

# Produktspesifikasjon Nasjonal modell for høydedata fra laserskanning (FKB-Laser)

## FKB-Laser v3.0

# 1 Innledning, historikk og endringslogg

## 1.1 Innledning

Denne spesifikasjonen detaljerer 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 |
| Versjon 2.1   | 2016-06-01 | Christian Malmquist og Håkon Dåsnes | Utvidet med klasser benyttet i NDH prosjekt                                                            |
| Versjon 3.0   | 2018-01-01 | Christian Malmquist og Håkon Dåsnes | Tilpasset spesifikasjon benyttet i NDH prosjekt og forvaltning av punktskyer i hoydedata.no            |
| Versjon 3.0   | 2019-01-01 | Ivar Oveland og Håkon Dåsnes        | Presisering og justering enkeltpunkter                                                                 |
| Versjon 3.0   | 2021-01-01 | Geovekst Arbeidsgruppe Høyde        | Presiseringer punktskyklassifisering                                                                   |

## 1.3 Formål

Denne spesifikasjonen skal være et virkemiddel for å kvalitetssikre etablering og forvaltning av høydedata. Produktet er punkter på terrengoverflaten innsamlet ved bruk av laserskanner. 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.

Standarden er fokusert mot flybåren datafangst, men kan også benyttes som utgangspunkt for bestilling av laserkartlegging fra andre plattformer (lavtflygende droner, terrestriske skannere, bathymetriske skannere og bilbåren skannere.

I tillegg til standard terrestrisk kartlegging detaljeres klasser for klassifisering av kraftlinjer og sjøkartlegging.

## 1.4 Referanser

### Nasjonale:

- Statens kartverk: SOSI-standard
- Statens kartverk: Geodatakvalitet – versjon 1.0, 2015
- Statens kartverk: Produksjon av basis geodata – versjon 1.0, 2015
- 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)
- [ASPRS LAS Specification v1.2, 2008](#)
- [ASPRS LAS Specification v1.4, 2013](#)

## 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  $1 \times 10^9$  (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 kapittelinndeling 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 kartbladinndeling (DTM10: 1:1000, DTM20: 1:2000, DTM50: 1:5000)
- Kapittel 12.2 Katalogstruktur for leveranse
  - o Lagt til kataloger for terrengmodell og overflatemodell

### Endringer fra versjon 2.0 til versjon 2.1

- Kapittel 5.1.
  - o Punkter på snø skal kodes til klasse 13

### Endringer fra versjon 2.1 til versjon 3.0

- Gjennomgående oppdatering av spesifikasjonen slik at den samsvarer med leveranser i Nasjonalt Detaljert Høydemodell og forvaltningsløsning for høydedata (hoydedata.no)

### Endringer fra versjon 3.0 2018.01.01 til versjon 3.0 2019.01.01

- Kapittel 5.1.3 Klassifisering. Presisering av punktklassen Bru.
- Kapittel 7.2 Krav til nøyaktighet. Det er lagt til standardavvik krav i grunnriss.

- Kapittel 8. Datainnsamling. Krav til maksimalt fotavtrykk.
- Kapittel 11.1.1.5. Kontrollflater. Presisering av dokumentasjonskrav for høydejusterings.
- Kapittel 11.1.1.6. Rapporter. Presisering av dokumentasjonskrav for høydereferansemodell.

**Endringer fra versjon 3.0 2019.01.01 til versjon 3.0 2021.01.01**

- Kapittel. 5.1.3 Presisering av klassifisering brudekke og klasser relatert til ledningskartlegging.

## **2 Oversikt over produktspesifikasjonen**

### **2.1 Unik identifisering av produktspesifikasjon**

**Kortnavn**

FKB-Laser

**Fullstendig navn**

Nasjonal modell for høydedata fra laserskanning (FKB-Laser)

**Versjon**

3.0

### **2.2 Referansedato**

2019-01-01

### **2.3 Ansvarlig organisasjon**

Statens kartverk i samarbeid med brukere og produsenter

Adresse: Statens kartverk, Landdivisjonen  
Kartverksveien 21, 3507 Hønefoss  
Tlf. 32 11 80 00  
E-post: [post@kartverket.no](mailto:post@kartverket.no)

### **2.4 Språk**

Norsk, Tegnsatt er ISO8859-1

### **2.5 Hovedtema**

Høydedata, digital terrengmodell (DTM), digital overflatemodell (DOM).

### **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)                 |
| [PABG]  | Produksjon av Basis Geodata - gjeldende versjon                        |
| [FKB]   | Produktspesifikasjon for Felles KartdataBase (FKB) – gjeldende versjon |
| [SOSI]  | SOSI-standard versjon 4.5                                              |

**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)”.

**digital terrengmodell (DTM)**

en DHM som beskriver terrengoverflaten [LASER]

### **digital overflatemodell (DOM)**

en DHM som beskriver en nærmere spesifisert flate [LASER]

MERKNAD Eksempel på DOM kan være vegetasjon, takflate og lignende. Alternativ engelsk betegnelse er «Digital Surface Model (DSM)».

### **flybåren laserskanning**

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

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 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. m<sup>2</sup> [LASER]

### **teoretisk punkttetthet**

antall laserpulser (førstereturer) som treffer en flate pr. m<sup>2</sup> 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 [LASER]

**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**

|                 |                                                                                                                                               |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>NDH</b>      | Nasjonal detaljert høydemodell                                                                                                                |
| <b>DHM</b>      | Digital høydemodell                                                                                                                           |
| <b>DOM</b>      | Digital overflatemodell                                                                                                                       |
| <b>DTM</b>      | Digital terrengmodell                                                                                                                         |
| <b>FKB</b>      | Felles KartdataBase                                                                                                                           |
| <b>FLS</b>      | Flybåren laserskanning                                                                                                                        |
| <b>Georef</b>   | Metadataregister for Geovekst-data                                                                                                            |
| <b>Geovekst</b> | Geodatasamarbeid mellom Kommunenes Sentralforbund, Energi Norge, Statens kartverk, Telenor, Vegdirektoratet og Landbruks- og matdepartementet |
| <b>LIDAR</b>    | Light Detection And Ranging, betegner et prinsipp for avstandsmålingen                                                                        |
| <b>SOSI</b>     | Samordnet Opplegg for Stedfestet Informasjon - et standardformat for digitale geodata (SOSI-standard)                                         |
| <b>UML</b>      | 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. 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 laserskanne 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. Spesifikasjonen tillater en variasjon av minimum tetthet og krav til nøyaktighet.

| Delspesifikasjon | Punkttetthet                    | Nøyaktighet, ref tabell 7.2     |
|------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| FKB-Laser-A      | minimum 10pkt/m <sup>2</sup>    | Standard = DTM10, Opsjon = DTM5 |
| FKB-Laser-B      | minimum 5pkt/m <sup>2</sup>     | Standard = DTM10, Opsjon = DTM5 |
| FKB-Laser-C      | minimum 2pkt/m <sup>2</sup>     | DTM10                           |
| FKB-Laser-D      | mindre enn 2 pkt/m <sup>2</sup> | DTM20                           |

Produktet skal defineres med både delspesifikasjon og nøyaktighetskrav. Eksempel:

- FKB-Laser-C-DTM10
- FKB-Laser-A-DTM5

#### 3.1 FKB-Laser-A

FKB-Laser-A benyttes i kartleggingsprosjekt med behov for en meget god terrengbeskrivelse. Dette oppnås ved høy punkttetthet og strenge krav til absolutt og relativ nøyaktighet. Typisk bruk vil være urbane områder med harde og komplekse flater.

Ved bestilling vurderes nødvendig nøyaktighet. Standard bestilling er med DTM10 nøyaktighetsnivå og om nødvendig kan dette heves til DTM5.

#### 3.2 FKB-Laser-B

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

Standard bestilling med DTM10 nøyaktighetsnivå med mulighet for å spesifisere med DTM5. FKB-Laser-B-DTM10 er standard for 5pkt utvidelser i NDH prosjektet.

#### 3.3 FKB-Laser-C

FKB-Laser-C 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-Laser-B, men dataene gir en litt dårligere beskrivelse av terrengoverflaten.

FKB-Laser-C bestilles med DTM10 nøyaktighetsklasse og er standard bestilling i NDH prosjektet.

#### 3.4 FKB-Laser-D

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

## **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**

Punktsky (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 i tillegg til leveranse av punktsky leveres homogenitetsplott, metadata og rapporter.

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 (LAZ-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.

LAS filene skal komprimeres til LAZ ved hjelp av gjeldende implementasjon av LASzip ([www.laszip.org](http://www.laszip.org))

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 innholdsdelen av fila) skal være med.
- GPS Time Type skal være standard GPS Time (satellite GPS Time) minus  $1 \times 10^9$  (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 LAZ filene er påkrevet og skal føres inn av kartleggingsfirma.

### 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).<br>Alle punkter som ikke er klassifisert som klasse 2, 7 eller 17                                                                                                                                                                         |
| 2                               | Punkter på terrengoverflate (Ground).<br>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.<br>Denne klassen omfatter unormalt høye og lave punkt (spikere) og punkt som under bakkeklassifiseringen blir definert til å ligge under terrengoverflaten.                         |
| 17                              | Punkter på bru (Bridge Deck)<br>Minstemål for klassifisering er 10 m <sup>2</sup> . Alle punkter på selve brudekket skal klassifiseres til Bru (Klasse 17). Alle andre punkter på bro skal klassifiseres til Uklassifisert (1) eller korrekt klasse i eventuell opsjon. |

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

| <b>Opsjonelle klasser i LAS-formatet</b> | <b>Forklaring</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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)<br>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. |
| 10                                       | Punkter på jernbane (Rail)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 11                                       | Punkter på vegbane (Road Surface)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 13                                       | Ledning - beskyttelse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 14                                       | Ledning                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 15                                       | Mast                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 16                                       | Ledning – kobling (isolasjon)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 24<br>(egendefinert)                     | Punkter på snø<br>Punkter innenfor snøflater større enn 1000m <sup>2</sup> skal klassifiseres til klasse 24                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 25<br>(egendefinert)                     | Punkter som ligger på store enkeltstående steiner.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 26                                       | Punkter på havbunn (Bathymetric point)<br>Punkt som faller på sjøbunn eller elvebunn                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 27                                       | Punkter på vannoverflate (Water surface)<br>Ved bruk av batymetrisk LiDAR bør punkt som faller på vannoverflate legges til klasse 27 fremfor standard vannklasse 9 for topografisk LiDAR                                                                                                                                                                                                  |
| 28                                       | Genererte punkt på vannoverflate (Derived water surface)<br>Genererte punkter på vannoverflate som er benyttet i beregning av refraksjon                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 29                                       | Marin vegetasjon                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 30                                       | IHO S-57 Objekt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 31                                       | Ikke bunn (uklassifisert)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

Klassifisering av punktklassene 13 til 16 er eksemplifisert i standarden FKB-LedningLaser – gjeldende versjon<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <https://register.geonorge.no/register/versjoner/produktspesifikasjoner/kartverket/fkb-ledninglaser/>

## 5.2 Homogenitetsplott (GeoTIFF)

Formålet med homogenitetsplott er å avdekke dårlig intern stripejustering og generell dårlig homogenitet i punktskyen. Se PaBG for mer informasjon.

Homogenitetsplottet skal genereres med celledimensjon på 1m og skal 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 |

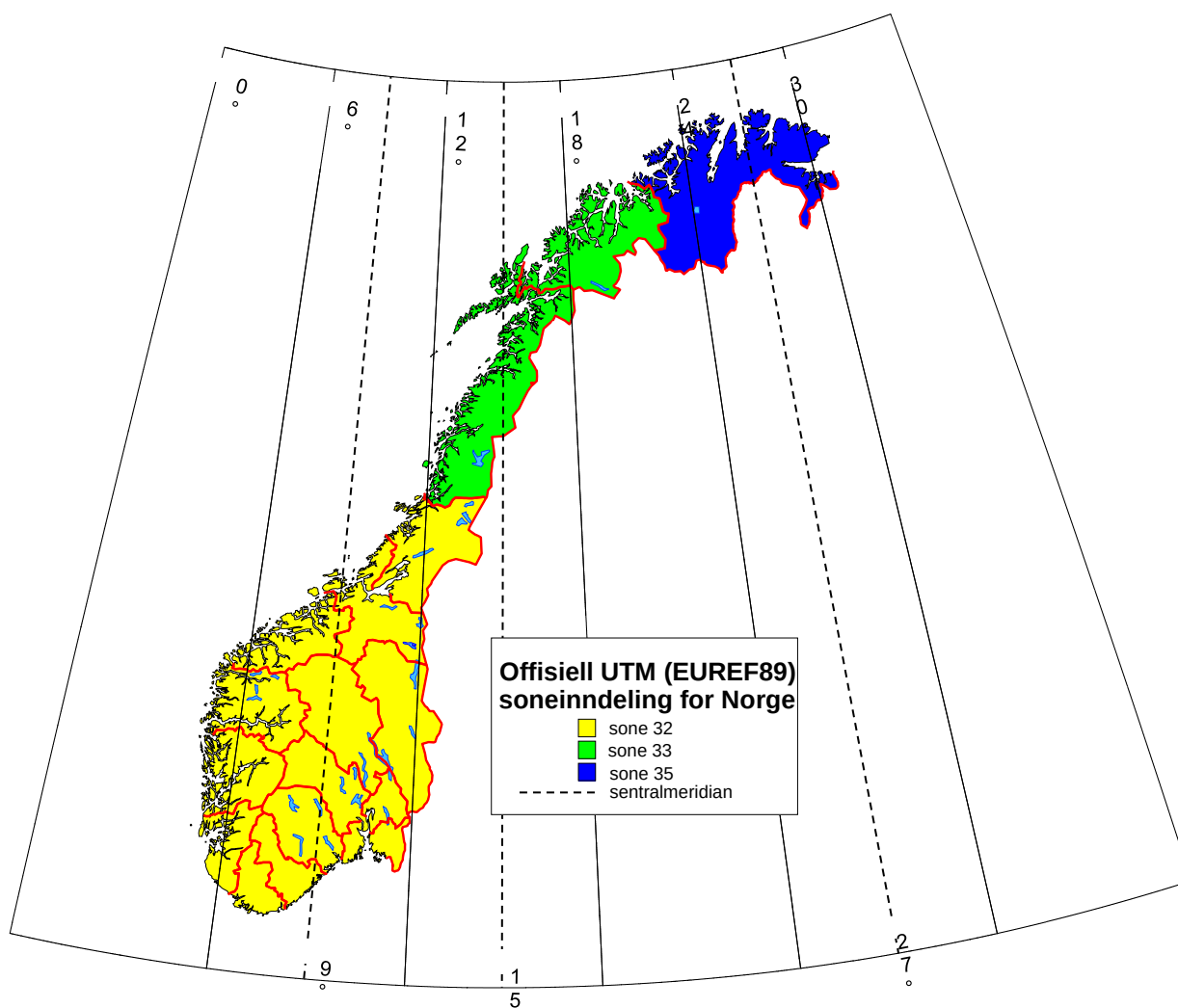
Figur 1 Gridpunktenes plassering i forhold til en tenkt piksel med 1 m sider.

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.

## 6.1 Identifikatorinformasjon

### 6.1.1 SOSI

**Tittel:**

SOSI – referansesystemkode

**Organisasjon:**

Statens kartverk – SOSI-sekretariatet

| 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

| Kvalitetselement | Delelement   | Kvalitetsmål                             | Nøyaktighetsklasse |           |           |
|------------------|--------------|------------------------------------------|--------------------|-----------|-----------|
|                  |              |                                          | DTM5               | DTM10     | DTM20     |
|                  |              |                                          | Toleranse          | Toleranse | Toleranse |
| Fullstendighet   | Punkttetthet | Prosentandel ruter m/opnådd 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. Alle punkt skal inngå i beregningen.

Rutenettet defineres innenfor standard kartbladinndeling 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

| Kvalitetselement        | Delelement                                                  | Kvalitetsmål                                             | Nøyaktighetsklasse |            |            |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------|------------|------------|
|                         |                                                             |                                                          | DTM5               | DTM10      | DTM20      |
|                         |                                                             |                                                          | Toleranse          | Toleranse  | Toleranse  |
| Stedfestingsnøyaktighet | Absolutt høydenøyaktighet                                   | Standardavvik                                            | 0.03 m (0)         | 0.04 m (0) | 0.07 m (0) |
| Stedfestingsnøyaktighet | Absolutt høydenøyaktighet                                   | Systematisk avvik                                        | 0.05 m (1)         | 0.10 m (1) | 0.20 m (1) |
| Stedfestingsnøyaktighet | Absolutt grunnrissnøyaktighet                               | Standardavvik                                            | 0.05 m (2)         | 0.10 m (2) | 0.20 m (2) |
| Stedfestingsnøyaktighet | Absolutt grunnrissnøyaktighet                               | Systematisk avvik                                        | 0.15 m (2)         | 0.30 m (2) | 0.60 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 %        |

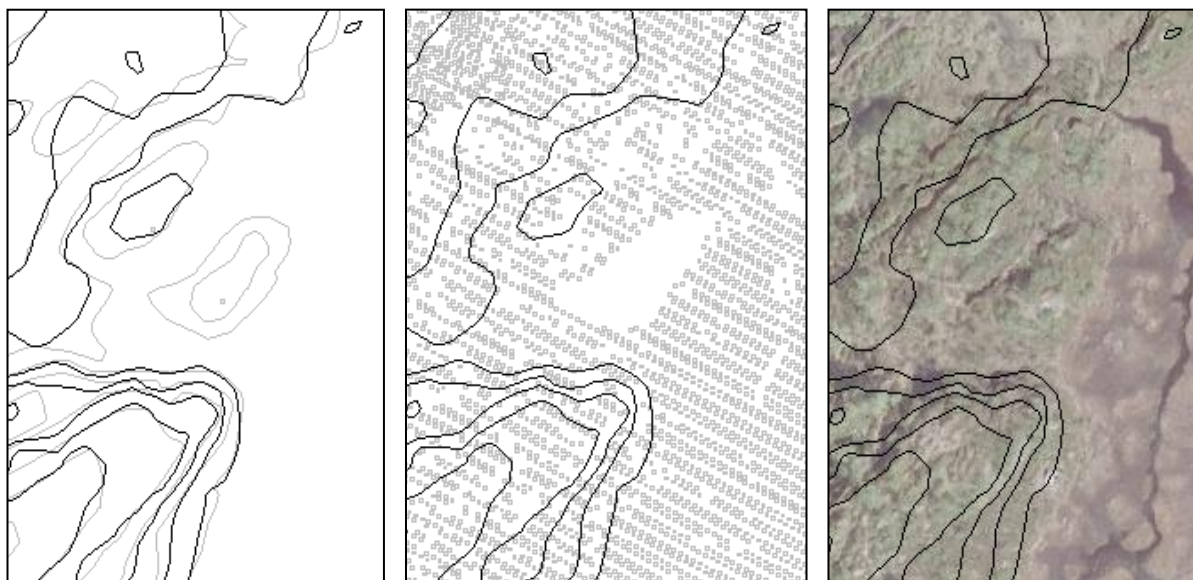
#### Merknader:

- (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 skal ligge på harde, veldefinerte horisontale flater (maks helling 10 %), for eksempel veg eller parkeringsplass. Se også «Produksjon av basis geodata».
- (2) Laserdataene skal ha en jevn og homogen stedfestingsnøyaktighet i grunnriss. Kvalitetsmålet for grunnrissnøyaktighet er systematisk og standardavvik. 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 ifra 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/m<sup>2</sup> er kravet minimum 1,6 pkt/m<sup>2</sup> 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 17.

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 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.



## 8 Datainnsamling

Det henvises til standarden Produksjon av Basis Geodata (gjeldende versjon), for hvordan laserskanning skal gjennomføres og rapporteres. **Skannevinkel** avtales i hvert enkelt prosjekt. Standard bestilling benytter pluss/minus 20grader fra nadir.

Skannerens **fotavtrykk** må samsvare med krav til sluttproduktet. Størrelsen på fotavtrykket skal oppgis i rapporten og skal ikke overstige 1 meter ( $1/e^2$ ).

## 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 leveres og forvaltes i [hoydedata.no](http://hoydedata.no)

## 10 Presentasjonsinformasjon

Ikke aktuelt

## 11 Leveranseinformasjon

### 11.1 Identifikasjon av leveranseformat

LAZ, SOSI, GeoTIFF og PDF.

#### 11.1.1 Leveranseformat

##### 11.1.1.1 Alle punkter fra laserskanningen (LAZ)

Formatnavn:

LAS ( [https://www.asprs.org/wp-content/uploads/2010/12/asprs\\_las\\_format\\_v12.pdf](https://www.asprs.org/wp-content/uploads/2010/12/asprs_las_format_v12.pdf))

Komprimeringsalgoritme:

LASzip (gjeldende versjon)

Formatversjon:

1.2

Filstruktur:

| Delspesifikasjon    | Filstruktur                                            |
|---------------------|--------------------------------------------------------|
| FKB-Laser-A / B / C | Standard kartbladinndeling 1:1000 i EUREF89 lokal sone |
| FKB-Laser-D         | Standard kartbladinndeling 1:2000 i EUREF89 lokal sone |

Filene skal navnes på denne måten:

<kartbladindeks>.laz

Eksempel:

32-1-507-212-16.laz

##### 11.1.1.2 Homogenitetsplott (GeoTIFF)

Formatnavn:

GeoTIFF

GRID oppløsning:

1m x 1m

Filstruktur:

| Delspesifikasjon    | Filstruktur                                            |
|---------------------|--------------------------------------------------------|
| FKB-Laser-A / B / C | Standard kartbladinndeling 1:1000 i EUREF89 lokal sone |
| FKB-Laser-D         | Standard kartbladinndeling 1:2000 i EUREF89 lokal sone |

Filene skal navnes på denne måten:

<kartbladindeks>\_Homogenitet.tif

Eksempel:

32-1-507-212-16\_Homogenitet.tif

Homogenitetsplottene skal komprimeres til en fil og navnes på denne måten:

< Prosjektnavn\_>Homogenitet.zip

Eksempel:

Troms-2011\_Homogenitet.zip

#### **11.1.1.3 Dekningsoversikter (SOSI)**

Formatnavn:

SOSI

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

Formatversjon:

4.5

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

#### **11.1.1.4 Flystripe (SOSI)**

Formatnavn:

SOSI

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

Formatversjon:

4.5

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

#### **11.1.1.5 Kontrollflater**

Alle kontrollflater benyttet i justering av punktsky skal leveres på SOSI format.

Kontrollflatene lastes opp til underkatalog «diverse» på høydedata.no. Eventuell høydejustering av punktsky skal dokumenteres i rapporten.

Filen skal navnes på denne måten:

< Prosjektnavn\_>Kontrollflater.sos

Eksempel:

Troms 2011\_Kontrollflater.sos

#### 11.1.1.6 Rapporter

Hovedrapport skal leveres på PDF-format.

Rapporten skal dokumentere hvilke høydereferansemodell som er brukt.

Rapporten skal navnes på denne måten:

< Prosjektnavn\_>Prosjektrapport.pdf

Eksempel:

Troms 2011\_Projektrapport.zip

Vedlegg til hovedrapport skal komprimeres til zip og lastes opp til underkatalog «diverse» på høydedata.no.

Vedleggene skal navnes på denne måten:

< Prosjektnavn\_>Vedlegg.zip

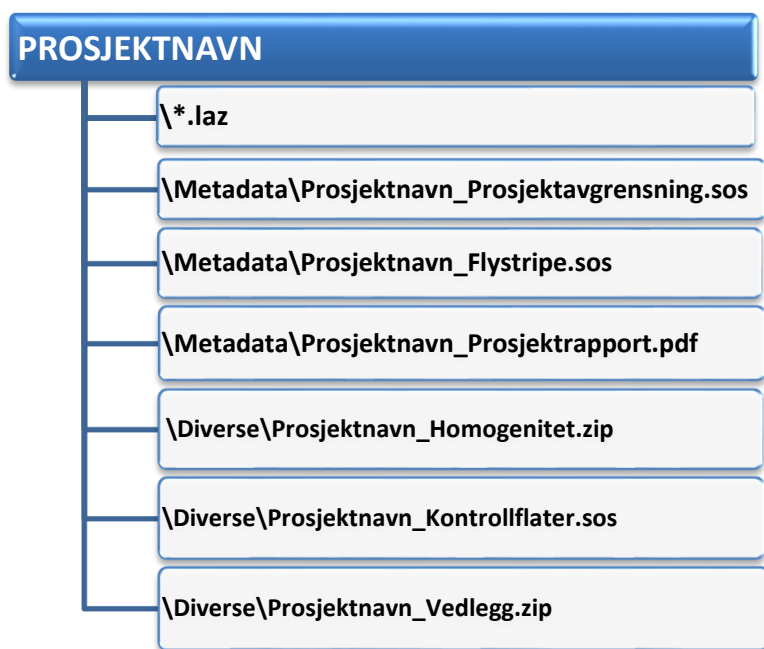
Eksempel:

Troms 2011\_Vedlegg.zip

### 11.2 Struktur for leveranse

Alle LiDAR kartleggingsprosjekt skal leveres direkte i <https://hoydedata.no/laserforvaltning>.

Leveransen skal følge katalogstrukturen vist i figur 5.



Figur 5 Struktur 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

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

Sjekk av syntaks kan utføres ved hjelp av SOSI-Kontroll i Fysak.

### 13.1 Prosjektavgrensning

SOSI-fil som inneholder prosjektområde med angitt FKB-Laserstandard. Under er eksempel på innhold i prosjektavgrensningsfila. For ..FKB-LASERSTANDARD må benyttet standard skrives inn. Eksempel: FKB-Laser-B-DTM10

```
.HODE
..TEGNSETT UTF-8
..SOSI-VERSJON 4.5
..SOSI-NIVÅ 4
..OBJEKTKATALOG FKB-Laser 3.0

.KURVE 1:
..OBJTYPE LaserDekningsområdeAvgrensning
..DEKNINGSNUMMER "08777" Unik ID

.FLATE 1:
..OBJTYPE LaserDekningsområde
..OPPDRAKSGIVER "Kartverket" Unik ID
..DEKNINGSNUMMER "08777"
..FKB-LASERSTANDARD FKB-Laser-X-DTMYX Se Kap3/Delspesifikasjon
..FLYFIRMA "Laser AS" Firma ansvarlig for datafangst
```

### 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. For ...LASERTYPE må Instrumentnavn og unik instrumentID konkatuneres. Eksempel: "Riegl VQ-1560i - L735"

```
.HODE
..TEGNSETT UTF-8
..SOSI-VERSJON 4.5
..SOSI-NIVÅ 2
..OBJEKTKATALOG FKB-Laser 3.0

.KURVE 1:
..OBJTYPE LaserFlystripe
..FLYDATO 20150502 Dato på ISO format: YYYYMMDD
..FLYHØYDE 2085.61
..FLYFIRMA "Laser AS" Firma som utfører datafangst
..DEKNINGSNUMMER 10887 Unik ID
..STRIPENUMMER 073 Stripenummer innenfor datafangstblokk
..LASERINFORMASJON
...LASERTYPE "Riegl VQ-1560i - L735" Sensornavn - Unik Sensor ID
...PULSFREKVENS 295600 Pulsrepetisjonsfrekvens (Hz)
...SKANNERVINKEL 13 Åpningsvinkel sentrert om nadir (Deg)
...SKANNERFREKVENS 46.3 Skannefrekvens (Hz)
```