

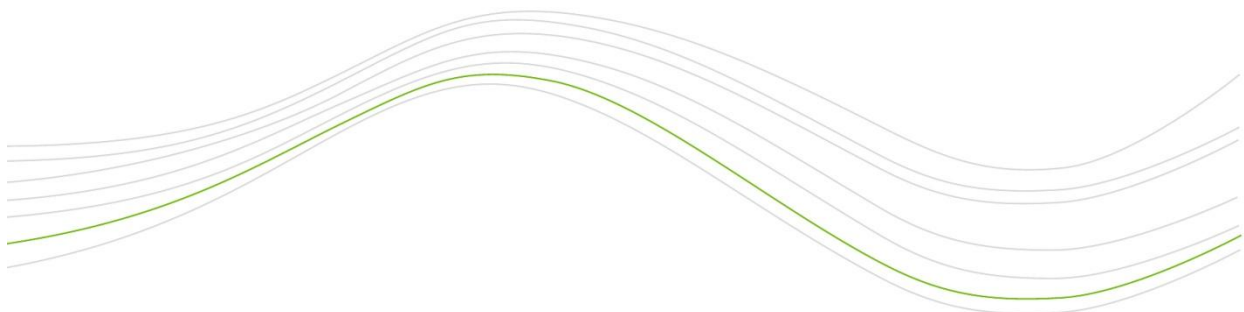


Kartverket

Rapport

Testprosjekt

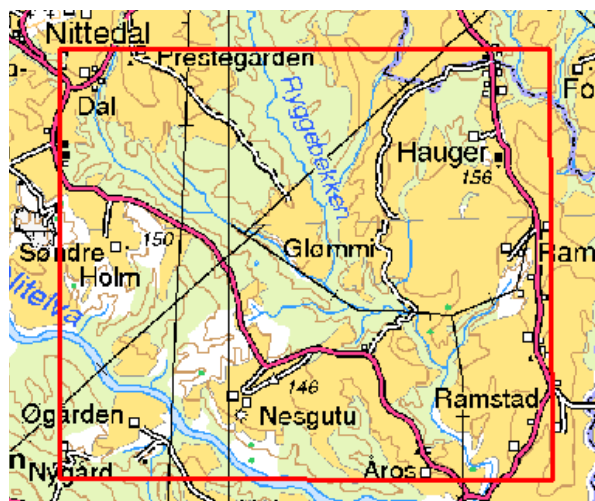
Klassifisering av laserdata



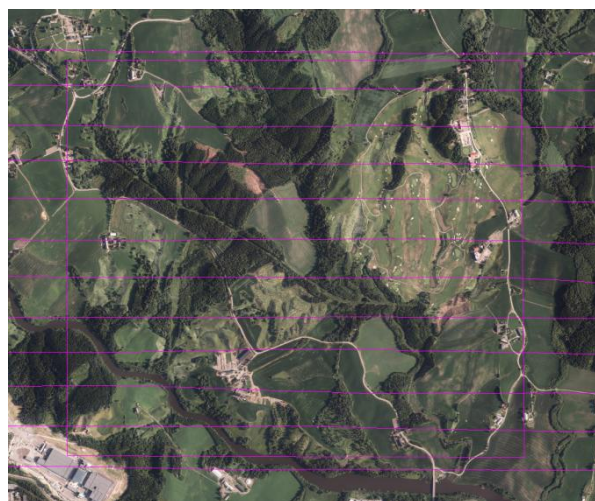
Innledning

I forbindelse med et laser testprosjekt, hvor vi har undersøkt hvordan punkttetthet og skannetidspunkt påvirker kvaliteten, har vi erfart at klassifiseringen av laserdataene har stor innvirkning både på andel bakketreff og nøyaktighet på terrengmodellen. Som et ledd i å forbedre produktspesifikasjonen og for å kalibrere leveransene fra leverandørene inviterte derfor Kartverket på vegne av Geovekst-forum alle norske kartleggingsfirma til å delta i et testprosjekt. Følgende firma har deltatt i testprosjektet:

Blom Geomatics, COWI, Mercator Kart, Rambøll og Terratec. I rapporten er deltakerne anonymisert, hensikten med testen har ikke vært å påvise gode eller dårlige leveranser, men å avdekke forskjeller.



Figur 1 Oversikt over testområdet, areal 4,6 km²



Figur 2 Testområdet med flystriper

Deltakerne mottok identisk grunnlagsmaterieill i form av ferdig prosesserte laserdata (uklassifisert) på LAS-format.

Laserskanningen er utført av Terratec 01.09.2011, med følgende parametre:

Punkttetthet:	5 pkt/m ²
Sensor:	ALS50-II, SN99
Plattform:	FixedWing
Flyhøyde:	500 m
Laserpuls:	150.000 Hz
Pulsrate:	52.2 Hz
Åpningsvinkel:	±15 grader
Sideoverlapp:	20 %
Antall flystriper:	12

Som støtte til klassifiseringen hadde deltakerne tilgang på eksisterende FKB-Vann, FKB-Bygg og FKB-BygnAnlegg.

Grunnlagsdataene forutsettes å være feilfrie og klassifiseringen skulle utføres direkte fra disse. Det var således ikke nødvendig å utføre noen kontroll av utført laserprosesseringen (GNSS/INS beregning, kalibrering, stripeutjevning).

Det var ønskelig at deltakerne benyttet eksisterende produksjonsløype og ikke la noe ekstra arbeid i gjennomføring av testen. Leverte data skulle være så tett opp til en ordinær Geovekst leveranse som mulig.

Deltakerne leverte ferdig klassifiserte LAS filer i henhold til Produktspesifikasjonen FKB-Laser, versjon 1.1. I tillegg skulle det leveres en kortfattet rapport, med spesiell vekt på beskrivelse av metode for klassifisering.

Denne rapporten omhandler sammenstilling og analyse av de mottatte dataene. Testområdet består i hovedsak av skog- og jordbruksareal og inneholder i liten grad bebyggelse og tekniske installasjoner. Testområdet inneholder heller ikke bratte terrengformasjoner som stup, overheng, tunnelåpninger, vegskjæringer eller loddrette murer. utfordringer knyttet til korrekt klassifisering av bakkepunkt i slike områder er derfor i liten grad belyst i dette prosjektet.

Hamar, 2012-11-22

Håkon Dåsnes

Sammenlikning av leveransene

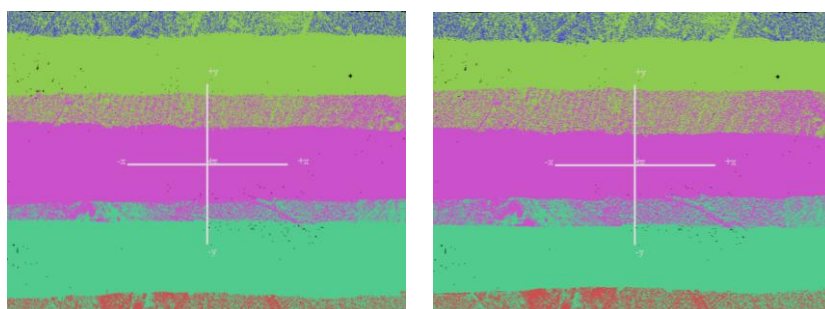
Leveransen fra de fem deltakende firmaene fordelt seg på følgende klasser i LAS formatet:

Firma	Klasse 1 uklassifisert	Klasse 2 bakke	Klasse 7 støy	Klasse 9 vann	Klasse 10 bru	Alle punkt
A	31 492 376	12 649 177	751	24 984	103	44 167 391
B	39 819 384	18 395 450	32	30 625	0	58 245 492
C	0	8 984 656	110	18 727	0	9 003 493
D	42 793 113	15 433 761	1 037	17 476	104	58 245 491
E	47 044 803	11 165 428	2 452	32 674	249	58 245 606

Figur 3 – leveranse fra firmaene fordelt på klasser

For å få sammenliknbare data er leveransen fra firma B klippet mot avgrensingslinja for prosjektområdet.

Som det fremgår av figuren er det store forskjeller. Firma B, D og E har levert tilnærmet likt antall punkt totalt, men klassifiseringen er til dels svært ulik. Firma B leverte opprinnelig data for full dekning, vi har klippet mot avgrensingslinja for prosjektområdet for å gjøre datasettene sammenliknbare. Firma A har levert et noe lavere antall totalpunkt. Dette antar vi skyldes klipping av dataene i enden av stripene. Figur 4 illustrerer dette, det fremkommer tydelig at overlappsområdet mellom stripene er mindre i leveransen fra firma A enn fra firma D.



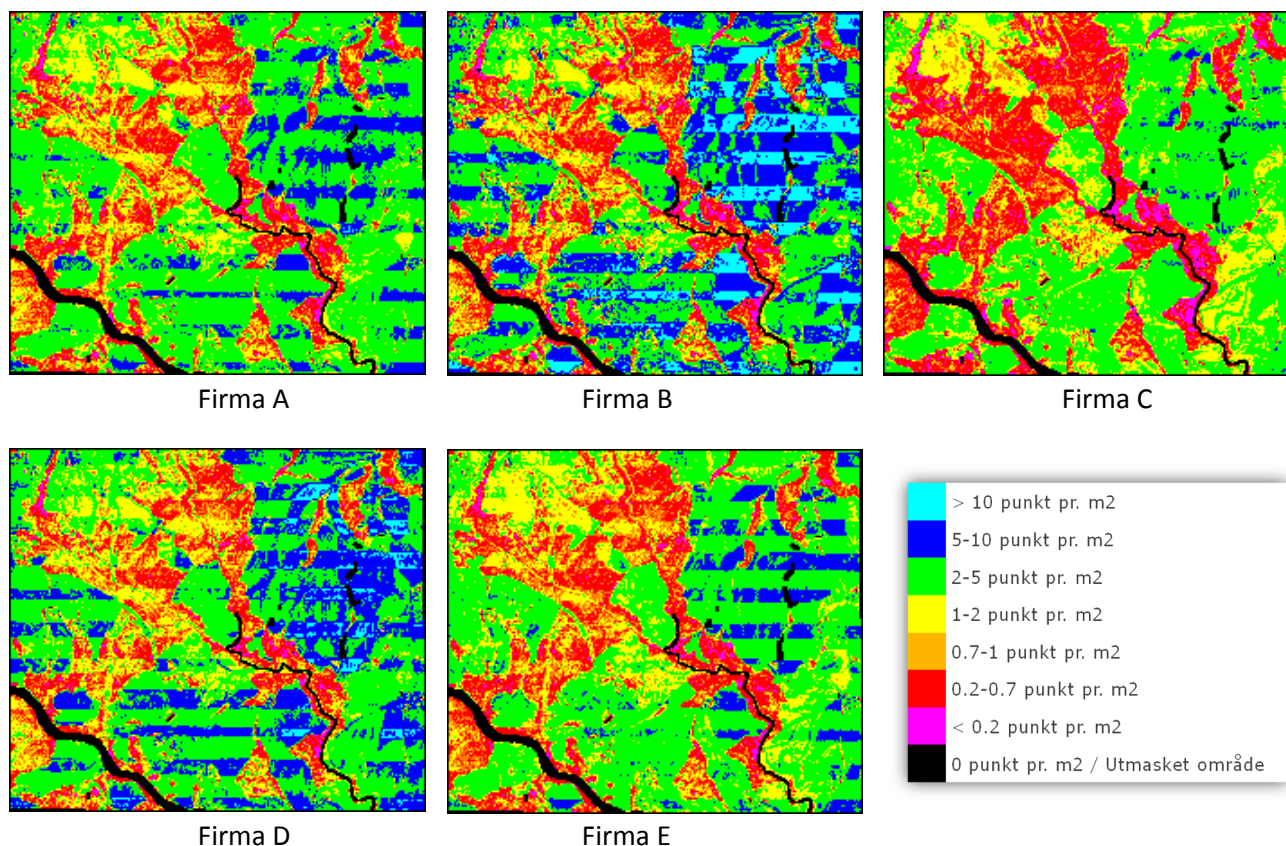
Figur 4 Firma A

Firma D

Firma C har av ukjent grunn ikke levert uklassifiserte punkt, selv om det er en del av standard leveransen. Leveransen skiller seg også ut med færrest bakkepunkt.

To av firmaene (B og C) har ikke levert punkt på bru i egen klasse (klasse 10).

Klassifisering av bakkepunkt



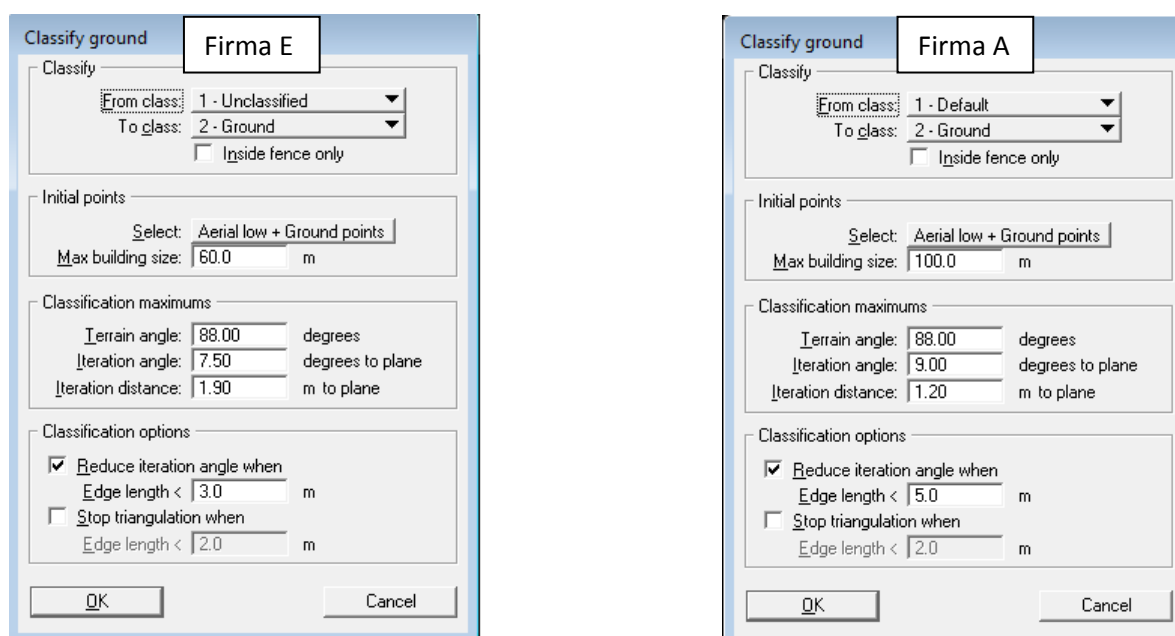
Punkttetthetsplottene over illustrerer forskjellen i antall klassifiserte bakkepunkt fra de ulike leverandørene. For firmaene A, B, D og E viser plottene at punkttettheten først og fremst varierer i åpne områder og i overlapsområdene mellom stripene. Firma C skiller seg ut med jevnt over lavere punkttetthet også i områder med vegetasjon.

Vi har i tillegg undersøkt punkttettheten på bakken innenfor 6 testområder med ulik vegetasjon, se figur 5. Testområdene har en størrelse på 400 m². Firma C skiller seg ut med klart lavest punkttetthet i alle områder. I tett granskog og løvskog er punkttettheten i prinsippet helt lik for de øvrige firmaene. I området med blandingsskog og tett undervegetasjon (hogst og myr) er det noe større variasjon. På den åpne parkeringsplassen er det store forskjeller. Det er tydelig at firmaene har ulike rutiner for filtrering av bakkepunkt under den automatiske klassifiseringen.

Firma	Parkerings plass	Tett granskog	Tett løvskog	Blandings- skog	Hogst- flate	Myr	Prosjekt området
A	4,75	0,26	0,43	0,81	0,63	1,52	2,74
B	10,05	0,28	0,43	1,25	0,47	1,36	3,98
C	3,44	0,19	0,26	0,79	0,31	0,81	1,94
D	7,85	0,28	0,44	1,27	0,67	1,81	3,34
E	4,59	0,29	0,43	0,97	0,54	1,04	2,42

Figur 5 – Punktettheten (pkt/m²) for ulike testflater og for hele prosjektområdet.

Parametre benyttet til automatisk bakkeklassifisering

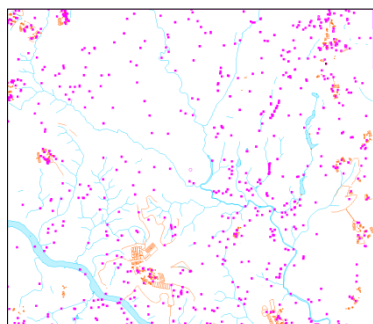


Firmaene har benyttet den samme programvaren (Tscan, Tmodel fra Terrasolid) til klassifiseringen. I forbindelse med den automatiske klassifiseringen av bakkepunkt benyttes filtreringsparametrene vist over. Hvorvidt punktene klassifiseres som bakke (klasse 2) eller blir definert som low points (klasse 7) eller uklassifisert (klasse 1) styres av avstand og vinkel til nabopunkter.

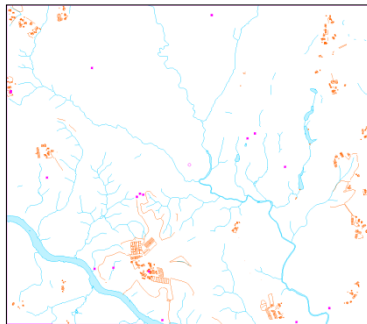
Firma D har benyttet følgende parametre: Max building size: 70m², Terrain angle: 89 grader, Iteration angle: 13.00 grader og Iteration distance: 1.80.

Firma B og C har ikke oppgitt hvilke parametre som er benyttet.

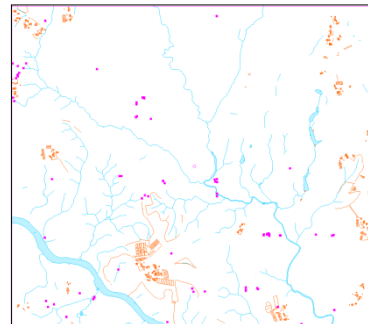
Klassifisering av støypunkt



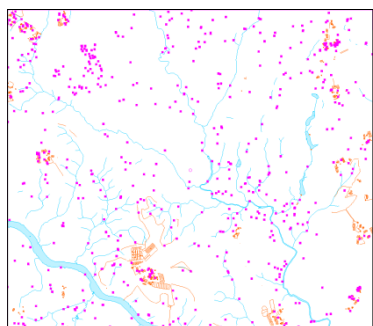
Firma A - 751 punkt



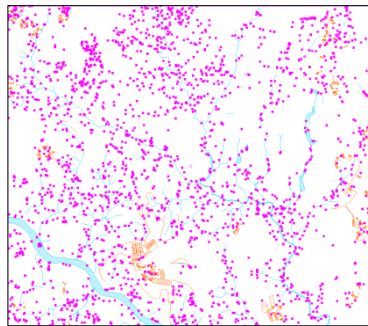
Firma B - 32 punkt



Firma C - 110 punkt



Firma D - 1 037 punkt



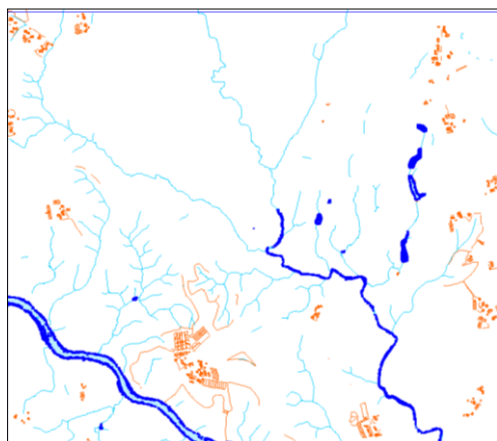
Firma E - 2 452 punkt

I henhold til produktspesifikasjonen FKB-laser skal Støy-punkter (Lowpoints) klassifiseres som klasse 7 i LAS formatet. Vi registrerer at det er store forskjeller i hva firmaene klassifiserer som støy-punkt. Vi har sammenliknet leveransene fra firmaene med færrest (firma B) og flest (firma E) støy-punkt i form av stikkprøver. Jevnt over ser det ut til at punktene firma E har klassifisert som støy har firma B klassifisert som bakke (klasse 2). Typisk ligger disse punktene i områder med tett vegetasjon (få bakkepunkt). Vi har ikke gjort noen kontroll av om disse punktene ligger korrekt på terrengoverflaten eller er støy.

Klassifisering av vann

I henhold til produktspesifikasjonen FKB-Laser skal punkt som ligger på vann klassifiseres i klasse 9 i LAS formatet. Det er presisert at med punkter på vann forstås punkter som ligger på havflaten (under midlere høyvann) og punkter som ligger i innsjø. Eksisterende FKB-data skal benyttes til klassifiseringen, dersom kvaliteten på FKB-dataene er akseptabel.

Figurene under viser punkter klassifisert som vann (blå farge) fra de ulike firmaene. Vi har også sammenliknet klassifiseringen rundt en av de små innsjøene i prosjektet (areal 2 300 m²).



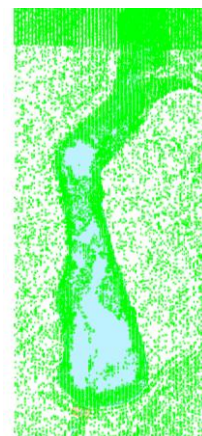
Firma A - 24 984 punkt



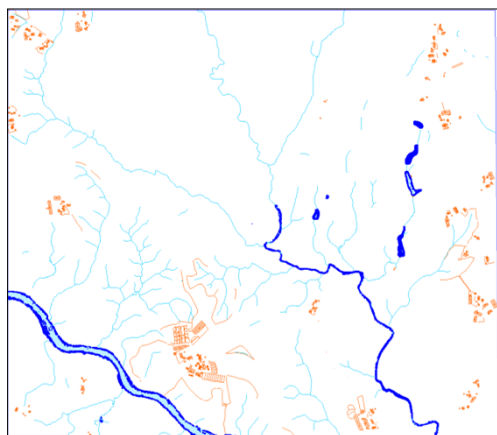
Vann



Bakke



Uklassifisert



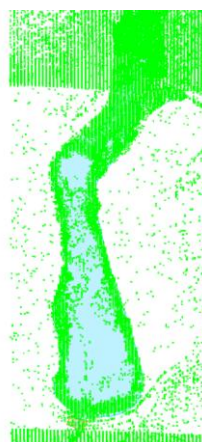
Firma B - 30 625 punkt



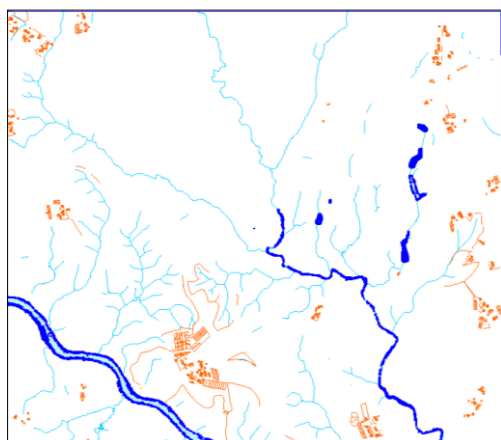
Vann



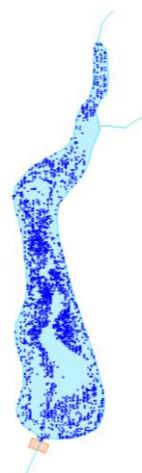
Bakke



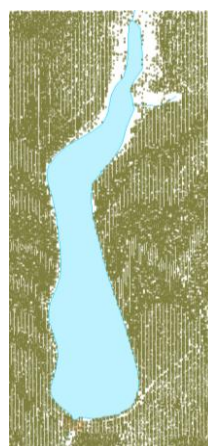
Uklassifisert



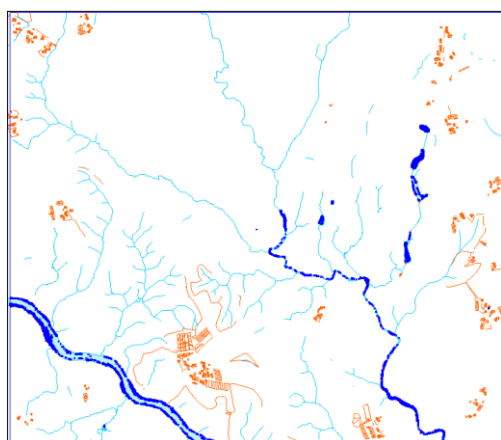
Firma C – 18 727 punkt



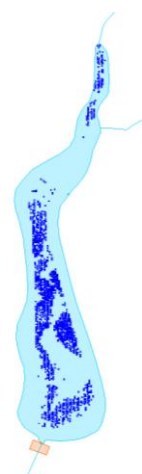
Vann



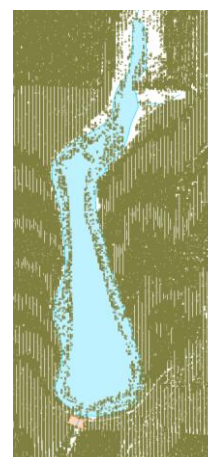
Bakke



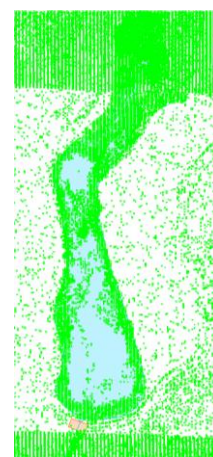
Firma D – 17 476 punkt



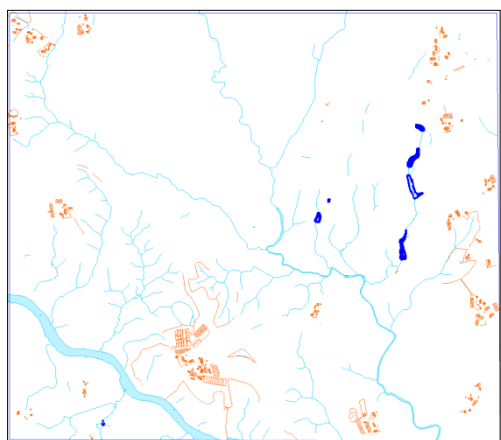
Vann



Bakke



Uklassifisert



Firma E – 32 674 punkt



Vann



Bakke



Uklassifisert

Som det fremgår av figurene over har alle, bortsett fra firma E også klassifisert punkter i elveflatene som vann-punkt. Det er ikke noe krav til dette i FKB-laser. Firma E har allikevel levert flest vann-punkt og det skyldes at de med få unntak kun har levert vann-punkt innenfor innsjøene. De andre firmaene har også levert uklassifiserte punkt. Firma D som har færrest vann-punkt har i tillegg levert bakkepunkt innenfor innsjøene.

Firma A har levert feilaktig klassifiserte vann-punkt innenfor et par områder, figur 6. Her har nok omkringliggende en-streks bekker blitt benyttet til å lage vannflate.



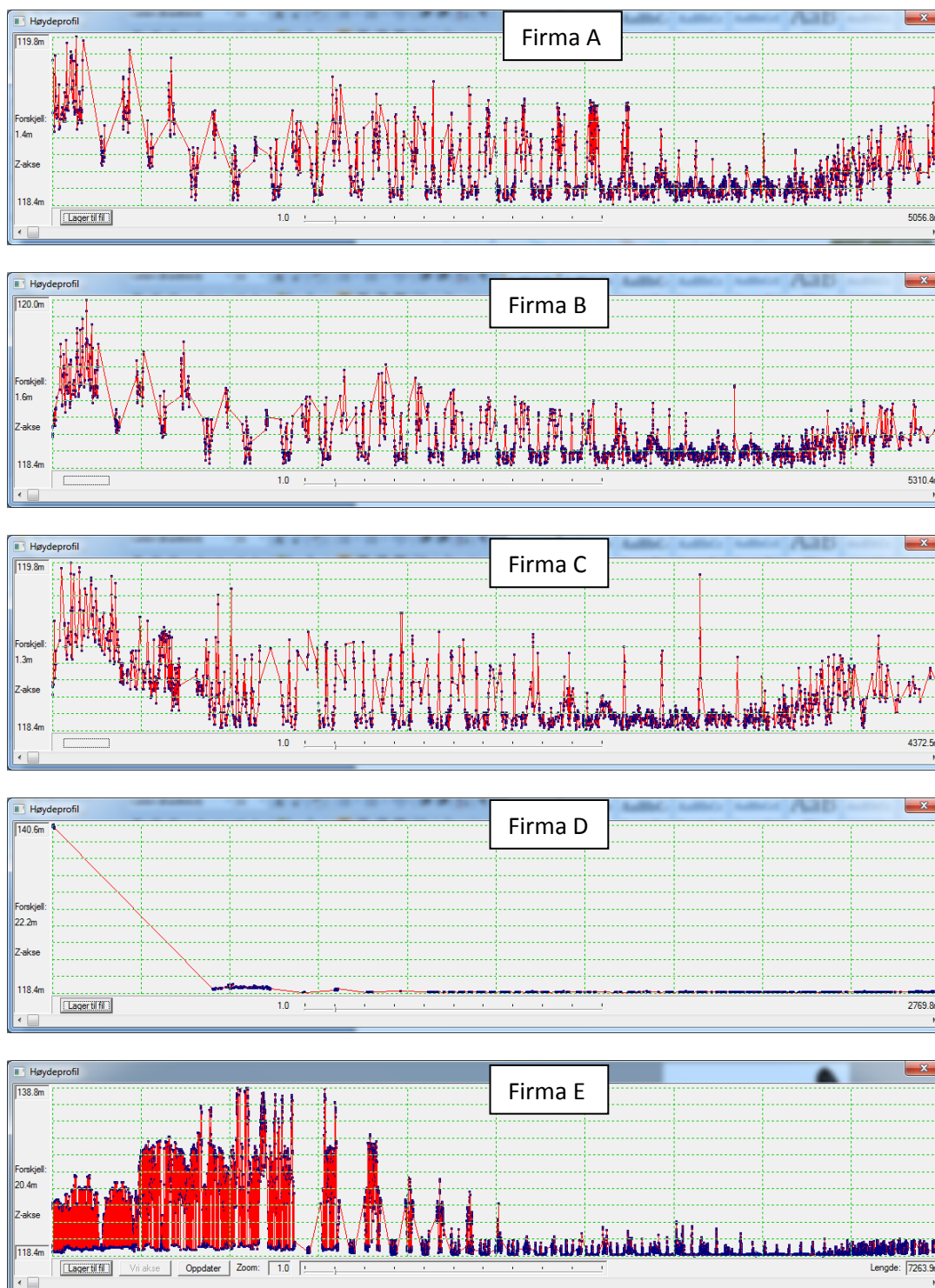
Figur 6 – feilaktig klassifiserte vann-punkt

Ved å se på høydeprofilene (figur 8) for de klassifiserte vannpunktene for innsjøen vist i eksempelet over, ser vi at firma E har store høydeforskjeller (opptil 20 meter) på vannpunktene. Firma D har også noen vann-punkter som ligger over 20 meter høyere enn resten. For de øvrige firmaene er høydeforskjellen mellom vannpunktene innenfor 1,5 meter.

Av ortofotoet i figur 7 ser vi at innsjøkanten er delvis gjengrodd og det er også noen høye trær i nord enden.

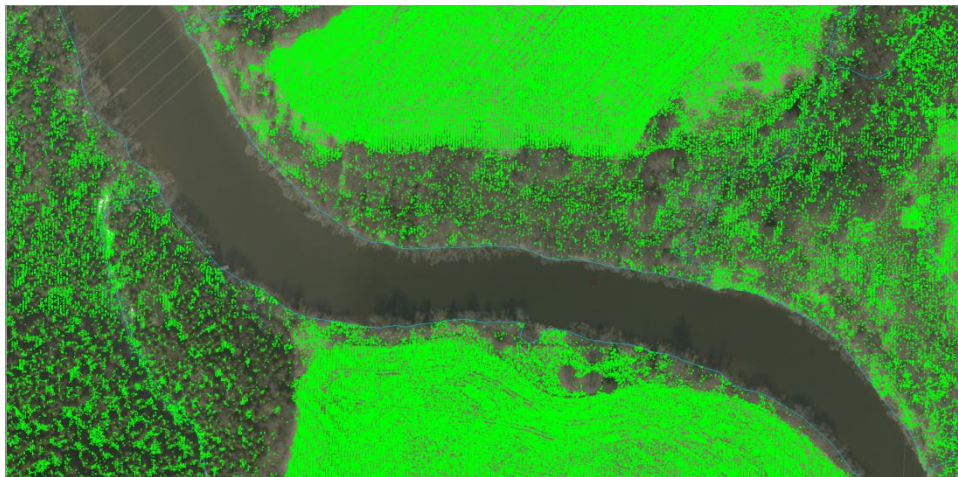


Figur 7 – vegetasjon rundt innsjø

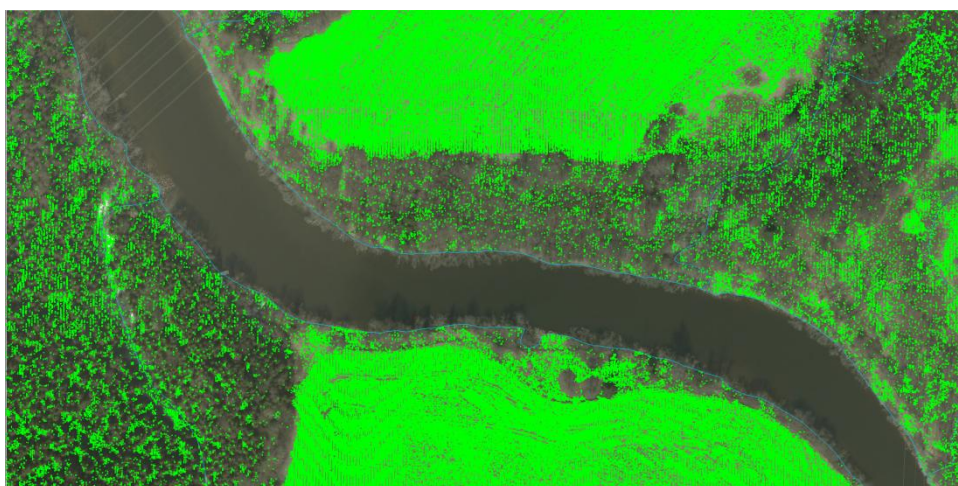


Figur 8 - Høydeprofilene over klassifiserte vann-punkt i innsjøen viser at spesielt leveransen fra firma E inneholder mange vann-punkter som ligger på vegetasjonen.

Vi har også sett på klassifisering av bakkepunkt innenfor elveflaten. I testområdet renner det en relativ stor elv (..VANNBR 5). To av firmaene (A og B) har ingen bakkepunkt innenfor elveflaten. Firma C har noen, mens firma D og E har mange bakkepunkt innenfor elveflaten. Det er ikke et krav i FKB-laser om at punkter i elv skal klassifiseres som vann-punkt.



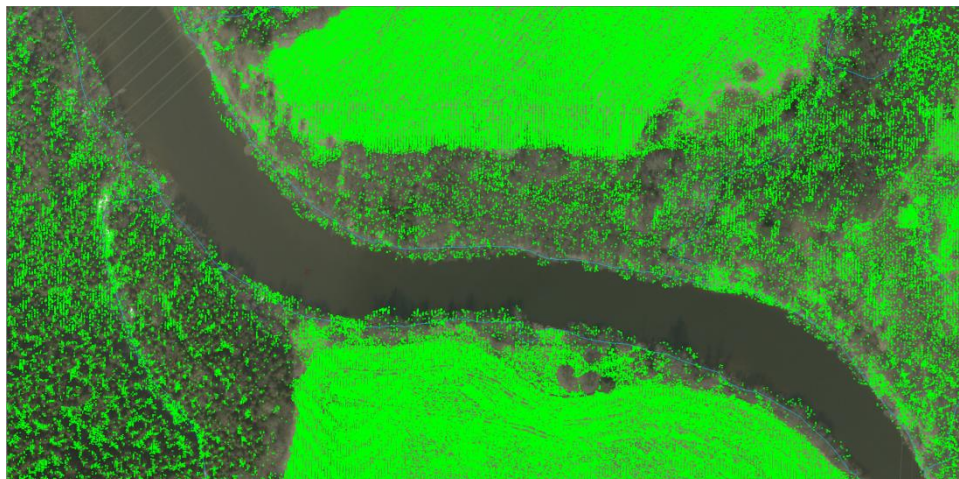
Firma A – ingen bakkepunkt innenfor elveflaten



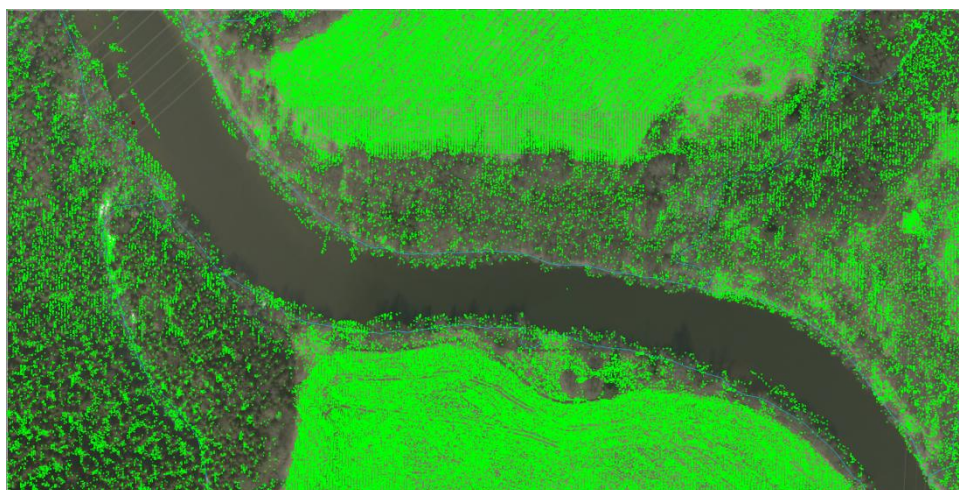
Firma B – ingen bakkepunkt innenfor elveflaten



Firma C – noen bakkepunkt innenfor elveflaten



Firma D – mange bakkepunkt innenfor elveflaten



Firma E – bakkepunkt innenfor elveflaten

Tilsvarende resultat finner vi også for en av de mindre elvene i prosjektområdet. Denne er i tillegg delvis gjengrodd. Her er det kun firma D og E som har bakkepunkt innenfor elveflaten.



Figur 9 – Elveflate med ..VANNBR 3 – delvis gjengrodd



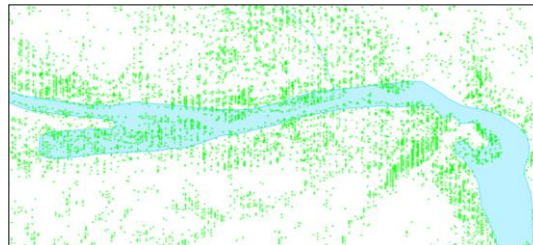
Firma A



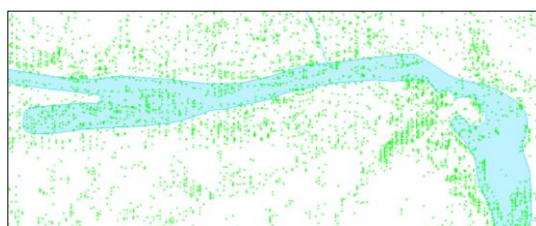
Firma B



Firma C

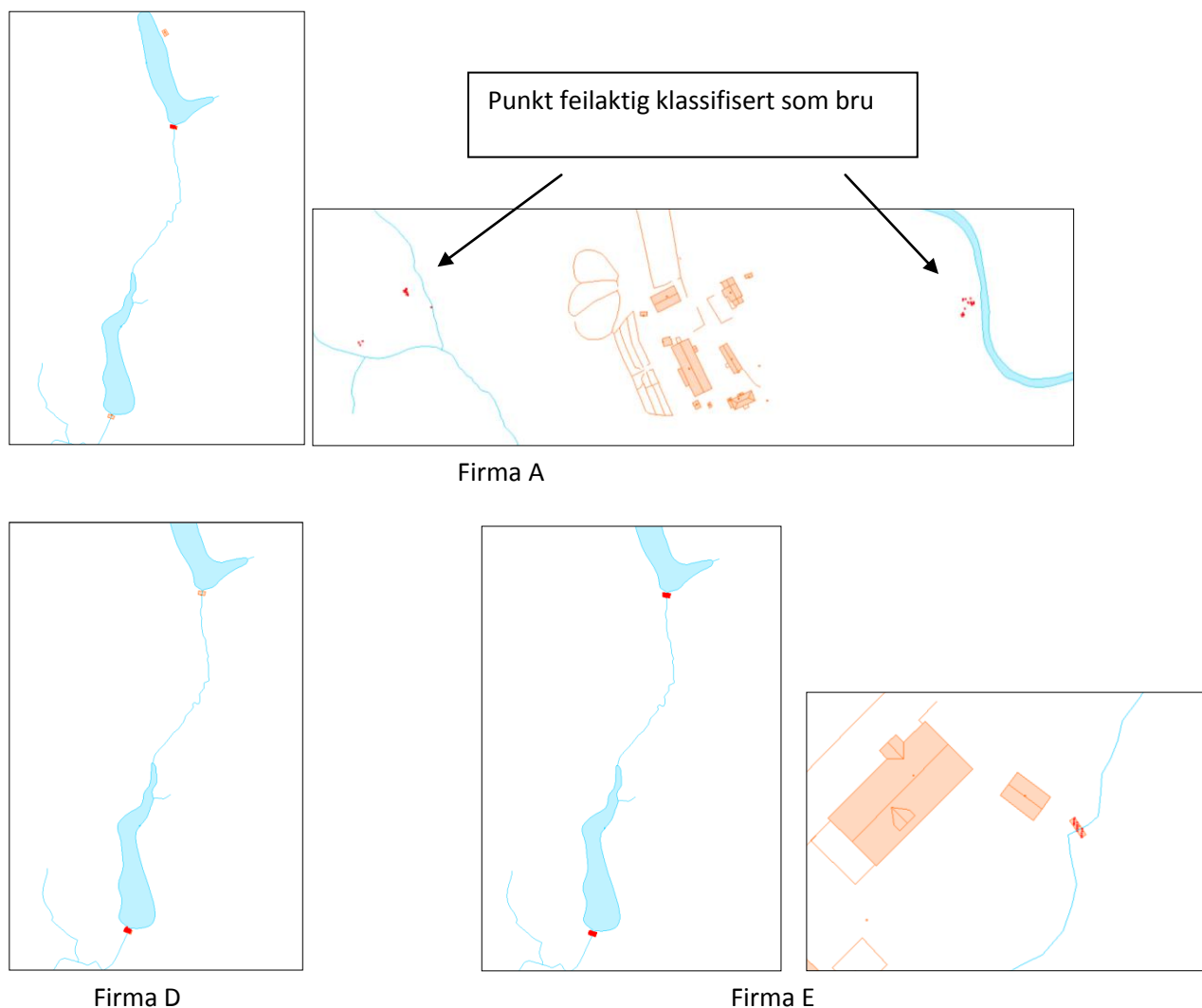


Firma D



Firma E

Klassifisering av bru



Figurene over viser punkt klassifisert som bru, tegnet med rødt. I henhold til produktspesifikasjonen FKB-Laser skal punkt som ligger på bru klassifiseres i klasse 10 i LAS formatet. Minstemål for klassifisering er 10 m². Innenfor prosjektområdet er det 3 bruer, to av disse er over minstemål.

Det var kun firma A, D og E som leverte punkt klassifisert som bru (klasse 10). Av disse var det bare firma E som klassifiserte bru-punkt på alle de tre bruene innenfor prosjektområdet. Firma A og D klassifiserte bru-punkt på en av bruene over minstemål, men ikke den samme. Firma A leverte i tillegg noen punkt feilaktig klassifisert som bru i områder med vegetasjon.

For bruer hvor det ikke er klassifisert bru-punkt har firmaene (A, B og D) levert en blanding av bakkepunkt (klasse 2) og uklassifisert (klasse 1). Firma C har kun levert bakkepunkt.

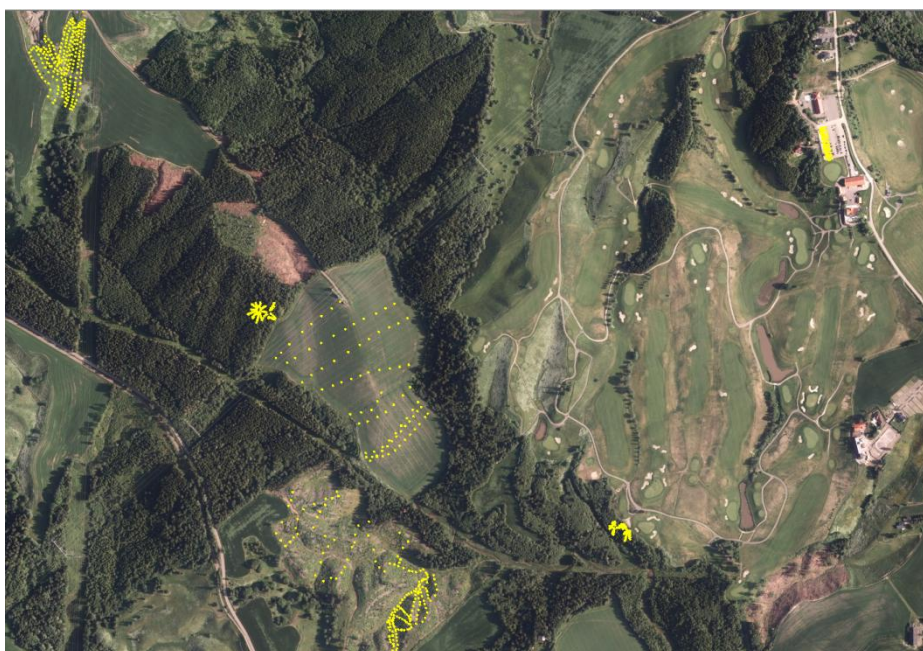
Nøyaktighet

Vi har utført en nøyaktighetskontroll ved å beregne høydeavvik mellom terrengmodell etablert av klassifiserte bakkepunkt og landmålte bakkepunkt. Resultatet er vist i figur 10. Det er målt totalt 746 kontrollpunkt, plassert i 6 ulike terrengområder: Tett granskog, tett løvskog, blandingskog, Tett undervegetasjon (ravine), hogstflate og parkeringsplass, se figur 11.

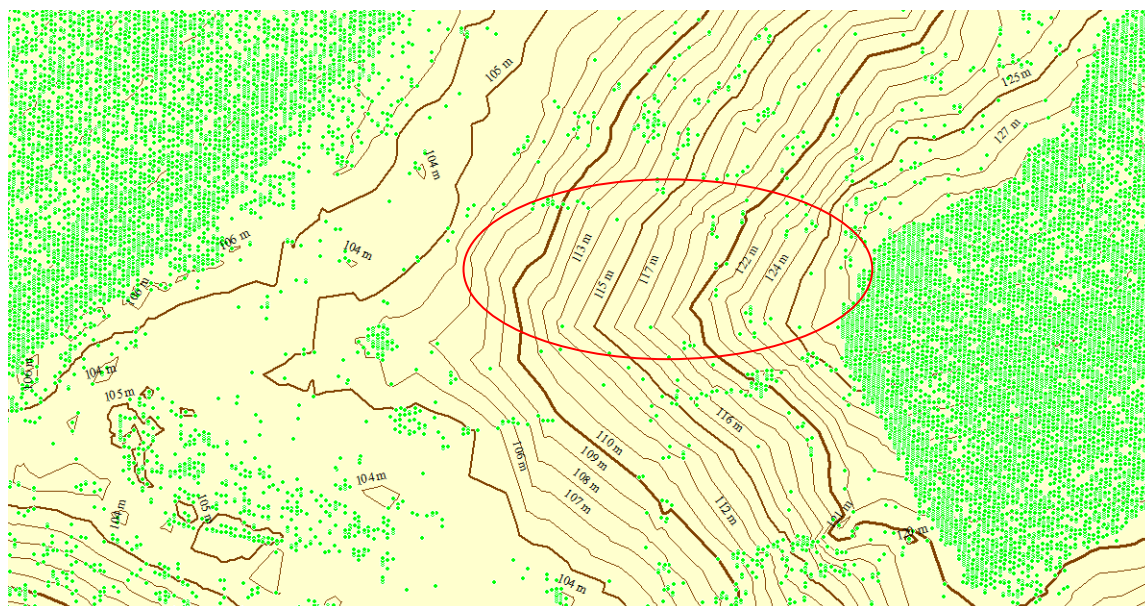
Firma	Min avvik	Maks Avvik	Systematisk avvik	Standard-avvik	% < 0,1m	% 0,1-0,24m	% 0,25-0,49m	% 0,5-0,99m	% > 1m
A	-1,041	1,5	0,292	0,444	20,6	26,7	31,5	16,9	4,3
B	-1,041	1,467	0,251	0,388	22,5	27,9	33,5	13,8	2,3
C	-1,063	1,834	0,307	0,482	21,7	27,1	27,5	17,4	6,3
D	-0,991	1,528	0,302	0,459	21,3	24,9	32	16,9	4,8
E	-0,991	1,666	0,285	0,444	22,4	26,5	31	15,7	4,4

Figur 10 – høydeavvik mellom laser terrengmodell og landmålte kontrollpunkt

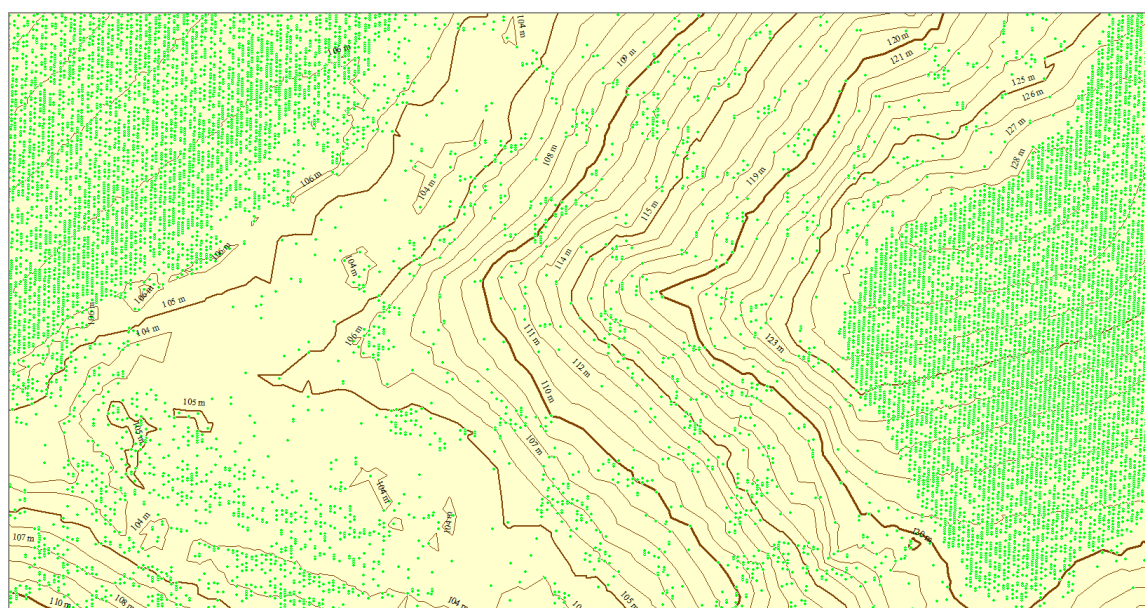
Som det fremgår av figuren gir nøyaktighetskontrollen relativt små differanser mellom firmaene. Det er imidlertid verdt å merke seg at firma B (høyest antall bakkepunkt) har oppnådd minst avvik (både systematisk avvik og standardavvik), mens firma C (lavest antall bakkepunkt) har oppnådd størst avvik. Ut i fra dette kan det tyde på at andel klassifiserte bakkepunkt er korrelert med nøyaktighet på den resulterende terrengmodellen.



Figur 11 – Testområder med landmålte kontrollpunkt



Figur 12 – Firma C, klassifiserte bakkepunkt og genererte høydekurver



Figur 13 – Firma E, klassifiserte bakkepunkt og genererte høydekurver

Figur 12 og 13 viser klassifiserte bakkepunkt og genererte høydekurver over samme område (utenfor landmålt kontrollområde) fra henholdsvis firma C og E. Pga den lave punktettheten på bakken fra firma C ser vi at vi mister vesentlige terrengdetaljer.

Konklusjon

Testprosjektet viser at det er store forskjeller i leveransen fra firmaene. Både når det gjelder hvorvidt punkt blir klassifisert som bakke (klasse 2) eller uklassifisert (bakke 1) og hva firmaene klassifiserer som støypunkt, vann-punkt og bru-punkt.

Det er et tankekors at selv om firmaene benytter den samme programvaren, gir ulik parametersetting i den automatiske bakkeklassifiseringen store utslag på leveransene.

Testen viser at det er nødvendig med en tydeligere spesifisering av våre forventninger og krav til klassifisering av laser punktskyene. Det er for stort rom for tolking og vi mangler også entydige måleparametre for å kunne godkjenne/forkaste en leveranse basert på egenskapskontroll (kontroll av klassifiseringen).