

# KRAVSPECIFIKATION

---

## OPM 102 - 3D og Scanninger

### KRAV TIL PUNKTSKYAFLEVERING

Rev.	Revisionsdato	Emne (ændring)
0	03.06.2024	Første udgivelse

# KRAVSPECIFIKATION

---

1	Indhold og anvendelse .....	3
1.1	Generelt.....	3
2	Teknologi og metode .....	3
3	Nøjagtighed .....	3
3.1	Punktøjagtighed.....	4
3.2	Punkttæthed .....	4
3.3	Fikspunkter .....	4
4	Leverancer.....	5
4.1	Referencesystem .....	5
4.2	Punktsky .....	5
4.3	Tillægsleverancer .....	5
	Teknisk tegning for bygværker til HOFOR Hydraulik .....	6
	3D Model .....	6
	Volumenberegning.....	6
	Panoramafoto .....	6
	GeoPackage til HOFOR Hydraulik .....	6
5	Aflevering af data .....	7

# KRAVSPECIFIKATION

---

## 1 Indhold og anvendelse

Denne kravspecifikation omfatter de krav som HOFOR stiller i forbindelse med aflevering af punktskyer; data opmålt ved f.eks. 3D scanning

Kravspecifikationen skal anvendes af HOFOR samt eventuelle rådgivere eller entreprenører i forbindelse med nyanlagte, renoverede eller eksisterende anlæg, som skal ejes og driftes af HOFOR.

### 1.1 Generelt

Data til en punktsky kan fremskaffes på forskellige måder, derfor stiller denne specifikation ikke krav til de konkrete scannings-/fotogrammetri metoder. Leverandøren er dog forpligtet til at overholde de nøjagtighedskrav beskrevet i denne kravspecifikation.

Alle opgaver som relateres til ledningsopmåling skal udføres efter gældende kravspecifikationer under hvert enkelt forsyningsområde.

I denne kravspecifikation vil akronymet "GPS" blive brugt som en fællesbetegnelse for RTK GNSS. (Real Time Kinematic Global Navigation Satellite System registrering fra hhv. GPS, Beidou, Glonass og Galileo.)

## 2 Teknologi og metode

Målemetoderne opdeles i 2 kategorier efter den anvendte registreringsteknologi.

- Laserscanning
- Fotogrammetri

HOFOR stiller ikke krav til registreringsmetode eller teknisk udstyr, så længe krav i dette dokument overholdes.

## 3 Nøjagtighed

Opmålings instrumenter skal være professionelt kalibreret. Et certifikat skal kunne præsenteres. Ved fotogrammetri skal en målebar skabelon (tomstok) registreres.

Følgende afsnit beskriver den forventede nøjagtighed, som knytter sig til de forskellige scanningsmetoder, samt hvilken betydning punkttætheden har for datakvaliteten. Afsnittet vil danne grundlag for udvælgelsen af den bedst egnede målemetode til den respektive anlægstype, se Bilag 1.

# KRAVSPECIFIKATION

---

## 3.1 Punktnøjagtighed

Når vi i dette afsnit omtaler nøjagtighed, så er det nøjagtigheden/middelfejlen af de enkelte punkter i punktskyen efter endt beregning, og dermed nøjagtigheden af punkterne i den færdige punktsky. Det er scannerens laserenhed og dermed målemetoden, som sammen med operatørens erfaring og planlægning af målingen er afgørende for den forventede nøjagtighed.

Nedenstående tabel giver et overblik over scanningsmetodernes minimumskrav for nøjagtighed.

Målemetode	Krav til nøjagtighed	
Terrestrisk scanner	XY : $\pm 0,5$ cm	Z: $\pm 0,5$ cm
GeoSLAM	XY: $\pm 2,5$ cm	Z: $\pm 3,5$ cm
NavVis	XY: $\pm 1,0$ cm	Z: $\pm 2,5$ cm
Drone fotogrammetri	XY : $\pm 1,5$ cm	Z: $\pm 2,5$ cm
SmartSurvey / Cloud Catch	XY: $\pm 1,5$ cm	Z: $\pm 2,5$ cm

Tabel 1: Minimumskrav til nøjagtigheder

## 3.2 Punkttæthed

Punkttætheden beskriver den indbyrdes afstand mellem hvert registreret punkt. Punkttætheden er afgørende for, hvor nøjagtigt et givent punkt kan defineres i punktskyen. Hvis punkttætheden fx er 1 cm, skal man ikke forvente at kunne bestemme objekters positioner bedre end 1 cm. Ligeledes kræves der en vis mængde af punkter på hvert objekt, der ønskes opmålt, for at objekterne kan genfindes.

## 3.3 Fikspunkter

Alle punktskyer skal knyttes til fikspunkter i koordinatsystem UTM Zone 32N og højdesystem DVR90. Typen af fikspunkter til scanning kan variere. Der kan bruges target-plader, kugler eller lignende. Det er den pågældende leverandør/landmåler, som vælger den til opgaven passende fikspunkttype. Fikspunkterne opmåles med GPS eller totalstation med tilknyttede GPS-fikspunkter, og skal overholde nøjagtighedskravene for GPS-opmåling. Koordinaters oprindelse skal dokumenteres.

# KRAVSPECIFIKATION

---

Målemetode	Nøjagtighedskrav global	Nøjagtighedskrav relativ
GPS	XY: $\pm 1,5$ cm Z: $\pm 2,5$ cm	
Totalstation		Z: $\pm 0,5$ cm
Nivellement		Z: $\pm 0,5$ cm

Tabel 2: Fikspunkt måle nøjagtighed i forhold til metode

Registrering af fikspunkter i punktskyen skal kunne udføres således, at den samlede globale nøjagtighed for punktskyen, overholder den samme nøjagtighed som de opmålte fikspunkter.

I særlige tilfælde kan HOFOR kræve en global nøjagtighed i koten bedre end den som opnås med GPS. Denne nøjagtighed kan kun opnås med en terrestrisk scanner tilknyttet en række fikspunkter med høj nøjagtighed. For at tildele fikspunkterne en global nøjagtighed bedre end GPS, skal der foretages en tilknytning til mindst 2 officielle GI-højdefikspunkter. Hvis de officielle højdefikspunkter ikke er inden for scanningsrækkevidde, udføres tilknytningen med et nivellement. Et fikspunkt med tilknyttet kote fra et officielt højdefikspunkt skal overholde en nøjagtighed på 0,5 cm (se tabel 2).

## 4 Leverancer

Følgende afsnit behandler de leverancer som HOFOR kan vælge at få leveret i forbindelse med en scanning.

### 4.1 Referencesystem

Fælles for alt data er, at medmindre noget andet er aftalt, skal data leveres i følgende koordinat- og højdesystem:

Koordinatsystem: ETRS89 UTM Zone 32N (EPSG:25832)

Højdesystem: DVR90

### 4.2 Punktsky

Selve punktskyen skal leveres som filtypen LAS eller E57.

Sammen med punktskyen skal der leveres en beregningsrapport/ KS-rapport, der dokumenterer punktskyens nøjagtighed og tilknytning til fikspunkterne.

### 4.3 Tillægsleverancer

Udover punktskyen kan der være ønsker til andre leveringer som er beskrevet i de næste punkter.

# KRAVSPECIFIKATION

---

## **Teknisk tegning**

En teknisk tegning kan leveres som en DWG-fil og/eller PDF. Hvordan tegningen udformes, afhænger af den konkrete registrering. Generelt set skal den tekniske tegning vise alle de relevante registreringer, koter og dimensioner. Jf. Krav til anlægsdokumentation.

### **Teknisk tegning for bygværker til HOFOR Hydraulik**

DWG- og PDF-tegninger med plan- og tværsnit med strukturer i bygværket, koter, mål (længder og dimensioner). Alle relevante ind- eller udløbsrør, overløb eller spjæld skal fremgå af tegningen inkl. koter. Rørforløb i bunden, luger i bassinets loft og rør inde i bassinet er også relevant at have med på tegningen inkl. koter.

PDF'en skal indeholde et "billede" af punktskyen set skråt oppefra, hvorpå man kan se så mange af ovenstående strukturer som muligt. Dette kan eventuelt leveres som en særskilt PDF. Jf. Krav til anlægsdokumentation.

### **3D Model**

Med udgangspunkt i den samlede punktsky, modelleres den fysiske struktur af bygværket. Alle vægge, kanter og særskilte konstruktioner tegnes op, så der bliver dannet en vektorbaseret model af bygværket. Det er denne model som bl.a. skal ligge til grund for en volumenberegning. Modellen kan udover originalformatet leveres i IFC-format og overholde en modelleringstolerance på under 20 mm. Jf. Krav til anlægsdokumentation.

### **Volumenberegning**

Der kan foretages en volumenberegning af sammenhængen mellem koter på overfladearealet når gradienten (overfladeareal pr. niveau) ændrer sig. Volumenberegningen tager udgangspunkt i bygværkets/bassinets dimensioner og bundkoter. Volumenopgørelsen leveres i et Excel regneark, hvor de forskellige volumenniveauer vises i en tabel knyttet til en teknisk tegning med angivelse af koternes placering. Hvis volumenberegningen foretages på baggrund af en model, kræves der en modelleringstolerance på under 20 mm.

### **Panoramafoto**

Hvis scanningsmetoden gør det muligt, kan panoramafotos leveres. Fotoene leveres som en panoramisk JPEG med egnet viewer f.eks. HTML-baseret. Er scanningen foretaget under gode lysforhold, skal panoramafotoet leveres som ægte fotografi med RGB-farver. Er scanningen foretaget i et mørkt rum skal panoramafotoet leveres som et intensitetsbaseret gråskala foto.

### **GeoPackage til HOFOR Hydraulik**

Er den pågældende scanningsopgave bestilt af HOFOR Hydraulikafdeling, kan der også leveres en fil af de registrerede koter. Filen skal indeholde de vigtigste punkter: dækselkote, bundkoter generelt et par steder i bassinet, indløbskote, udløbskote, overløbskote, -kantlængde. Ligeledes skal koter for vigtige elementer i et bassin, f.eks. elementer som opstøver vandet eller begrænser volumenet afleveres. Alt relevant data skal fremgå som attributter til punkterne.

# KRAVSPECIFIKATION

---

## 5 Aflevering af data

I dette afsnit beskrives hvordan de tidligere nævnte leverancer skal afleveres.

Data skal leveres som en samlet filpakke indeholdende alle de aftalte leverancer. Følgende oplysninger, beskrevet i tabel 3, skal være angivet for de enkelte opmålinger (punktskyer). Oplysningerne kan f.eks. afleveres som en PDF-rapport i filpakken.

Oplysning	Beskrivelse
Udført dato	Dato hvor opmålingen er udført
Udført af	Navn på firma der har udført opmålingen
Opmålingsmetode	Er opmålingen foretaget via laserscanning eller fotogrammetri?
Opmålingstype	Hvilken type opmåling er der foretaget? En af følgende: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bathymetri</li> <li>- Droneflyvning</li> <li>- Mobile Mapping</li> <li>- Mobilopmåling (f.eks. SmartSurvey)</li> <li>- SLAM laserscanning</li> <li>- Terrestrisk laserscanning</li> </ul>
Opmålingsudstyr	Beskrivelse af udstyr anvendt til opmåling
Filformat	Filformat på den leverede punktsky
Nøjagtighed	Angivelse af nøjagtigheden i opmålingen
Koordinatsystem	Anvendt koordinatsystem, f.eks. UTM Zone 32N (EPSG:25832)
Højdesystem	Anvendt højdesystem, f.eks. DVR90
Geoide	Anvendt geoide, f.eks. DVR90(2023)
Oprindelse	Oprindelse af koordinater, f.eks. iMAX, VRS
Opmålt objekt	Angivelse af hvilke(n) type anlæg der er opmålt, f.eks.: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bygning</li> <li>- Åbent gravehul</li> </ul>

Tabel 3: Påkrævede oplysninger knyttet til de enkelte opmålinger