

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

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 1×10^9 (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.

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

2.4 Språk

Norsk, Tegnsett 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 «Digitatl 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. 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 [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

NDH	Nasjonal detaljert høydemodell
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. 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 ²	Standard = DTM10, Opsjon = DTM5
FKB-Laser-B	minimum 5pkt/m ²	Standard = DTM10, Opsjon = DTM5
FKB-Laser-C	minimum 2pkt/m ²	DTM10
FKB-Laser-D	mindre enn 2 pkt/m ²	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)

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 1×10^9 (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). Alle punkter som ikke er klassifisert som klasse 2, 7 eller 17
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.
17	Punkter på bru (Bridge) Minstemål for klassifisering er 10 m ² . Alle punkter på brukonstruksjonen klassifiseres som Bru (Klasse 17).

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.
10	Punkter på jernbane (Rail)
11	Punkter på vegbane (Road Surface)
13	Ledning - beskyttelse
14	Ledning
15	Mast
16	Ledning – kobling (isolasjon)
24 (egendefinert)	Punkter på snø Punkter innenfor snøflater større enn 1000m ² skal klassifiseres til klasse 24
25 (egendefinert)	Punkter som ligger på store enkeltstående steiner.
26	Punkter på havbunn (Bathymetric point) Punkt som faller på sjøbunn eller elvebunn
27	Punkter på vannoverflate (Water surface) 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) Genererte punkter på vannoverflate som er benyttet i beregning av refraksjon
29	Marin vegetasjon
30	IHO S-57 Objekt
31	Ikke bunn (uklassifisert)

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

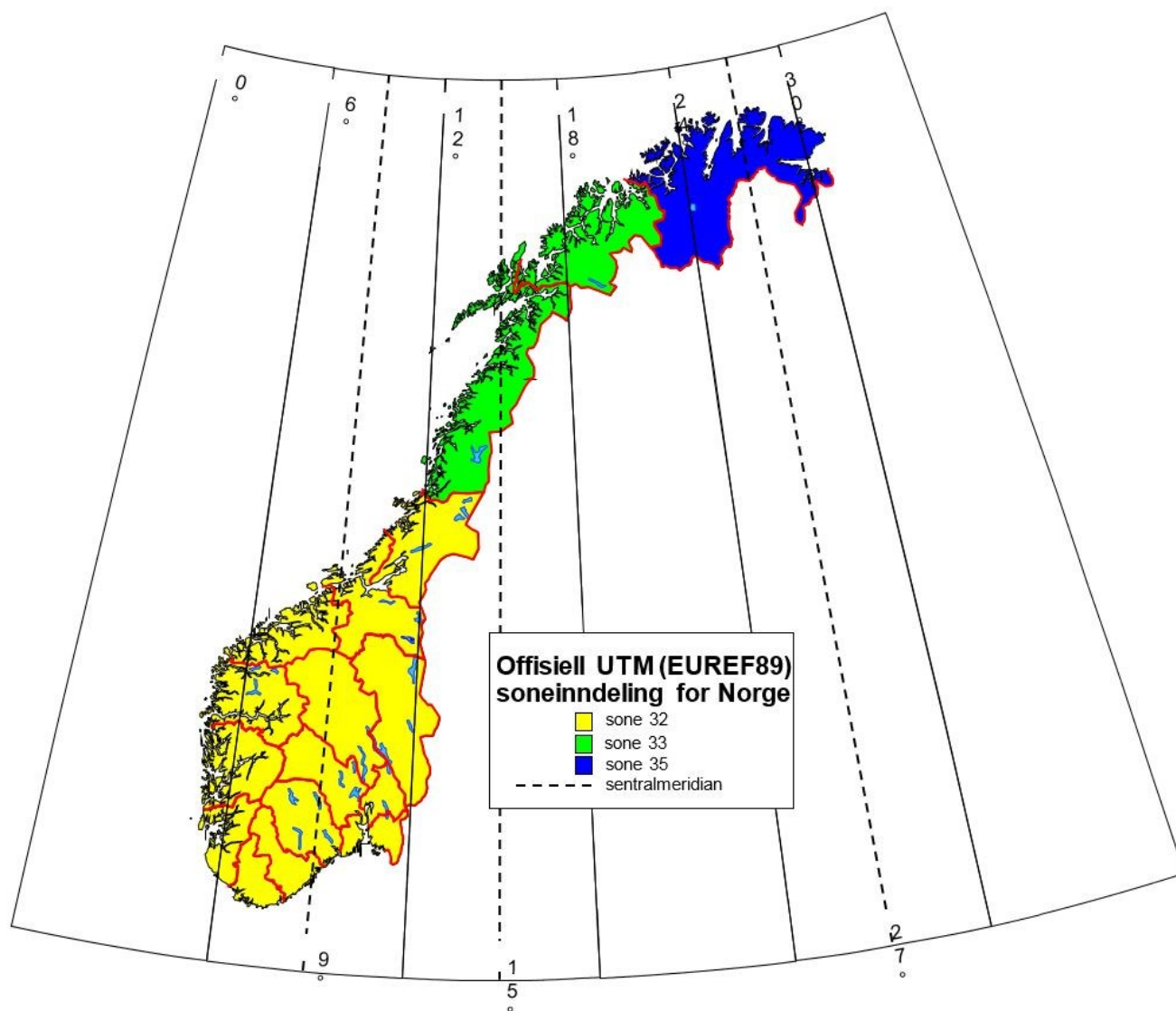
Figur 1 Gridpunktens plassering i forhold til en tenkt piksel med 1 m sider.

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 koordinataksesystem 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/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. 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
Stedfestings-nøyaktighet	Absolutt høydenøyaktighet	Standardavvik	0.03 m (0)	0.04 m (0)	0.07 m (0)
Stedfestings-nøyaktighet	Absolutt høydenøyaktighet	Systematisk avvik	0.05 m (1)	0.10 m (1)	0.20 m (1)
Stedfestings-nøyaktighet	Absolutt grunnrissnøyaktighet	Standardavvik	0.05 m (2)	0.10 m (2)	0.20 m (2)
Stedfestings-nøyaktighet	Absolutt grunnrissnøyaktighet	Systematisk avvik	0.15 m (2)	0.30 m (2)	0.60 m (2)
Egenskaps-nøyaktighet	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 %

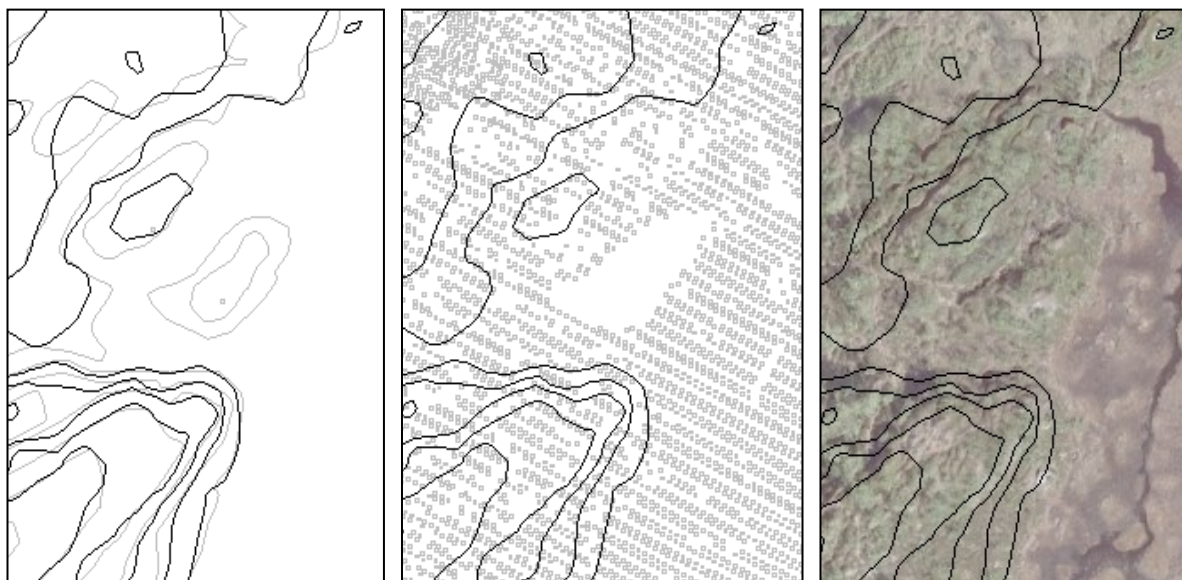
Merknader:

- (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 x 1 km rute, skal ikke mer enn 2 prosent av punktene være feilklassifisert.
- Kravet til korrekt klassifisering gjelder for alle klasser
 - Eksempel: Innenfor enhver 1 km x 1 km 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/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 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 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 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

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)

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

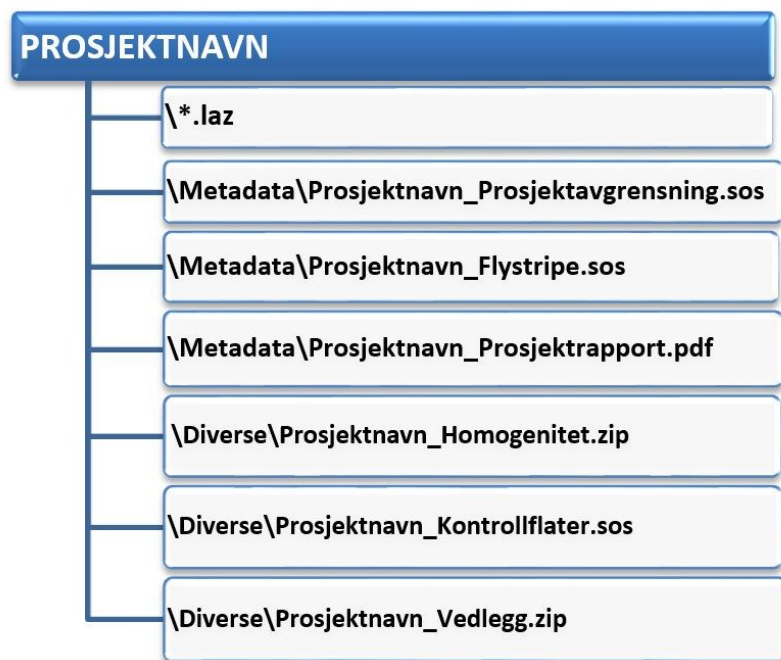
Eksempel:

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 Skanrefrekvens (Hz)
```