

•Produktspesifikasjon Punktsky 1.0.1

Versjon 1.0.1, 2022-01-01



Kartverket

Publisert: 2022-03-11

Denne versjonen finnes på: <https://sosi.geonorge.no/produktspesifikasjoner/Punktsky/1.0.1>

- [HTML-dokument](#)

- [PDF-dokument](#)

Nyeste versjon finnes på: <https://sosi.geonorge.no/produktspesifikasjoner/Punktsky>

Denne versjonen erstatter: [Punktsky v1.0 2022-01-01](#)

Faglig godkjent av: Geovekst

Formelt godkjent av: Kartverket

Innholdsfortegnelse

1. Innledning, historikk og endringslogg	4
1.1. Innledning	4
1.2. Historikk	4
1.3. Endringslogg	4
1.3.1. Innhold i endringsloggen	4
1.3.2. Endringer siden Punktsky 1.0 - 2022-01-01:	5
1.3.3. Endringer siden FKB-Laser 3.0 - 2021-01-01:	5
1.4. Normative referanser	6
2. Definisjoner og forkortelser	7
2.1. Definisjoner	7
2.2. Forkortelser	9
3. Generelt om spesifikasjonen	10
3.1. Unik identifisering	10
3.1.1. Fullstendig navn	10
3.1.2. Versjon	10
3.2. Referansedato	10
3.3. Ansvarlig organisasjon	10
3.4. Språk	10
3.5. Hovedtema	10
3.6. Temakategori	10
3.7. Sammendrag	10
3.8. Formål	10
3.9. Representasjonsform	11
3.10. Datasettoppløsning	11
3.11. Utstrekningsinformasjon	11
3.12. Identifikasjonsomfang	11
4. Spesifikasjonsomfang	12
4.1. Spesifikasjonsomfang for hele spesifikasjonen	12
4.1.1. Identifikasjon	12
4.1.2. Nivå	12
4.1.3. Navn	12
4.1.4. Beskrivelse	12
4.1.5. Utstrekningsinformasjon	12
5. Innhold og struktur	13
5.1. Felleskomponenter	14
5.2. Luftbåren Topografisk LiDAR	16
5.3. Luftbåren Batymetrisk LiDAR	18
5.4. Terrestrisk Topografisk LiDAR	20

5.5. Multistråle Ekkolodd	21
5.6. Bildematching	22
6. Referansesystem	23
6.1. Romlig referansesystem	23
6.1.1. Omfang	23
6.1.2. Navn på kilden til referansesystemet:	23
6.1.3. Ansvarlig organisasjon for referansesystemet:	23
6.1.4. Link til mer info om referansesystemet:	23
6.1.5. Koderom:	23
6.1.6. Identifikasjonskode:	23
6.1.7. Kodeversjon	23
6.2. Temporalt referansesystem	24
6.2.1. Navn på temporalt referansesystem	24
6.2.2. Omfang	24
7. Kvalitet	25
7.1. Krav til punkttetthet	25
7.2. Nøyaktighet	26
8. Datafangst	28
9. Datavedlikehold	29
10. Presentasjon	30
11. Leveranse	31
11.1. Leveranse Punktsky	31
11.2. Leveranse Metadata	31
11.2.1. Områdeavgrensning	31
11.2.2. Flystripe	32
11.2.3. Homogenitetsplott	32
11.2.4. Kontrollflater	32
11.3. Rapport	32
11.4. Leveransestruktur	33
12. Tilleggsinformasjon	34
13. Metadata	35
13.1. Prosjektavgrensning	35
13.2. Flystripe (Datafangstlinje)	36
13.3. Krav Metadata "Egendefinert"	36
14. Appendix A: Punktsky Klasseinndeling	37
14.1. Presisering Klasse 17 - Bro	39
14.2. Presisering Klasse 13, 14, 15 - Ledningsklasser	39
14.3. Presisering Klassifisering av Damkonstruksjoner	40
15. Appendix B - Høydedata.no	41

1. Innledning, historikk og endringslogg

1.1. Innledning

Denne spesifikasjonen detaljerer etablering og forvaltning av punktskyer fra forskjellige sensorer montert på forskjellige plattformer.

En punktsky består av en stor mengde enkeltstående punkt uten noen relasjon til hverandre. I tillegg til XYZ koordinater, kan hvert punkt ha en rekke berikende attributter som gjør det mulig å sette punktet i sammenheng. Et eksempel på en slik attributt er klassifisering hvor punktet tilegnes en definert klasse slik som bakkepunkt, brudekke eller støy. Punktene kan også tilegnes fargeverdier fra foto for enklere tolking.

Punktskyene produseres med forskjellige metoder som hver gir forskjellige egenskaper. Topografiske punktskyer etableres enten med et LiDAR system eller ved bruk av fotogrammetriske metoder (bildematching). Batymetriske punktskyer etableres enten med et LiDAR system eller med et multistråle ekkolodd. Selv om punktskyene fra de forskjellige sensorene utveksles over samme datamodell er det viktig på presisere at de er fundamentalt forskjellige og dekker opp forskjellige behov.

Punktskyen ansees som et primærprodukt, og for praktisk bruk vil det være hensiktsmessig å avlede et uniformt grid eller en triangelmodell.

Primært skal spesifikasjonen gi et rammeverk for bestilling av punktskydatasett, men dokumentet vil også være en referanse for datasett som forvaltes i høydedata.no.

1.2. Historikk

Rammeverket i Produktspesifikasjon Punktsky 1.0 tar utgangspunkt i og bygger videre på Produktspesifikasjon [FKB-Laser v3.0 2021-01-01](#).

- Punktsky 1.0 - 2022-01-01

1.3. Endringslogg

1.3.1. Innhold i endringsloggen

Punktsky 1.0 erstatter produktspesifikasjonen FKB-Laser 3.0. For terrestrisk LiDAR videreføres i stor grad det eksisterende rammeverket. Nye kartleggingsmetoder introduseres og standarden innbefatter også en ny hovedkategori "Egendefinert" til hjelp i forvaltningen av punktskyer med ukjent nøyaktighet og opphav. Det vil ikke være tilstrekkelig å lese endringsloggen for å få et helhetlig bilde av Punktsky 1.0 og for å få et komplett bilde av produktspesifikasjonen må man lese dokumentasjonen som en helhet.

1.3.2. Endringer siden Punktsky 1.0 - 2022-01-01:

- Presisering fotavtrykk for Luftbåren Topografisk LiDAR
- Rettet feil krav til grunnrissnøyaktighet i bildematching for kategori Psky_1_DIM_C.

1.3.3. Endringer siden FKB-Laser 3.0 - 2021-01-01:

- Introdusert kategori: "Egendefinert"
- Introdusert metode: Batymetrisk LiDAR
- Introdusert metode: Multistråle Ekkolodd
- Introdusert metode: Bildematching
- Introdusert ny beregning av fullstendighet for kategorier med høy tetthet.

1.4. Normative referanser

[FKB] : [SOSI abstrakte spesifikasjoner – FKB generell del 5.0](#)

[G] : [Geodatakvalitet, versjon 1.0](#)

[GEO-VEIL] : [Geovekst veiledingsdokumentasjon](#)

[PABG] : [Produksjon av basis geodata](#)

[KVSJØ]: [Teknisk kravspesifikasjon for sjømåling, Versjon 3.0](#)

[ASPRS-LAS] : [ASPRS LAS Specification 1.4 - R15](#)

2. Definisjoner og forkortelser

2.1. Definisjoner

topografi

Topografi betyr stedsbeskrivelse, et landområdes terrengforhold, bebyggelse, kommunikasjoner og lignende. Topografien beskjeftiger seg med oppmåling og beskrivelse av områder på jordoverflaten; både på landoverflaten, landtopografi, og havoverflaten, havtopografi. (topografi i Store norske leksikon på snl.no. Hentet 6. januar 2022 fra <https://snl.no/topografi>)

MERKNAD: Sensorer som etablerer topografi betegnes som i standarden som topografiske sensorer. Eksempel Luftbåren Topografisk LiDAR.

batymetri

Batymetri beskriver terreng- og høydeforhold for hav- og sjøbunn.

MERKNAD: Sensorer som etablerer batymetri betegnes som i standarden som batymetriske sensorer. Eksempel luftbåren batymetrisk LiDAR og multistråle ekkolodd.

digital høydemodell (DHM)

En digital representasjon av høydeverdier som varierer over en flate.

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. 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 uten vegetasjon, bygninger og andre objekter.

digital overflatemodell (DOM)

En DHM som beskriver overflaten av terrenget inkludert objekter som vegetasjon, bygninger etc.

MERKNAD: Alternativ engelsk betegnelse er «Digital Surface Model (DSM)».

luftbåren laserskanning

Måling av avstand mellom en lasersensor, i fly eller helikopter, og terrengoverflaten.

MERKNAD: Flybåren laserskanning kalles også laseraltimetri.

fotogrammetrisk punktsky

Punktsky generert ved hjelp av fotogrammetriske metoder.

MERKNAD : Kalles også bildematching eller med den engelske betegnelsen «dense image matching»

multistråle ekkolodd

Måling av avstand ved hjelp av akkustikk under vann.

MERKNAD: Kalles også MBES fra den engelske betegnelsen «Multi Beam Echo Sounding».

terrestrisk laserskanning

Måling av avstand mellom en lasersensor plassert på «bakkenivå» og objekter rundt sensoren.

MERKNAD: Sensorer montert på kjøretøy, stativ eller håndholdte sensorer passer alle inn her.

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.

MERKNAD: Størrelsen på fotavtrykket sier noe om hvor små detaljer man i praksis kan detektere. Alternativ engelsk betegnelse er "footprint".

punkttetthet

Antall punkter som treffer en flate pr. m2.

laserskanning skannevinkel

Laserstrålens vinkel i forhold til sensorens referansesystem.

metadata

Informasjon som beskriver et datasett.

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).

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

2.2. Forkortelser

FvL: Forvaltningsløsning Høydedata

NDH: Nasjonal detaljert høydemodell

NHM: Nasjonal høydemodell (produktene fra prosjektet NDH)

DHM: Digital høydemodell

DOM: Digital overflatemodell

DTM: Digital terrengmodell

FKB: Felles KartdataBase

ALS: Airborne Laser Scanning

ALB: Airborne Lidar Bathymetry

LIDAR: Light Detection And Ranging, betegner et prinsipp for avstandsmålingen

MBES: Multi-Beam Echo Sounding

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. Generelt om spesifikasjonen

3.1. Unik identifisering

Produktspesifikasjon Punktsky

3.1.1. Fullstendig navn

Produktspesifikasjon Punktsky

3.1.2. Versjon

1.0

3.2. Referansedato

2022-01-01

3.3. Ansvarlig organisasjon

Geovekst

3.4. Språk

Norsk

3.5. Hovedtema

Basisdata

3.6. Temakategori

punktsky, laser, fotogrammetrisk punktsky, batymetri, høydedata, dybdedata, digital terrengmodell (DTM), digital overflatemodell (DOM).

3.7. Sammendrag

Denne spesifikasjonen detaljerer etablering og forvaltning av høydebærende datasett fra forskjellige plattformer og sensorer.

3.8. Formål

Referansedokument for bestilling av punktskyer og dokumentasjon av datasett lagret i gjeldende forvaltningsløsning.

3.9. Representasjonsform

Punktsky

3.10. Datasettoppløsning

Datasettets teoretiske punkttetthet (bestilt punkttetthet)

3.11. Utstrekningsinformasjon

Utstrekningbeskrivelse

FKB-data dekker Norges fastlandsterritorium

Geografisk område

Nord: 72°

Sør: 57°

Øst: 32°

Vest: 4°

Vertikal utbredelse

Fra ca -250 m til ca 2500 m

Innhold gyldighetsperiode

Ikke angitt

3.12. Identifikasjonsomfang

[Hele datasettet](#)

4. Spesifikasjonsomfang

4.1. Spesifikasjonsomfang for hele spesifikasjonen

4.1.1. Identifikasjon

Hele datasettet

4.1.2. Nivå

Datasett

4.1.3. Navn

Punktsky 1.0.1

4.1.4. Beskrivelse

Beskrivelser

4.1.5. Utstrekningsinformasjon

Utstrekningbeskrivelse

FKB-data dekker Norges fastlandsterritorium

Geografisk område

Nord: 72°

Sør: 57°

Øst: 32°

Vest: 4°

Vertikal utbredelse

Fra ca -250 m til ca 2500 m

Innhold gyldighetsperiode

Ikke angitt

5. Innhold og struktur

Produktspesifikasjonen er bygget opp over en matrise hvor kolonnene representerer datasettkategorier og radene representerer felleskrav og krav per sensortype.

Datasettkategoriene er primært bestemt av krav til nøyaktighet. Punkttettheten for hver kategori er et minimumskrav og settes per prosjekt. 'Egendefinert' er en åpen kategori som muliggjør forvaltning av datasett som ikke følger standarden i høydedata.no. Følgende kategorier er benyttet:

- Høy nøyaktighet og tetthet
- Middels nøyaktighet og tetthet
- Minimum nøyaktighet og tetthet
- Egendefinert

Spesifikasjonen omhandler krav til følgende sensortyper og datakilder:

- Luftbåren topografisk LiDAR
- Luftbåren batymetrisk LiDAR
- Terrestrisk topografisk LiDAR
- Multistråle ekkolodd
- Fotogrammetrisk Konstruerte Punktskyer (Bildematching)

Ikke alle sensortyper er egnet for bestilling i alle kategorier. Der hvor det ikke anbefales å benytte gitt sensor, er det satt en 'x' i tabellen.

5.1. Felleskomponenter

For de fire kategoriene (Høy, Middels, Minimum og Egendefinert) er det et sett med krav som er uavhengige av sensor.

Tabell 1. Punktsky Kategorier og generelle krav

Kategorier	Høy	Middels	Minimum	Egendefinert
Beskrivelse	Detaljkartlegging	Prosjektering	NDH	Diverse
ID	A	B	C	E
Minimum Tetthet	Høyere enn 10	5 til 10	2 til 5	Egendefinert
Kartbladinndeling	1 : 500	1 : 1000	1 : 1000	-
Fullstendighet	80% (2x2 innenfor 10x10)	95% (10x10) innenfor prosjekt	95% (10x10) innenfor prosjekt	-
Feilklassifisering	2%	2%	2%	-
Feilklassifisering - 'Objekt'	2%	2%	2%	-
Antall bakkepunkt referanseflater	80%	80%	80%	-

ID er en unik identifikasjon av hver kategori. Benyttes i metadata og er nødvendig for korrekt behandling i høydedata.no.

Minimum Tetthet er den minste tillatte punkttetthet per kvadratmeter i prosjektet. Høyere tetthet kan spesifiseres per prosjekt.

Kartbladinndeling beskriver ønsket kartbladindeks. Kartbladindeksene er definert i [Kart og Geodata - Tillegg D \(side 108 og utover\)](#)

Fullstendighet setter kravene til forventet punkttetthet per kvadratmeter. Beregningen er definert i kapittel 7.

Feilklassifisering definerer antall punkt innenfor en gitt klasse som tillattes feilklassifisert. Innen enhver 1 km x1 km rute, skal ikke mer enn 2 prosent av punktene være feilklassifisert.

Feilklassifisering - Objekt definerer antall objekt som tillates feilklassifisert. Eksempel Bygning: Kun 2% av bygg innenfor prosjektområdet tillates feilklassifisert. Objekt telling gjøres for følgende klasser: [Bygning(6),Ledning(13,14,15,16),Bru(17),Hengende Struktur(19)]

Antall bakkepunkt referanseflater refererer seg til prosentandel klassifiserte bakkepunkter 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. Krav til kontrollflater er definert i PaBG.

5.2. Luftbåren Topografisk LiDAR

Klassisk luftbåren LiDAR.

Krav til datafangst, prosessering og leveranse er utfyllende beskrevet i PaBG.

Tabell 2. Luftbåren Topografisk LiDAR

Kategorier		Høy	Middels	Minimum	Egendefinert
Kategori ID		Psky_1_ALS_A	Psky_1_ALS_B	Psky_1_ALS_C	Psky_1_ALS_E
Vertikal Nøyaktighet	Standardavvik (1 sigma)	0,03	0,04	0,04	Egendefinert
Vertikal Nøyaktighet	Systematisk	0,05	0,10	0,10	Egendefinert
Horisontal Nøyaktighet	Standardavvik (1 sigma)	0,05	0,10	0,20	Egendefinert
Horisontal Nøyaktighet	Systematisk	0,15	0,30	0,30	Egendefinert
Maksimum Punktavstand		0,32	0,45	0,70	Egendefinert
Maksimum Fotavtrykk	(1/e2)	0,20	0,50	2,00	Egendefinert
Maksimum Skannevinkel	pluss / minus	20	20	20	Egendefinert
Obligatoriske Klasser		1+2+7+17+21	1+2+7+17+21	1+2+7+17+21	1+7
NHM Oppdateres		Ja	Ja	Ja	Nei

Vertikal Nøyaktighet - Standardavvik definerer vertikal presisjonen i punktskyen over en hard veldefinert flate.

Vertikal Nøyaktighet - Systematisk definerer vertikal avstand til sann verdi, hvor sann verdi er representert ved uavhengig innmålte kontrollflater.

Horisontal Nøyaktighet - Standardavvik definerer presisjonen i punktskyen mot gitt veldefinert profil.

Horisontal Nøyaktighet - Systematisk definerer horisontal avstand til sann verdi, hvor sann verdi er representert ved uavhengig innmålte kontrollprofiler.

Maksimum Punktavstand er en funksjon av punkttetthet [$\sqrt{1/\text{tetthet}}$] og sikrer en homogen punktdistribusjon.

Maksimum Fotavtrykk definerer maksimum tillatte fotavtrykk og skal beregnes med formel $1/e^2$. Krav til fotavtrykk skal gjelde i nadir. (skannevinkel lik 0).

Maksimum Skannevinkel beregnes som pluss og minusverdi fra nadir. Kravet legger premisser for selve flyplanleggingen og høyere åpningsvinkel for leveransen kan spesifiseres per prosjekt.

Obligatoriske Klasser definerer minimum klassifiseringsregime. Utvidet klassifisering kan bestilles per prosjekt.

NHM Oppdateres forteller hvorvidt høydedata.no automatisk oppdaterer nasjonal detaljert høydemodell

5.3. Luftbåren Batymetrisk LiDAR

Punktsky etablert med en flybåren batymetrisk LiDAR sensor. Batymetrisk LiDAR er også kjent som 'Grønnlaser'. Faktisk rekkevidde ned i vannkolonne avhenger av sensortype og en kombinasjon av siktforhold og bunnens evne til å reflektere laserenergien. Ikke alle områder er derfor egnet for kartlegging med ALB system.

For krav til datafangst, prosessering og leveranse henvises det til PaBG Kap7 "Kartlegging med flybåren laserskanning"

Klasseinndelingen tar utgangspunkt i [ASPRS LAS Domain Profile Description: Topo-Bathy Lidar \(July 17, 2013\)](#)

Tabell 3. Luftbåren Batymetrisk LiDAR

Kategorier		Høy	Middels	Minimum	Egendefinert
Kategori ID		Psky_1_ALB_A	Psky_1_ALB_B	Psky_1_ALB_C	Psky_1_ALB_E
Vertikal Nøyaktighet (Presisjon)	Standardavvik (1 sigma)	x	0.15 + 0.005*dybde	x	Egendefinert
Vertikal Nøyaktighet (Absolutt)	Systematisk	x	0.10	x	Egendefinert
Horisontal Nøyaktighet	Standardavvik (1 sigma)	x	1.70 + 0,05*dybde	x	Egendefinert
Horisontal Nøyaktighet	Systematisk	x	0.30	x	Egendefinert
Maksimum Skannevinkel	pluss / minus	x	20	x	Egendefinert
Obligatoriske Klasser		x	40+41+42+45	x	40+41+42+45
NHM Oppdateres		x	Nei	x	Nei

Vertikal og Horisontal **Nøyaktighet** for ALB er en funksjon av dybde. Krav til absolutt nøyaktighet er arvet fra topografisk ALS og vil gjelde for topografikomponenten.

Krav til **Skannevinkel** er veiledende og vil ikke gjelde for alle type ALB sensorer.

For kombinert batymetrisk og topografisk datafangst må de **Obligatoriske klassene** utvides til å inneholde klassene detaljert for topografisk LiDAR. Merk at for Luftbåren Batymetrisk LiDAR skal vannflate alltid klassifiseres til klasse 42.

Krav til **Tetthet** gjelder for 2m under vannstand ved måletidspunkt og faktisk tetthet vil reduseres ved økene måledyp. Et systems evne til å levere på gitt tetthet forutsetter gitte turbiditetsverdier og bunnrefleksjon.

5.4. Terrestrisk Topografisk LiDAR

Punktsky sanket fra bakkenivå med mobil platform eller statisk oppstilling.

Krav til datafangst må spesifiseres per prosjekt.

Tabell 4. Terrestrisk Topografisk LiDAR

Kategorier		Høy	Middels	Minimum	Egendefinert
Kategori ID		Psky_1_TLS_A	Psky_1_TLS_B	Psky_1_TLS_C	Psky_1_TLS_E
Vertikal Nøyaktighet	Standardavvik (1 sigma)	0,03	x	x	Egendefinert
Vertikal Nøyaktighet	Systematisk	0,05	x	x	Egendefinert
Horisontal Nøyaktighet	Standardavvik (1 sigma)	0,05	x	x	Egendefinert
Horisontal Nøyaktighet	Systematisk	0,15	x	x	Egendefinert
Obligatoriske Klasser		1+2+7+17+21	x	x	1+7
NHM Oppdateres		Nei	x	x	Nei

Nøyaktighetverdier gjelder for punkt nærmere enn 20m fra sensor (skråavstand). For punkt som faller lengere ute enn 20m garanteres ikke vertikal og horisontal nøyaktighet.

5.5. Multistråle Ekkolodd

Punktsky etablert med høyfrekvent gruntvannsekkolodd.

For krav til datafangst benyttes [Kartverket Sjø Teknisk kravspesifikasjon for sjømåling ver 3.00](#). Hvert enkelt prosjekt må spesifisere hvilke deler i standarddokumentet som er gjeldende for kartleggingsoppgaven.

Tabell 5. Multistråle Ekkolodd

Kategorier		Høy	Middels	Minimum	Egendefinert
Kategori ID		Pskey_1_MBES_A	Pskey_1_MBES_B	Pskey_1_MBES_C	Pskey_1_MBES_E
Vertikal Nøyaktighet (Presisjon)	Standardavvik (1 sigma)	x	$0.05 + 0.001 \cdot \text{dybde}$	x	Egendefinert
Vertikal Nøyaktighet (Absolutt)	Systematisk	x	$0.10 + 0.002 \cdot \text{dybde}$	x	Egendefinert
Horisontal Nøyaktighet	Standardavvik (1 sigma)	x	-	x	Egendefinert
Horisontal Nøyaktighet	Systematisk	x	$0.20 + 0.016 \cdot \text{dybde}$	x	Egendefinert
Obligatoriske Klasser		x	40	x	40
NHM Oppdateres		x	Nei	x	Nei

Nøyaktighetskrav til MBES er en funksjon av dybde og verdiene gjelder for oppdrag som faller under kategori "Kaimåling og spesialmåling" (Kap 6.4) i [Kartverket Sjø Teknisk kravspesifikasjon for sjømåling ver 3.00](#). Navigasjonskritiske dybdeområder defineres ned til 40m.

Det er ikke satt noe eksplisitt krav til **Skannevinkel**, og det blir opp til hvert prosjekt å vurdere hvor høy åpningsvinkel som er egnet for hvert enkelt måleoppdrag.

5.6. Bildematching

Punktsky generert fra bildemateriale. Minimumskategorien beskriver punktsky generert fra en klassisk omløpsoppgave. Middels tetthet definerer punktskyer generert fra en standard Geovekstbestilling.

Tabell 6. Bildematching

Kategorier		Høy	Middels	Minimum	Egendefinert
Kategori ID		Psky_1_DIM_A	Psky_1_DIM_B	Psky_1_DIM_C	Psky_1_DIM_E
Grunnlagsfoto / AT		x	GSD4-10	GSD25	Egendefinert
Oppløsning DSM		x	0,2	0,5	Egendefinert
Avledet Punkttetthet		x	25	4	Egendefinert
Overlapp		x	L80% S(20% til 80%)	L80%+S20%	Egendefinert
Vertikal Nøyaktighet	Standardavvik (1 sigma)	x	-	-	Egendefinert
Vertikal Nøyaktighet	Systematisk	x	0,12-0,18	0,30-0,75	Egendefinert
Horisontal Nøyaktighet	Standardavvik (1 sigma)	x	-	-	Egendefinert
Horisontal Nøyaktighet	Systematisk	x	0,08-0,12	0,20-0,50	Egendefinert
Obligatoriske Klasser		x	1+7+9	1+7+9	1+7
NHM Oppdateres		x	Nei	Nei	Nei

For **Overlapp** benyttes notasjon L = Lengdeoverlapp i prosent og S = Sideoverlapp i prosent. Sideoverlapp i 'Middels Tetthet' må avklares per prosjekt.

NHM datasettene oppdateres kun med bildematchedde prosjekter i høyfjellsområder og noen egnede kystområder. I disse områdene er det lite eller ingen vegetasjon og en heldekkende terrengmodell kan avledes direkte fra den bildematchedde punktskyen. Som standard oppdateres ikke NHM med datasett generert fra bildematchedde punktskyer.

6. Referansesystem

6.1. Romlig referansesystem

6.1.1. Omfang

[Hele datasettet](#)

6.1.2. Navn på kilden til referansesystemet:

SOSI /EPSG

6.1.3. Ansvarlig organisasjon for referansesystemet:

Kartverket / The international Association of Oil & Gas Producers

6.1.4. Link til mer info om referansesystemet:

www.kartverket.no/SOSI / <https://epsg.org/>

6.1.5. Koderom:

SOSI ReferansesystemKode (grunnriss) og Høydereferansesystem (høyde) / EPSG

6.1.6. Identifikasjonskode:

Se [Tabell 7](#) under [Kapittel 6.1.7](#).

6.1.7. Kodeversjon

SOSI-del 1, SOSI-realisering SOSI-GML versjon 5.1 / EPSG Geodetic Parameter Dataset, version 8.0, august 2012

Tabell 7. Liste over romlige referansesystem som benyttes i forvaltningen av punktskyer

Referansesystem	EPSG-kode (GML/JSON-format)	SOSI-kode (SOSI-format)
EUREF89 UTM32 (2d)	25832	Koordsys 22, Vert-datum ikke angitt
EUREF89 UTM33 (2d)	25833	Koordsys 23, Vert-datum ikke angitt
EUREF89 UTM35 (2d)	25835	Koordsys 25, Vert-datum ikke angitt
EUREF89 UTM32 + NN2000	5972	Koordsys 22, Vert-datum NN2000

Referansesystem	EPSG-kode (GML/JSON-format)	SOSI-kode (SOSI-format)
EUREF89 UTM33 + NN2000	5973	Koordsys 23, Vert-datum NN2000
EUREF89 UTM35 + NN2000	5975	Koordsys 25, Vert-datum NN2000

Ved distribusjon kan dataene transformeres til en rekke andre referansesystemer.

I hodet på LAS 1.4 formatet benyttes EPSG kodene 5972, 5973 og 5975.

6.2. Temporalt referansesystem

6.2.1. Navn på temporalt referansesystem

UTC

6.2.2. Omfang

[Hele datasettet](#)

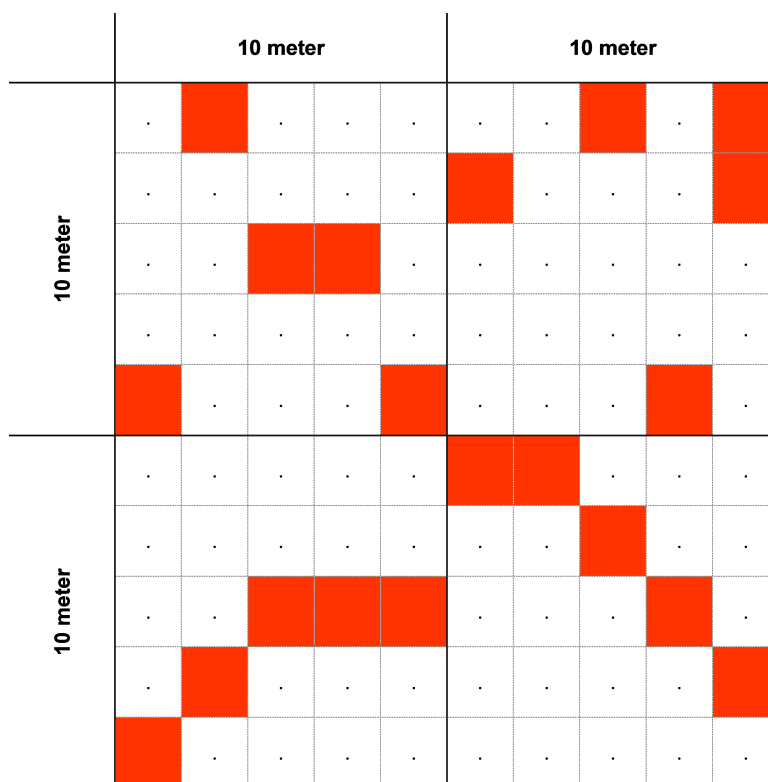
7. Kvalitet

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

7.1. Krav til punkttetthet

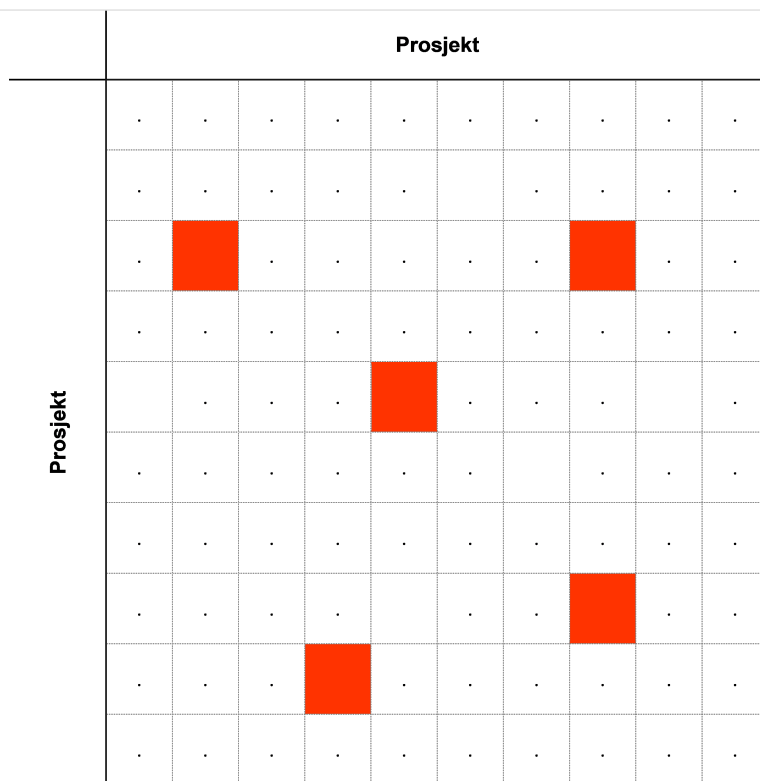
Det opereres med to metoder for beregning av punkttetthet og hvilken som skal benyttes avhengig av bestillingskategori.

For kategorien A (Høy) skal 80% av alle 2mx2m celler innenfor 10mx10m innfri krav til punkttetthet. Se figur [Krav til Punkttetthet - Høy og Middels Tetthet](#) for eksempel. Tetthet skal beregnes på de klasser som er med å bygge terrengmodell. For Luftbåren Topografisk LiDAR skal klasse 2 bakke benyttes. For Luftbåren Batymetrisk LiDAR og Multistråle Ekkolodd skal klasse 2 bakke og klasse 40 bunn inngå.



Figur 1. Krav til Punkttetthet - Høy og Middels Tetthet

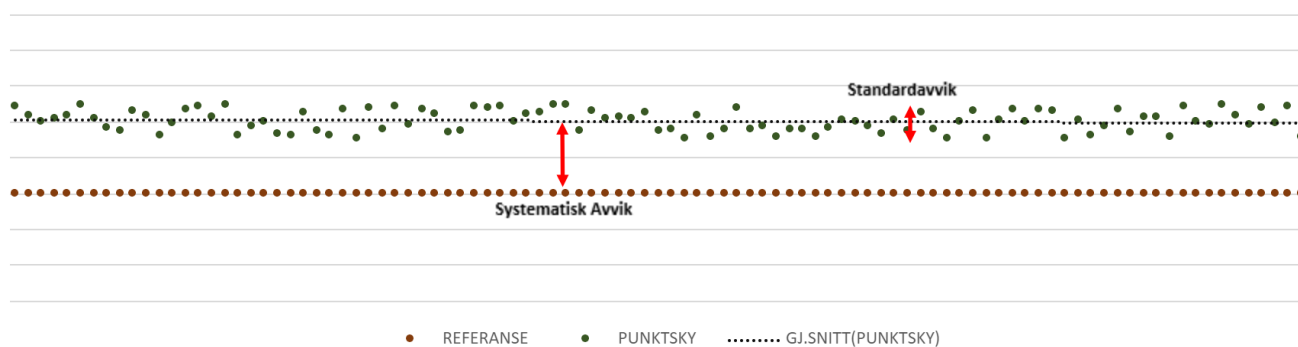
For Kategori B (Middels) og C (Minimum) skal 95% av 10mx10m celler innfri krav til tetthet. Førsteretur skal benyttes i beregning av punkttetthet. Se figur [Krav til Punkttetthet - Lav Tetthet](#).



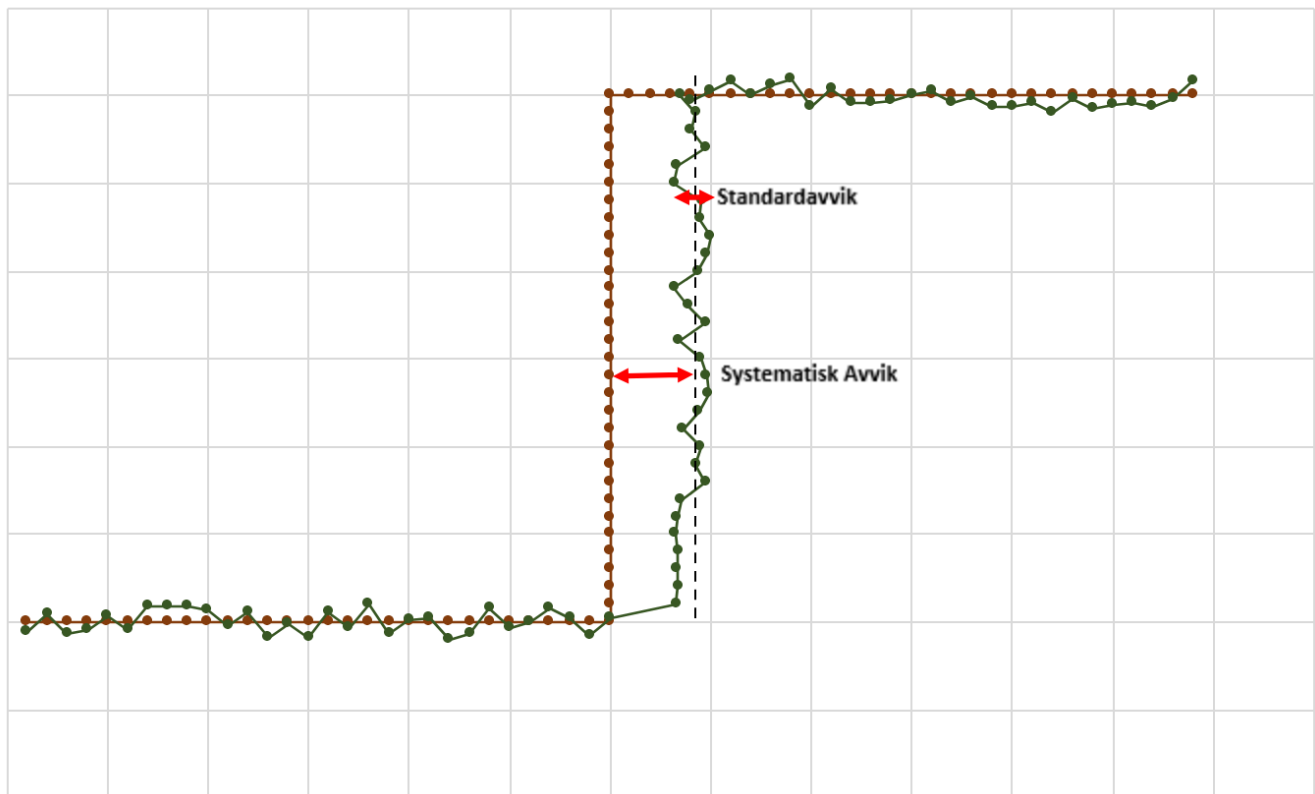
Figur 2. Krav til Punkttetthet - Lav Tetthet

7.2. Nøyaktighet

Krav til nøyaktighet er detaljert per sensortype i Kapittel 5 og begrepene 'Systematisk Avvik' og 'Standardavvik' tolkes som vist i tabellene [Krav til Vertikalnøyaktighet](#) og [Krav til Horisontalnøyaktighet](#).



Figur 3. Krav til Vertikalnøyaktighet



Figur 4. Krav til Horisontalnøyaktighet

8. Datafangst

Det henvises til standarden Produksjon av Basis Geodata (gjeldende versjon), for hvordan laserskanning fra luftbåren sensor skal gjennomføres og rapporteres. Kravene gjelder for luftbåren LiDAR og i hovedtrekk for luftbåren Batymetrisk LiDAR.

For kartlegging med multistråle ekkolodd vises det til relevante føringer i [Kartverket Sjø Teknisk kravspesifikasjon for sjømåling ver 3.00](#). Kravspesifikasjonen for hvert enkelt prosjekt detaljerer hvilken av delspesifikasjonene som er gjeldende.

9. Datavedlikehold

Datasettene ajourføres periodisk ved hjelp av ny heldekkende datafangst. Ajourføringen skjer ved behov, og kartleggingsfrekvens er avhengig av områdetypen. Byområder og utbyggingsområder ajourføres oftere enn spredt bebygde områder.

Data fra alle prosjekter skal leveres og forvaltes i hoydedata.no

10. Presentasjon

Ikke aktuelt

11. Leveranse

11.1. Leveranse Punktsky

Punktskyen skal leveres på LAS format som detaljert i [LAS Specification 1.4 - R15](#). Filene skal komprimeres til [LAZ](#).

I henhold til LAS formatet skal standard GPS Time brukes istedenfor GPS Week Time. Tidspunktet er for utsendt puls og korrekt 'encoding tag' for GPS Time type må settes i 'LAS Header'.

Det skal benyttes 'Point Data Record' 6 til 10 avhengig av faktisk innhold. Minimumskrav er 'Point Data Record' 6.

Ut over standard parametre skal følgende kodes inn i leveransen:

Tabell 8. ASPRS LAS 1.4 Lokale Tilpasninger

Attributt	Kommentar
Header / System Identifier	Sensorsystem skal kodes i henhold til ASPRS Standard System Identifiers .
Header / Projection	Skal kodes i henhold til kap 3.2.2 i LAS Specification 1.4 - R15 (OGC Coordinate System WKT Record).
Point Record / Scanner Channel	Rapport skal detaljere faktisk skanner kanal regime som er benyttet i prosjektet.
Point Record / User Data	Felt som muliggjør enkel informasjon per punkt. Eventuell bruk skal detaljeres i rapporten.
Point Record / Point Source ID	Unik ID for datafangstlinjenummer skal kodes til denne attributten. Det skal være en til en relasjon mellom Point Source og ..STRIPENUMMER i metadatasett.

Datasett skal klippes i henholdsvis 1:500 og 1:1000 kartblad. Kartbladindeks er beskrevet i [Kart og Geodata - Tillegg D \(side 108 og utover\)](#)

11.2. Leveranse Metadata

11.2.1. Områdeavgrensning

Områdeavgrensning(er) skal leveres på SOSI i henhold til datamodell detaljert i Kap13. Områdeavgrensningsfil skal navnes som følger:

- <Prosjektnavn>_Prosjektavgrensning.sos
- Eksempel: Trollfjorden 2021_Projektavgrensning.sos

11.2.2. Flystripe

Datafangstlinjer skal leveres på SOSI i henhold til datamodell detaljert i Kap13. Datafangstlinjer skal navnes som følger:

- *<Prosjektnavn>_Flystripe.sos*
- *Eksempel: Trollfjorden 2021_Flystripe.sos*

11.2.3. Homogenitetsplott

Homogenitetsplott skal leveres som GeoTIFF med 1m oppløsning som definert i PaBG. Homogenitetsplott skal ikke leveres for kategori 'Egendefinert'. Kartbladinndeling for homogenitetsplott skal følge LAS filinndelingen og hver tile skal navnes som følger:

- *<kartbladindeks>_Homogenitet.tif*
- *Eksempel: 32-1-507-212-16_Homogenitet.tif*

Alle tiles som bygger homogenitetsplottet skal komprimeres til zip kontainer som navngis som følger:

- *<Prosjektnavn>_Homogenitetsplott.zip*
- *Eksempel: Trollfjorden 2021_Homogenitetsplott.zip*

11.2.4. Kontrollflater

Alle kontrollflater benyttet i justering av punktsky skal leveres på SOSI format. Kontrollflatene lastes opp til underkatalog <Diverse> på høydedata.no. Merk at evt. høydejustering av punktskyleveransen skal dokumenteres i rapport. Kontrollflater behøver ikke leveres for kategori 'Egendefinert'.

11.3. Rapport

Hovedrapport skal leveres på PDF format iht. krav spesifisert i PaBG. Rapporten skal spesifisere hvilken realisasjon av høydereferansemodell som er benyttet.

Rapporten skal navngis:

- *<Prosjektnavn>_Prosjektrapport.pdf*
- *Eksempel: Trollfjorden 2021_Projektrapport.pdf*

Eventuelle vedlegg skal komprimeres til zip kontainer og lastes opp til [Diverse] katalog på høydedata.no med følgende navning:

- *<Prosjektnavn>_Vedlegg_Beskrivelse.zip*
- *Eksempel: Trollfjorden 2021_Vedlegg_Landmålingsrapport.zip*

11.4. Leveransestruktur

Datasettet skal leveres direkte i [leverandørportal](#) på høydedata.no. FvL forventer følgende katalogstruktur og navnekonvensasjon. Prosjektnavn må være det samme som tildelt i FvL:

```
<<Prosjektnavn>>  
[] *.laz  
[Metadata]\<Prosjektnavn>_Prosjektavgrensning.sos  
[Metadata]\<Prosjektnavn>_Flystripe.sos  
[Metadata]\<Prosjektnavn>_Prosjektrapport.pdf  
[Diverse]\<Prosjektnavn>_Homogenitet.zip  
[Diverse]\<Prosjektnavn>_Kontrollflater.sos  
[Diverse]\<Prosjektnavn>_Vedlegg.zip
```

12. Tilleggsinformasjon

Ikke aktuelt

13. Metadata

TIP

I Produktspesifikasjon Punktsky 1.0 gjøres det ingen endringer i metadatasettene. Gjeldende implementasjon vil derfor være skreddersydd for klassisk flybåren LiDAR og det må gjøres tilpasninger for hvert enkelt prosjekt. Justering til metadata avtales i hvert enkelt prosjekt.

13.1. Prosjektavgrensning

SOSI-fil som definerer prosjektområde. Skal ha følgende innhold:

.HODE	
..TEGNSETT UTF-8	
..SOSI-VERSJON 4.5	
..SOSI-NIVÅ 4	
..OBJEKTKATALOG Punktsky 1.0	
.KURVE 1:	
..OBJTYPE LaserDekningsområdeAvgrensning	
..DEKNINGSNUMMER "08777"	Prosjektnummer
.FLATE 1:	
..OBJTYPE LaserDekningsområde	
..OPPDRAGSGIVER "Kartverket"	
..DEKNINGSNUMMER "08777"	Prosjektnummer
..FKB-LASERSTANDARD "Psky_1_ALS_A"	Unik ID for kategori og sensortype, Ref Tabeller i Kap 5.
..FLYFIRMA "Laser AS"	Firma ansvarlig for prosjektleveransen

13.2. Flystripe (Datafangstlinje)

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 settes sammen.

Eksempel: "Riegl VQ-1560i - L735"

.HODE	
..TEGNSETT UTF-8	
..SOSI-VERSJON 4.5	
..SOSI-NIVÅ 2	
..OBJEKTKATALOG Punktsky 1.0	
.KURVE 1:	
..OBJTYPE LaserFlystripe	
..FLYDATO 20150502	Dato på ISO format: YYYYMMDD
..FLYHØYDE 2085.61	
..FLYFIRMA "Laser AS"	Firma som utfører datafangst
..DEKNINGSNUMMER 10887	Prosjektnummer
..STRIPENUMMER 073	Stripenummer innenfor datafangstblokk
..LASERINFORMASJON	
...LASERTYPE "Riegl VQ-1560i - L735"	Sensornavn - Unik Sensor ID eller serienummer
...PULSFREKVENNS 295600	Pulsrepetisjonsfrekvens (Hz)
...SKANNERVINKEL 13	Åpningsvinkel sentrert om nadir (Deg)
...SKANNERFREKVENNS 46.3	Skannefrekvens (Hz)

13.3. Krav Metadata "Egendefinert"

For kategorien 'Egendefinert' må metadata etableres etter beste evne, og som et minimum må prosjektrapport og prosjektavgrensning etableres.

14. Appendix A: Punktsky Klasseinndeling

Alle punkt, uavhengig sensortype og kategori, skal klassifiseres i henhold til følgende skjema som baserer seg på [LAS Specification 1.4 - R15](#). Benyttes andre klasser enn de som er omhandlet i tabellen skal disse legges mellom 64 og 256.

Tabell 9. ASPRS Standard Punktklasser

Klasse	ASPRS Beskrivelse	Beskrivelse	
0	Created, never classified	Aldri Klassifisert	Skal ikke leveres.
1	Unclassified	Uklassifisert	Alle punkt som ikke er aktivt klassifisert.
2	Ground	Terreng	Punkt på bakke. Hvis ikke klasse 9 (vann) er benyttet skal alle punkt på vannoverflate til bakkeklasse. Faste store steiner skal klassifiseres til bakke. Løse steiner og steiner som er løsmasser etter ras klassifiseres til klasse 1 (uklassifisert).
3	Low Vegetation	Lav Vegetasjon	Punkt på lav vegetasjon (Definerende høyde må spesifiseres per prosjekt).
4	Medium Vegetation	Middels Vegetasjon	Punkt på middels vegetasjon (Definerende høyde må spesifiseres per prosjekt).
5	High Vegetation	Høy Vegetasjon	Punkt på høy vegetasjon (Definerende høyde må spesifiseres per prosjekt).
6	Building	Bygning	Punkt på bygningskropp.
7	Low Point (Noise)	Støy	Støypunkt forårsaket av skyer, fugler, "multipath". Klassen omfatter unormalt høye og lave punkt (spikere).
8	Model Key-Point (mass point)		Skal ikke leveres.
41	Watersurface Bathy	Vannoverflate	Punkter på vannoverflate. Vannflater større enn 100m ² og elver bredere enn 3m skal registreres (FKB-C)
10	Rail	Jernbane	Punkt på jernbanespor.
11	Road Surface	Vegbane	Punkt innenfor vegbane.
12	Overlap Points	Overlappunkt	Skal ikke leveres.
13	Wire Guard	Ledning - Beskyttelse	Jordingslinje (Fargelegges #D7191C, ref figur).
14	Wire Conductor	Ledning	Luftledning (Fargelegges #FDAE61, ref figur).

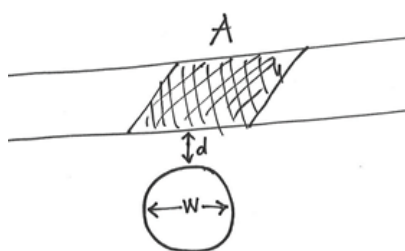
Klasse	ASPRS Beskrivelse	Beskrivelse	
15	Transmission Tower	Mast	Mast (Fargelegges #ABD9E9, ref figur).
16	Wire-Structure	Ledning - Kobling (isolasjon)	Skal ikke leveres.
17	Bridge-Deck	Brodekke	Minstemål for klassifisering er 10 m ² . Alle punkter på selve brodekket skal klassifiseres til bro (Klasse 17). Alle andre punkter på bro skal klassifiseres til uklassifisert (1) eller korrekt klasse i eventuell opsjon.
18	High Noise	Støy Høy	Skal ikke leveres.
19	Overhead Structure		Markør Luftspenn (Fargelegges #2C7BB6).
20	Ignored Ground		Skal ikke leveres.
21	Snow	Snø	Punkter innenfor snøflater større enn 1000m ² skal klassifiseres til 'Snø'.
22	Temporal Exclusion	Temporalt Utelukket	I overlappen mellom to flater med tidsbestemt nivåforskjell kan klasse 22 benyttes til å isolere det ene nivået. Eksempel på tidsbestemt endring er snøsmelting og forskjellig vannstand.
23	Reserved		
24	Reserved		
25	Reserved		
26	Reserved		
27	Reserved		
28	Reserved		
29	Reserved		
30	Reserved		
31	Reserved		
32-39	Reserved		
40	Seafloor Bathy	Havbunn	Punkt som faller på sjøbunn eller elvebunn.
41	Watersurface Bathy	Vannoverflate	Punkter på vannoverflate.
42	Watersurface Derived	Vannoverflate Generert	Genererte punkt på vannoverflate som er benyttet i beregning av refraksjon.
43	Object - Submerged	Marin Vegetasjon	Må defineres per prosjekt.

Klasse	ASPRS Beskrivelse	Beskrivelse	
44	IHO object	IHO-objekt	Må defineres per prosjekt.
45	No Bottom	Ikke bunn (uklassifisert)	Må defineres per prosjekt.
46-63	Reserved		Reservert.
64-255	User definable		Alle egendefinerte klasser må legges til dette intervallet.
Klasse	ASPRS Beskrivelse	Beskrivelse	

14.1. Presisering Klasse 17 - Bro

For at et bruobjekt skal klassifiseres som klasse 17 (brudekke) må følgende være innfridd:

- A - Areal av brudekke må være mer enn 10m^2 .
- d - Avstand brudekke ned til topp underløp mindre enn 1m.
- W - Bredde av underløp større enn 2m.



Figur 5. Presisering Klasse 17 - Bro (17)

14.2. Presisering Klasse 13, 14, 15 - Ledningsklasser

For klassifisering av ledningstema skal følgende tolkning ligge til grunn:



Figur 6. Presisering Klasse 13, 14, 15 - Ledningsklasser

14.3. Presisering Klassifisering av Damkonstruksjoner

For damkonstruksjoner skal følgende klassifiseringsregime benyttes:

- Punkt som faller på damkonstruksjoner som aktivt holder vann tilbake skal legges til klasse 2 (bakke).
- Punkt som faller på infrastruktur (lukehus, rekkverk, master) legges til uklassifisert (1) eller korrekt klasse i eventuell opsjon.
- Punkt som faller på brodekke over demningselement skal legges til klasse 17 (brodekke).

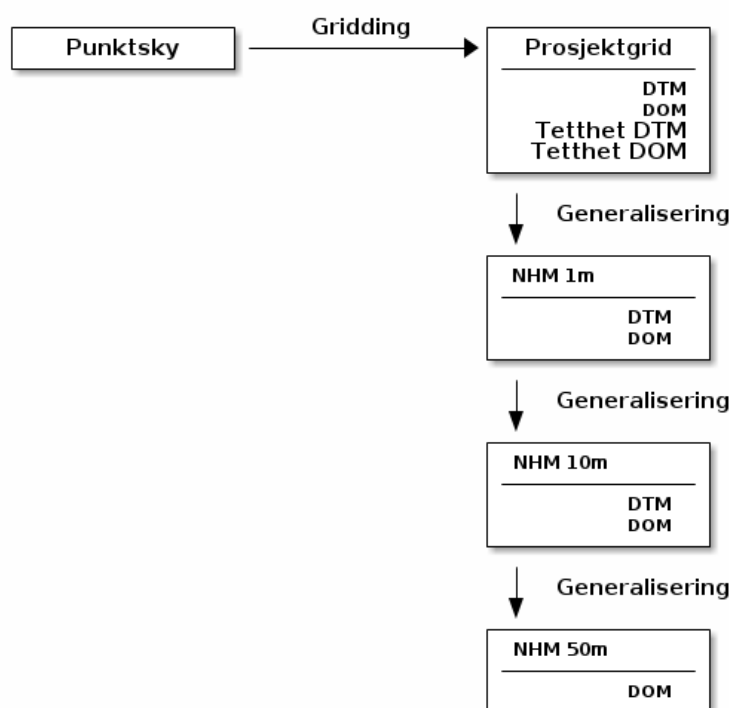
15. Appendix B - Høydedata.no

Alle punktskydata skal forvaltes i hoydedata.no. Forvaltningsløsningen (FvL) serverer rådatasett, avledede grid med varierende oppløsning, samt enkle visualiseringer i 2D og 3D.

Punktskyene som holdes i FvL må sees i sammenheng med produktspesifikasjonen som var gjeldende når datasettet ble etablert og lagt inn i FvL. Dette kommuniseres ved hjelp av attributt '..OBJEKTKATALOG' i visningstjeneste og i metadatasett ved eksport. Informasjon om delspesifikasjon finnes i attributt '..FKB-LASERSTANDARD'. Ved overgang til ny spesifikasjon oppgraderes ikke punktskydatasettene.

Primærdatasettet i FvL er punktskyen, og alle produkt avledes fra denne automatisk. Dette sikrer en effektiv prosesseringsflyt, men bortfall av manuell editering kan gi visse artefakter i prosjektgrid og i nasjonale grid.

Prossesseringsflyten i FvL er:



Figur 7. Prosesseringsflyt høydedata.no

Terrengmodellene (DTM) generes fra klassene 2 (bakke) og 21 (snø) for topografiprojekt, og for batymetri benyttes klassene 2 (bakke), 21 (snø) og 40 (havbunn). Terreng og batymetrigrid blir generert med primærmetode "Triangulate with Natural Neighbor Interpolation", og sekundærmetode "Bin with Average Value" om primærmetode feiler grunnet for lange triangelsider. DTM punkttetthet blir generert med metoden "Point Count" på relevante klasser.

Overflatemodellene for topografigridd blir generert av alle klaser utenom [0, 7, 8, 12, 18]. For batymetri benyttes alle klasser utenom [0, 7, 8, 9, 12, 18, 41 og 42]. Overflatemodellene genereres med metoden "Bin with Maximum Value" og hull fylles etterpå med "Natural Neighbour Interpolation". Tetthetsplottene generes med metoden "Pulse Count".

Oppløsningen på prosjektgridene bestemmes av punkttetthet i henhold til følgende tabell:

Tabell 10. Relasjon Punktskytetthet og Gridoppløsning

Punktsky LiDAR	
0 < = tetthet < 2	1m x 1m grid
2 < = tetthet < 4	0.50m x 0.50m grid
4 < = tetthet	0.25m x 0.25m grid
Punktsky Bildematching	
0 < = tetthet < 2	1m x 1m grid
2 < = tetthet < 10	0.50m x 0.50m grid
10 < = tetthet	0.25m x 0.25m grid

For gjeldende funksjonalitet refereres til hjelpetekst tilgjengelig på hoydedata.no.

Lisensvilkår

Lisens

Denne standarden er gitt ut under [norsk lisens for offentlige data \(NLOD\)](#).

Du har lov til:

- å kopiere og tilgjengeliggjøre
- å endre og/eller sette sammen med andre datasett
- å kopiere og tilgjengeliggjøre en endret eller sammensatt versjon
- å benytte datasettet kommersielt

På følgende vilkår:

- at du navngir lisensgiver slik lisensgiver ber om, men ikke på en måte som indikerer at disse har godkjent eller anbefaler deg eller din bruk av datasettet
- at du ikke bruker dataene på en måte som fremstår som villedende, og heller ikke fordreier eller uriktig fremstiller dataene

Med den forståelse:

- at data som inneholder personopplysninger og er taushetsbelagt ikke er omfattet av denne lisensen og ikke kan viderebrukes
- at lisensgiver fraskriver seg ethvert ansvar for informasjonens kvalitet og hva informasjonen brukes til