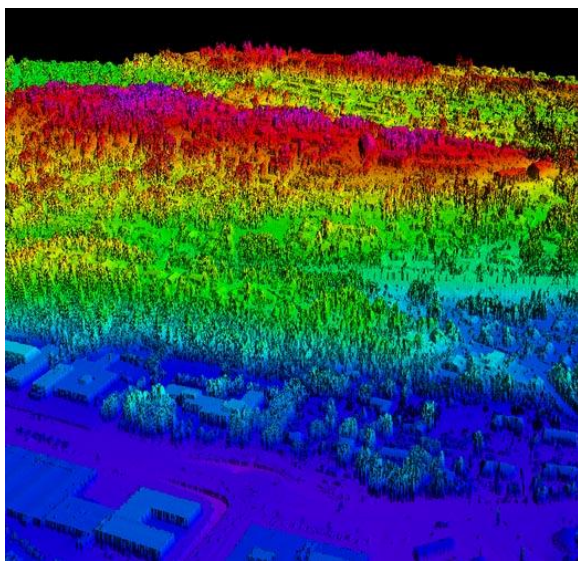
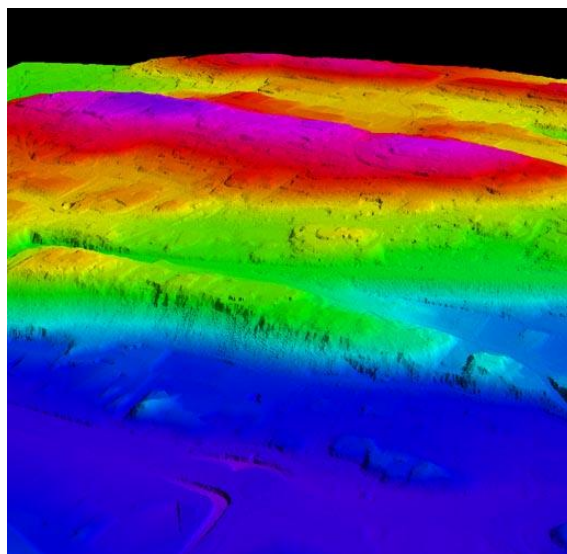


Produktspesifikasjon

Nasjonal modell for høydedata fra laserskanning (FKB-Laser)



Digital HøydeModell (DHM)



Digital TerrengModell (DTM)

Produktspesifikasjon Nasjonal modell for høydedata fra laserskanning (FKB-Laser)	1
0 Innledning, historikk og endringslogg	3
0.1 Historikk og status	3
0.2 Endringslogg	3
1 Oversikt over produktspesifikasjonen	3
1.1 Unik identifisering av produktspesifikasjon	3
1.2 Referansedato	3
1.3 Ansvarlig organisasjon	3
1.4 Språk/tegnsett	3
1.5 Hovedtema	4
1.6 Definisjoner og forklaringer	4
1.7 Forkortelser	5
2 Identifikasjonsinformasjon	6
2.1 Referanse navn	6
2.2 Formål	6
2.3 Temakategori	6
2.4 Representasjonsform	6
2.5 Datasettoppløsning	6
2.6 Ustrekningsinformasjon	7
3 Delspesifikasjon	8
3.1 FKB-Laser10	8
3.2 FKB-Laser20	8
3.3 FKB-Laser50	8
3.4 FKB-Laser til vegformål	9
4 Delprodukter	10
4.1 Alle punkter fra laserskanningen (LAS-format)	10
4.2 Terrengpunkter (SOSI og ASCII XYZ)	11
5 Referansesysteminformasjon	12
6 Kvalitet	12
6.1 Krav til punkttetthet	12
6.2 Krav til nøyaktighet	13
7 Datainnsamling og prosessering	14
8 Datavedlikehold	14
9 Metadata	14
9.1 Prosjektavgrensning	15
9.2 Flystripe	15
9.3 Tetthetsanalyse	15
9.4 Bildefil som viser punkttetthet (alle punkter)	16
9.5 Bildefil som viser punkttetthet (terrengpunkter)	17
10 Leveranseinformasjon	19
10.1 Identifikasjon av leveranseformat	19
10.1.1 Leveranseformat	19
10.1.1.1 Alle punkter fra laserskanningen (LAS)	19
10.1.1.2 Terrengpunkter (SOSI)	19
10.1.1.3 Terrengpunkter (ASCII XYZ)	19
10.1.1.4 Dekningsoversikter (SOSI)	20
10.1.1.5 Flystripe (SOSI)	20
10.1.1.6 Tetthetsanalyse (SOSI)	20
10.1.1.7 Punkttetthetskart (TIFF/SOSI)	21
10.1.1.8 Rapporter	21
10.1.2 Leveransemedium	22

0 Innledning, historikk og endringslogg

0.1 Historikk og status

Dette er første reviderte utgave av Produktspesifikasjon Laserdata.

Versjon	Dato	Utført av	Grunnlag for endringen
Utkast	2010-10-06	Anne Urset og Lars Mardal	Første utkast. Presentert på workshop 19. oktober med bred deltakelse fra produsenter og brukere.
Høringsutkast	2010-10-19	Anne Urset og Lars Mardal	Høringsutkast utarbeidet på grunnlag av førsteutkastet og diskusjoner på workshopen.
Versjon 1.0	2011-02-01	Anne Urset og Lars Mardal	Endret ut fra kommentarer til høringsutkast
Versjon 1.1	2011-12-01	Håkon Dåsnes	Presisering av LAS leveransen

0.2 Endringslogg

Endringer fra versjon 1.0 til versjon 1.1

- Kapittel 4.1 Alle punkter fra laserskanningen (LAS formatet). Følgende presiseringer er gjort:
 - o Leveransen endret til LAS format versjon 1.2.
 - o Leveransen skal være i henhold til Point data record format 1.
 - o GPS Time Type skal være standard GPS Time (satellite GPS Time) minus 1×10^9 (Adjusted Standard GPS Time).
 - o Intensitetsverdiene leveres på originalformat (systemavhengig).

1 Oversikt over produktspesifikasjonen

1.1 Unik identifisering av produktspesifikasjon

Kortnavn

FKB-Laser

Fullstendig navn

Nasjonal modell for høydedata fra laserskanning (FKB-Laser)

Versjon

1.1

1.2 Referansedato

2011-12-01

1.3 Ansvarlig organisasjon

Statens kartverk (Geovekst-forum) i samarbeid med brukere og produsenter

Adresse: Statens kartverk, Landdivisjonen
Kartverksveien 21, 3507 Hønefoss
Tlf. 32 11 81 00
E-post: firmapost@statkart.no

1.4 Språk/tegnsett

Språk: Norsk

Tegnsett: ISO8859-1

1.5 Hovedtema

Høyde, digital terrengmodell (DTM), digital høydemodell (DHM).

1.6 Definisjoner og forklaringer

Nedenfor er en samling av termer benyttet i dette dokument.

Termer som er definert nedenfor, har angitt kilde slik:

[LASER]	Produktspesifikasjon FKB-Laser (denne spesifikasjonen)
[KOG]	Kart og geodata versjon 2.0, 2009
[FKB]	Produktspesifikasjon for Felles KartdataBase (FKB) versjon 4.02, 2011
[G]	Kvalitetssikring av oppmåling, kartlegging og geodata (Geodatastandarden) versjon 1, 2001
[SOSI]	SOSI-standard versjon 4.0

digital høydemodell (DHM)

en digital representasjon av høydeverdier som varierer over en flate [LASER]

MERKNAD En DHM er en samling av et stort antall høydepunkter på en flate. Punktene kan være organisert som et regelmessig rutenett eller i et mer uregelmessig mønster som beskriver flatens knekklinjer. Den siste metoden vil normalt gi den beste beskrivelsen av flaten. Alternativ engelsk betegnelse er ”Digital Elevation Model (DEM)”.

MERKNAD Definisjonen er ikke i samsvar med gjeldende definisjoner i standarden Kart og geodata [KOG]

digital terrengmodell (DTM)

en DHM som beskriver terrengoverflaten [LASER]

MERKNAD Definisjonen er ikke i samsvar med gjeldende definisjoner i standarden Kart og geodata [KOG]

digital overflatemodell (DOM)

en DHM som beskriver en nærmere spesifisert flate - for eksempel vegetasjon, takflater, og lignende. [LASER]

MERKNAD Definisjonen er ikke i samsvar med gjeldende definisjoner i standarden Kart og geodata [KOG]

flybåren laserskanning

måling av avstand mellom en lasersensor, i fly eller helikopter, og terrengoverflaten [KOG]

MERKNAD Flybåren laserskanning kalles også laseraltimetri.

Felles KartdataBase (FKB)

en samling datasett som utgjør det digitale grunnkartet i et område [FKB]

MERKNAD FKB består av strukturerte vektordata. Det er spesifisert FKB-standarder (FKB-A, FKB-B, FKB-C og FKB-D) som skal dekke behovet for felles kartdatabase i de ulike områdetypene definert i Geodatastandarden. Detaljinnhold og stedfestingsnøyaktighet til FKB varierer i de ulike standardene, med størst detaljering og stedfestingsnøyaktighet i A-standarden og minst i D. En del av datasettene i FKB er avledet, koblet eller er kopier av andre datasett. Datasettene i FKB er normalt leveransen i et Geovekst-prosjekt.

kvalitet

helheten av egenskaper en enhet har og som vedrører dens evne til å tilfredsstille uttalte og underforståtte behov [NS-ISO 8402 def. 2.1]

MERKNAD I Geodatastandarden [G] er det definert seks kvalitetselementer:

- stedfestingsnøyaktighet
- egenskapsnøyaktighet

- logisk konsistens (kontroll av logiske regler/sammenhenger)
- fullstendighet
- datasettets historikk og tidligere bruk
- tilgjengelighet og leveringstid

laserskanning fotavtrykk

lasersensorens opptaksområde på overflaten [LASER]

MERKNAD Alternativ engelsk betegnelse er ”footprint ”

laserskanning punkttetthet

antall laserpulser som treffer en flate pr. m² [LASER]

teoretisk punkttetthet

antall laserpulser (førstereturer) som treffer en flate pr. m² i områder uten overlapp mellom stripene [LASER]

MERKNAD Dette er en teoretisk verdi som beregnes ut fra flyhøyde, flyhastighet, parametere i laserskanneren etc. I praksis vil punkttettheten varierer innenfor et område pga. forskjeller i terreng høyden, dødvinkler med mer.

laserskanning skannevinkel

laserstrålens vinkel i forhold til loddlinjen

MERKNAD På grunn av turbulens vil ikke flyets loddlinje alltid treffe bakken med 90 graders vinkel.

metadata

informasjon som beskriver et datasett [G]

MERKNAD Hvilke opplysninger som inngår i metadataene, kan variere avhengig av datasettets karakter. Vanlige opplysninger er innhold, kvalitet, tilstand, struktur, format, produsent og vedlikeholdsansvar.

produktspesifikasjon

detaljert beskrivelse av ett datasett eller en serie med datasett med tilleggsinformasjon som gjør det mulig å produsere, distribuere og bruke datasettet av andre (tredjepart) [SOSI]

MERKNAD En dataproduktspesifikasjon kan lages for produksjon, salg, sluttbrukervirksomhet eller annet.

1.7 Forkortelser

FKB	Felles KartdataBase
FLS	Flybåren laserskanning
Georef	Metadataregister for Geovekst-data
Geovekst	Geodatasamarbeid mellom Kommunenes Sentralforbund, Energi Norge, Statens kartverk, Telenor, Vegdirektoratet og Landbruks- og matdepartementet
LIDAR	LIght Detection And Ranging, betegner et prinsipp for avstandsmålingen
SOSI	Samordnet Opplegg for Stedfestet Informasjon - et standardformat for digitale geodata (SOSI-standard)
UML	Unified Modelling Language. Modelleringspråk som brukes til å beskrive geografiske datamodeller

2 Identifikasjonsinformasjon

2.1 Referanse navn

FKB-Laser

2.2 Formål

Denne spesifikasjonen skal være et virkemiddel for å kvalitetssikre etablering og forvaltning av laserdata i Norge, samt at den skal gi brukerne detaljkunnskap om innholdet i produktet.

Produktet er punkter på terrengoverflaten innsamlet ved flybåren laserskanning. Hvert enkelt punkt klassifiseres som bakke eller andre detaljer (jfr. kap 4.1), og etter at denne klassifiseringen er utført kan det avledes flere produkter.

I spesifikasjonen defineres det ulike delstandarder, som skal benyttes i ulike områdetyper, og etter brukerens behov.

Bruksområder for punktsky fra laserskanning er mange. Noen eksempler:

- **Etablering av digital terrengmodell (DTM)**
 - DTM-en kan deretter benyttes i planleggings- og prosjekteringsoppgaver. For eksempel i vegprosjekter, nye ledningstraseer, reguleringsplaner og i flomsonekartlegging.
- **Generering av høydekurver**
 - Laserdata kan benyttes for generering av høydekurver fra laserdata, se produktspesifikasjon for FKB-Høydekurve.
- **Etablering av digital overflatemodell (DOM)**
 - Overflatemodellen kan benyttes ved beregning av skyggeforhold, støy-, sikt- og signalanalyse.
- **Skogtaksering**
 - I skogtakseringsprosjekter kombineres terrengmodellen og overflatemodellen for å beregne eller bestemme ulike skogvariable (for eksempel skogvolum, treslag, trehøyde og middeldiameter). Skogbruket er i utgangspunktet ute etter de relative variable (dvs forskjellen mellom terrengmodell og overflatemodell), og ikke nødvendigvis absolutte høyder (over havet). Dette kan ha betydning og konsekvenser for et prosjekts forutsetninger og utforming. Se Laser-skog, spesifikasjon laserdata til skogbruksformål.
- **Klassifisering**
 - Klassifisering av ulike typer objekter (for eksempel bruer, bygninger, skog, høyspentlinjer og enkelttre).
- **Rydding av skog langs kraftledninger**
 - Kartdata, ortofoto og laserdata kombineres for å undersøke hvor det er behov for rydding av skog.
- **Deteksjon av kulturminner**

2.3 Temakategori

Høydedata

2.4 Representasjonsform

Vektordata (XYZ)

2.5 Datasettoppløsning

Målestokktall

Ikke aktuelt

Distanse

Måltall: 2, Målenhet: meter

(Koordinater skal oppgis i meter med 2 desimaler)

2.6 Ustrekningsinformasjon

Utstrekningsbeskrivelse

Prosjektområde

Geografisk område

Data ikke angitt

Vertikal utbredelse

Data ikke angitt

Innhold gyldighetsperiode

Data ikke angitt

3 Delspesifikasjon

Som for FKB forøvrig er hovedprinsippet at en søker å kartlegge det samme området kun en gang. For eksempel ved at Geovekst-partene i fellesskap definerer hvilken laserstandard som skal benyttes i de ulike områdetypene i en kommune. Som nevnt i kapittel 2.2 kan laserdata benyttes til mange ulike oppgaver, og det kan være en utfordring å bli enig om en felles spesifisering. Ved prosjektutforming er det derfor viktig at alle brukerbehov vurderes nøye. I en del tilfeller må man kunne påregne at det er behov for å laserskane samme område flere ganger med ulik spesifisering for å oppfylle alle brukerbehovene.

Behovene for laserdata (terrengdata) i et område varierer avhengig av hvilke formål datasettene skal brukes til. I denne spesifiseringen er det derfor spesifisert 3 delspesifikasjoner, FKB-Laser10, FKB-Laser20 og FKB-Laser50 som skal dekke behovet for laserdata i kommunens ulike områdetyper.

Detaljinnhold og stedfestingsnøyaktighet varierer i de ulike delspesifikasjonene, med størst detaljering og stedfestingsnøyaktighet i FKB-Laser10. Inndelingen i FKB-standarder går i prinsippet på minimum detaljeringsgrad (punkttetthet), men også på krav til minimum stedfestingsnøyaktighet.

3.1 FKB-Laser10

FKB-Laser10 skal benyttes i områder med behov for en meget detaljert terrengbeskrivelse. Typisk gjelder dette for utbyggingsområder (veg og boligbygging), skogtaksering med enkelttremetoden og arkeologiske/geologiske analyser.

Stedfestingsnøyaktighet i høyde til terrengmodellen etablert fra dataene skal være bedre enn 10 cm for harde og veldefinerte terrengoverflater (for eksempel grus- og asfaltflater). For områder med tett vegetasjon og mye kupering vil stedfestingsnøyaktigheten være noe dårligere. Se kapittel 6 for detaljer om kvalitetskrav.

Punkttettheten for FKB-Laser10 vil variere avhengig av terrengtype og bruksområder. For å etablere terrengmodeller vil punkttettheten typisk settes til 1-5 punkt pr m². For andre bruksformål (for eksempel for å finne kulturminner) vil det være aktuelt å sette en høyere punkttetthet. Punkttetthet velges av oppdragsgiver i det enkelte prosjekt (se pkt. 7).

3.2 FKB-Laser20

FKB-Laser20 skal benyttes i områder med behov for en detaljert terrengbeskrivelse. Bruksområdene er i tillegg til skogtaksering med arealmetoden stort sett de samme som for FKB-Laser10, men dataene gir en litt dårligere beskrivelse av terrengoverflaten.

Stedfestingsnøyaktighet i høyde til terrengmodellen etablert fra dataene skal være bedre enn 20 cm for harde og veldefinerte terrengoverflater (for eksempel grus- og asfaltflater). For områder med tett vegetasjon og mye kupering vil stedfestingsnøyaktigheten være noe dårligere. Se kapittel 6 for detaljer om kvalitetskrav.

Punkttettheten for FKB-Laser20 vil variere avhengig av terrengtype og bruksområder, men typisk punkttetthet er 0,3-2 punkt pr m².

3.3 FKB-Laser50

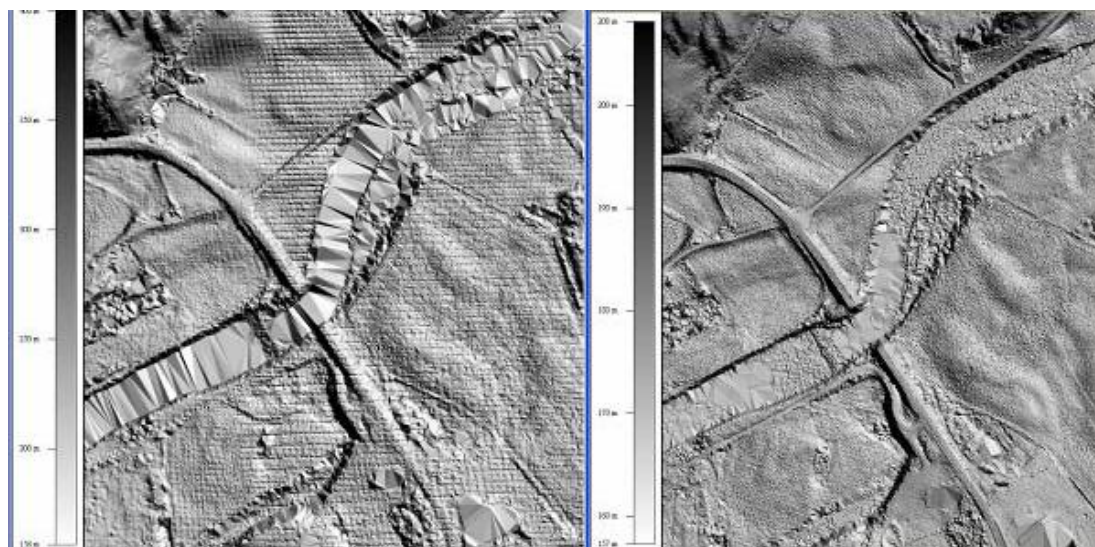
FKB-Laser50 kan benyttes i skog- og fjellområder der man ønsker å forbedre eksisterende høydedata.

Stedfestingsnøyaktighet i høyde til terrengmodellen etablert fra dataene skal være bedre enn 50 cm for harde og veldefinerte terrengoverflater (for eksempel plen, parkeringsplasser og nysådd åker). For områder med tett vegetasjon og mye kupering vil stedfestingsnøyaktigheten være noe dårligere. Se kapittel 6 for detaljer om kvalitetskrav.

Punkttettheten for FKB-Laser50 vil variere avhengig av terrengtype og bruksområder, men typisk punkttetthet er 0,1-0,25 punkt pr m².

3.4 FKB-Laser til vegformål

Statens vegvesen er våren 2011 i ferd med å utarbeide egne spesifikasjoner for områder som krever enda mer detaljering og nøyaktighet enn det vi oppnår med FKB-Laser10. Disse vil bli tatt inn i denne spesifikasjonen ved neste revisjon.



Figur 1 Terrenghmodellen til venstre er laget med laserdata som følger spesifikasjonen for FKB-Laser50, mens til høyre vises en terrenghmodell laget fra FKB-Laser10-spesifikasjonen.

4 Delprodukter

I laserskanningsprosjekter som følger denne spesifikasjonen skal det som standard leveres 3 delprodukter:

- alle punkter fra laserskanningen på LAS-format
- alle punkter klassifisert som terrengpunkter, vann og bru på SOSI-format (i separate filer)
- alle punkter klassifisert som terrengpunkter, vann og bru på ASCII XYZ-format (i separate filer)

I tillegg kan det være aktuelt å få levert spesialprodukter, men dette må bestilles særskilt. Dette kan for eksempel være å få levert en tynnet punktsky på terrengoverflaten, spesialklassifisering av objekter (hus, master etc), forbedre høyder på eksisterende FKB-data, påføre høyder på FKB-data som mangler dette, leveranse av punktsky på annet format enn SOSI/ASCII eller tilrettelegging av data for skogtaksering.

4.1 Alle punkter fra laserskanningen (LAS-format)

Dette delproduktet inneholder prosesserte data fra laserskanningen. Med prosesserte data forstås her alle punkter i punktsky, både terreng og ikke terreng som er georeferert i aktuelt referansesystem. I stripeoverlappen skal punktene fra begge stripene leveres.

Prosesserte data skal leveres på LAS-formatet versjon 1.2. Point data record format 1.

Spesifikasjon av LAS-formatet finnes på: <http://www.asprs.org/Committee-General/LASer-LAS-File-Format-Exchange-Activities.html>

Det presiseres at alle obligatoriske egenskaper i LAS-formatet (både i hode og i innholds delen av fila) skal være med. GPS Time Type skal være standard GPS Time (satellite GPS Time) minus 1×10^9 (Adjusted Standard GPS Time). I tillegg skal den valgfrie egenskapen Intensity inngå for alle punkter. Intensitetsverdiene leveres på originalformat, dette vil være systemavhengig.

Resultatet av laserskanningen er som tidligere nevnt en mengde punkter med kjent posisjon i grunnriss og høyde. Alle objekter både på og over terrengoverflaten er representert i punktskyen. For å kunne fremstille en terrengmodell er det nødvendig å kunne vite hvilke punkter som ligger på terrengoverflaten. Det er derfor behov for å klassifisere punktene. I en standard leveranse skal punktene være klassifisert i henhold til tabellen under.

Klasse i LAS-formatet	Forklaring
1	Uklassifisert (Unclassified). Alle punkter som ikke er klassifisert som klasse 2, 7, 9 og 10
2	Punkter på terrengoverflate (Ground)
7	Støy-punkter (Lowpoints) forårsaket av skyer, fugler, "multipath", system feil etc.
9	Punkter på vann (Water) Det presiseres at med punkter på vann forstås punkter som ligger på havflaten (under midlere høyvann) og punkter som ligger i innsjø. I denne klassen kan det dermed befinne seg punkter som ligger på terrengoverflaten, og som må vurderes benyttet f.eks i forbindelse med generering av høydekurver, hvis det er ønskelig å få etablert høydekurver under middelvannstand. Eksisterende FKB-data skal brukes til klassifisering. (*)
10	Punkter som ligger på bru (Bridge) Denne klassen innføres først i LAS-format versjon 2.0, men den forskutteres i denne spesifikasjonen. Eksisterende FKB-data skal brukes til klassifisering. (*) Minstemål for klassifisering er 10 m^2 .

(*) Dersom det finnes FKB-data som tilfredsstillers stedfestingsnøyaktighet i FKB-A/FKB-B standard og som er av nyere dato (=stemmer med terrenget på tidspunktet for laserskanning), skal disse benyttes som grunnlag for klassifisering. FKB-data med dårlig synbarhet skal ikke benyttes.

Dersom kvaliteten på FKB-dataene, ikke er akseptabel, avtaler oppdragsgiver og oppdragstaker måten klassifisering skal utføres på.

4.2 Terrengpunkter (SOSI og ASCII XYZ)

Dette delproduktet inneholder alle punkter som i LAS-dataene er klassifisert med klasse 2 (Ground), 9 (Water) og 10 (Bridge). Det skal leveres separate filer for de tre klassene, i begge filformater.

Terrengpunktene skal leveres på SOSI- og ASCII XYZ-format

For SOSI-formatet gjelder følgende:

- Objekttype som skal benyttes er DTMPunkt
- Geometritype som skal benyttes er SVERM. Hver enkelt SVERM skal ikke inneholde mer enn 50 000 punkt

Eksempel på koding:

```
.SVERM 1:  
..OBJTYPE DTMPunkt  
..NØH  
11111 11111 11111  
22222 22222 22222  
33333 33333 33333
```

For ASCII XYZ-formatet gjelder følgende:

- Fila skal inneholde en linje pr.punkt, med henholdsvis nord-koordinat, øst-koordinat og høyde, adskilt av et blankt tegn.
- Det er ingen krav til rekkefølge på punktene.

Eksempel:

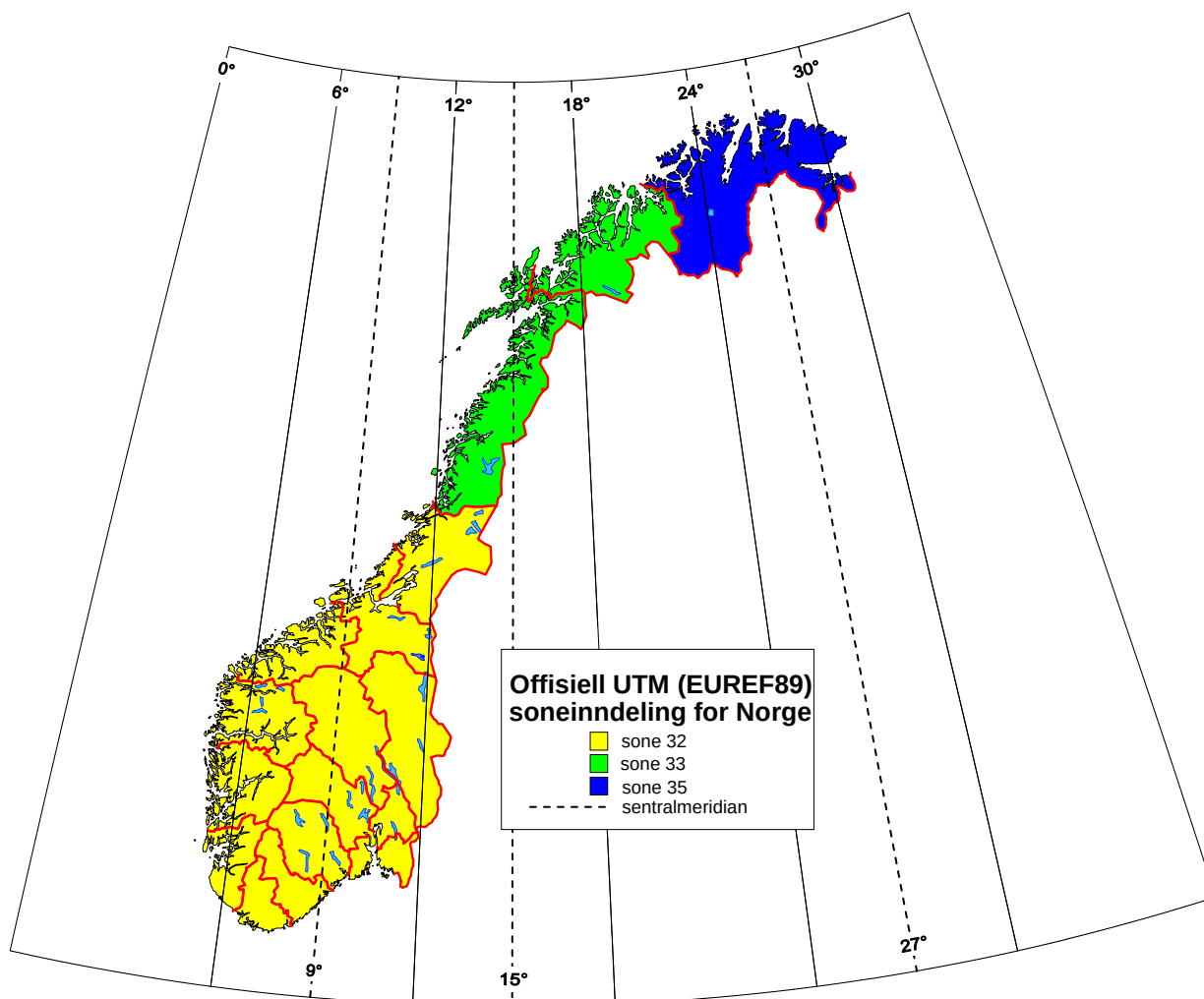
```
7682399.580 683814.650 142.170  
7682399.830 683815.390 142.250  
7682398.270 683817.400 142.860
```

Det henvises til **kapittel 10 Leveranseinformasjon** for nærmere beskrivelse av filnavn, -formater og –struktur.

5 Referansesysteminformasjon

Grunnriss

EUREF89 lokal UTM-sone



Figur 2 Landets offisielle koordinataksesystem og soneinndeling etter EUREF89 (Kilde: Kart og geodata)

Høyde

Offisielt høydesystem i den enkelte kommune skal benyttes. For tiden er dette normalt NN1954, men det er igangsatt arbeid med etablering og innføring av nytt høydedatum i Norge: NN2000. Der dette arbeidet er kommet i gang, kan det være aktuelt å benytte NN2000 som høydesystem.

6 Kvalitet

Det henvises til Produktspesifikasjon for Felles KartdataBase (Generell del) for beskrivelse av kvalitetsmodellen som er benyttet.

6.1 Krav til punkttetthet

Kvalitetsэлеment	Delelement	Kvalitetsmål	Høydegrunnlag		
			FKB-Laser10	FKB-Laser20	FKB-Laser50
			Toleranse	Toleranse	Toleranse
Fullstendighet	Punkttetthet	Prosentandel ruter m/oppnådd punkttetthet	95%	95 %	95 %

Merknad:

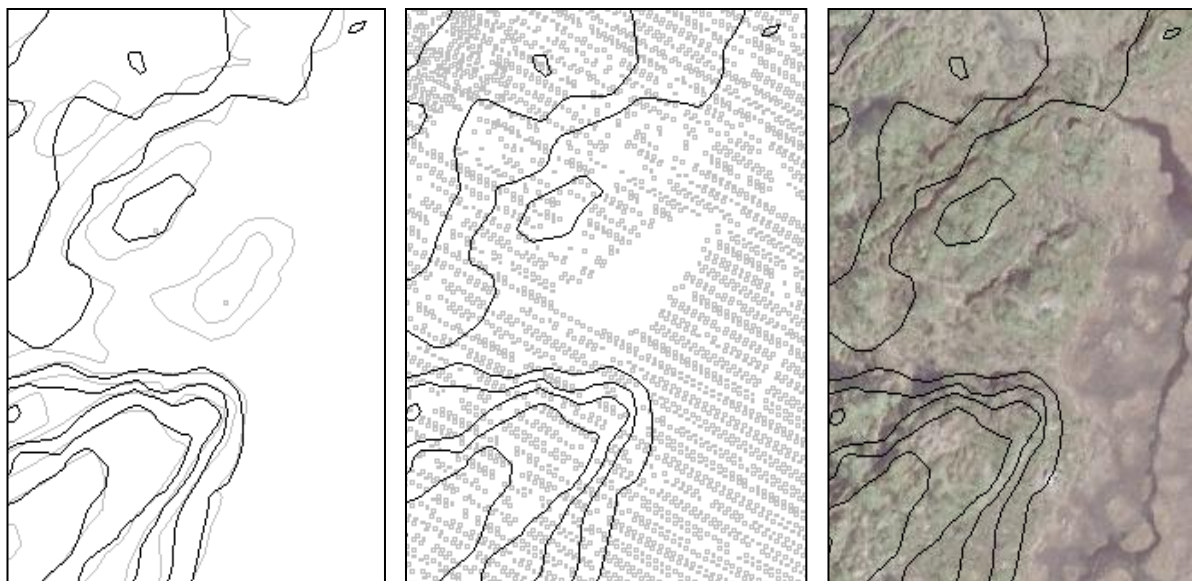
Prosjektområdet testes ved å dele inn prosjektområdet i ruter på 10*10 m, og beregne gjennomsnittlig punktetthet for hver rute. Ruter som helt eller delvis dekker vann og polygonavgrensning skal ikke medregnes.

6.2 Krav til nøyaktighet

Kvalitetsэлемент	Delelement	Kvalitetsmål	Høydegrunnlag		
			FKB-Laser10	FKB-Laser20	FKB-Laser50
			Toleranse	Toleranse	Toleranse
Stedfestingsnøyaktighet	Absolutt høydenøyaktighet	Standardavvik	0.04 m (0)	0.07 m (0)	0.17 m (0)
Stedfestingsnøyaktighet	Absolutt høydenøyaktighet	Systematisk avvik	0.10 m (1)	0.20 m (1)	0.50 m (1)
Stedfestingsnøyaktighet	Absolutt grunnrissnøyaktighet	Systematisk avvik	0.30 m (2)	0.60 m (2)	1.50 m (2)
Egenskapsnøyaktighet	Nøyaktighet til kvalitative egenskaper - feilklassifisering	Prosentandel feil klassifiserte punkt (jf. LAS-klassene)	1 % (3)	1 % (3)	1 % (3)
Logisk konsistens	Egenskaps-konsistens	Prosentandel feil	0 %	0 %	0 %
Logisk konsistens	Formatkonsistens	Prosentandel feil	0 %	0 %	0 %

Merknader:

- (0) Tallet referer til harde veldefinerte flater, for eksempel en veg, parkeringsplass. I områder med vegetasjon på terrengoverflaten kan stedfestingsnøyaktigheten være noe dårligere.
- (1) Laserdataene skal ha en jevn og homogen stedfestingsnøyaktighet i høyde. Kvalitetsmålet for høydenøyaktighet er systematisk avvik. Ved kontroll av høydenøyaktigheten skal man benytte kontrollflater som ligger jevnt utover prosjektområdet. Kontrollflatene kan for eksempel være på 20*20 meter og skal ligge på harde hellende veldefinerte flater, for eksempel veg eller parkeringsplass.
- (2) Laserdataene skal ha en jevn og homogen stedfestingsnøyaktighet i grunnriss. Kvalitetsmålet for grunnrissnøyaktighet er systematisk avvik. Kravet er basert på erfaringer fra Sverige der har man erfart at grunnrissnøyaktigheten er 3 ganger dårligere enn høydenøyaktigheten. Dette lar seg lettest måle i knekklinjer som for eksempel mønelinjer og takkanter.
- (3) Eksempel på feilklassifisering kan være:
 - bygninger er feilklassifisert som terrengpunkt
 - store enkeltstående steiner er feilklassifisert som terrengpunkt
 - koller er ikke klassifisert som terrengpunkt



Figur 3 Figuren viser hvordan feil klassifisering av terrengpunkter fører til at en kolle "forsvinner" fra terrengmodellen: Grå linjer er fotogrammetrisk konstruert høydekurver, svarte er høydekurver generert fra laserpunktene vist som grå prikker i den midterste figuren. Ortofoto i bakgrunnen viser at vegetasjonen her tilsier at det bør kunne klassifiseres terrengpunkter i området.

7 Datainnsamling og prosessering

Det henvises til standarden Kart og geodata versjon 2, for hvordan laserskanning skal gjennomføres og rapporteres.

Teoretisk punktetthet og skannevinkel avtales i hvert enkelt prosjekt.

Skannerens **fotavtrykk** bestemmes normalt av oppdragstager, den må samsvare med krav til sluttproduktet. Størrelsen på fotavtrykket skal oppgis i rapporten.

Krav til **sideoverlapp** er definert i standarden Kart og geodata kapittel 7.2.3

8 Datavedlikehold

Laserdataene ajourføres periodisk ved hjelp av ny laserskanning. Ajourføringen skjer ved behov og er ofte avhengig av områdetypen. Byområder og utbyggingsområder ajourføres oftere enn spredt bebygde områder.

Etter ajourføring vil samme område være laserskannet flere ganger. Når man skal etablere en terrengmodell, skal man som hovedprinsipp benytte punktene fra nyeste laserprosjekt. I enkelte tilfeller kan man imidlertid vurdere å kombinere punktene fra flere prosjekt. Man må da være klar over at nyere terrenginngrep ikke nødvendigvis finnes i eldre prosjekt.

Data fra alle prosjekter skal forvaltes og tas vare på for fremtiden.

9 Metadata

For laserskanningsprosjekter skal det etableres og leveres følgende typer metadata:

- Dekningsoversikter
 - Prosjektavgrensning
 - Flystripe
- Tetthetsanalyse og punktetthetskart
 - SOSI-fil med punktetthetsverdi pr. 10x10 m rute
 - Bildefil som viser Punktetthetskart (førsteretur - alle punkter)
 - Bildefil som viser Punktetthetskart (terrengpunkter)

Bildefilene som leveres i prosjektene skal inngå i en nasjonal metadatateneste som viser punktetthet for de ulike laserprosjektene i Norge.

9.1 Prosjektavgrensning

SOSI-fil som inneholder prosjektområde med angitt FKB-Laserstandard. Under er eksempel på innhold i prosjektavgrensningsfila.

.FLATE 1:

```
..OBJTYPE LaserDekningsområde
..OPPDRAAGSGIVER "Statens kartverk"
..DEKNINGSNUMMER "08777"
..FKB-LASERSTANDARD 10
..FLYFIRMA "Laser AS"
```

.KURVE 1:

```
..OBJTYPE LaserDekningsområdeAvgrensning
..DEKNINGSNUMMER "08777"
```

9.2 Flystripe

SOSI-fil som inneholder flyets/sensorens opptaksrute.

Flyhøyde, dato og innstillinger av instrumentet kan variere innenfor et dekningsområde og angis derfor på flystripe.

.KURVE 1:

```
..OBJTYPE LaserFlystripe
..DEKNINGSNUMMER "08777"
..STRIPENUMMER 001
..FLYHØYDE 1000
..FLYDATO 20080506
..LASERINFORMASJON
...LASERTYPE "Optech GEMINI"
...PULSFREKVENS 100000
...SKANNERVINKEL 20
...SKANNERFREKVENS 50
```

9.3 Tetthetsanalyse

Det skal etableres og leveres en dokumentasjon av oppnådd punktetthet i form av en tetthetsanalyse av antall 1.returer innenfor ruter på 10*10 meter.

Tetthetsanalysen skal leveres som et sett med senterkoordinater for hvert 10*10 meters område med verdi for oppnådd punktetthet innenfor området. Resultatet leveres som en SOSI-SVERM der punkt pr. m² er kodet som høydeverdi under ..NØH.

Eksempel:

```
..SVERM 1
..OBJTYPE PunktTetthet
..NØH
X Y 0.81
X Y 0.64
X Y 0.73
osv.
```

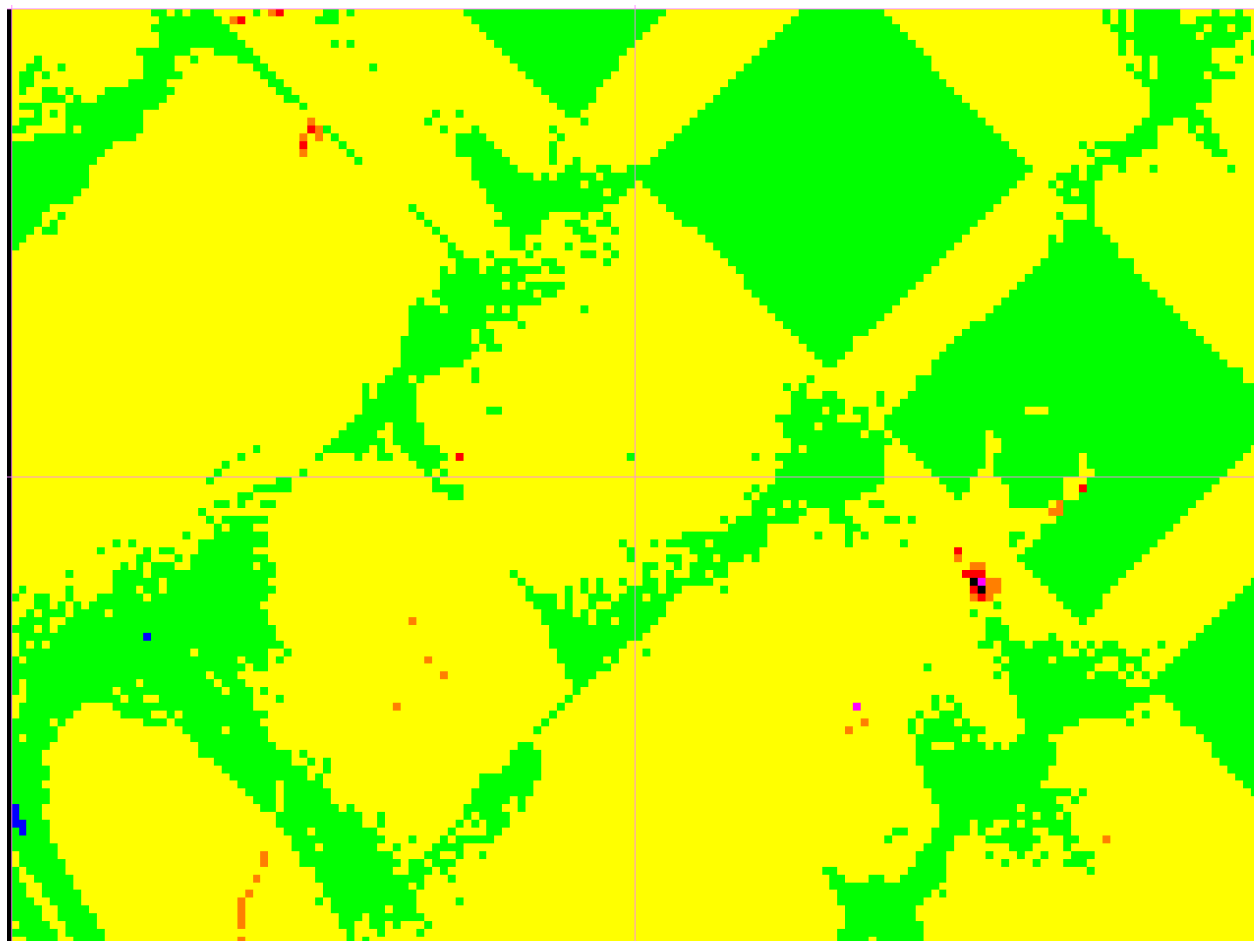
Det skal også levers en enkel statistikk på fordeling av punktetthet innefor rutene. Ruter med lavere punktetthet enn spesifisert skal vises på plott og kommenteres.

9.4 Bildefil som viser punkttetthet (alle punkter)

For hvert prosjektområde skal det leveres en georeferert (sosi-fil) bildefil på tiff-format som viser punkttettheten i laserdataene. Med punkttetthet her forstås punkttetthet for første returen i laserpulsene. Bildefilene skal ha en oppløsning på 10*10 meter.

Punkttettheten i laserdataene skal synliggjøres med farger i henhold til tabellen under.

Farge	Punkttetthet	Fargeverdier		
		R	G	B
Lyseblå	> 10 punkt	0	255	255
Blått	5-10 punkt	0	0	255
Grønt	2-5 punkt	0	255	0
Gult	1-2 punkt	255	255	0
Orange	0.7-1 punkt	255	127	0
Rødt	0.2-0.7 punkt	255	0	0
Magenta	< 0.2 punkt	255	0	255
Svart	0 punkt	0	0	0

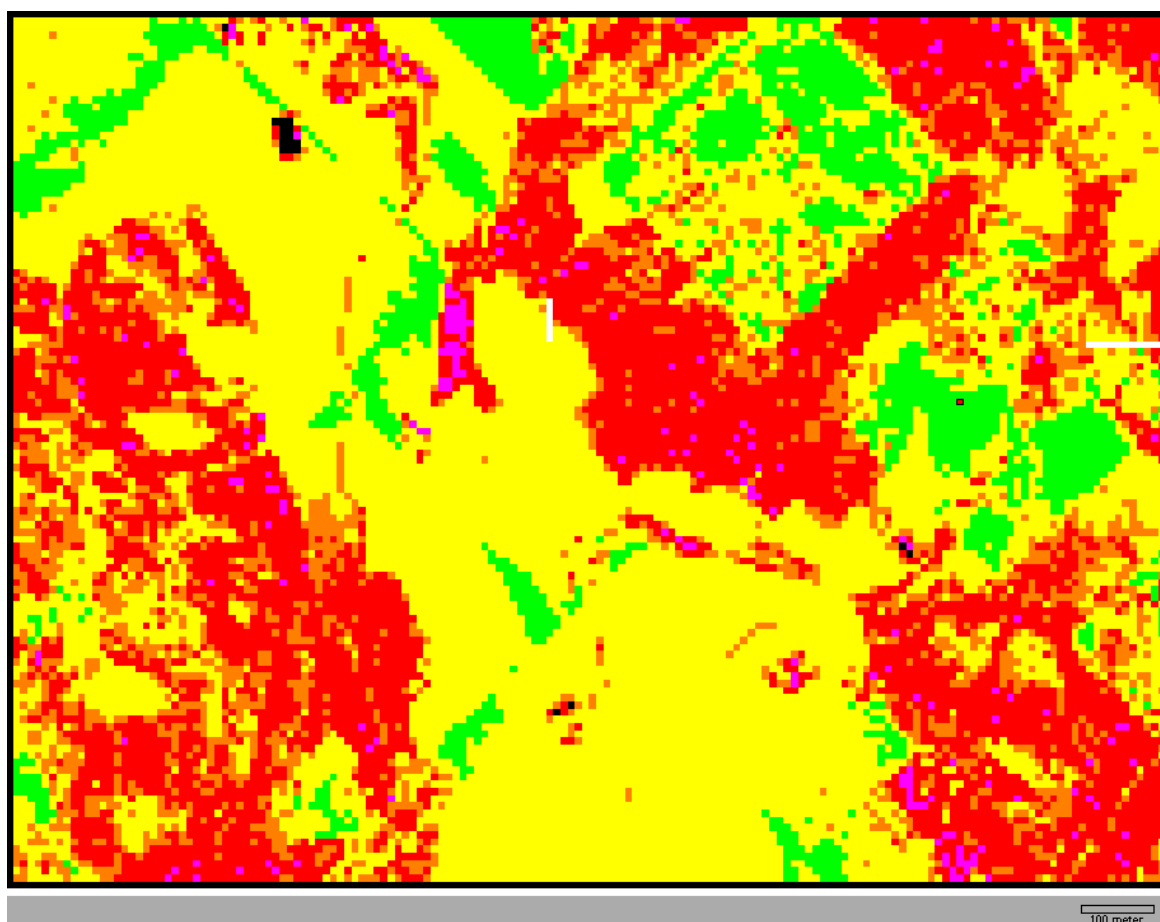


Figur 4 Eksempel på punkttetthetskart for et delområde av et prosjekt (4 kartblad 1:1000).

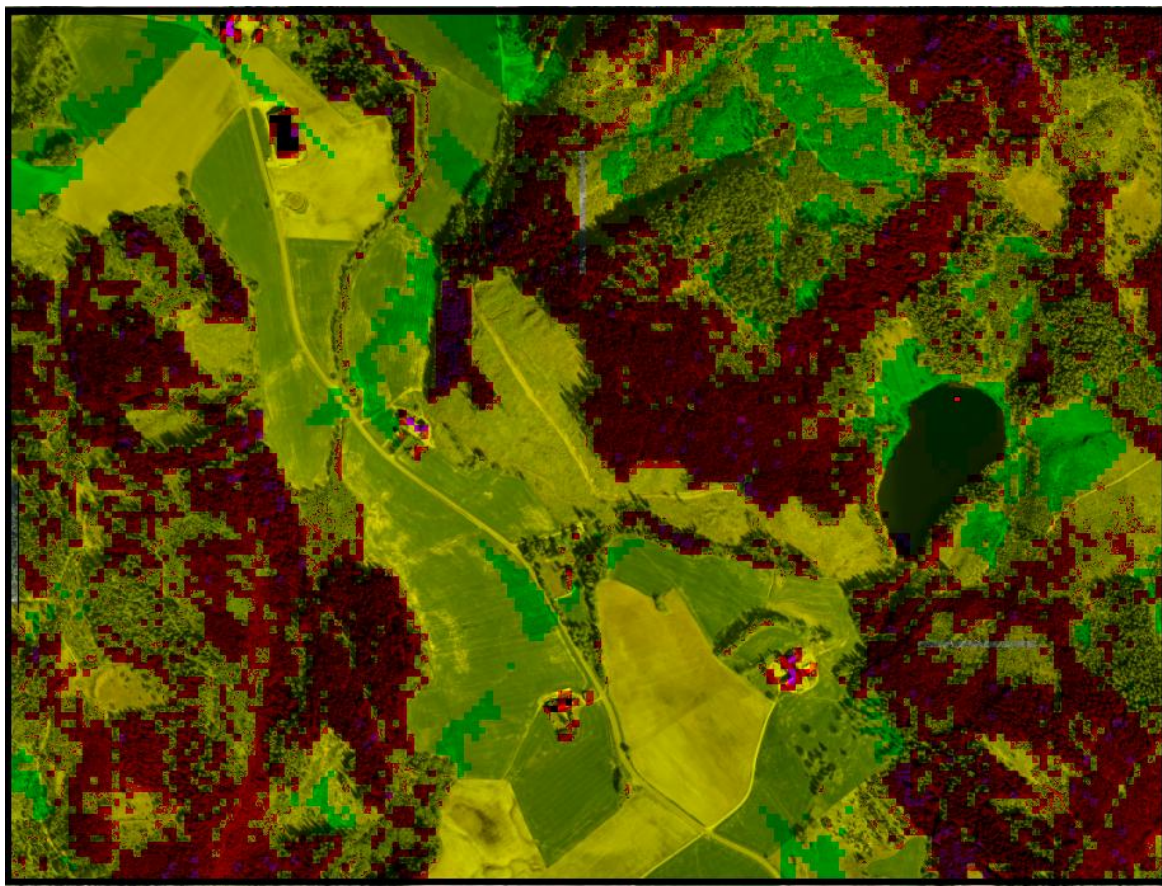
9.5 Bildefil som viser punkttetthet (terrengpunkter)

For hvert prosjektområde skal det leveres en georeferert (sosi-fil) bildefil på tiff-format som viser punkttettheten (terrengpunkter) i laserdataene. Bildefilene skal ha en oppløsning på 10*10 meter
Punkttettheten i laserdataene skal synliggjøres med farger i henhold til tabellen under.

Farge	Punkttetthet	Fargeverdier		
		R	G	B
Lyseblå	> 10 punkt	0	255	255
Blått	5-10 punkt	0	0	255
Grønt	2-5 punkt	0	255	0
Gult	1-2 punkt	255	255	0
Orange	0.7-1 punkt	255	127	0
Rødt	0.2-0.7 punkt	255	0	0
Magenta	< 0.2 punkt	255	0	255
Svart	0 punkt	0	0	0



Figur 5 Eksempel på punkttetthetskart for terrengpunkter for samme delområde som i figur 4.



Figur 6 Eksempel på punkttetthetskartet i figur 5 lagt over et ortofoto. Kartet viser som forventet er det lavere tetthet av terrengpunkter i skog enn på åpne områder (for eksempel åker).

10 Leveranseinformasjon

10.1 Identifikasjon av leveranseformat

LAS, SOSI, ASCII XYZ og PDF.

10.1.1 Leveranseformat

10.1.1.1 Alle punkter fra laserskanningen (LAS)

Formatnavn:

LAS

http://www.asprs.org/society/committees/standards/lidar_exchange_format.html

Formatversjon:

1.2

Filstruktur:

Dataene leveres oppdelt etter standard kartbladinndeling 1:1000 i EUREF89 lokal UTM-sone.

Filene skal navnes på denne måten:

<kartbladindeks>.las

Eksempel:

32-1-507-212-16.las

10.1.1.2 Terrengpunkter (SOSI)

Formatnavn:

SOSI

<http://www.statkart.no/nor/sosi/>

Formatversjon:

4.0

Filstruktur:

Dataene leveres oppdelt etter standard kartbladinndeling 1:1000 i EUREF89 lokal UTM-sone.

Filene skal navnes på denne måten:

Bakkepunkter: <kartbladindeks>_CL2.sos

Støypunkter: <kartbladindeks>_CL7.sos

Punkter på vann: <kartbladindeks>_CL9.sos

Punkter på bru: <kartbladindeks>_CL10.sos

Eksempel:

32-1-507-212-16_CL2.sos

32-1-507-212-16_CL7.sos

32-1-507-212-16_CL9.sos

32-1-507-212-16_CL10.sos

10.1.1.3 Terrengpunkter (ASCII XYZ)

Formatnavn:

ASCII XYZ

<http://www.statkart.no/nor/sosi/>

Filstruktur:

Dataene leveres oppdelt etter standard kartbladinndeling 1:1000 i EUREF89 lokal UTM-sone.

Filene skal navnes på denne måten:

Bakkepunkter: <kartbladindeks>_CL2.xyz
Støypunkter: <kartbladindeks>_CL7.xyz
Punkter på vann: <kartbladindeks>_CL9.xyz
Punkter på bru: <kartbladindeks>_CL10.xyz

Eksempel:

32-1-507-212-16_CL2.xyz
32-1-507-212-16_CL7.xyz
32-1-507-212-16_CL9.xyz
32-1-507-212-16_CL10.xyz

10.1.1.4 Dekningsoversikter (SOSI)

Formatnavn:

SOSI

<http://www.statkart.no/nor/sosi/>

Formatversjon:

4.0

Filstruktur:

Dataene leveres i en sømløs prosjektfil i EUREF89 lokal UTM-sone.

Filene skal navnes på denne måten:

< Prosjektnavn_>Prosjektavgrensning.sos

Eksempel:

Troms-2011_Prosjektavgrensning.sos

10.1.1.5 Flystripe (SOSI)

Formatnavn:

SOSI

<http://www.statkart.no/nor/sosi/>

Formatversjon:

4.0

Filstruktur:

Dataene leveres i en sømløs prosjektfil i EUREF89 lokal UTM-sone.

Filen skal navnes på denne måten:

< Prosjektnavn_>Flystripe.sos

Eksempel:

Troms-2011_Flystripe.sos

10.1.1.6 Tetthetsanalyse (SOSI)

Formatnavn:

SOSI

<http://www.statkart.no/nor/sosi/>

Formatversjon:

4.0

Filstruktur:

Dataene leveres i en sømløs prosjektfil i EUREF89 lokal UTM-sone.

Filene skal navnes på denne måten:

<Prosjektnavn_>Tetthetsanalyse.sos

Eksempel:

Troms-2011_ Tetthetsanalyse.sos

10.1.1.7 Punktetthetskart (TIFF/SOSI)

Gjelder punktetthetskart for både førsteretur og terrengpunkt.

Bildefil

Formatnavn:

TIFF

Formatversjon:

4.0

Georeferansefil:

Formatnavn:

SOSI

<http://www.statkart.no/nor/sosi/>

Formatversjon:

4.0

Filstruktur:

Dataene leveres i en prosjektfil i EUREF89 lokal UTM-sone for hvert prosjektområde. Hvis et prosjekt består av flere delområder som ikke er sammenhengende, skal det leveres en fil for hvert enkelt delområde.

Filene skal navnes på denne måten (Bokstaven A står for delområde 1, B for delområde 2 osv.):

<Prosjektnavn-A>_Punkttetthet-førsteretur.tif

<Prosjektnavn-A>_Punkttetthet-førsteretur.sos

<Prosjektnavn-A>_Punkttetthet-terreng.tif

<Prosjektnavn-A>_Punkttetthet-terreng.sos

Eksempel:

Troms-2011-A_Punkttetthet-førsteretur.tif

Troms-2011-A_Punkttetthet-førsteretur.sos

Troms-2011-A_Punkttetthet-terreng.tif

Troms-2011-A_Punkttetthet-terreng.sos

10.1.1.8 Rapporter

Alle rapporter skal leveres på PDF-format.

10.1.2 Leveransemedium

Leveransemedium avtales i det enkelte tilfelle.

Standard katalogstruktur for en leveranse vises under.

