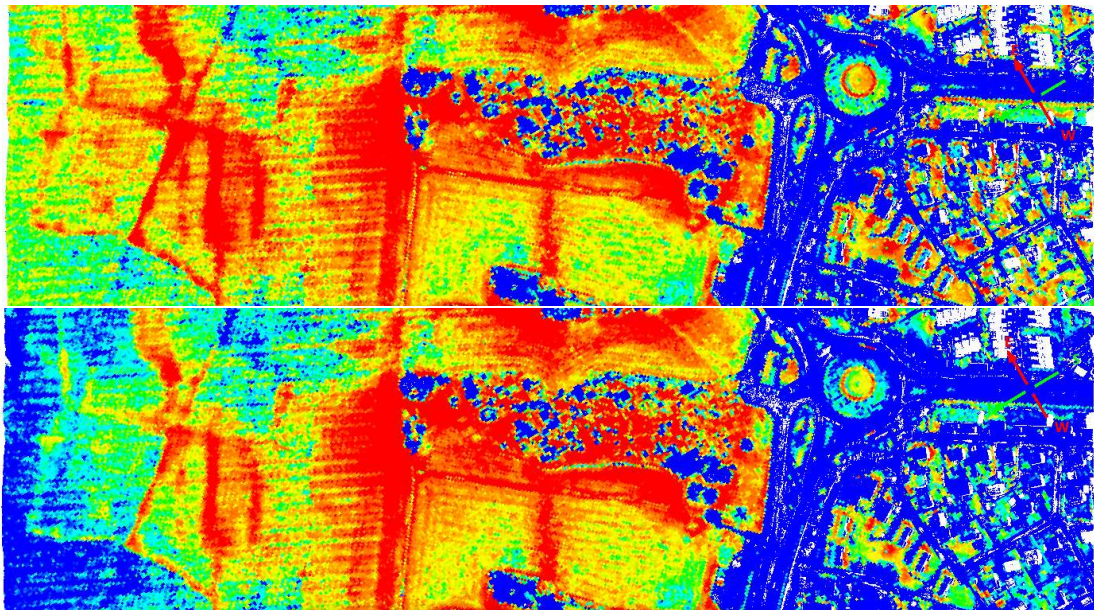


Prosjekt:

Analyse av fordeler og eventuelle begrensninger ved bruk av reflektansverdier for intensitet i punktsky til Nasjonal Detaljert Høydemodell (NDH)



Innhold

1.	Formål	3
2.	Bakgrunn	3
3.	Prosessering og re-prosessering av utvalgte datasett fra amplitude til reflektans.....	4
4.	Visuell sammenlikning av intensitet i punktsky mellom amplitude og reflektans.....	4
5.	Analyse av distribusjon av intensitet i amplitude og reflektans. Histogrammer.	6
6.	Hva betyr tallverdiene i intensitetsdataene? Hvordan oversettes disse til reell reflektans?	9
7.	Vurdering av relative reflektansverdier. Sammenlikning med reflektans fra hyperspektrale data	12
8.	Statistisk sammenlikning av reflektansverdier i samme testområder for ulike lasersettinger og flyhøyder	15
9.	Innspill ang reflektans i skoganalyse fra Institutt for Naturforvaltning (INA) på NMBU	18
10.	Vår konklusjon angående bruk av reflektansverdier i stedet for amplitudeverdier i NDH.....	21

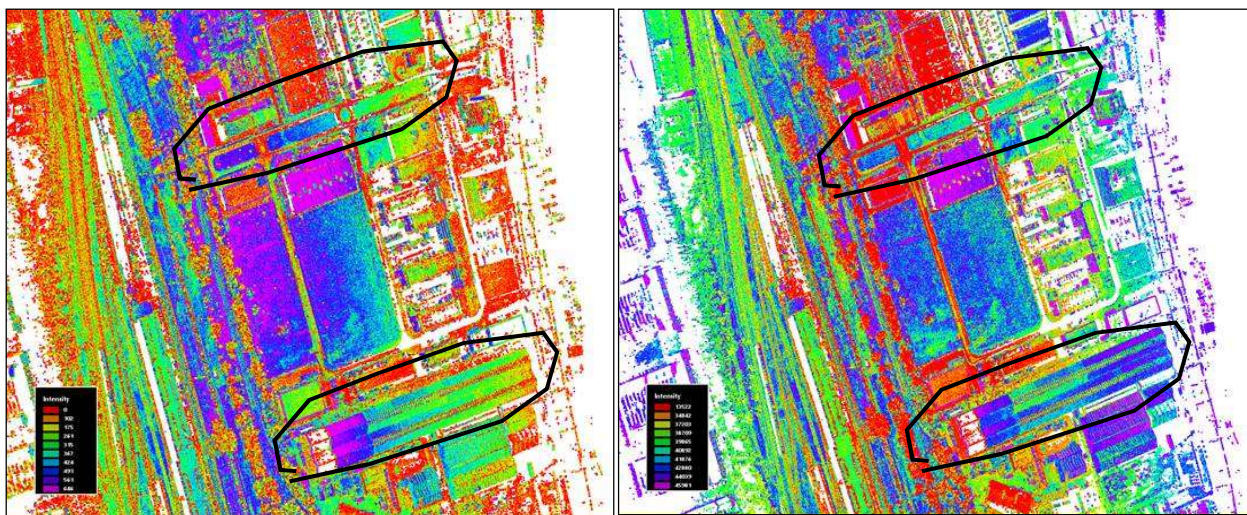


1. Formål

Vi har undersøkt hvorvidt det vil være fordelaktig å tilby rekkeviddekorrigerede reflektansdata fra Riegl-sensorene i stedet for amplitudeverdier som blir levert i dag. Dersom fordelene oppveier eventuelle ulemper, kan det være aktuelt å gå over til å levere reflektansdata i NDH allerede i 2018 så snart Statens kartverk gir grønt lys.

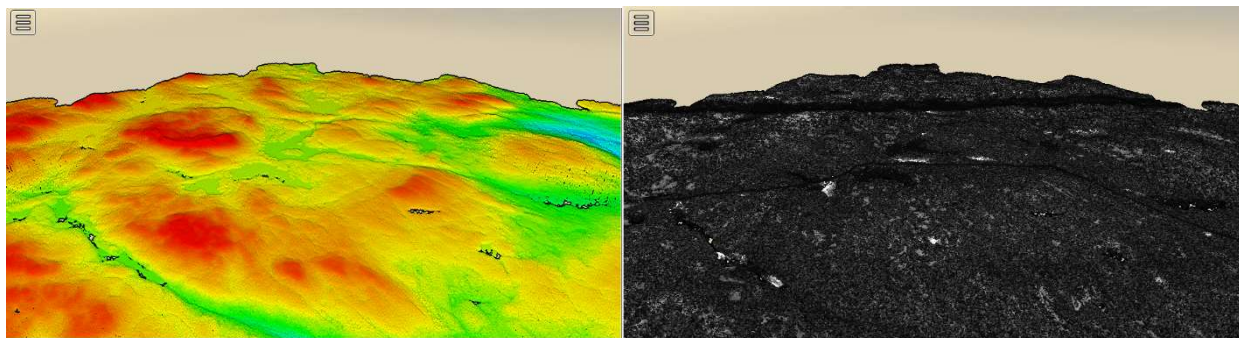
2. Bakgrunn

Det er et kjent fenomen at intensitetsverdiene i punktskyen fra laserskanning ikke er kalibrert, og dermed kan variere avhengig av opptaksforhold, flyhøyde og ikke minst sensortype. En ser også at intensiteten er høyere i nadir enn ut mot kantene av flystripa, da lyset fra kantene av skannet har gått en lengre vei gjennom atmosfæren enn lyset fra midten av flystripa p.g.a. skråavstanden. Dette er en utfordring når det gjelder bruk av intensitetsverdier til klassifisering og analyse, som særlig kommer til syne ved bruk av laserskanning til skoganalyse.



Figur 1: Eksempel på punktsky klassifisert etter intensitetsverdier (Illustrasjon fra vår test av Riegl VUX-1 i Nederland). Til venstre vises amplitude, med tydelig variasjon i intensitet ut mot kantene, se for eksempel områder ringet rundt i svart. Til høyre vises samme område med reflektansverdier. En kan se at intensitetsverdiene er mer homogene over samme type overflate.

Bruk av våre nye sensorer Riegl LMS-Q1560i i laserskanningen for NDH har gitt store fordeler i form av bl.a. effektiv datainnsamling og svært homogen punktfordeling i punktskyen. Men en ser også at prisen for stor flyhøyde og ekstremt høy pulsrate er relativt lave intensitetsverdier i punktskyen. Hvis brukeren av NDH-data ikke har laserprogramvare som automatisk «strekker» kontrasten i intensitet, så vil punktskyen fremstå som svært mørk.



Figur 2: Punktsky visualisert i 3D med viewer fra høydedata.no. Til høyre vises intensitetsdata. Punktskyen fremstår som svært mørk og små variasjoner/kontraster er lite synlige.

Vi ønsket derfor å se hvorvidt prosessering til reflektans kan føre til forbedringer på ett eller begge av disse punktene, og dermed gjøre data enda bedre tilpasset brukerne av NDH.

3. Prosessering og reprosessering av utvalgte datasett fra amplitude til reflektans

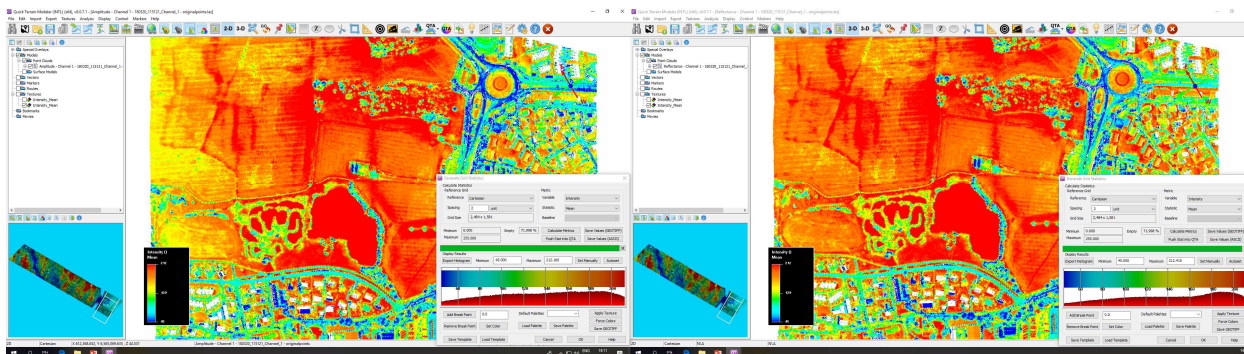
Det er reprosessert ett stort datasett (Krødsherad 2016) samt et mindre datasett fra Osломarka (2016). Da valget mellom amplitude og reflektans gjøres tidlig i preprosessering til Riegl-systemet, mister man i teorien alt arbeidet som er lagt i stripematching, justering mot kontrollflater og klassifisering. Vi har derfor investert en del tid i å finne en løype for reprosessering som bevarer geometriske korreksjoner og klassifisering som allerede er utført. Dette lyktes vi med, selv om det krever en del manuell innsats samt maskintid.

I tillegg er det prosessert opp både amplitude og reflektansdata for et testprosjekt fløyet i 2017, der det er testet ut stigende og synkende flyhøyde samt ulike lasereffekter. I teorien skal reflektansverdiene for samme type overflate være uavhengige av lasereffekt og flyhøyde, så denne testen er høyst relevant.

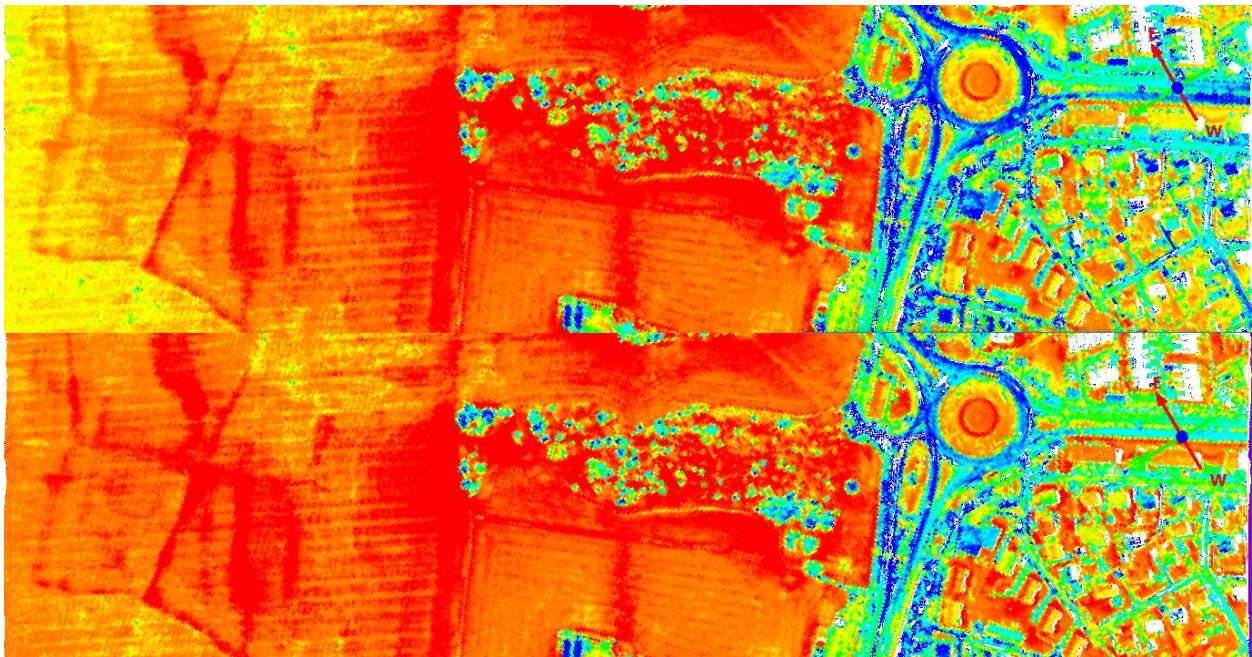
Det er også gjort noe visuell analyse av et testdatasett fra VUX-1 for jernbane i Nederland samt en teststripe over Fredrikstad fra 2017.

4. Visuell sammenlikning av intensitet i punktsky mellom amplitude og reflektans

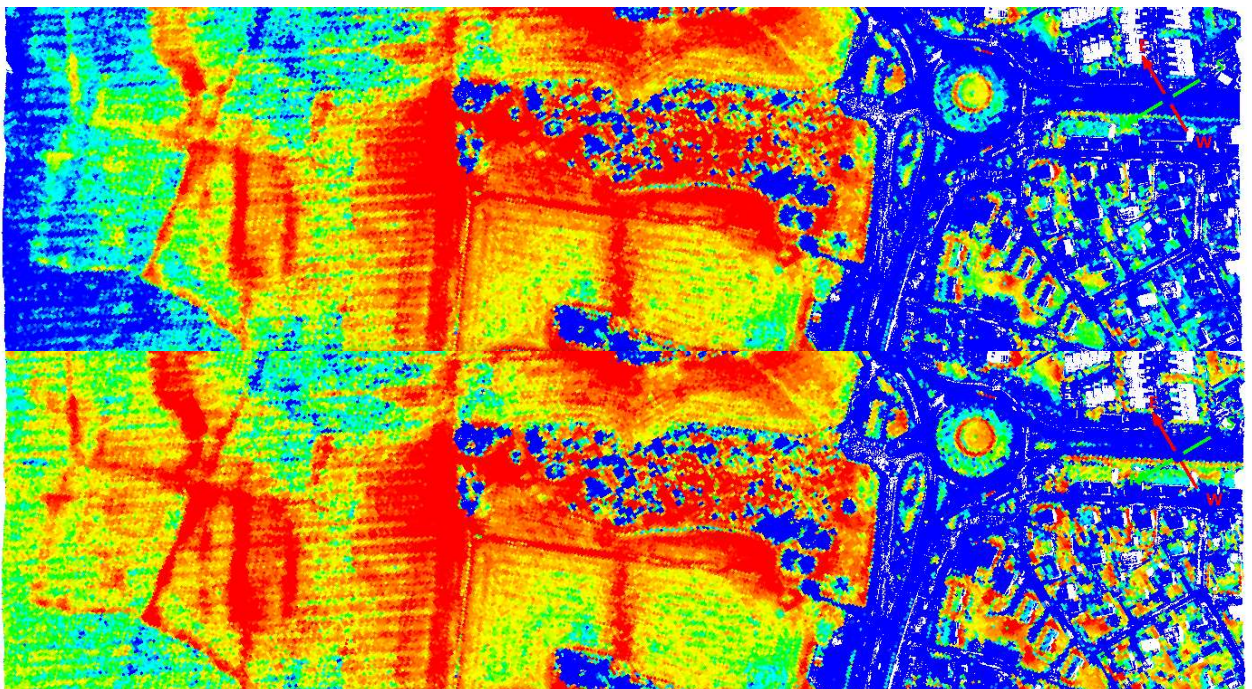
Et utsnitt fra et testområde i Fredrikstad flydd 20.mars 2018 med Riegl Q-1560i viser forskjellen i distribusjon av intensitet fra midten av stripe og ut mot kanten. For amplitude faller verdiene mot kanten av stripa, da lyset har reist lenger og blitt absorbert noe mer i atmosfæren. I reflektansverdiene er denne effekten kompensert ved rangekorreksjon.



Figur 3: Hel bredde av flystripe over Fredrikstad, skalert for best mulig visuell fremstilling. Amplitude t.v. og reflektans t.h. Både det visuelle inntrykket og histogrammene er svært like, men man ser antydning til at intensiteten reduseres mot kanten av flystripa i amplitudediagrammet t.v.



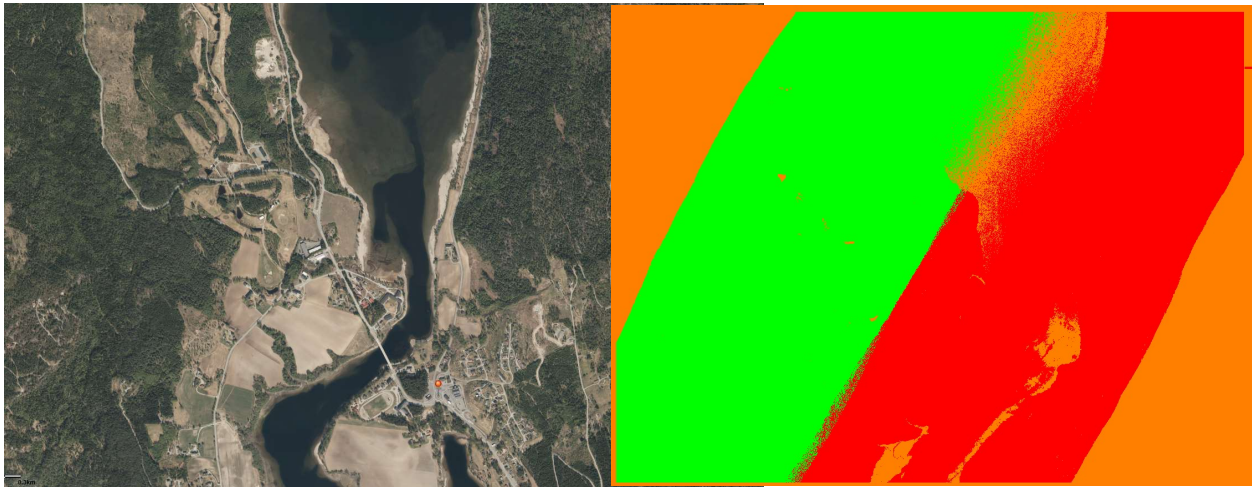
Figur 4: En zoom på stripebredden for amplitude (over) og reflektans (under). En ser at intensiteten reduseres mot kanten både på jordet til venstre og på hustak og bilveg til høyre i amplitudediagrammet. I reflektansdiagrammet ser det mer ut til at homogene flater (jorde, asfaltveg, hustak) har konstant intensitetsverdi uavhengig av skannevinkel, som jo er det vi ønsker å se.



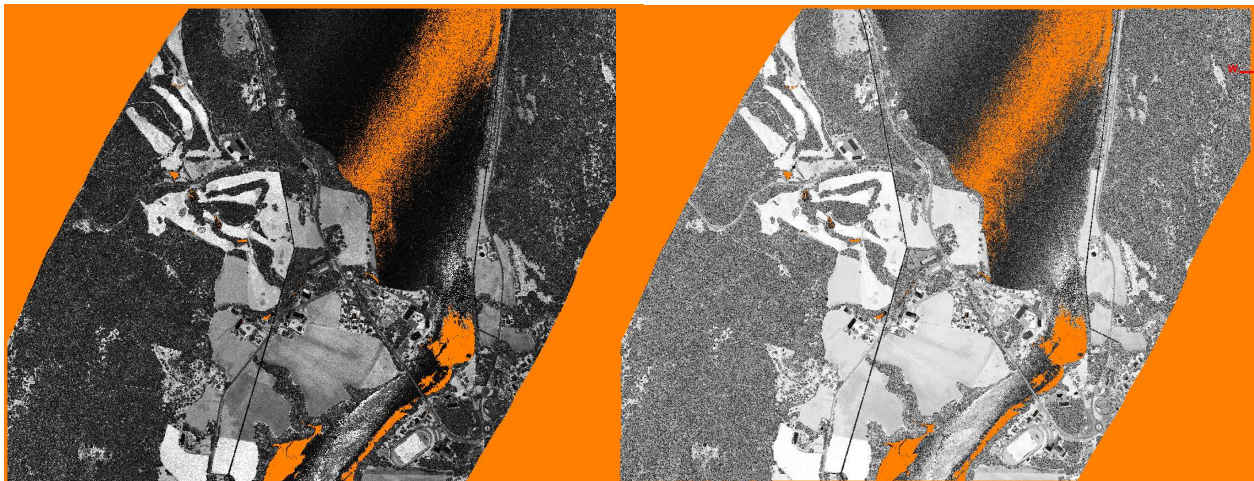
Figur 5: Samme utsnitt som i figur 4, der intensiteten er skalert for å fremheve variasjonen ut mot kantene i amplitudediagrammet.

5. Analyse av distribusjon av intensitet i amplitude og reflektans. Histogrammer.

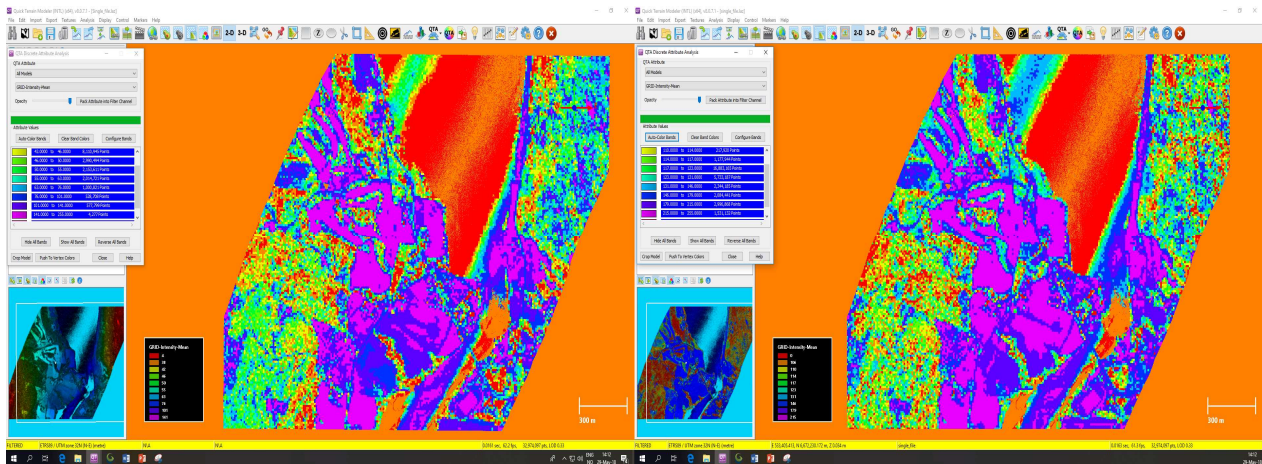
Det er valgt et utsnitt av Krødsherad flydd juni 2016, 2 pkt/m², Riegl Q-1560:



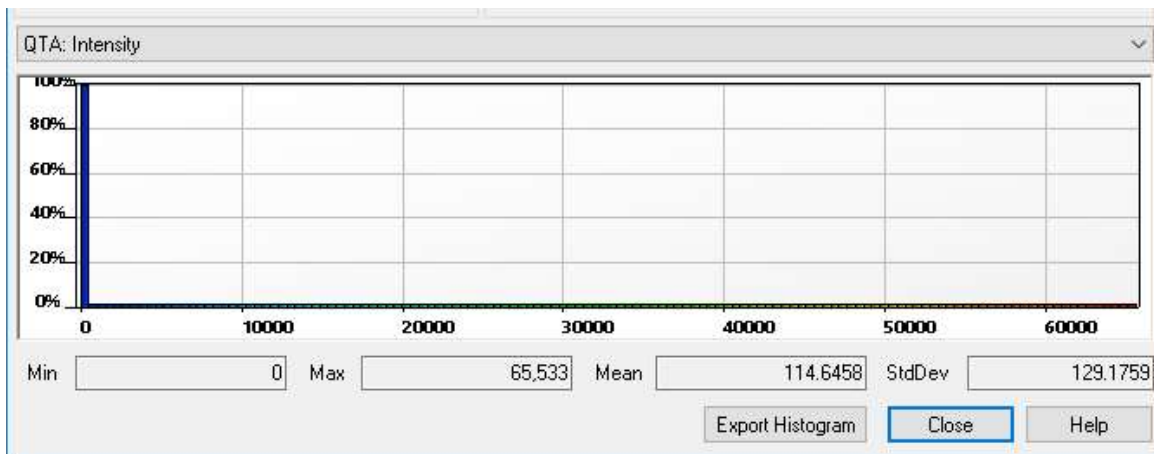
Figur 6: Utsnitt av to fulle stripebredder i Krødsherad, mellomliggende stripe er tatt bort for anledningen.



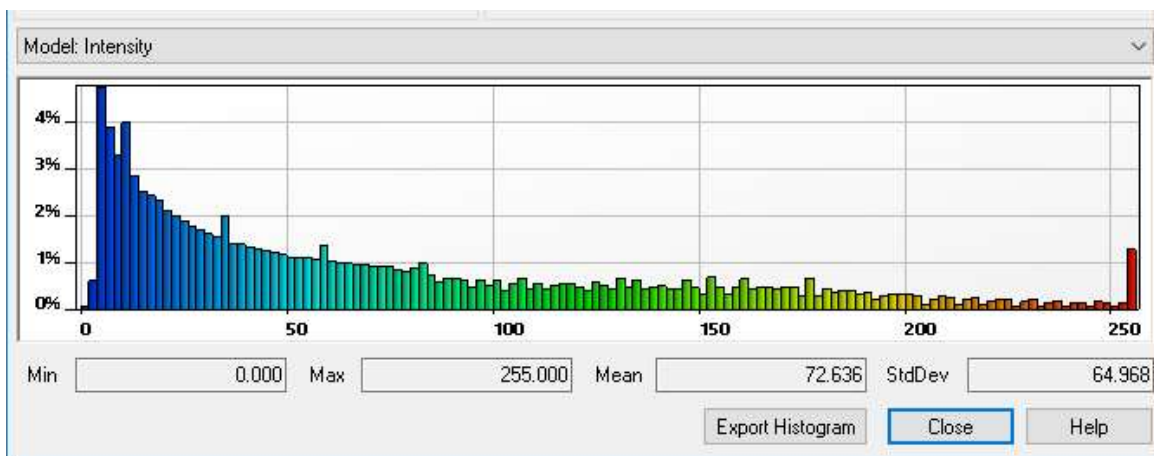
Figur 7: Intensitetsverdier som vist i Quick Terrain Modeler (automatisk skalert på 8 bit = 255 verdier). Amplitude til venstre og reflektans til høyre.



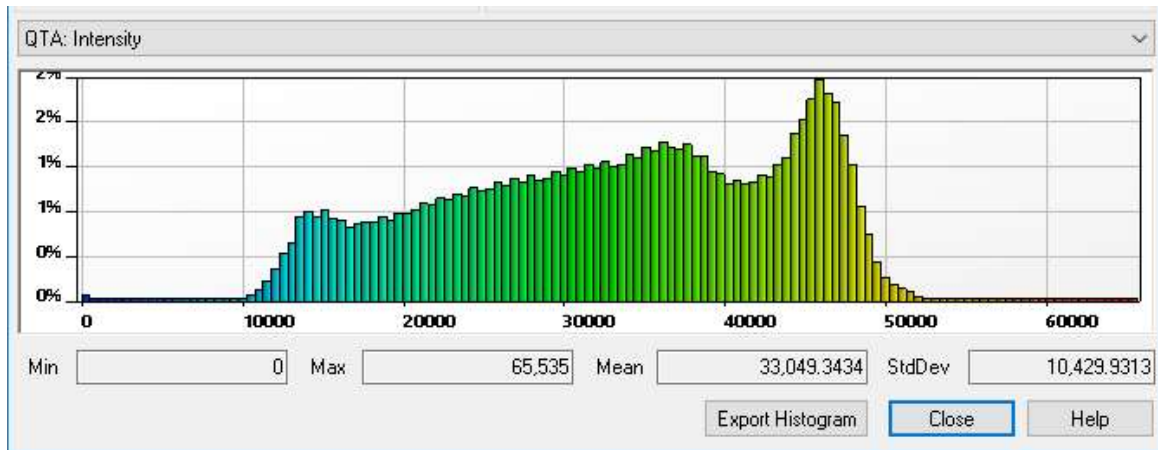
Figur 8: Klassifisering basert på intensitet, amplitude til venstre og reflektans til høyre. Variasjonen i intensitet mot kanten av stripa er mindre tydelig her enn for f.eks testdata fra Fredrikstad i fig. 3.



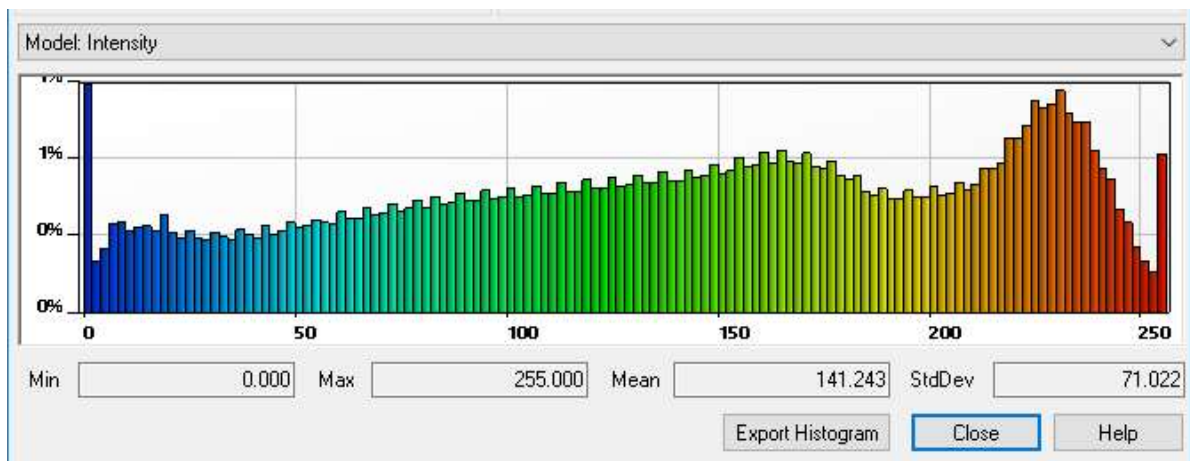
Figur 9: Original amplitude for Krødsherad, kodet på 16 bit. Verdiene varierer fra ca 0 til 400. Dette er mer enn nok nivåer til å kunne klassifisere ganske detaljert på intensitet tross alt, men gir visuelt en mørk punktsky når den er kodet på 16 bit.



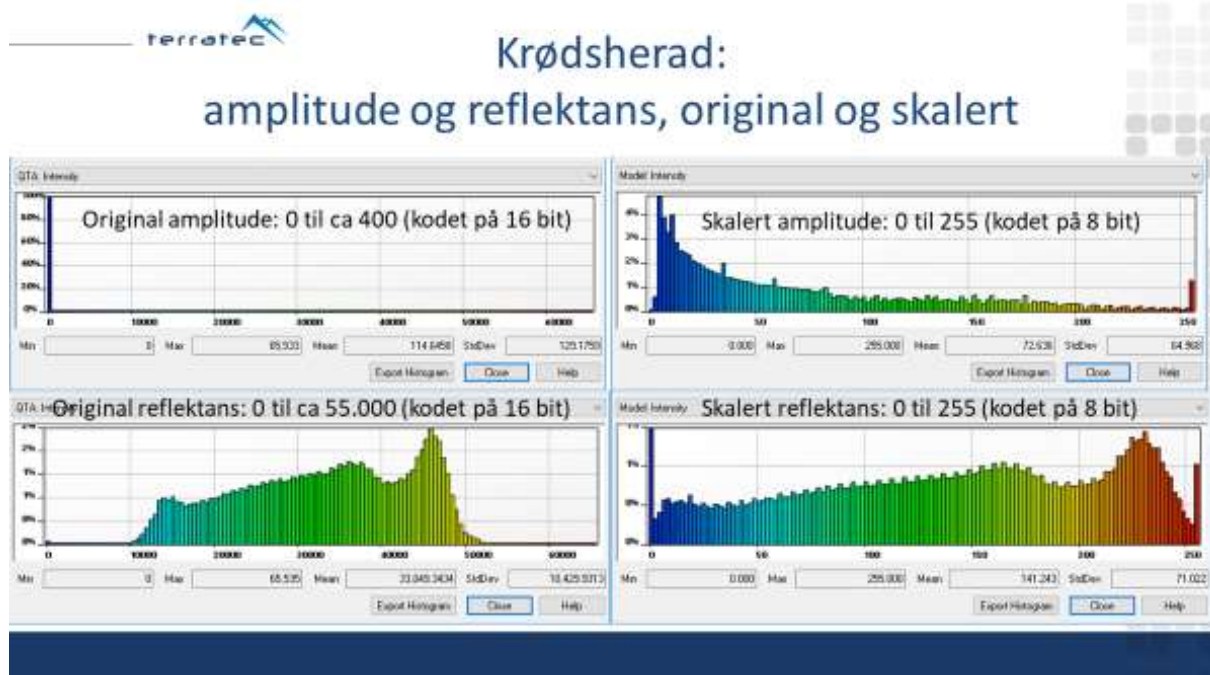
Figur 10: Samme amplitudeverdier som i figur 9, med skalert amplitude i QTM fra 0 til 255. En ser at hovedtyngden av verdiene ligger rundt de laveste tallene.



Figur 11: Original reflektans for Krødsherad, kodet på 16 bit. En kan observere at verdiene er bedre balansert i forhold til skalaen de er kodet på, noe som vil gi et lysere/bedre visuelt inntrykk når dataene ikke er skalert i viewer. En ser også at kontrasten er økt i de mørkeste partiene pga den logaritmiske skalaen (dette forklares i detalj senere i rapporten). Samtidig kan en observere noen topper med klart definerte reflektansverdier, som antakelig er mulig pga rekkeviddekorrigerings, slik at f.eks alle gresspartier får noenlunde lik reflektans (topp rundt verdi 47 000). Dette er i tråd med det vi håpet å observere.



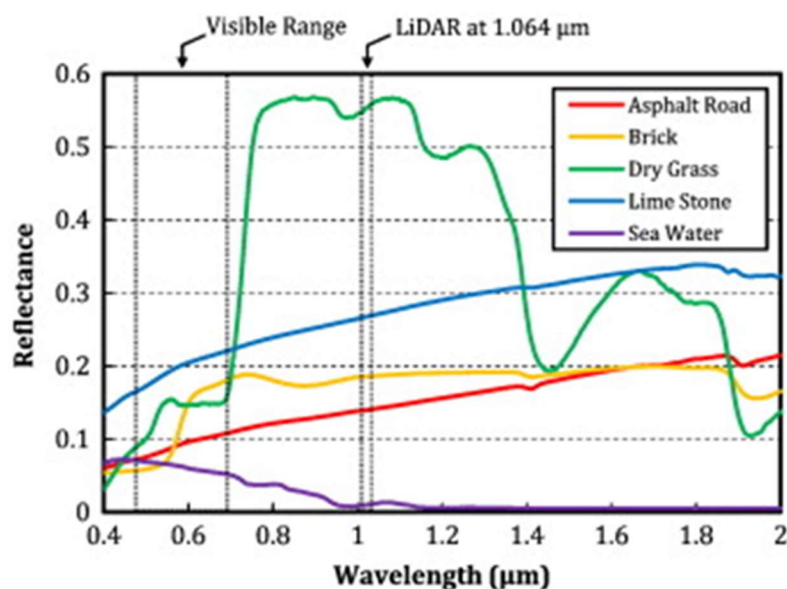
Figur 12: Reflektans skalert på 8 bit (0 til 255) for samme område i Krødsherad. Skaleringen gir noe bedre kontraster visuelt, men skaleringen er ikke nødvendig for et godt visuelt inntrykk.



Figur 13: De fire histogrammene for amplitude og reflektans, original og skalert, sammenstilt i ett plott.

6. Hva betyr tallverdiene i intensitetsdataene? Hvordan oversettes disse til reell reflektans?

Reflektansen til et materiale for en bestemt bølgelengde er gitt som et forholdstall mellom 0 og 1, der 0 er en helt mørk overflate mens 1 er en perfekt hvit overflate som reflekterer 100% av lyset. Reflektans er noen ganger oppgitt som forholdstall og noen ganger som prosent.



Figur 14: typiske verdier for reflektans for et utvalg overflater. Laserens bølgelengde er 1064 nm, som tilsvarer 1,064 på x-aksen over.

Fra Riegls RiPROCESS-manual:

Reflectance is the ratio of the target's echo signal power to the echo signal power returned from a white target at the same distance.

Notes on LAS export:

The LAS format has a fixed "intensity" value range of [0..65535] (16 bit unsigned integer).

The amplitude or reflectance values stored in the scan data have a different value range (depending on the instrument type).

So when exporting amplitude or reflectance values as "LAS intensity", the values must be rescaled. The rescaling can be controlled by defining minimum and maximum amplitude or reflectance values upon data export.

Example:

Intensity source: Reflectance


Limits: -25 .. +5 dB

```
-25 dB reflectance will be exported as 0 intensity
-19 dB .. 13107 intensity
-11 dB .. 30583 intensity
 1 dB .. 56797 intensity
+5 dB .. 65535 intensity
...
```

In case of amplitude, the unit is not always dB but can be selected by the user in the program options. Thus the values are different but the principle is the same.

Dette betyr i praksis at intensitetsverdiene blir fordelt på en skala på totalt 30 enheter, fra -25 til + 5, der hver enhet tilsvarer en desibel (dB).

Hva betyr dette?



Hva betyr reflektansverdiene i .las-fil?

Et forholdstall oppgitt i dB tilsvarer tierlogaritmen til forholdstallet multiplisert med 10:

$$dB = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1}$$

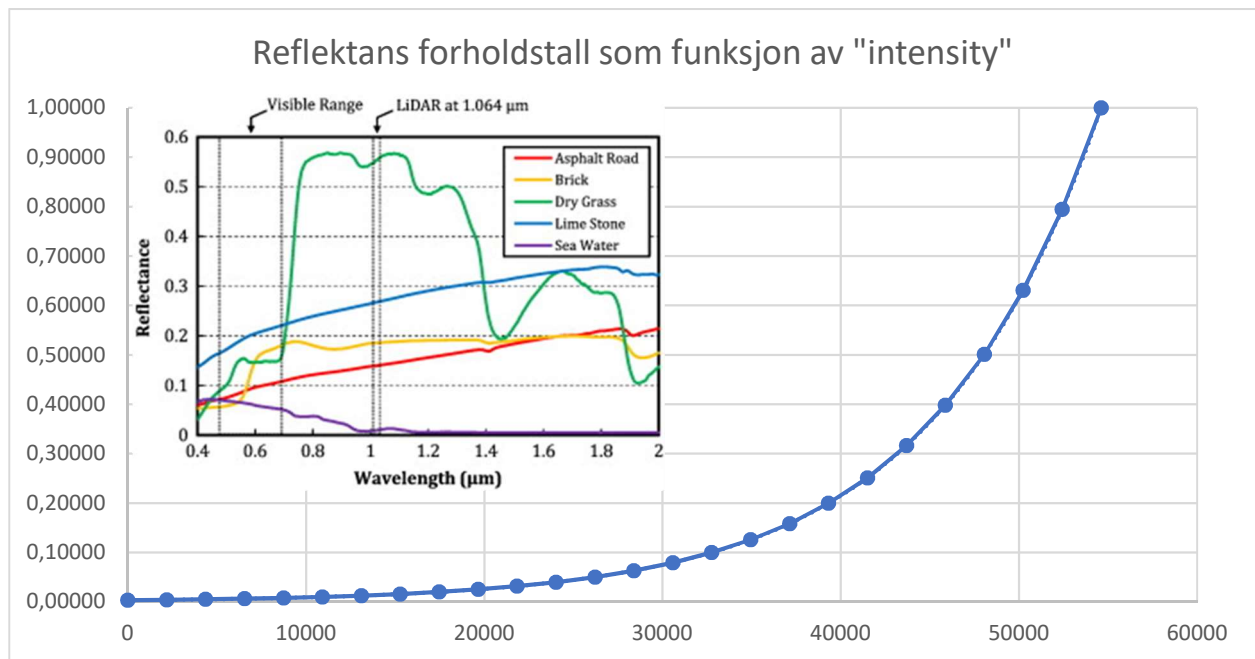
For eksempel tilsvarer 100% 0 dB, 50% tilsvarer -3dB og 25% tilsvarer -6dB. Vi har laget en tabell i excel med noen typiske verdier for illustrasjon:

dB	forholdsta ll	prosent
6	3.981	398.1
3	1.995	199.5
0	1.000	100.0
-3	0.501	50.1
-6	0.251	25.1
-9	0.126	12.6
-10	0.100	10.0
-12	0.063	6.3
-15	0.032	3.2
-18	0.016	1.6
-20	0.010	1.0
-21	0.008	0.8

I praksis gir det følgende tabell i forhold til verdiene som leses i .las-filen fra 0 til 65536:

Reflectance dB	Intensitet i las-fil	Reflektans forholdstall	Reflectance %
-25	1	0.00316	0.316
-24	2185	0.00398	0.398
-23	4370	0.00501	0.501
-22	6554	0.00631	0.631
-21	8739	0.00794	0.794
-20	10923	0.01000	1.000
-19	13108	0.01259	1.259
-18	15292	0.01585	1.585
-17	17477	0.01995	1.995
-16	19661	0.02512	2.512
-15	21846	0.03162	3.162
-14	24030	0.03981	3.981
-13	26215	0.05012	5.012
-12	28399	0.06310	6.310
-11	30584	0.07943	7.943
-10	32768	0.10000	10.000
-9	34953	0.12589	12.589
-8	37137	0.15849	15.849
-7	39322	0.19953	19.953
-6	41506	0.25119	25.119
-5	43691	0.31623	31.623
-4	45875	0.39811	39.811
-3	48060	0.50119	50.119
-2	50244	0.63096	63.096
-1	52429	0.79433	79.433
0	54613	1.00000	100.000
1	56798	1.25893	125.893
2	58982	1.58489	158.489
3	61167	1.99526	199.526
4	63351	2.51189	251.189
5	65536	3.16228	316.228

Verdier over 100% gir ingen reell mening til vanlig, men Riegl skriver i sin manual at disse verdiene brukes for overflater som oppfører seg annerledes i forhold til normal diffus refleksjon (spekulær refleksjon, reflekser, vegmerking og andre atypiske overflater).



Figur 15: Reflektans som forholdstall gitt som funksjon av avleste verdier i reflektans fra .las-fil. Merk at på grunn av den logaritmiske skalaen vil kontrasten mellom de mørke partiene økes, mens kontrasten til de lyseste partiene (som uansett er godt synlige) tones ned.

For å regne direkte om fra tallet mellom 0 og 65535 i intensiteten i .las-fila til reflektans i prosent, må en bruke følgende (noe komplekse) formel, der R er reflektans og i er intensitet fra .las-fil:

$$R(\%) =$$

$$100 \times 10^{10} \left(\frac{1}{65\,536} \right)^{(i+1) \times 30 - 25}$$

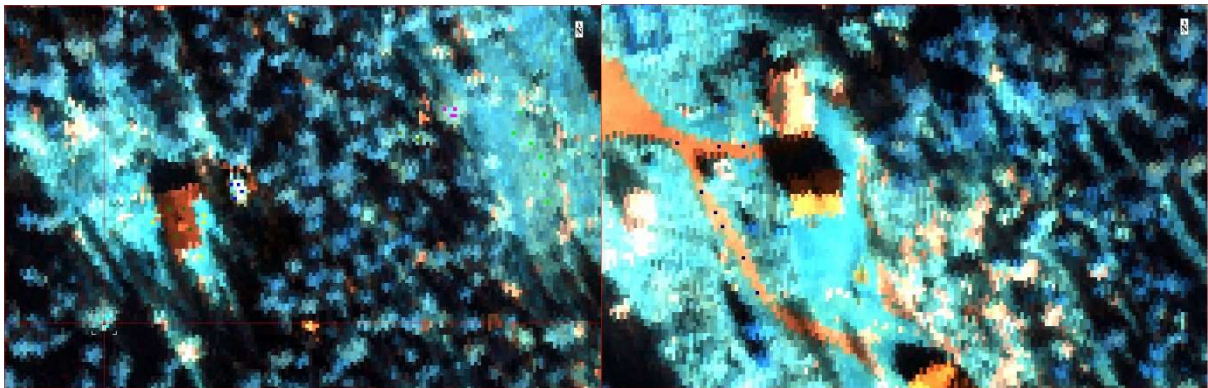
7. Vurdering av relative reflektansverdier. Sammenlikning med reflektans fra hyperspektrale data

Når vi nå er kommet frem til hva tallene betyr, er det på tide å sammenlikne med kjente reflektansverdier og se hvorvidt reflektansverdiene fra .las-filene gir mening.

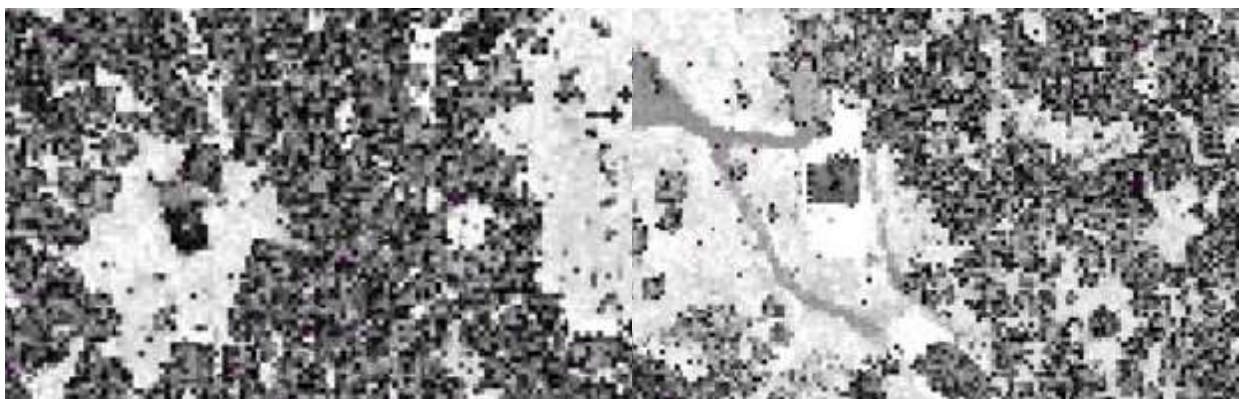
For et hyperspektralt testdatasett i Osloomarka nær Øvresetertjern har vi tatt ut atmosfærekorrigerede verdier både i spektralområde VNIR og SWIR for noen typiske overflater. VNIR har bare bølgelengder opp til 1000 nm, men siden verdien 1064 er såpass nær har vi vurdert disse dataene også som nyttige.



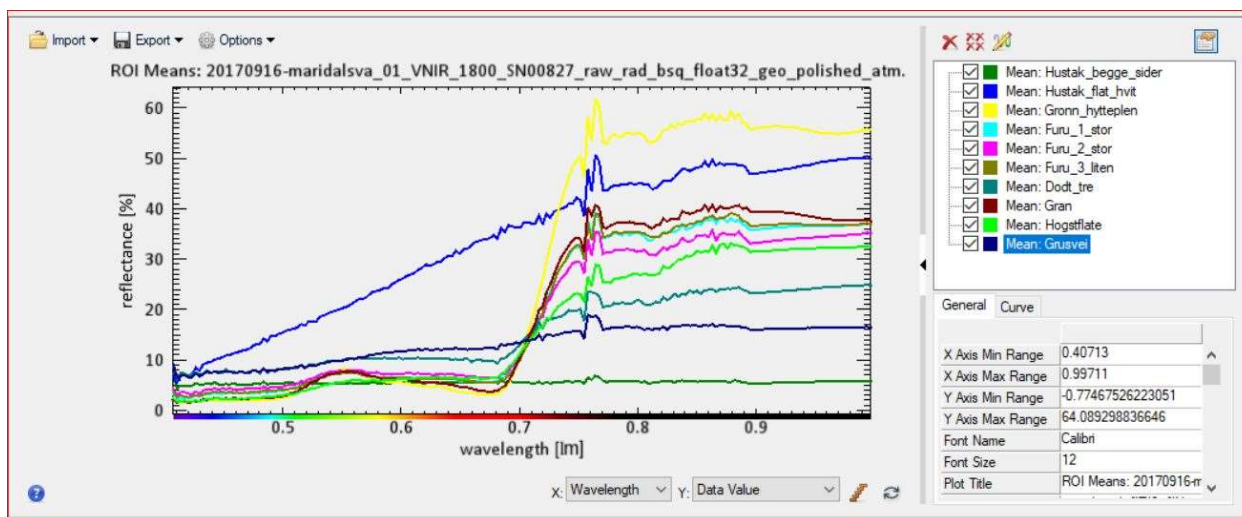
Figur 16: Eksempelpixler fra hyttetak, gressplen, gran, furu, hogstområder og grusvei i Oslomarka, VNIR-datasett.



Figur 17: Samme pixler fra hyttetak, gressplen, gran, furu, hogstområder og grusvei i Oslomarka, SWIR-datasett.



Figur 18: Samme pixler testet i et intensitetsbilde fra laserdata NDH 2pkt/m² fra 2016 der det er beregnet gjennomsnittsverdi for reflektans fra alle punkter i et 1x1 meters grid. Disse reflektansverdiene ble sammenliknet med verdiene fra hyperspektralt.



Figur 19: Reflektansverdier for ulike overflater som funksjon av bølgelengde, VNIR-område. Høyre side av x-aksen ligger nærmest laserbølgelengde (1064nm). Høyest reflektansverdi har «hytteplen» på ca 55%.

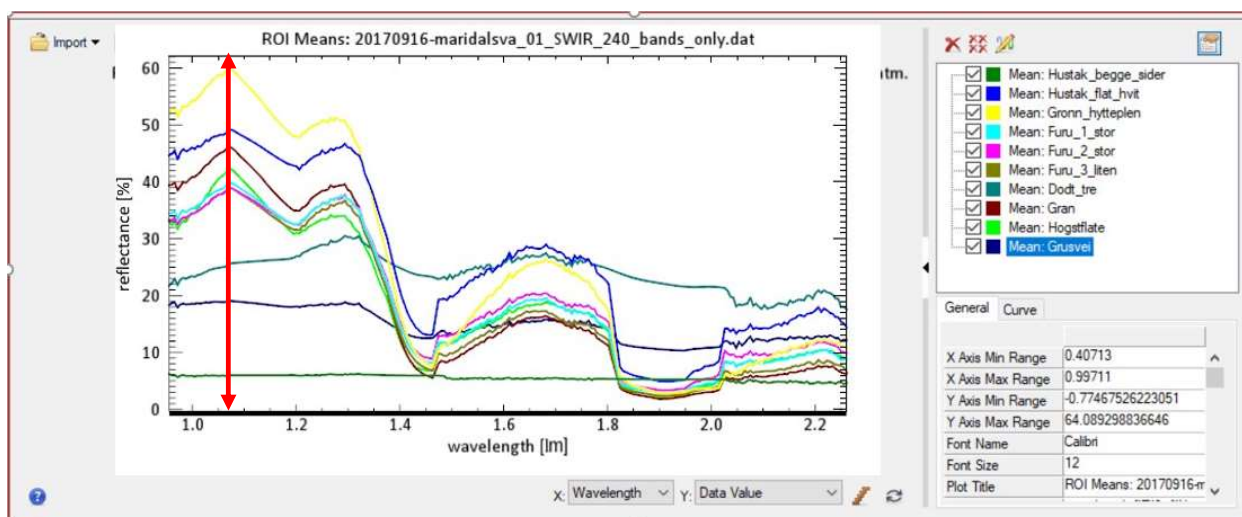


Fig 20: Reflektansverdier for ulike overflater som funksjon av bølgelengde, SWIR-område. 1064 nm er markert med rød pil. «Hytteplen» har fortsatt høyest reflektansverdi med ca 60%. Lavest er hustak med snittreflektans på 5%. Verdiene stemmer relativt godt overens med VNIR-verdiene.

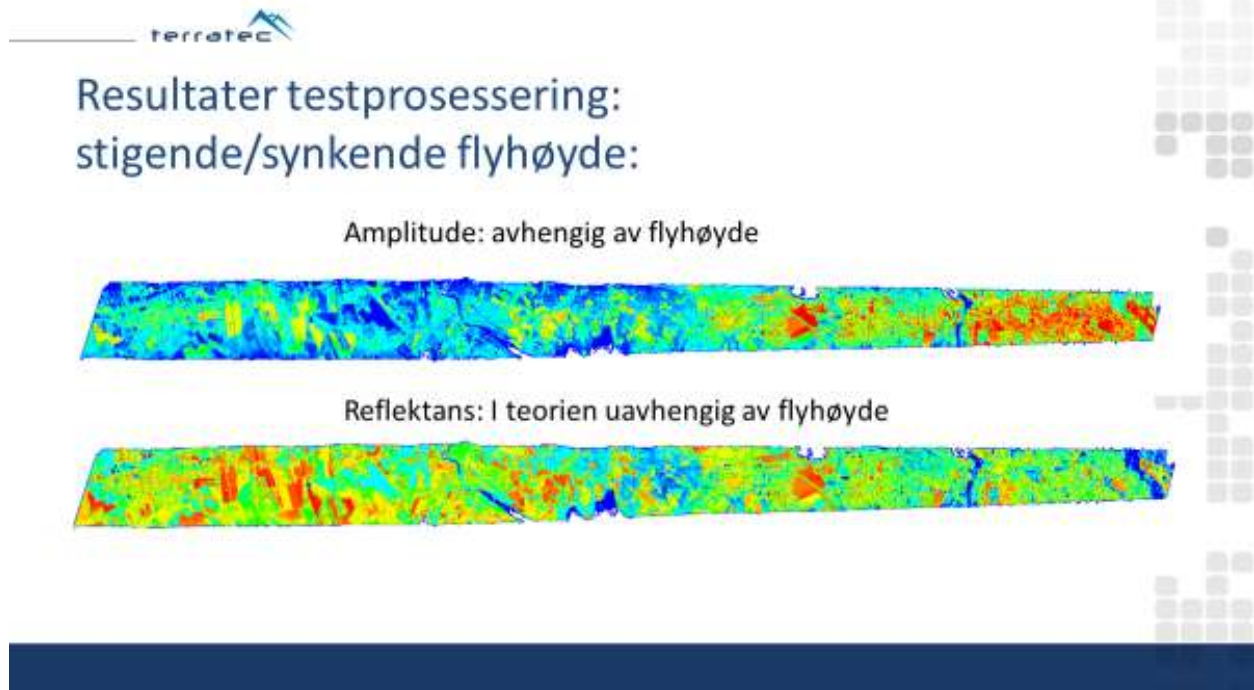
Tilsvarende verdier for noen av områdene fra laserdata er hentet ut i en tabell:

Laser	Reflektans	%
Hyttetak	24862	5
Hvitt tak	46173	40
Hytteplen	48034	50
Furu	33071	11
Hogstflate	45730	38
Grusvei	37480	15
Gran	28392	7

En ser at verdiene for homogene flater, med sannsynligvis bare en laserretur, stemmer overraskende bra. På trær som gran og furu, derimot, er det store avvik. Antakelig fordi a) bare en del av fotavtrykket treffer treet og b) intensiteten er regnet som et snitt av alle punkter, dvs også alle multiple returer som antakelig har svært lav intensitet hver for seg. Gitt tilgjengelig finansiering ville det være svært interessant å gjøre

et mer omfattende studium av reflektansverdier. Vi anser uansett denne første stikkprøven som vellykket, og vi ser at reflektansverdiene fra laserdata i høy grad gir en fysisk mening.

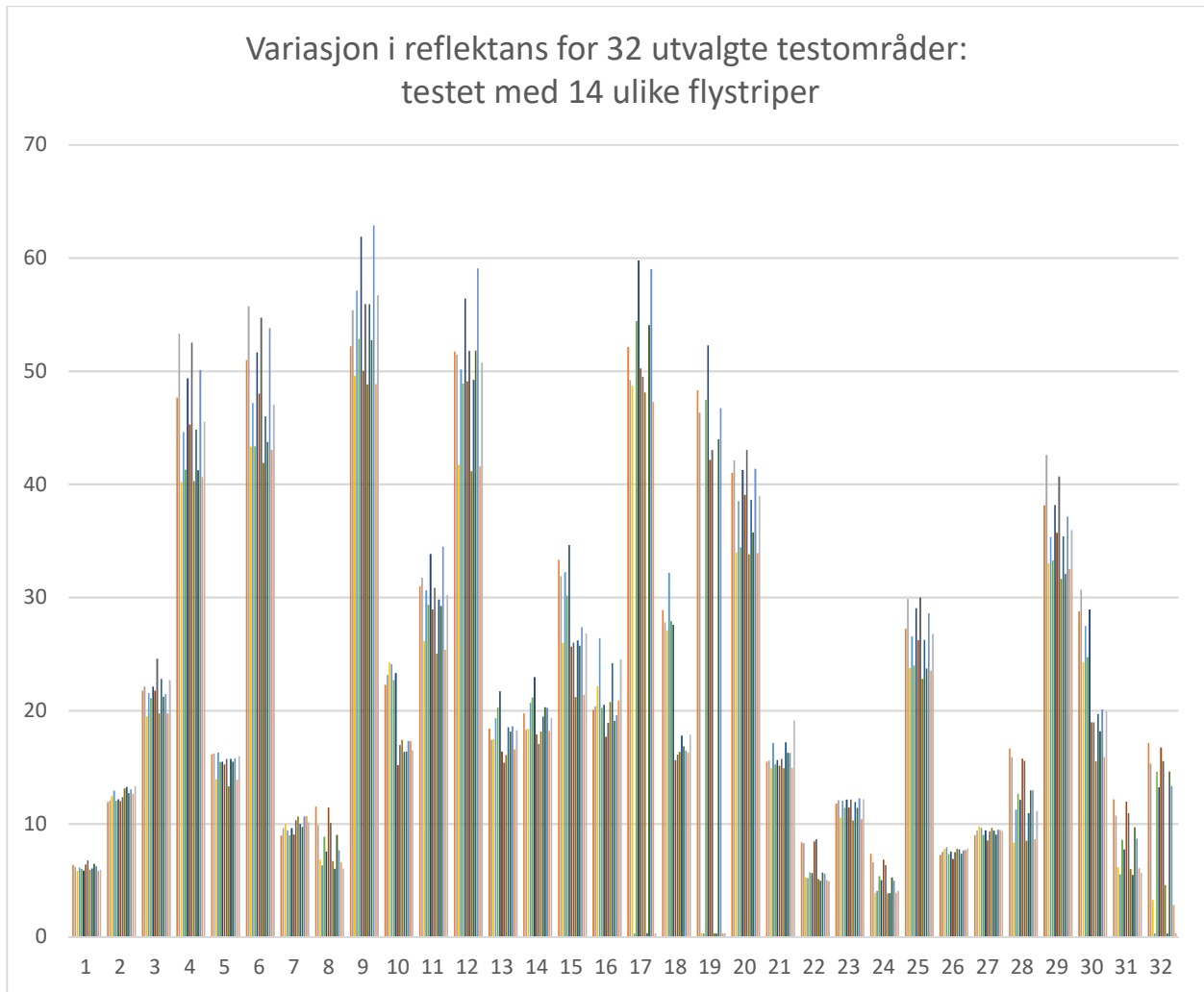
8. Statistisk sammenlikning av reflektansverdier i samme testområder for ulike laserstillinger og flyhøyder



Figur 21: Flystripe fløyet med stigende flyhøyde, prosessert med amplitude (over) og reflektans (under). En ser tydelig at der stripa blir bredere (større flyhøyde) går amplitudeverdien ned, mens for reflektansverdier holder de seg relativt homogene over hele flystripa.

Det er utført en sammenlikning av totalt 7 ulike flystriper over Østfold, flydd på to datoer med Riegl Q1560 (17. august og 20. august 2017, henholdsvis før og etter «purgning» med nitrogen for å redusere støy). Med to separate kanaler gir dette til sammen 14 testflystriper for statistisk sammenlikning. Noen områder vil typisk ha feilkilder som f.eks biler til stede på veier og parkeringsplasser. Dette er ikke studert i detalj. Det er valgt ut 32 testområder, fordelt ut over den stigende/synkende flystripa.

Fil	17. aug ch1 stigende 25% lasereffekt før purging	17. aug ch2 stigende 25% lasereffekt før purging	17. aug ch1 synkende 100% lasereffekt purging	17. aug ch2 synkende 100% lasereffekt purging	17. aug ch1 stigende 50% lasereffekt før purging	17. aug ch2 stigende 25% lasereffekt etter purging	20. aug ch1 synkende 100% lasereffekt etter purging	20. aug ch2 synkende 100% lasereffekt etter purging	20. aug ch1 stigende 30% lasereffekt etter purging	20. aug ch2 stigende 50% lasereffekt etter purging	20. aug ch1B synkende 100% lasereffekt	20. aug ch2B synkende 100% lasereffekt	Kommentar	
Asfalt_rundkjøring	6.4	6.2	5.8	6.1	6.0	5.9	6.4	6.8	5.9	6.0	6.4	5.8	5.9	
Asfalt_rundkjøring_nordvest	11.9	12.1	12.4	12.9	12.0	12.2	12.0	12.4	13.1	13.3	12.7	13.0	12.7	13.3
Bru_over_motorvei	21.8	22.1	19.5	21.6	21.1	22.1	21.8	24.6	19.7	22.8	21.2	21.5	19.8	22.7
Fotballbane_1	47.7	53.3	40.2	44.6	41.3	49.4	45.3	52.5	40.3	44.8	41.2	50.1	40.6	45.5
Fotballbane_2	16.1	16.2	13.9	16.3	15.4	15.5	15.2	15.7	13.3	15.7	15.5	15.8	13.9	16.0
Fotballbane_3	51.0	55.7	43.3	47.2	43.4	51.7	48.0	54.7	41.9	46.0	43.7	53.8	43.1	47.0
Fotballbane_4	9.0	9.6	10.0	9.4	9.0	9.6	9.0	10.3	10.6	10.0	9.7	10.7	10.7	10.1
Gran_2	11.5	9.9	6.8	6.3	8.9	7.5	11.4	10.1	6.7	6.0	9.0	7.7	6.6	6.0
Grus	52.2	55.4	49.6	57.1	52.8	61.9	50.0	55.9	48.8	55.9	52.7	62.9	48.8	56.7
Grus_2	22.3	23.1	24.2	24.1	22.7	23.3	15.2	16.9	17.4	16.3	16.4	17.3	17.3	16.5
Hustak_4	31.0	31.7	26.2	30.6	29.4	33.8	28.9	30.9	25.0	29.8	29.2	34.5	25.4	30.2
Innehenging	51.7	51.5	41.7	50.2	48.9	56.4	49.1	51.8	41.2	49.2	51.8	59.1	41.6	50.8
Jorde_1	18.4	17.4	17.5	19.3	20.3	21.7	16.4	15.4	16.1	18.5	18.1	18.6	16.6	18.3
Jorde_2	19.8	18.3	18.4	20.7	21.2	23.0	17.9	17.1	18.2	19.5	20.3	20.3	18.2	19.4
Jorde_3	33.3	31.9	26.0	32.2	30.2	34.6	25.7	26.0	21.2	26.2	25.7	27.4	21.4	26.8
Jorde_4	20.1	20.4	22.1	26.4	20.3	20.5	17.7	18.9	20.8	24.2	19.1	19.6	20.9	24.5
Jorde_5	52.2	49.2	48.7	0.3	54.4	59.8	50.2	49.5	48.1	0.3	54.1	59.0	47.3	0.3
Jorde_6	28.9	27.8	27.1	32.2	27.9	27.6	15.6	16.1	16.4	17.8	16.8	16.5	16.3	17.9
Jorde_7	48.3	46.3	0.3	0.3	47.5	52.3	42.2	43.0	0.3	0.3	44.0	46.7	0.3	0.3
Kirkegaard	41.0	42.1	34.0	38.5	34.4	41.3	39.1	43.0	33.8	38.6	35.8	41.4	33.9	39.0
Motorvei	15.5	15.6	14.9	17.1	15.2	15.6	15.1	15.7	14.9	17.2	16.3	16.2	14.9	19.1
Mulig_jorde_m_plast	8.4	8.3	5.2	5.2	5.7	5.6	8.4	8.6	5.1	5.0	5.7	5.6	5.0	4.9
Parkeringsplass_1	11.8	12.1	10.5	12.0	11.4	12.1	11.4	12.1	10.3	11.9	11.4	12.3	10.4	12.2
Tak_1	7.3	6.6	3.9	4.1	5.4	5.0	6.8	6.3	3.8	3.9	5.3	5.0	3.9	4.1
Tak_2_nordvest	27.2	29.9	23.8	26.5	24.0	29.1	26.2	30.0	22.8	26.2	23.7	28.6	23.5	26.8
Tak_nordvest	7.2	7.5	7.8	7.9	7.3	7.5	6.9	7.5	7.8	7.7	7.4	7.6	7.7	7.8
Tett_lovskog	9.0	9.4	9.8	9.6	9.0	9.4	8.5	9.3	9.6	9.4	9.0	9.5	9.4	9.4
Travbane_gresslette_inni	16.7	15.9	8.3	11.2	12.6	12.1	15.8	15.6	8.5	10.9	13.0	12.9	8.6	11.1
Travbane_paa_sporet	38.1	42.6	33.0	35.3	33.3	38.2	35.7	40.7	31.6	35.4	32.1	37.2	32.5	36.0
Ung_gran	28.8	30.7	24.3	27.5	24.7	28.9	19.0	19.0	15.5	19.7	18.2	20.1	15.9	19.9
Unggran_2	12.2	10.7	6.2	5.5	8.6	7.7	12.0	10.9	6.0	5.5	9.7	8.7	6.1	5.6
Sløgtolt	17.1	15.3	3.3	0.3	14.6	13.2	16.7	15.5	4.6	0.3	14.6	13.3	2.8	0.3



Figur 22: Graf som viser variasjon i reflektans for 32 ulike testområder i totalt 14 separate sett laserdata, flydd med ulik høyde og lasereffekt. Igjen ser en at typisk homogene flater gir relativt stabile verdier, mens trær og skogsområder viser variasjon.



Figur 23: Noen av testområdene for reflektans med ulik setting og flyhøyde

9. Innspill ang reflektans i skoganalyse fra Institutt for Naturforvaltning (INA) på NMBU

Rapporten er mottatt fra forsker Hans Ole Ørka og professor Terje Gobakken. Resultatene er høyst midlertidige, men så langt svært lovende. Våre kontakter i skogbransjen stiller seg så langt udelt positive til overgang til reflektansverdier i NDH.

Bruk av laser intensitet for arealbasert estimering av treslagsandeler

Hans Ole Ørka og Terje Gobakken

29. mai 2018

Bullet points

- Treslagsinformasjon i praktisk skogbruk blir beregnet som andel av volumet.
- Treslagsinformasjon er vanskelige å estimere.
- Intensitet virker som en lovende datakilde.

Sammendrag

Treslagsinformasjon i praktisk skogbruk blir beregnet som andel gran, furu og løv volum av totalt bestandsvolum. Det registreres ikke informasjon om enkelttrær da dette er kostbart. I Finland brukes k-nærmeste nabo til å estimere treslag ut i fra en database med felldata. Denne metoden gir tilfredsstillende resultat i Finland, men krever mye felldatainnsamling og i finske takster registreres det 3-5 ganger så mange prøveflater som i Norge. Det er derfor behov for andre og mer kostnadseffektive metoder i Norge.

I Finland brukes hovedsakelig flybilder til estimering av treslag-spesifikt volum. I Norge har vi tidligere testet flybilder (Puliti et al. 2017) og hyperspektrale (Ørka et al. 2013) bilder for treslagsestimering. Intensitet er kun brukt til klassifisering av enkelttrær i Norge (Ørka et al. 2009; Ørka et al. 2012). I andre land er intensitet fra laserskanning brukt til areal-basert estimering av treslagsandeler (Donoghue et al. 2007). I denne studie ble det bruk Dirichlet regression for estimering av treslagsandeler og ikke-lineær regresjon for estimering av totalt volum.

Kalibret intensitet fra et Rigel laser instrument benyttet og testen ble gjennomført for et studieområde i Krødsherad kommune. Resultatene ble sammenlignet med bildemachingsdata og fargeverdier fra vanlige flybilder (rød, grønn, blå (RGB)) sammelt inn gjennom omløpsfotograferingen. For sammenligning ble det også benyttet et studieområde i Våler kommune i Østfold der vanlige flybilder (RGB), infrarøde bilder (NIR) og bruk av teksturvariabler ble testet. Resultatene viser at intensitet fra laserskanning gir bedre resultat for estimering av treslagsandeler enn RGB fra flybilder (Figur 1). Selv om man ved bruk av bildedata men med NIR og teksturvariabler i tillegg kan forvente en forbedring på 5 - 10 prosentpoeng (Figur 2) så tyder resultatene på at intensitet fra laserskanning vil gi et bedre resultat. Resultatet er lovende og interessant med tanke på å benytte laserskanning og intensitet kontra bildematching og fargeverdier for estimering av treslagsandeler.

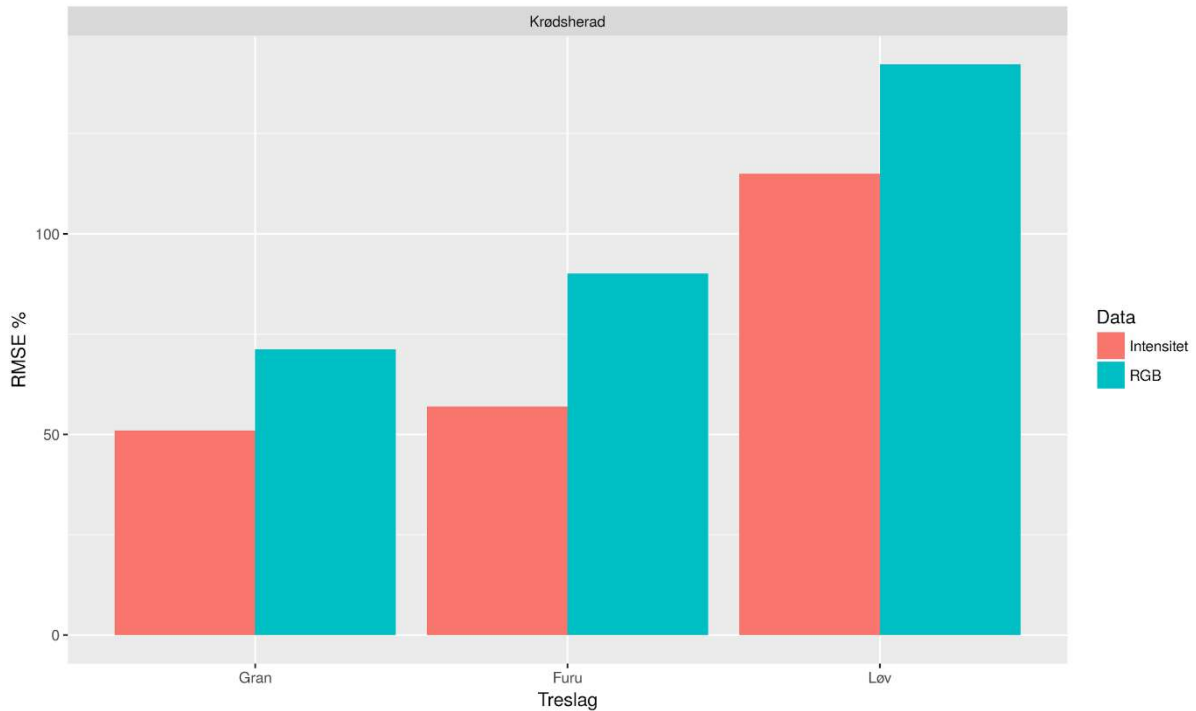
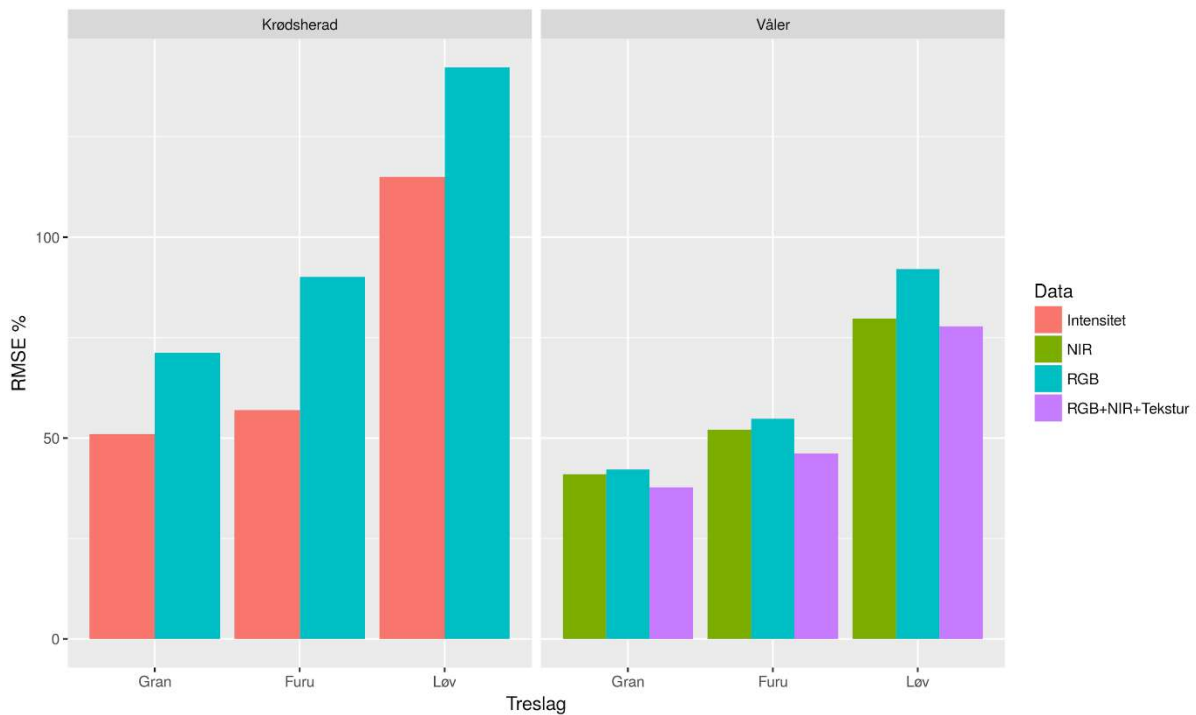


Figure 1. RMSE % for gran, furu og løv i Krødsherad estimert med intensitet fra laserskanning og flybilder (RGB).



Figur 2. Resultat fra Krødsherad og sammenligning av RGB, NIR og teksturvariabler for Våler i Østfold.

10. Vår konklusjon angående bruk av reflektansverdier i stedet for amplitudeverdier i NDH

Vi er kommet til den konklusjon at det er **mye å vinne** og **lite å tape** på å gå over til reflektansverdier i intensitet i NDH. Reflektans gir i betydelig høyere grad enn før en kalibrert verdi for intensitet som er relativt stabil uavhengig av opptaksforhold. Formatet har også den fordelen at det øker kontrasten i områdene med lav intensitet, slik at en kan skille også på de mørkere partiene. Rekkeviddekorrigeringen gjør at enkelte typiske verdier for reflektans peker seg ut i histogrammene for intensitet, som tilfører ny informasjon som tidligere ikke har vært tilgjengelig.

Overgang til reflektans vil ikke kreve ekstra ressurser eller medføre ekstra kostnader så lenge det gjøres allerede i preprosesseringen.

Når det gjelder begrensninger så ser man at for komplekse overflater med multiple returer (for eksempel trær og skog) er det ikke tilstrekkelig med en rekkeviddekorrigering av intensitetsverdiene, da ulike opptaksforhold gir ulike verdier i reflektans. Her kreves videre studier for optimal bruk av intensitetsverdiene.

En brå overgang til reflektans i stedet for amplitude vil naturlig nok gi inhomogenitet mellom tilstøtende gamle og nye data. Vi kan heller ikke garantere at alle datasett blir levert med reflektans fra nå av, da vi er avhengig av å kunne bruke våre andre lasersystemer (som IKKE har reflektansverdi som opsjon) som fullt fungerende back-up ved behov i NDH-prosjektet.

Vi presiserer at vi avventer endring i våre prosesseringsrutiner til vi formelt mottar grønt lys for overgang til reflektans fra prosjektleder i NDH.

Takk til kolleger Petter Solli, Vetle Jonassen, Bernt Larsen, Arkadiusz Szadkovski, Floris Groesz m.fl. som har bidratt i testarbeidet!

Rapport utarbeidet 8.juni 2018



Dagrún Aarsten
Forsknings- og Utviklingskoordinator for TerraTec AS
Mobil: +47 454 85 229
E-mail: dagrun.aarsten@terratec.no



TerraTec AS Vækerøveien 3, N-0281 Oslo
Phone: 980 78 291
Url: www.terratec.no