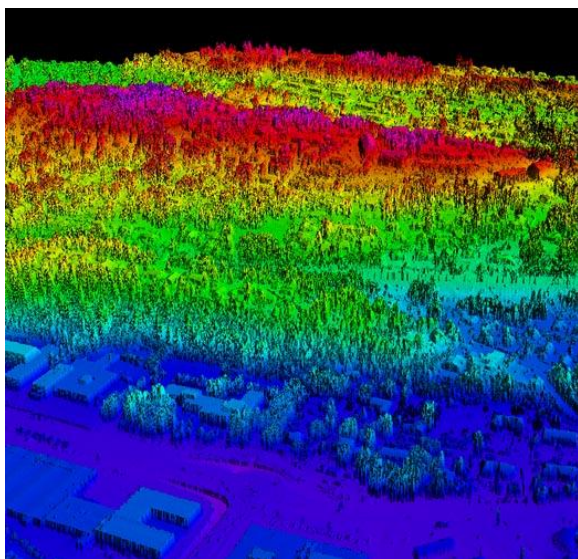
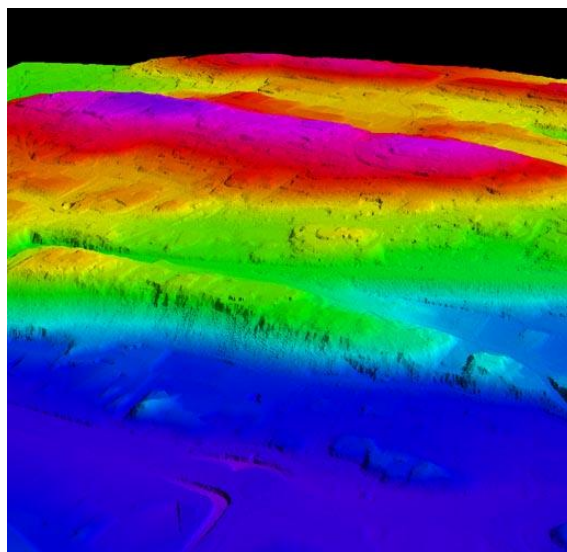


Produktspesifikasjon

Nasjonal modell for høydedata fra laserskanning (FKB-Laser)



Digital OverflateModell (DOM)



Digital TerrengModell (DTM)

1	Innledning, historikk og endringslogg	4
1.1	Innledning.....	4
1.2	Historikk.....	4
1.3	Formål	4
1.4	Referanser.....	5
1.5	Endringslogg	5
2	Oversikt over produktspesifikasjonen.....	6
2.1	Unik identifisering av produktspesifikasjon	6
2.2	Referansedato	6
2.3	Ansvarlig organisasjon	6
2.4	Språk.....	6
2.5	Hovedtema.....	6
2.6	Definisjoner og forklaringer	6
2.7	Forkortelser	8
3	Delspesifikasjon	9
3.1	FKB-Laser10	9
3.2	FKB-Laser20	9
3.3	FKB-Laser50	9
4	Identifikasjonsinformasjon.....	10
4.1	Referanse navn	10
4.2	Alternativt referanse navn	10
4.3	Sammendrag.....	10
4.4	Formål	10
4.5	Temakategori.....	10
4.6	Representasjonsform	10
4.7	Datasettoppløsning	10
4.8	Ustrekningsinformasjon	10
5	Informasjonsmodell.....	11
5.1	Alle punkter fra laserskanningen (LAS-format)	11
5.1.1	Versjon og format	11
5.1.2	Georeferering	11
5.1.3	Klassifisering	12
5.2	Alle punkter fra laserskanningen (SOSI).....	13
5.3	Terrengmodell og overflatemodell som GRID (GeoTIFF)	14
6	Referansesysteminformasjon.....	15
6.1	Identifikatorinformasjon.....	16
6.1.1	SOSI.....	16
6.1.2	EPSG.....	16
6.2	Temporalt referanse-system	16
7	Kvalitet	17
7.1	Krav til punkttetthet.....	17
7.2	Krav til nøyaktighet.....	17
8	Datainnsamling	18
9	Datavedlikehold	19
10	Presentasjonsinformasjon.....	19

11	Leveranseinformasjon.....	19
11.1	Identifikasjon av leveranseformat	19
11.1.1	Leveranseformat	19
11.1.1.1	Alle punkter fra laserskanningen (LAS)	19
11.1.1.2	Alle punkter fra laserskanningen (SOSI)	19
11.1.1.3	GRID Terrengmodell - DTM (GeoTIFF)	20
11.1.1.4	GRID Overflatemodell - DOM (GeoTIFF)	20
11.1.1.5	Dekningsoversikter (SOSI)	21
11.1.1.6	Flystripe (SOSI)	21
11.1.1.7	Tetthetsanalyse (SOSI)	21
11.1.1.8	Punktetthetskart (TIFF/SOSI)	22
11.1.1.9	Rapporter	22
11.2	Katalogstruktur for leveranse	23
12	Tilleggsinformasjon	23
13	Metadata.....	23
13.1	Prosjektavgrensning	23
13.2	Flystripe.....	24
13.3	Tetthetsanalyse	24
13.4	Bildefil som viser punktetthet (alle punkter)	25
13.5	Bildefil som viser punktetthet (terrengpunkter)	26

1 Innledning, historikk og endringslogg

1.1 Innledning

Denne spesifikasjonen spesifiserer FKB-Laser og forvaltningen av dette produktet.

1.2 Historikk

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
Versjon 2.0	2013-02-01	Håkon Dåsnes	Presisering av krav til egenskapsnøyaktighet, basert på resultat fra testprosjekt Laser klassifisering

1.3 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 5.1.3), 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.
- **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**
- **Generering av høydekurver**
 - Laserdata kan benyttes for generering av høydekurver fra laserdata, se produktspesifikasjon for FKB-Høydekurve.

1.4 Referanser

Nasjonale:

- Statens kartverk: SOSI-standard versjon 4.0, januar 2007
- Statens kartverk: SOSI Del 3 Produktspesifikasjon for Felles KartdataBase (FKB), januar 2007
- Statens kartverk: Kvalitetssikring av oppmåling, kartlegging og geodata (Geodatastandard) versjon 1.0, 20. september 2001
- Statens kartverk: Kart og geodata versjon 1.0, 19. desember 2004
- Statens kartverk: Kontroll av geodata versjon 1.0, 1. juli 2001
- Norges offisielle høydesystemer og referansenivåer, versjon 2.0 - 1. august 2002

Internasjonale

- NS-EN ISO 19131 – Geografisk informasjon - Produktspesifikasjoner
- ISO/DIS 19157 Geographic information — Data Quality (Revision of ISO 19113:2002, ISO 19114:2002 and ISO/TS 19138:2006)

1.5 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).

Endringer fra versjon 1.1 til versjon 2.0

- Generelt: Spesifikasjonen er harmonisert med gjeldende mal for produktspesifikasjoner med hensyn på kapitteinndeling og struktur.
- Kapittel 5.1 Alle punkter fra laserskanningen (LAS formatet).
 - o Klasse 9 (Vann) gjøres opsjonell, punkter på vannoverflaten skal nå som standard inngå i klasse 2 (Bakke).
 - o Store enkeltstående steiner kan som opsjon klassifiseres i egen klasse (klasse 11).
- Kapittel 5.1.2 Georeferering.
 - o Beskrevet angivelse av datum i LAS- filhodet.
- Kapittel 5.2 Alle punkter fra laserskanningen (SOSI)
 - o Det skal leveres separate filer på SOSI format for alle LAS-klasser.
- Kapittel 5.3 Terrengmodell og overflatemodell som GRID (GeoTIFF)
 - o Innført GRID Terrengmodell og Overflatemodell med oppløsning 1x1 meter som del av standardleveransen. Leveranse av punktskyer (bakkepunkt) på ASCII XYZ format utgår.
- Kapittel 6.1 Identifikatorinformasjon
 - o Nytt kapittel som definerer SOSI og EPSG koder for georeferering.
- Kapittel 7.2 Krav til nøyaktighet.
 - o Innført nye krav til korrekt klassifisering
- Kapittel 11.1.1.1-11.1.1.4 Leveranseinformasjon
 - o Endret standard kartbladinnndeling (DTM10: 1:1000, DTM20: 1:2000, DTM50: 1:5000)
- Kapittel 12.2 Katalogstruktur for leveranse
 - o Lagt til kataloger for terrengmodell og overflatemodell

2 Oversikt over produktspesifikasjonen

2.1 Unik identifisering av produktspesifikasjon

Kortnavn

FKB-Laser

Fullstendig navn

Nasjonal modell for høydedata fra laserskanning (FKB-Laser)

Versjon

2.0

2.2 Referansedato

2013-01-25

2.3 Ansvarlig organisasjon

Statens kartverk i samarbeid med brukere og produsenter

Adresse: Statens kartverk, Landdivisjonen
Kartverksveien 21, 3507 Hønefoss
Tlf. 08700
E-post: firmapost@kartverket.no

2.4 Språk

Norsk, Tegnsatt er ISO8859-1

2.5 Hovedtema

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

2.6 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]
Alternativ engelsk betegnelse er ”Digital Surface Model (DSM)”.

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 terrenghøyden, dødvinkler med mer.

laserskanning skannevinkel

laserstrålens vinkel i forhold til loddlinjen

MERKNAD På grunn av turbulens vil ikke instrumentets 0-retning (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.

2.7 Forkortelser

DHM	Digital høydemodell
DOM	Digital overflatemodell
DTM	Digital terrengmodell
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

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 1.3 kan laserdata benyttes til mange ulike oppgaver, og det kan være en utfordring å bli enig om en felles spesifikasjon. 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 spesifikasjon for å oppfylle alle brukerbehovene.

Behovene for laserdata (terrengdata) i et område varierer avhengig av hvilke formål datasettene skal brukes til. I denne spesifikasjonen 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 (punktthet), 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, mange store steiner/ur eller sterk kupering kan stedfestingsnøyaktigheten være til dels betydelig dårligere. Se kapittel 7 for detaljer om kvalitetskrav.

Punkttheten for FKB-Laser10 vil variere avhengig av terrengtype og bruksområder, men typisk punktthet er 2-10 punkt pr m². Det er særlig spesielle bruksformål som å detektere kulturminner samt prosjektering i områder med høyt krav til nøyaktighet at den høyeste punkttheten er aktuell. Punktthet velges av oppdragsgiver i det enkelte prosjekt (se kapittel 8).

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, mange store steiner/ur eller sterk kupering kan stedfestingsnøyaktigheten være dårligere. Se kapittel 7 for detaljer om kvalitetskrav.

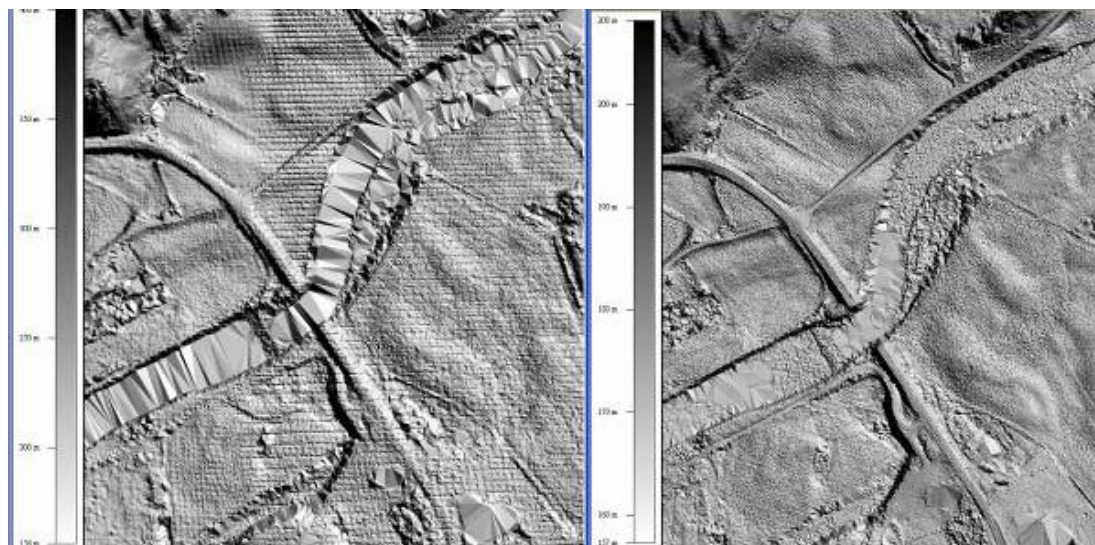
Punkttheten for FKB-Laser20 vil variere avhengig av terrengtype og bruksområder, men typisk punktthet er 0,5-2 punkt pr m². Punktthet velges av oppdragsgiver i det enkelte prosjekt (se kapittel 8).

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 7 for detaljer om kvalitetskrav.

Punkttheten for FKB-Laser50 vil variere avhengig av terrengtype og bruksområder, men typisk punktthet er 0,1-0,5 punkt pr m².



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

4 Identifikasjonsinformasjon

4.1 Referanse navn

FKB-Laser

4.2 Alternativt referanse navn

Ikke aktuelt

4.3 Sammendrag

FKB-Laser skal spesifisere leveranser fra laserskanning.

4.4 Formål

Formålet med produktspesifikasjonen er å spesifisere innhold og kvalitetskrav til FKB-Laser slik at etablering, ajourføring og forvaltning skjer på grunnlag av samme grunnleggende krav og retningslinjer. Spesifikasjonen skal i så måte være et hjelpemiddel for å få til en felles forvaltning av laserdata i Statens kartverk.

4.5 Temakategori

Høydedata

4.6 Representasjonsform

Vektordata (XYZ)

4.7 Datasettoppløsning

Målestokktall

Ikke aktuelt

Distanse

Måltall: 2, Målenhet: meter

(Koordinater skal oppgis i meter med 2 desimaler)

4.8 Ustrekningsinformasjon

Norsk landterritorium, unntatt Svalbard og Jan Mayen og de norske biland i Antarktis.

5 Informasjonsmodell

I laserskanningsprosjekter som følger denne spesifikasjonen skal det som standard leveres 4 delprodukter:

- Alle punkter fra laserskanningen på LAS-format
- Alle punkter fra laserskanningen på SOSI-format (i separate filer for hver klasse)
- Terrengmodell levert som 1 meter GRID på GeoTIFF-format
- Overflatemodell levert som 1 meter GRID på GeoTIFF-format

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 LAS/SOSI eller tilrettelegging av data for skogtaksering.

5.1 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.

5.1.1 Versjon og format

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

Som opsjon kan det være aktuelt å få levert laser punkt med fargeverdier (RGB) fra ortofoto. I så fall skal Point data record formatet være 3.

Senere versjoner av LAS-formatet (versjon 1.3 og 1.4) er utvidet med nye **point data record format** (5-10) blant annet for håndtering av full-waveform data. Leveranse på nyere versjoner enn 1.2 må avtales særskilt i det enkelte prosjekt.

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).
- Intensitetsverdier (Intensity) skal leveres for alle returer. Intensitetsverdiene lagres i .las filene på originalformat, dette vil være systemavhengig.

5.1.2 Georeferering

Georeferering i LAS-formatet bruker mekanismene som ble utviklet for GeoTIFF standarden. Informasjonen lagres som informasjonslinjer med variabel lengde i hodet på LAS-filen, og er lik den som lagres i "GeoTIFF key tags" i en GeoTIFF fil. Både horisontalt og vertikalt referansesystem angis med EPSG koder (se kapittel 6.1.2).

Følgende "tag-er" brukes: GeoKeyDirectoryTag og eventuelt GeoAsciiParamsTag med tekstlig informasjon.

Eksempel på koding for EUREF89 UTM sone 32 med NN54 høyde:

```
//      Key      Key      Minor      Number
//      Directory Revision Revision      Of
//      Version      Keys
// GeoKeyDirectoryTag(34735)=( 1,      1,      0,      7,

//      Key      Location Count Offset/Value
//      1024,      0,      1,      1,      - GTModelTypeGeoKey: ModelTypeProjected
//      3072,      0,      1,      25832, - ProjectedCSTypeGeoKey: PCS ETRS89 UTM zone 32N
//      3073,      34737, 20,      0,      - PCSCitationGeoKey: "Euref89 UTM sone 32" (Frivillig info)
//      3076,      0,      1,      9001, - ProjLinearUnitsGeoKey: Linear_Meter
//      4096,      0,      1,      5776, - VerticalCSTypeGeoKey: look-up for 5776 not implemented
//      4097,      34737, 5,      20,      - VerticalCitationGeoKey: "NN54" (Frivillig informasjon)
//      4099,      0,      1,      9001) - VerticalUnitsGeoKey: Linear_Meter

// GeoAsciiParamsTag(34737)=("Euref89 UTM sone 32|NN54|")
```

GeoTIFF-standarden gir rom for detaljert matematisk beskrivelse av koordinatsystemet som brukes, men for identifisering av norske data med kjente koordinatsystemer er det ikke nødvendig å legge inn dette. For detaljert beskrivelse av tagger og koder henvises til "GeoTIFF Format Specification".

Angivelse av horisontalt og vertikalt datum i hodet på LAS filene er ikke påkrevd i denne versjonen av spesifikasjonen. I første omgang vil dette bli utført av Kartverket i forbindelse med transformasjon fra NN1954 til NN2000.

5.1.3 Klassifisering

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.

Standard klasser i LAS-formatet	Forklaring
1	Uklassifisert (Unclassified). Alle punkter som ikke er klassifisert som klasse 2, 7 eller 10
2	Punkter på terrengoverflate (Ground). Denne klassen omfatter som standard også punkt på vannoverflater (innsjø, hav, elv). Punkter innenfor vannpolygon som ligger over vann-/terrengoverflate (vegetasjon, brygger og lignende) leveres i klasse 1 (uklassifisert).
7	Støy-punkter (Lowpoints) forårsaket av skyer, fugler, "multipath", system feil etc. Denne klassen omfatter unormalt høye og lave punkt (spikere) og punkt som under bakkeklassifiseringen blir definert til å ligge under terrengoverflaten.
10	Punkter som ligger på bru (Bridge) Denne klassen innføres først i LAS-format versjon 2.0, men den forskutes i denne spesifikasjonen. Minstemål for klassifisering er 10 m ² . Eksisterende FKB-data av best mulig kvalitet benyttes som støtte til klassifiseringen. Alle punkter innenfor bru-avgrensingen skal klassifiseres som Bru (Klasse 10). Det presiseres at FKB-dataene kun benyttes som støtte i klassifiseringen. Kravet til klassifisering gjelder uavhengig av fullstendigheten i FKB-dataene.

I tillegg til standard-klassene nevnt over, er det mulig å bestille ytterligere klassifisering som opsjoner i henhold til tabellen under.

Opsjonelle klasser i LAS-formatet	Forklaring
3	Punkter på lav vegetasjon (Low vegetation)
4	Punkter på middels vegetasjon (Medium vegetation)
5	Punkter på høy vegetasjon (High vegetation)
6	Punkter på bygning (Building)
9	Punkter på vann (Water) Som standard leveres punkter på vann i klasse 2 (Ground). I områder med stor forskjell på flo og fjære kan det være aktuelt å få klassifisert punktene på havoverflaten i egen klasse for å unngå store høydesprang i terrengmodellen. Det presiseres at eksisterende kystkontur (MHV) ikke kan benyttes til å skille mellom terreng og sjø i slike tilfeller.
11 (egendefinert)	Punkter som ligger på store enkeltstående steiner. Denne klassen er ikke innført i LAS-formatet, men er forskuttert i denne spesifikasjonen. Som standard klassifiseres ikke store steiner i egen klasse, men leveres i klasse 1 (uklassifisert). Stein registreres fotogrammetrisk som egen objekttype i FKB-Naturinfo. I enkelte områder kan det være ønskelig å få klassifisert store steiner fra laser punktskya. Dette må da bestilles som en egen opsjon. Minstestørrelse er normalt 10m ³ . Avhengig av terrengtype kan det være aktuelt å øke eller redusere minstestørrelsen, i så fall må dette spesifiseres i konkurransegrunnlaget.

5.2 Alle punkter fra laserskanningen (SOSI)

Dette delproduktet inneholder alle punkter som i LAS-dataene er klassifisert med klasse 1 (unclassified), 2 (Ground), 7 (Low points) og 10 (Bridge). Dersom det er bestilt ytterligere klassifisering, skal også disse klassene leveres. Det skal leveres separate filer på SOSI format for hver klasse.

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
```

Det henvises til **kapittel 11 Leveranseinformasjon** for nærmere beskrivelse av filnavn, -formater og -struktur.

5.3 Terrengmodell og overflatemodell som GRID (GeoTIFF)

Dette delproduktet omfatter to avledede GRID modeller:

1. Terrengmodell med oppløsning 1x1 meter
2. Overflatermodell med oppløsning 1x1 meter

Terrengmodellen skal genereres ut fra laser punktsky data klassifisert som bakke (klasse 2).

- Generering av GRID punktene skal skje ved interpolering gjennom en punkt til TIN og TIN til raster prosess. Triangulert verdi i senter av grid-cellen velges som høyderepresentasjon.
- Uavhengig av punkttetthet skal det genereres GRID-punkt i hele prosjektområdet basert på TIN-modellen.

Overflatemodellen skal genereres ut fra alle laser returer.

- Dette inkluderer både bakke og ikke-bakke punkt (klasse 1, 2 og 10).
- Høyeste punkt innenfor hver rute velges som verdi for GRID punktets høyde.
- Det skal genereres GRID-punkt i hele prosjektområdet. I områder med hull i punktskya, for eks. pga. vann, interpoleres høyden til GRID punktene fra nabopunkt i modellen.

Terreng- og overflatemodellene leveres på GeoTIFF format. Spesifikasjon av GeoTIFF formatet finnes på:

<http://trac.osgeo.org/geotiff/>

Rutenettet for GRID modellene defineres innenfor standard kartbladinndeling i EUREF89 lokal UTM-sone, grunnriss-koordinatene skal være senter celle innen valgt kartblad (koordinatverdi: nnnnnnn.50, eeeeeee.50).

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

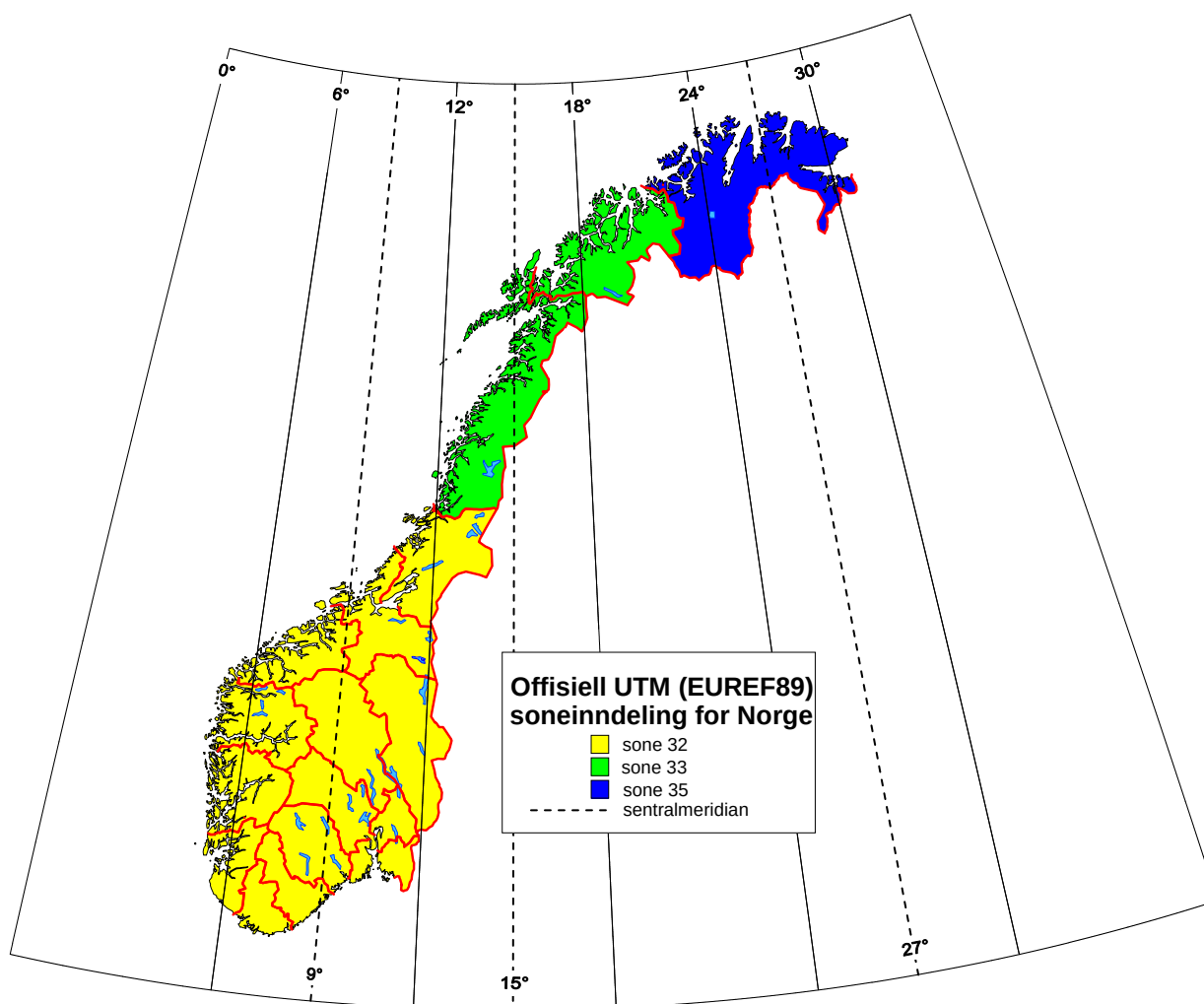
Figur 2 Gridpunktens plassering i forhold til en tenkt piksel med 1 m sider.

Det henvises til **kapittel 11 Leveranseinformasjon** for nærmere beskrivelse av filnavn, -formater og -struktur.

6 Referansesysteminformasjon

Grunnriss

EUREF89 lokal UTM-sone



Figur 3 Landets offisielle koordinataksystem 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.

6.1 Identifikatorinformasjon

6.1.1 SOSI

Tittel:

SOSI – referansesystemkode

Organisasjon:

Statens kartverk – SOSI-sekretariatet

Link:

http://www.statkart.no/filestore/ny/sosi/SOSI_pdf/del1_2_RealiseringSosiGml.pdf

Referansesystem	Navnerom	Kode	Forklaring
Høydeverdi	HØYDE-REF	NN54	Norsk null av 1954
Høydeverdi	HØYDE-REF	NN2000	Nytt felles nordisk vertikalt datum, basert på Normaal Amsterdams Peil.
GrunnrissReferanse	SYSKODE	22	UTM sone 32 basert på EUREF89 (ETRS89/UTM) , 2d
GrunnrissReferanse	SYSKODE	23	UTM sone 33 basert på EUREF89 (ETRS89/UTM) , 2d
GrunnrissReferanse	SYSKODE	25	UTM sone 35 basert på EUREF89 (ETRS89/UTM), 2d.

Kodeversjon

4.0

6.1.2 EPSG

Tittel:

EPSG Geodetic Parameter Registry

Organisasjon:

OGP – International Association of Oil and Gas Producers

Link:

<http://www.epsg-registry.org/>

Referansesystem	Navnerom	Kode	Forklaring
HøydeReferanse	EPSG	5776	Vertikalt datum, NN54 høyde
HøydeReferanse	EPSG	5941	Vertikalt datum, NN2000 høyde
GrunnrissReferanse	EPSG	25832	UTM sone 32 basert på EUREF89 (ETRS89/UTM) , 2d
GrunnrissReferanse	EPSG	25833	UTM sone 33 basert på EUREF89 (ETRS89/UTM) , 2d
GrunnrissReferanse	EPSG	25835	UTM sone 35 basert på EUREF89 (ETRS89/UTM), 2d.

Merknad:

EPSG koder kan benyttes for å angi datum i hodet på LAS filer.

6.2 Temporalt referanse-system

Alle datoer er i henhold til den gregorianske kalender.

7 Kvalitet

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

7.1 Krav til punkttetthet

Kvalitetsэлемент	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 punkttetthet for hver rute.

Rutenettet defineres innenfor standard kartbladinnndeling i EUREF89 lokal UTM-sone med nullpunkt i nedre venstre hjørne. Et laserpunkt kan kun tilhøre en rute. Punkt som ligger eksakt på rutenettet skal kun telles med i ruta som ligger over eller til høyre.

Ruter som helt eller delvis dekker vann og polygonavgrensning skal ikke medregnes.

7.2 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)	2 % (3)	2 % (3)	2 % (3)
		Andel bakkepunkt på åpne veldefinerte flater	80 % (4)	80 % (4)	80 % (4)
Logisk konsistens	Egenskaps-konsistens	Prosentandel feil	0 % (5)	0 % (5)	0 % (5)
Logisk konsistens	Formatkonsistens	Prosentandel feil	0 %	0 %	0 %

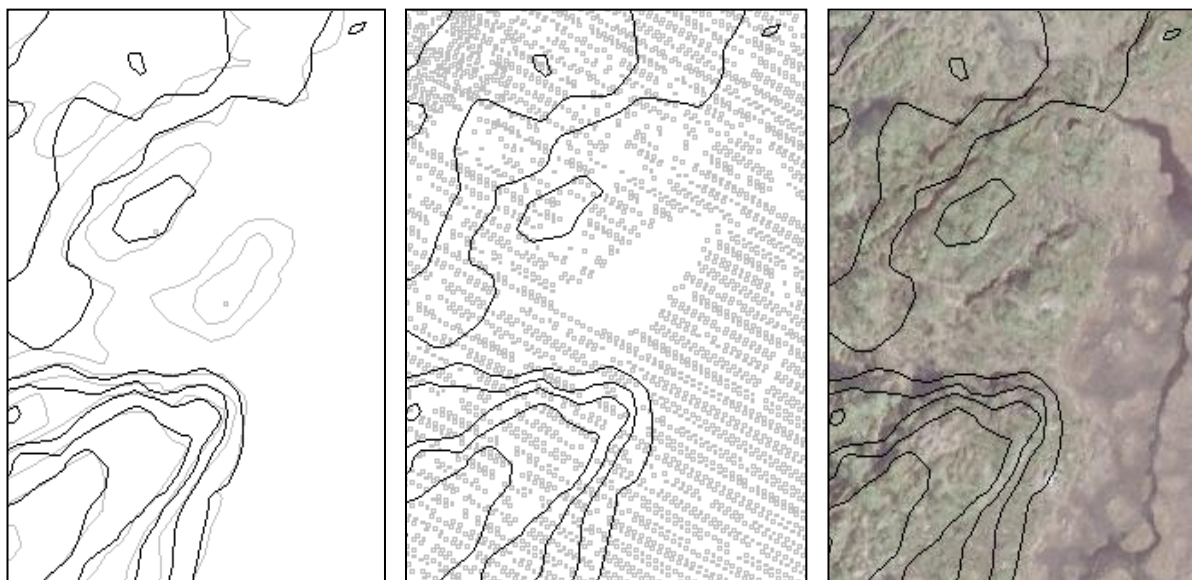
Merknader:

- (0) Tallet referer til harde veldefinerte flater, for eksempel veg eller 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, veldefinerte horisontale flater (maks helling 10 %), 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) Innen enhver 1 km x1 km rute, skal ikke mer enn 2 prosent av punktene være feilklassifisert.
- Kravet til korrekt klassifisering gjelder for alle klasser
 - Eksempel: Innenfor enhver 1km x 1km rute kan maksimalt 2 % av støy-punktene (klasse 7) være feilklassifisert, hvor prosenten beregnes ut i fra korrekt antall støy-punkt.
- (4) Bakgrunnen for dette kravet er å sikre at leverandørene ikke siler punktene for sterkt under den automatiske bakkeklassifiseringen. Kravet refererer seg til prosentandel klassifiserte bakkepunkt beregnet ut fra bestilt teoretisk punkttetthet.
- Eksempel: Dersom bestilt punkttetthet er 2 pkt/m² er kravet minimum 1,6 pkt/m² klassifisert som bakke.
 - Ved kontroll skal man benytte kontrollflater som ligger jevnt utover prosjektområdet. Kontrollflatene skal ha minimum størrelse 20*20 meter og ligge på harde, veldefinerte horisontale flater (maks helling 10%), for eksempel veg eller parkeringsplass.
 - Det forutsettes at flatene ikke inneholder detaljer over terreng (vegetasjon, biler, stolper, gjerder med mer).
- (5) Kravet refererer seg til LAS-klasser. Punkter skal klassifiseres i henhold til klassene definert i avtalen for hvert prosjekt. Som standard leveres kun punkt i klassene 1, 2, 7 og 10.

Eksempel på feilklassifisering kan være:

- bygninger er feilklassifisert som terrengpunkt
- koller er ikke klassifisert som terrengpunkt



Figur 4 Figuren viser hvordan feil klassifisering av terrengpunkter fører til at en kollen "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.

8 Datainnsamling

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

Teoretisk punkttetthet 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

9 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.

10 Presentasjonsinformasjon

Ikke aktuelt

11 Leveranseinformasjon

11.1 Identifikasjon av leveranseformat

LAS, SOSI, GeoTIFF og PDF.

11.1.1 Leveranseformat

11.1.1.1 Alle punkter fra laserskanningen (LAS)

Formatnavn:

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

Formatversjon:

1.2

Filstruktur:

DTM standard	Filstruktur
DTM 10	Standard kartbladinndeling 1:1000 i EUREF89 lokal sone
DTM 20	Standard kartbladinndeling 1:2000 i EUREF89 lokal sone
DTM 50	Standard kartbladinndeling 1:5000 i EUREF89 lokal sone

Filene skal navnes på denne måten:

<kartbladindeks>.las

Eksempel:

32-1-507-212-16.las

11.1.1.2 Alle punkter fra laserskanningen (SOSI)

Formatnavn:

SOSI

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

Formatversjon:

4.0

Filstruktur:

DTM standard	Filstruktur
DTM 10	Standard kartbladinndeling 1:1000 i EUREF89 lokal sone
DTM 20	Standard kartbladinndeling 1:2000 i EUREF89 lokal sone
DTM 50	Standard kartbladinndeling 1:5000 i EUREF89 lokal sone

Filene skal navnes på denne måten:

Uklassifisert: <kartbladindeks>_CL1.sos
Bakkepunkter: <kartbladindeks>_CL2.sos
Støypunkter: <kartbladindeks>_CL7.sos
Punkter på bru: <kartbladindeks>_CL10.sos

Eksempel:

32-1-507-212-16_CL1.sos
32-1-507-212-16_CL2.sos
32-1-507-212-16_CL7.sos
32-1-507-212-16_CL10.sos

11.1.1.3 GRID Terrengmodell - DTM (GeoTIFF)

Formatnavn:

GeoTIFF

GRID oppløsning:

1m x 1m

Filstruktur:

DTM standard	Filstruktur
DTM 10	Standard kartbladinnndeling 1:1000 i EUREF89 lokal sone
DTM 20	Standard kartbladinnndeling 1:2000 i EUREF89 lokal sone
DTM 50	Standard kartbladinnndeling 1:5000 i EUREF89 lokal sone

Filene skal navnes på denne måten:

<kartbladindeks>_DTM.tif

Eksempel:

32-1-507-212-16_DTM.tif

11.1.1.4 GRID Overflatemodell - DOM (GeoTIFF)

Formatnavn:

GeoTIFF

GRID oppløsning:

1m x 1m

Filstruktur:

DTM standard	Filstruktur
DTM 10	Standard kartbladinnndeling 1:1000 i EUREF89 lokal sone
DTM 20	Standard kartbladinnndeling 1:2000 i EUREF89 lokal sone
DTM 50	Standard kartbladinnndeling 1:5000 i EUREF89 lokal sone

Filene skal navnes på denne måten:

<kartbladindeks>_DOM.tif

Eksempel:

32-1-507-212-16_DOM.tif

11.1.1.5 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

11.1.1.6 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

11.1.1.7 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

11.1.1.8 Punkttetthetskart (TIFF/SOSI)

Gjelder punkttetthetskart 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

11.1.1.9 Rapporter

Alle rapporter skal leveres på PDF-format.

11.2 Katalogstruktur for leveranse

Leveransen skal følge katalogstrukturen vist i figur 4.



Figur 5 Katalogstruktur for leveranse av data fra laserskanning

12 Tilleggsinformasjon

Ikke aktuelt

13 Metadata

For laserskanningsprosjekter skal det etableres og leveres følgende typer metadata:

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

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

13.1 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"
  
```

13.2 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

13.3 Tetthetsanalyse

Det skal etableres og leveres en dokumentasjon av oppnådd punkttetthet 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 punkttetthet 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.

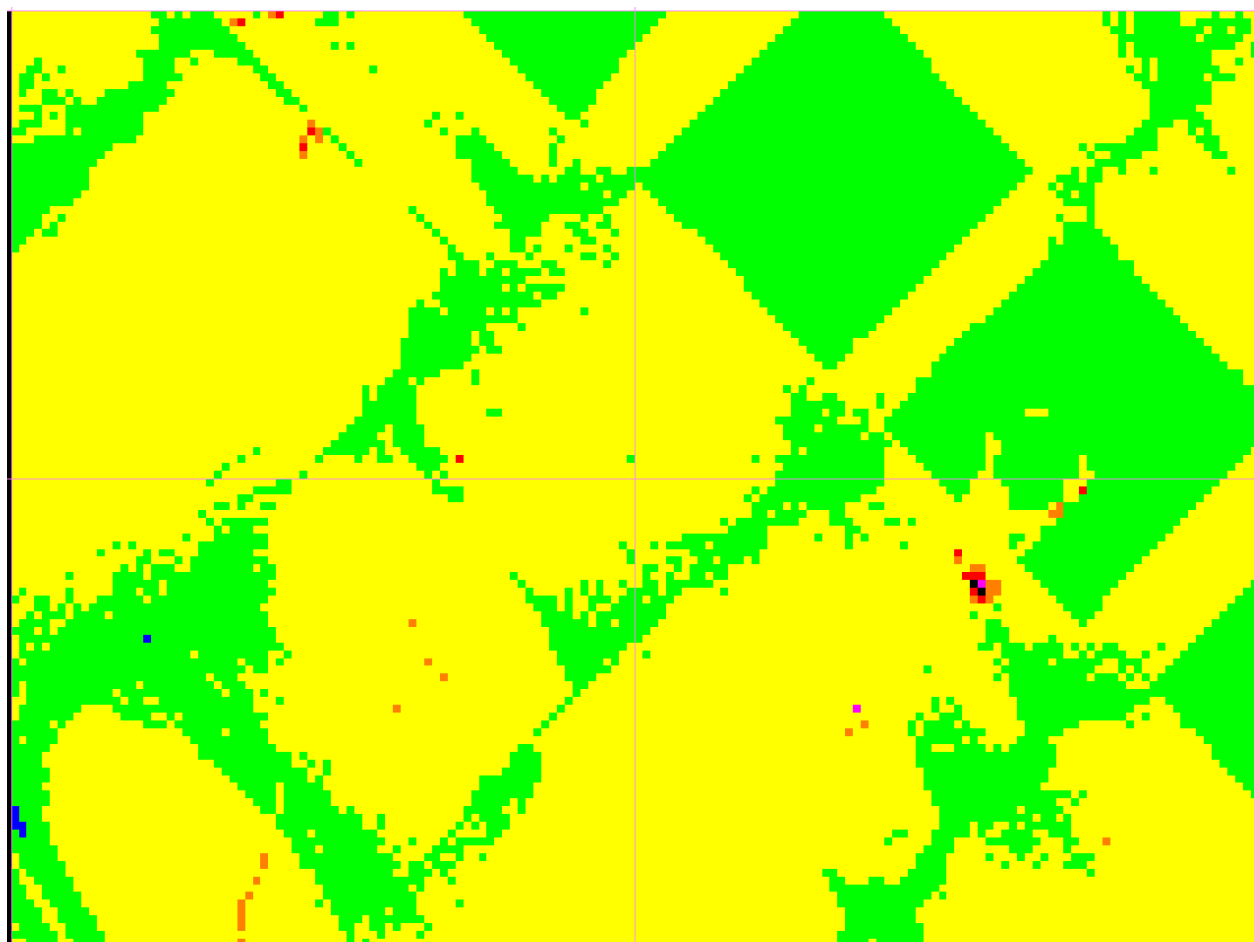
Det skal også levers en enkel statistikk på fordeling av punkttetthet innefor rutene. Ruter med lavere punkttetthet enn spesifisert skal vises på plott og kommenteres.

13.4 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 førstereturen 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



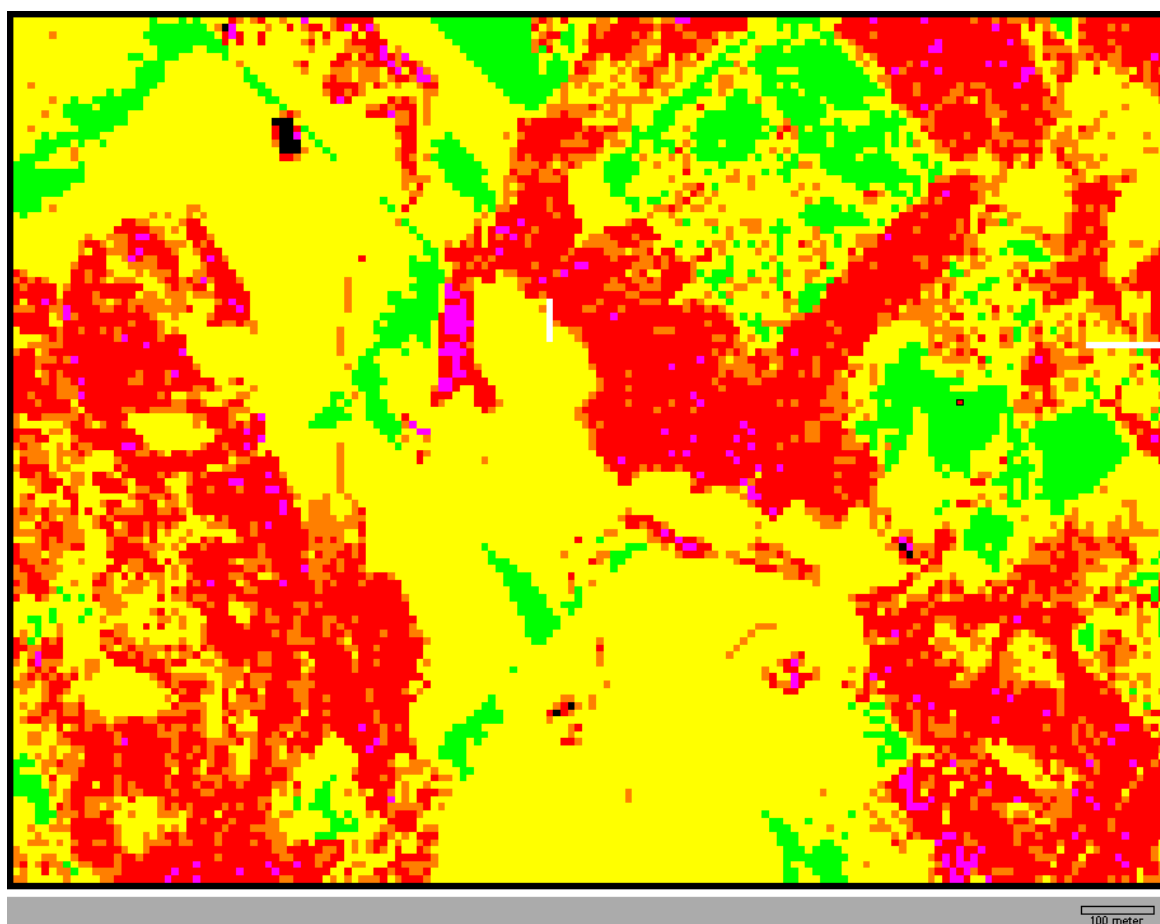
Figur 6 Eksempel på punkttetthetskart for et delområde av et prosjekt (4 kartblad 1:1000).

13.5 Bildefil som viser punkttetthet (terrengpunkter)

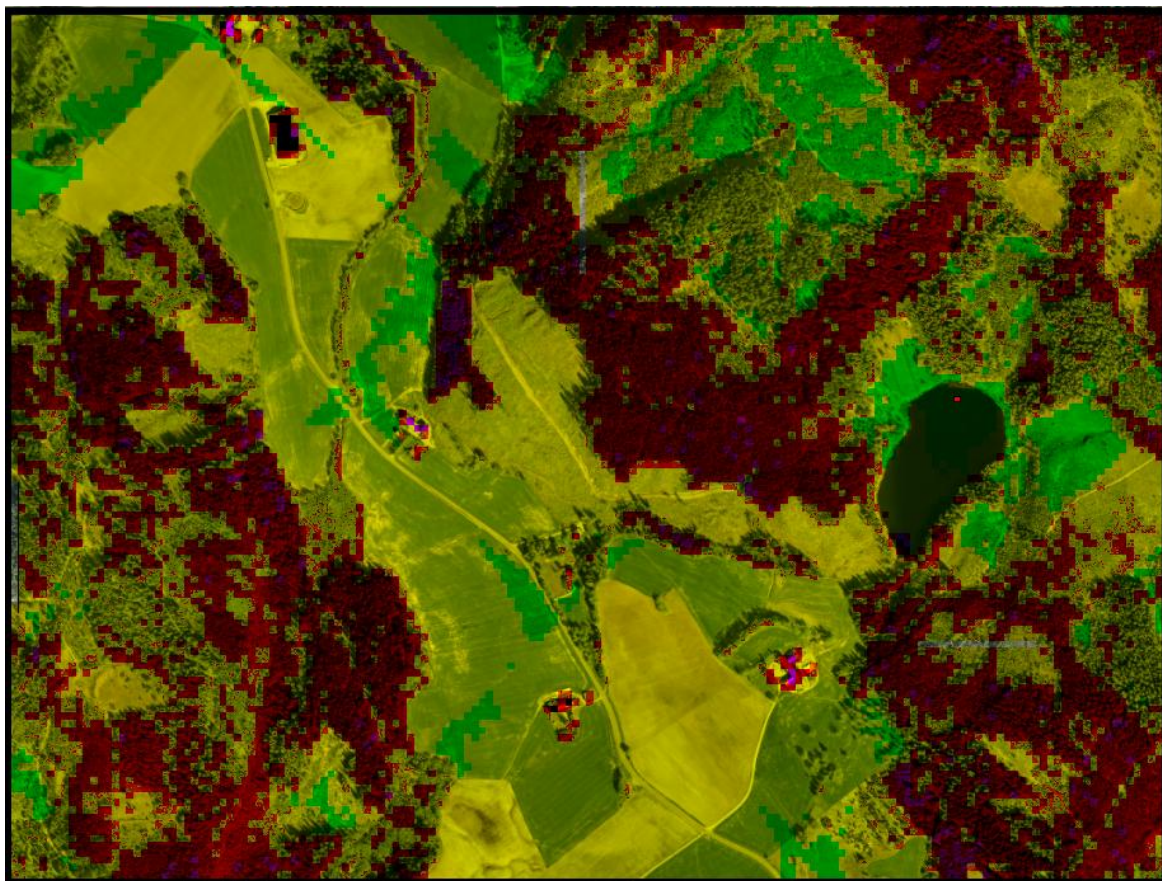
For hvert prosjektområde skal det leveres en georeferert (sosi-fil) bildefil på tiff-format som viser punkttettheten (terrengpunkter) i laserdataene. Bildefilene skal ha en oppløsning på 10*10 meter

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 7 Eksempel på punkttetthetskart for terrengpunkter for samme delområde som i figur 6.



Figur 8 Eksempel på punkttetthetskartet i figur 7 lagt over et ortofoto. Som forventet er det lavere tetthet av terrengpunkter i skog enn på åpne områder (for eksempel åker).