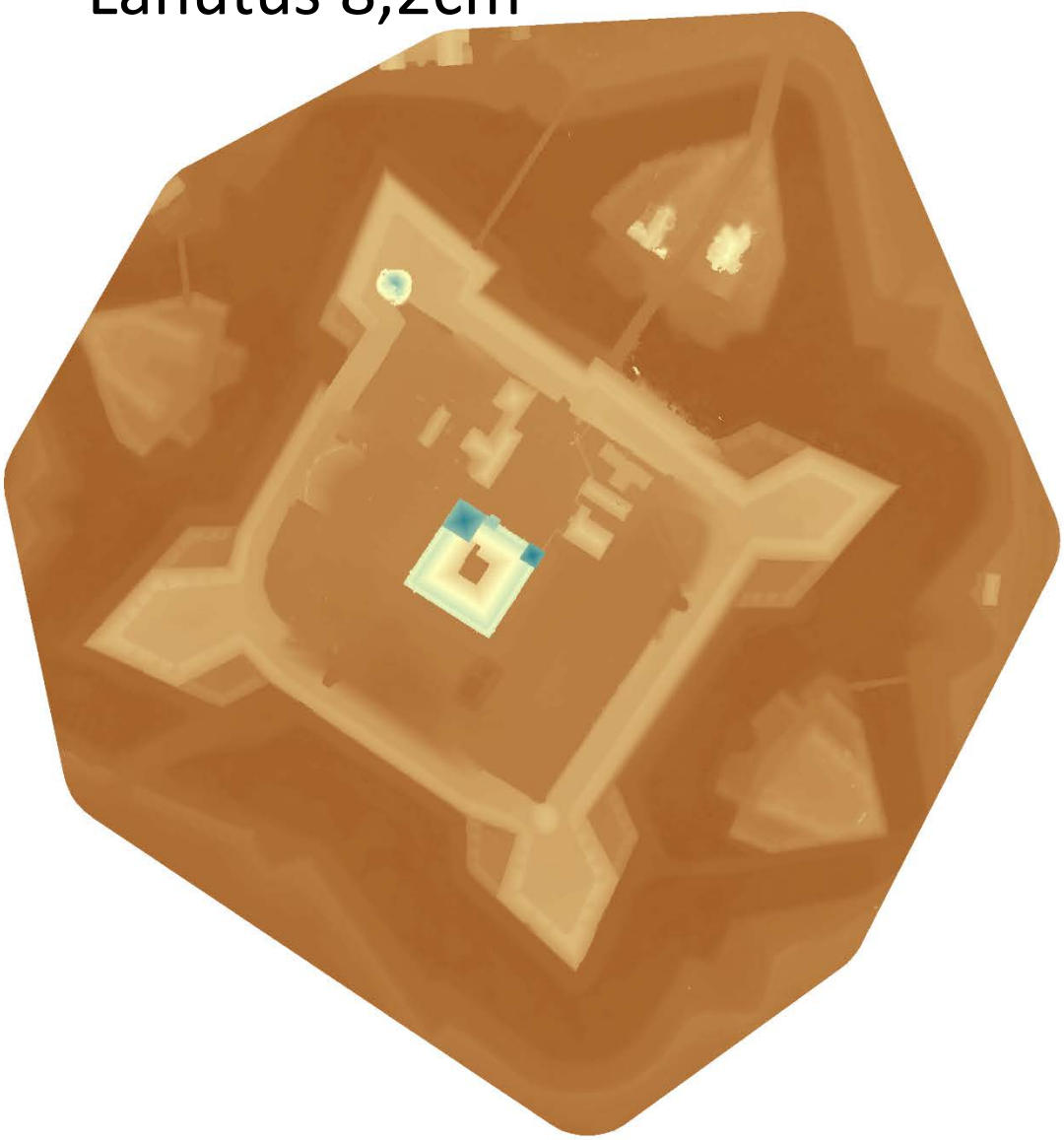
Ortofoto

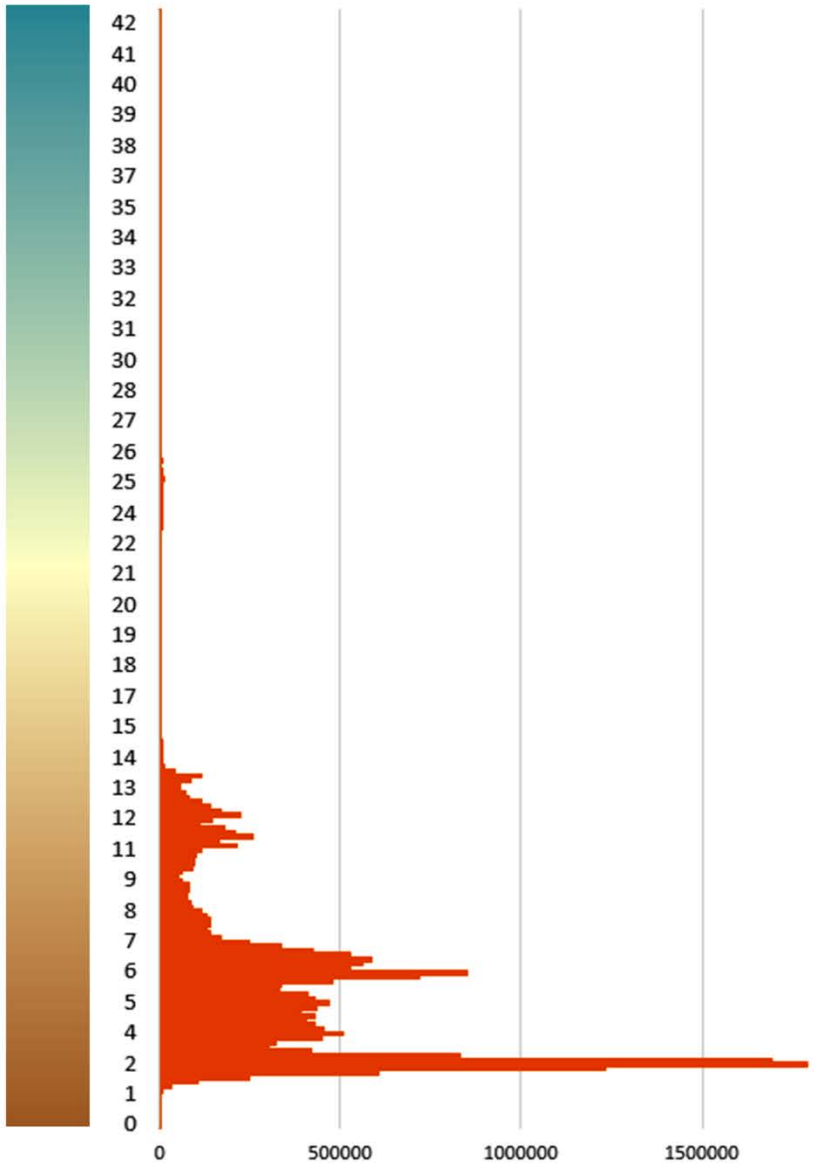
Lahutus 2cm

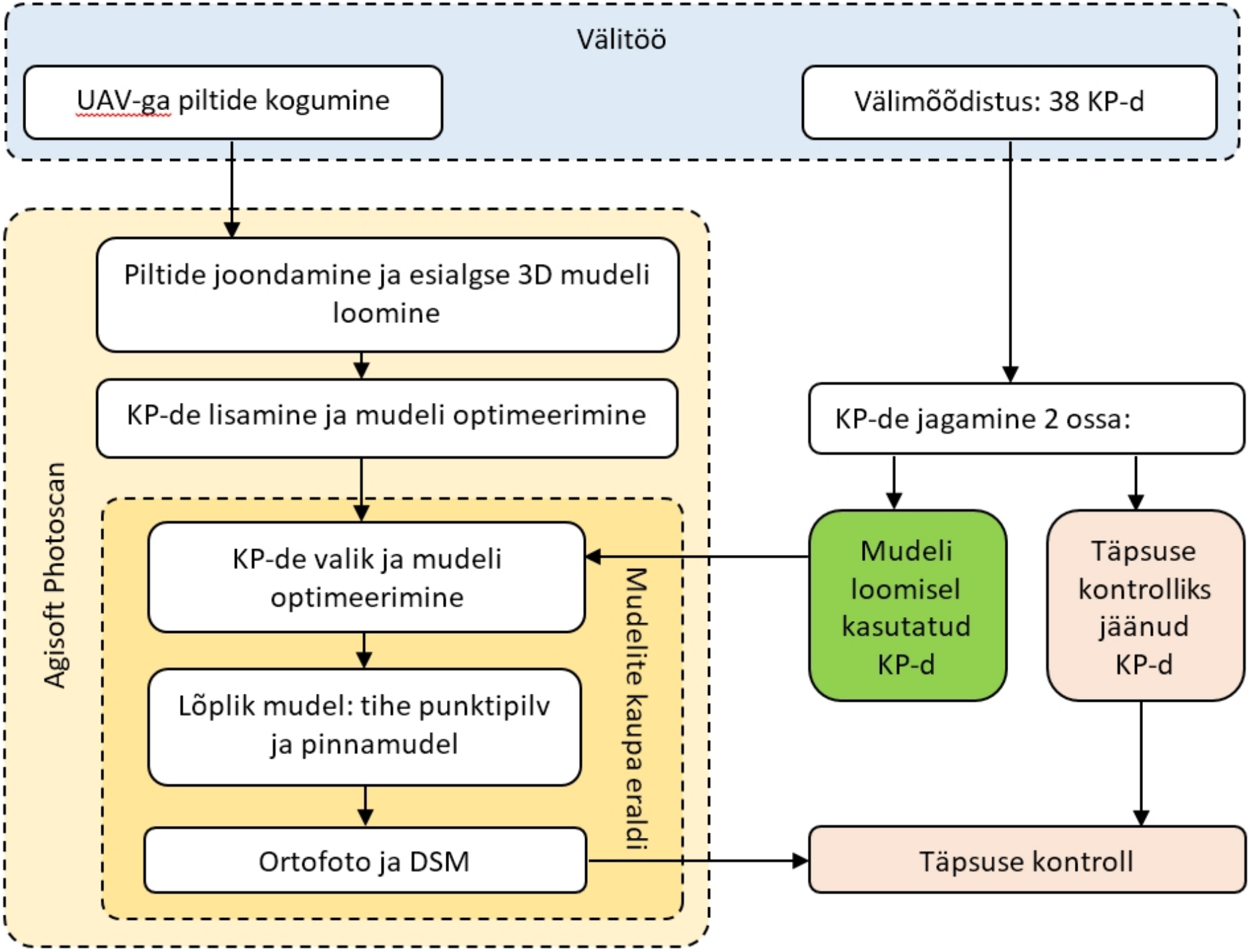


DSM

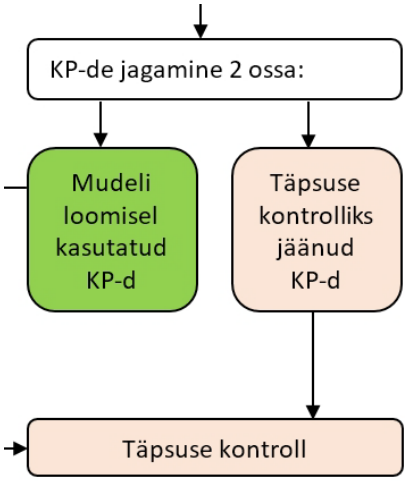
Lahutus 8,2cm






Välitöö
UAV-ga piltide kogumine
Välimõõdistus: 38 KP-d
Agisoft Photoscan
Piltide joondamine ja esialgse 3D mudeli loomine
KP-de lisamine ja mudeli optimeerimine
Mudelite kaupa eraldi
KP-de valik ja mudeli optimeerimine
Lõplik mudel: tihe punktipilv ja pinnamudel
Ortofoto ja DSM
KP-de jagamine 2 ossa:
Mudeli loomisel kasutatud KP-d
Täpsuse kontrolliks jäänud KP-d
Täpsuse kontroll

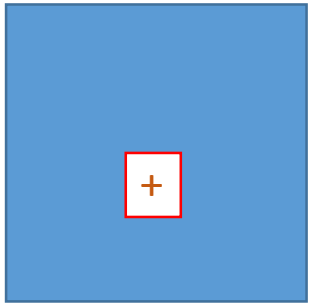
Täpsuse kontroll



Mõõdistus

x_m, y_m

Mudeli põhjal loodud ortofoto x_k, y_k



RMS X

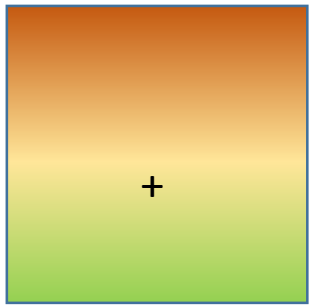
RMS Y

RSS XY

Kõrguste võrdlus mõõdistuse asukohas

z_m

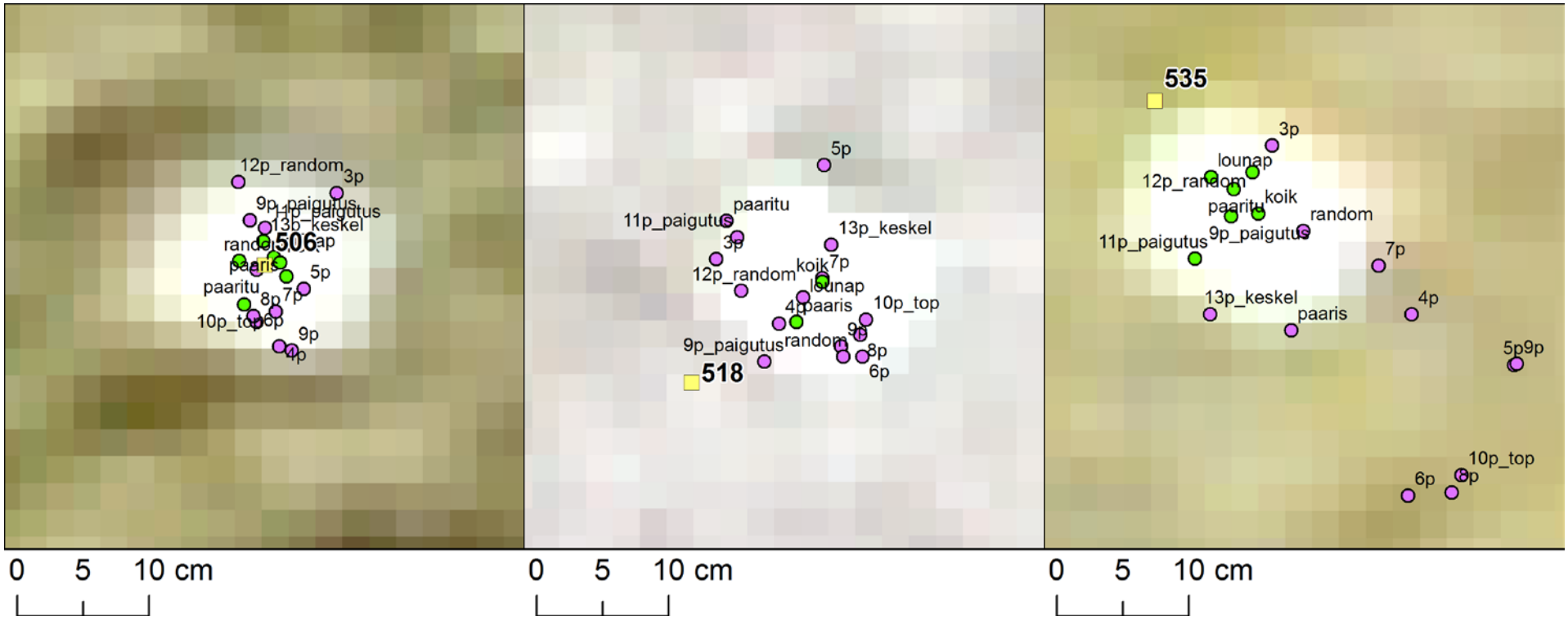
z_k



RMS Z

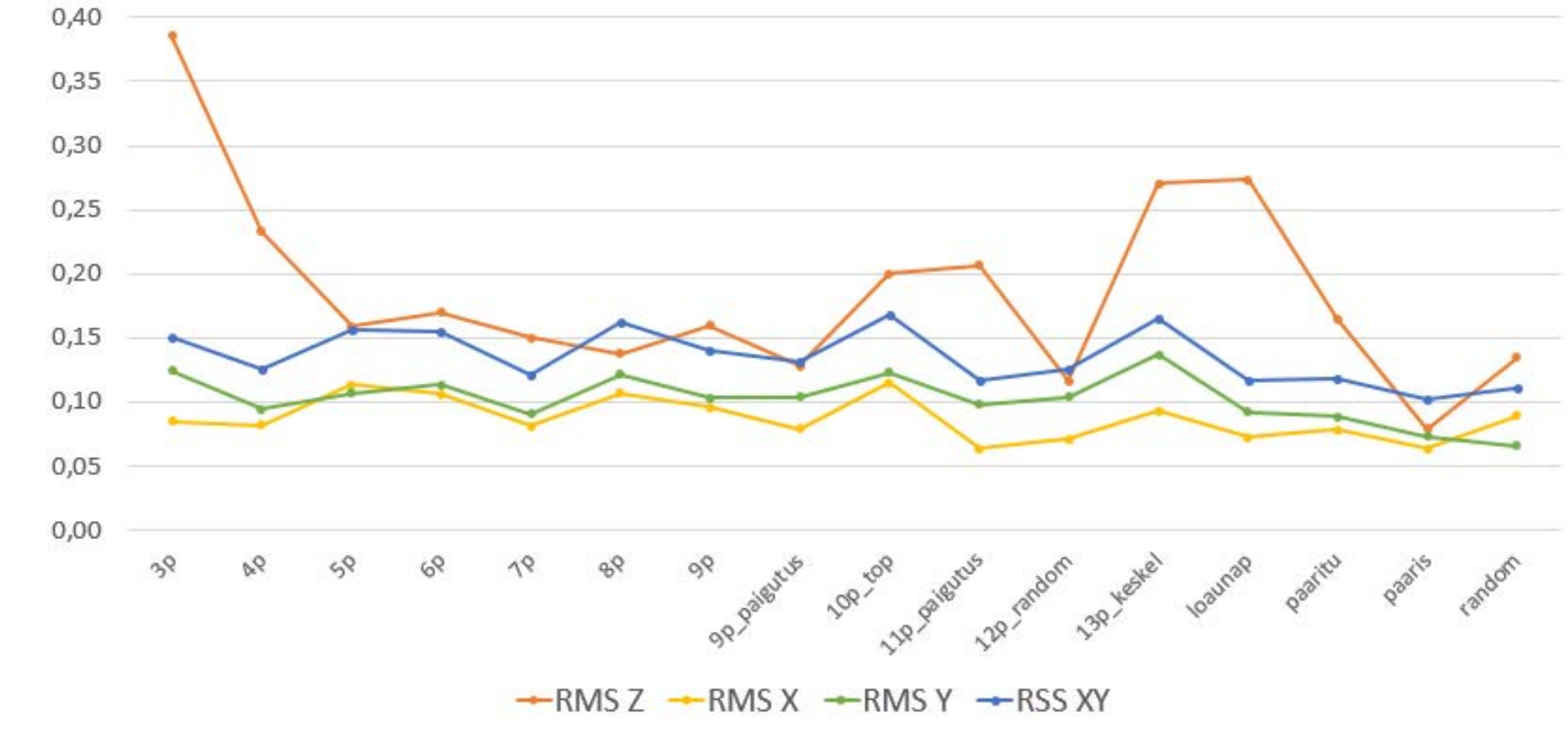
Täpsuse kontroll

- Osutatud KP-de asukohad
- Taustaks ortofoto, mis on tehtud kasutades kõiki KP-sid

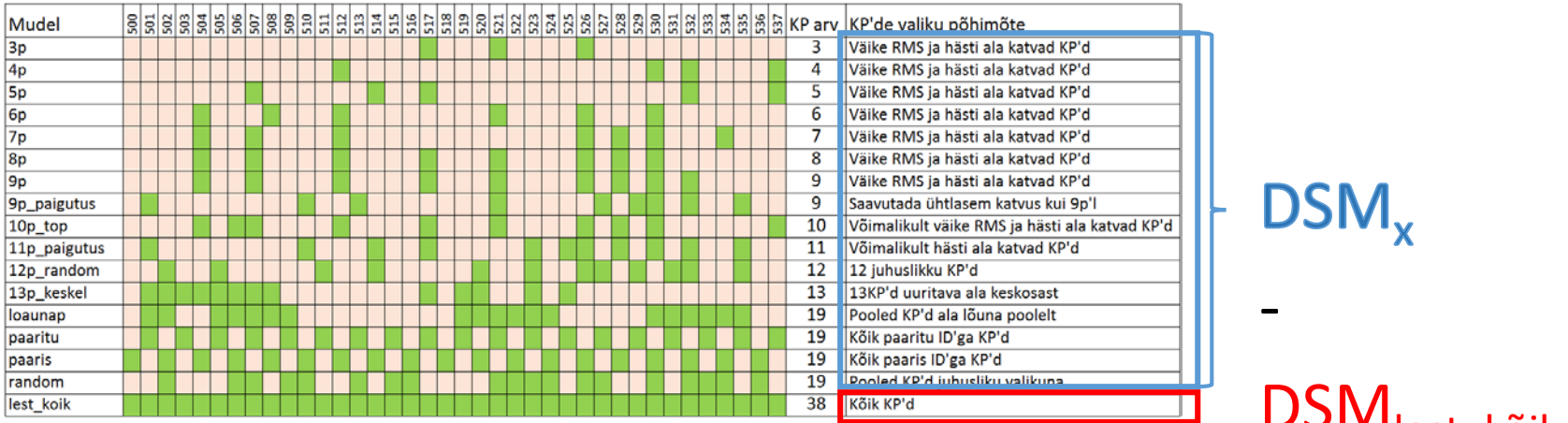


Tulemused

	3p	4p	5p	6p	7p	8p	9p	9p_paigutus	10p_top	11p_paigutus	12p_random	13p_keskel	lounap	paaritu	paaris	random
RMS Z	0,386	0,233	0,159	0,170	0,150	0,138	0,159	0,128	0,200	0,206	0,116	0,270	0,273	0,165	0,079	0,135
RMS X	0,085	0,082	0,113	0,106	0,081	0,107	0,096	0,079	0,115	0,063	0,071	0,093	0,072	0,078	0,064	0,089
RMS Y	0,124	0,094	0,107	0,114	0,091	0,121	0,103	0,104	0,123	0,098	0,104	0,137	0,092	0,089	0,073	0,066
RSS XY	0,150	0,125	0,156	0,156	0,122	0,162	0,141	0,131	0,169	0,117	0,126	0,166	0,117	0,118	0,103	0,111



Kõrgusmudelite erinevused



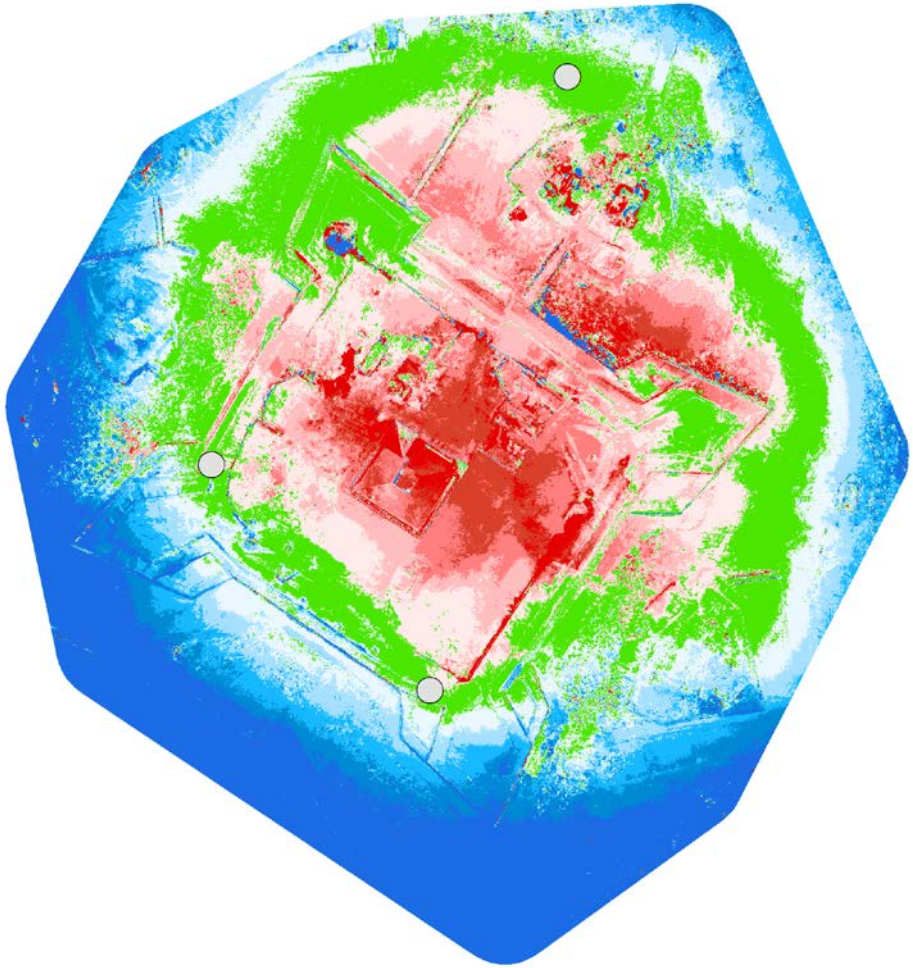
Mudel	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	KP arv	KP'de valiku põhimõte
3p																																							3	Väike RMS ja hästi ala katvad KP'd
4p																																							4	Väike RMS ja hästi ala katvad KP'd
5p																																							5	Väike RMS ja hästi ala katvad KP'd
6p																																							6	Väike RMS ja hästi ala katvad KP'd
7p																																							7	Väike RMS ja hästi ala katvad KP'd
8p																																							8	Väike RMS ja hästi ala katvad KP'd
9p																																							9	Väike RMS ja hästi ala katvad KP'd
9p_paigutus																																							9	Saavutada ühtlasem katvus kui 9p'l
10p_top																																							10	Võimalikult väike RMS ja hästi ala katvad KP'd
11p_paigutus																																							11	Võimalikult hästi ala katvad KP'd
12p_random																																							12	12 juhuslikku KP'd
13p_keskel																																							13	13KP'd uuritava ala keskosast
loaunap																																							19	Pooled KP'd ala lõuna poolelt
paaritu																																							19	Kõik paaritu ID'ga KP'd
paaris																																							19	Kõik paaris ID'ga KP'd
random																																							19	Pooled KP'd juhusliku valikuna
lest_koik																																							38	Kõik KP'd

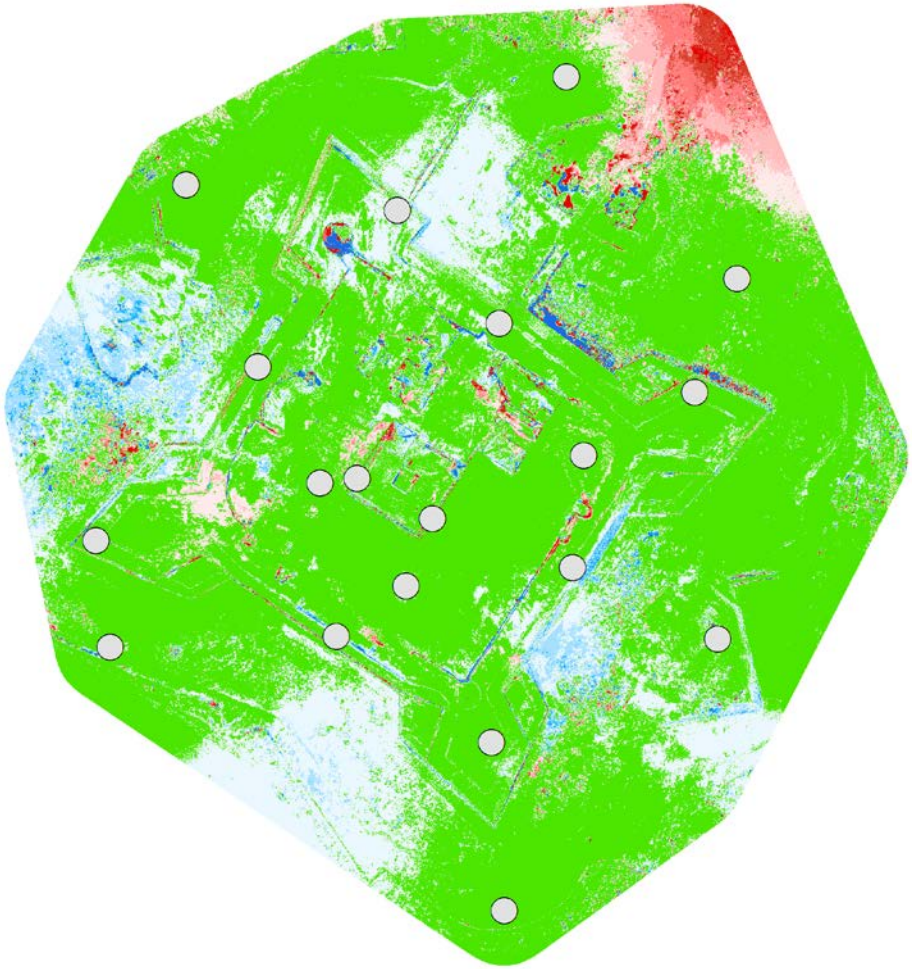
DSM_x

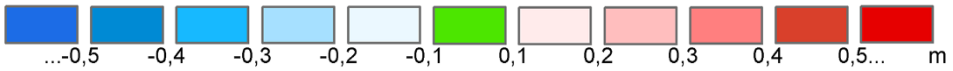
-

$DSM_{lest_kõik}$

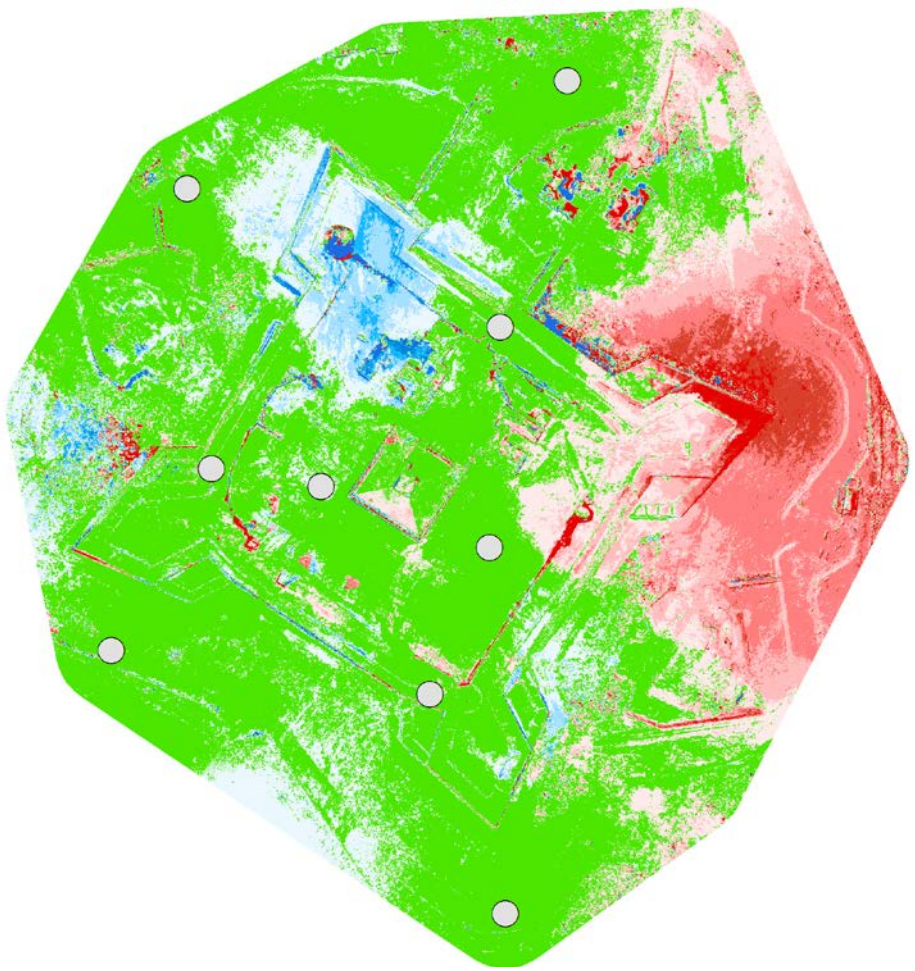
Erinevus

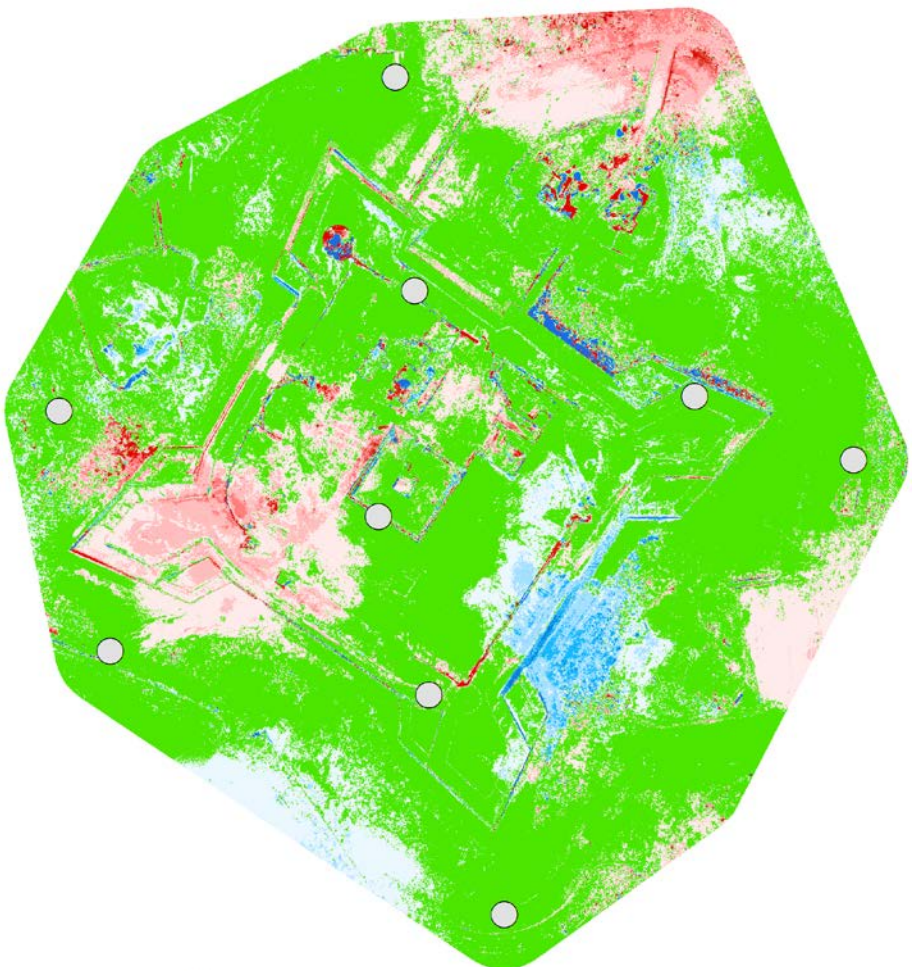






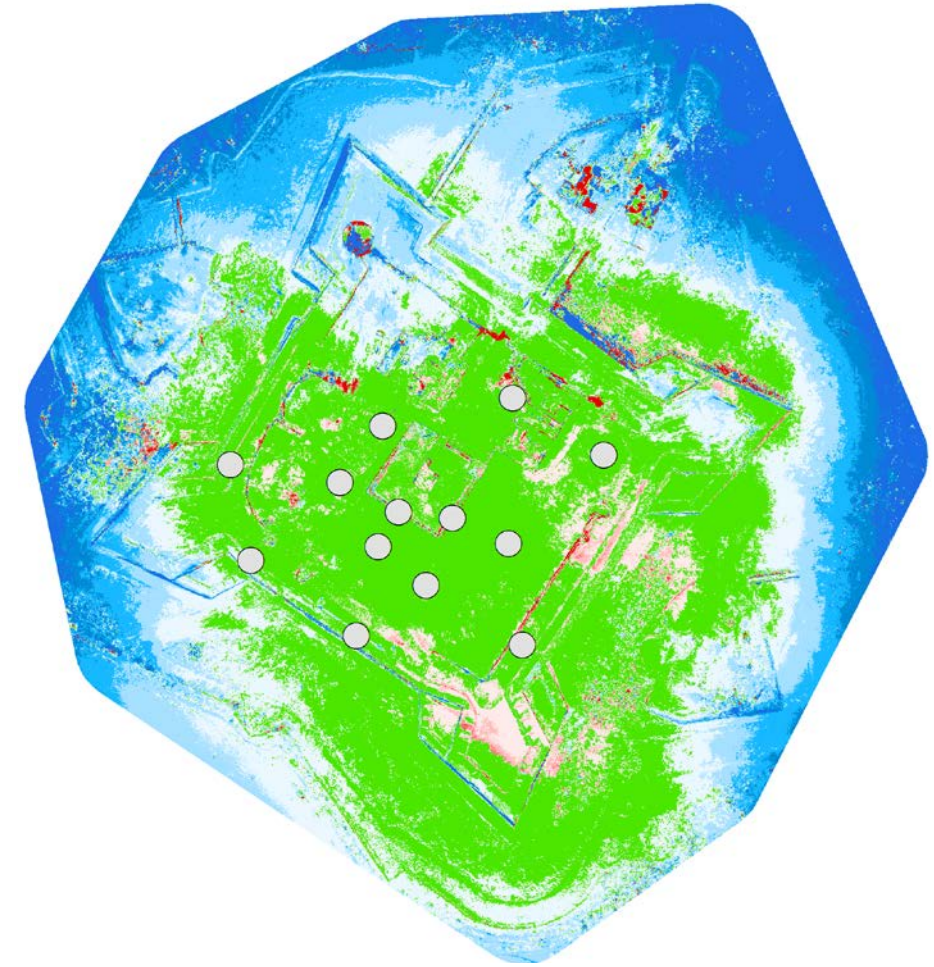
	3p	4p	5p	6p	7p	8p	9p	9p_paigutus	10p_top	11p_paigutus	12p_random	13p_keskel	lounap	paaritu	paaris	random
RMS Z	0,386	0,233	0,159	0,170	0,150	0,138	0,159	0,128	0,200	0,206	0,116	0,270	0,273	0,165	0,079	0,135
RMS X	0,085	0,082	0,113	0,106	0,081	0,107	0,096	0,079	0,115	0,063	0,071	0,093	0,072	0,078	0,064	0,089
RMS Y	0,124	0,094	0,107	0,114	0,091	0,121	0,103	0,104	0,123	0,098	0,104	0,137	0,092	0,089	0,073	0,066
RSS XY	0,150	0,125	0,156	0,156	0,122	0,162	0,141	0,131	0,169	0,117	0,126	0,166	0,117	0,118	0,103	0,111

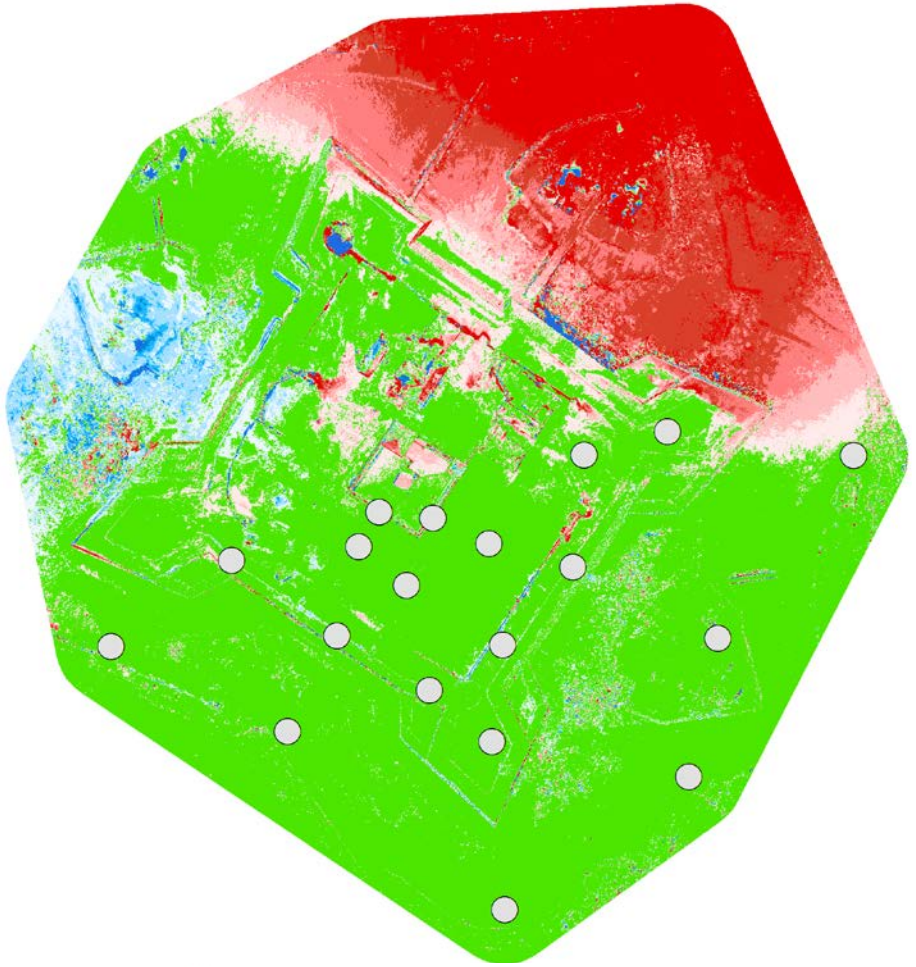


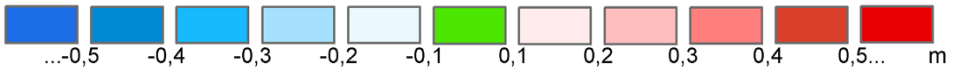




	3p	4p	5p	6p	7p	8p	9p	9p_paigutus	10p_top	11p_paigutus	12p_random	13p_keskel	lounap	paaritu	paaris	random
RMS Z	0,386	0,233	0,159	0,170	0,150	0,138	0,159	0,128	0,200	0,206	0,116	0,270	0,273	0,165	0,079	0,135
RMS X	0,085	0,082	0,113	0,106	0,081	0,107	0,096	0,079	0,115	0,063	0,071	0,093	0,072	0,078	0,064	0,089
RMS Y	0,124	0,094	0,107	0,114	0,091	0,121	0,103	0,104	0,123	0,098	0,104	0,137	0,092	0,089	0,073	0,066
RSS XY	0,150	0,125	0,156	0,156	0,122	0,162	0,141	0,131	0,169	0,117	0,126	0,166	0,117	0,118	0,103	0,111







	3p	4p	5p	6p	7p	8p	9p	9p_paigutus	10p_top	11p_paigutus	12p_random	13p_keskel	lounap	paaritu	paaris	random
RMS Z	0,386	0,233	0,159	0,170	0,150	0,138	0,159	0,128	0,200	0,206	0,116	0,270	0,273	0,165	0,079	0,135
RMS X	0,085	0,082	0,113	0,106	0,081	0,107	0,096	0,079	0,115	0,063	0,071	0,093	0,072	0,078	0,064	0,089
RMS Y	0,124	0,094	0,107	0,114	0,091	0,121	0,103	0,104	0,123	0,098	0,104	0,137	0,092	0,089	0,073	0,066
RSS XY	0,150	0,125	0,156	0,156	0,122	0,162	0,141	0,131	0,169	0,117	0,126	0,166	0,117	0,118	0,103	0,111

Kokkuvõte

- Horisontaalne täpsus lihtsamini saavutatav
- Vertikaalne täpsus – rohkem vaeva ja punktide paigutus mängib suuremat rolli

- Täpsuse parandamine?
  - Programmi algoritmid – „must kast“?
  - Kas on vaja?
  - Kontrollandmete täpsus
  - …

Tänan tähelepanu eest!

Edgar Sepp

27.10.2016



Marko Kohv'i 3D mudel Kuressaare linnusest: https://skfb.ly/P8QZ