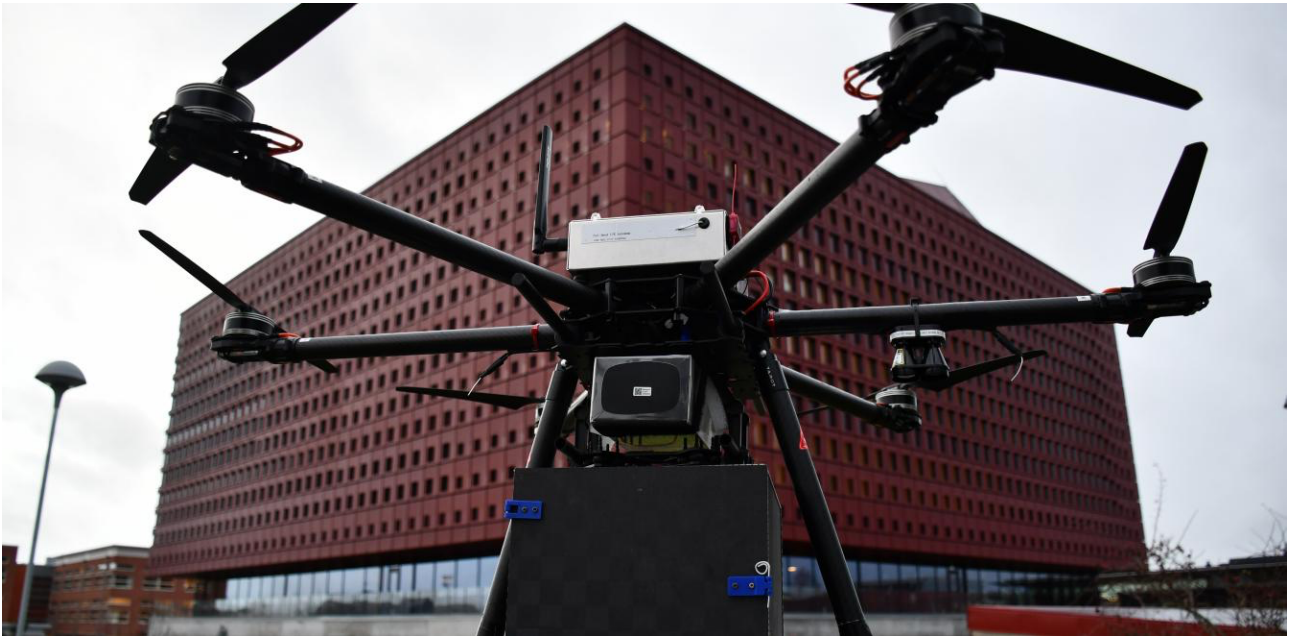




CHALMERS



Drönarteknologi - Framtiden för insamling av geografiska data?

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik

Simon Jändel
Christopher Samuelsson

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNAD
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2020
www.chalmers.se

EXAMENSARBETE ACEX20

Drönarteknologi – Framtiden för insamling av geografiska data?

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik*

SIMON JÄNDEL
CHRISTOPHER SAMUELSSON



CHALMERS

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för Stadsbyggnad
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, 2020

Drönarteknologi – Framtiden för insamling av geografiska data?

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

SIMON JÄNDEL

CHRISTOPHER SAMUELSSON

© SIMON JÄNDEL, CHRISTOPHER SAMUELSSON, 2020

Examensarbete ACEX20

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Chalmers tekniska högskola 2020

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för stadsbyggnad

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Omslag:

Forskningsdrönare - RISE – Research Institutes of Sweden. Återgiven med tillstånd

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Göteborg 2020

Drönarteknologi – Framtiden för insamling av geografiska data?

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik*

SIMON JÄNDEL

CHRISTOPHER SAMUELSSON

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för stadsbyggnad
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Processen för inhämtning och bearbetning av geografiska data är alltid nödvändig och ofta mycket tidskrävande, samtidigt skiljer sig processen från kommun till kommun. Några av de vanligaste metoderna som i dagsläget används vid inhämtning av denna data är totalstation, flygfoto, LiDar, fotogrammetri och GNSS.

En annan metod som används för inhämtning av geografiska data är drönare. Drönaren kan utrustas med kamera för fotografering, värmekamera, infraröd kamera och skannings utrustning beroende på vad som ska mätas in. Därefter bearbetas data i en mjukvara, Agisoft och Drone2map är exempel på sådana.

Detta arbete har gått ut på att redogöra för hur kommuners arbete med ajourhållning av primärkartan ser ut i dagsläget samt en närmare undersökning av några kommuners arbetssätt då de arbetar med drönare. Vilka hinder det som kan finnas för användning av drönare samt vilka effekter Värnamo Kommun haft på grund av implementeringen av detta arbetssätt.

Nyckelord:

Drönare, Primärkarta, Kommun, Lagstiftning, Geografiska data, Ajourhållning, LiDar, Totalstation, GIS, Drone2Map

Drone technology – The future for obtaining geographical data?

*Degree Project in the Engineering Programme
Civil and Environmental Engineering*

SIMON JÄNDEL

CHRISTOPHER SAMUELSSON

Department of Architecture and Civil Engineering
Division of Urban Design and Planning
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The process of collecting and processing geographical data is always necessary and time-consuming, meanwhile it differs from municipal to municipal. Some of the methods currently used to collect this data are total station, aerial photo, LiDar, photogrammetry and GNSS.

Another method that can be used to collect geographical data is drones. Drones can be equipped with cameras for photography, heat camera, infrared camera and scanning equipment depending on what is to be measured and then data is processed in a software, such as Agisoft and ESRI's Drone2map.

This report investigates how the municipalities keep the municipal maps up to date. There was also a closer look was made at a few municipals how already use drones to analyze their work methods, what obstacles there can be and what impact it had on Värnamo Municipality

Key words:

Drone, Map surveying, Municipality, Mapping, Legislation, Geographical data, Updating, LiDar, Total station, GIS, Drone2Map,

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	VI
FÖRKORTNINGAR	VII
1 INTRODUCTION	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Problemformulering	1
1.3 Syfte och mål	1
2 AVGRÄNSNINGAR & TEORI	2
2.1 Avgränsningar	2
2.2 Dagens regelverk för drönare	2
2.2.1 Allmänt	2
2.2.2 Flygning inom speciella områden	2
2.2.3 Fotografering, publicering och spridning av information	3
2.3 Framtida regelverk	3
2.3.1 Registrering av drönaroperatör	4
2.3.2 Utbildning	4
2.3.3 Identifikation	4
2.3.4 Uppdelning i kategori	4
2.4 Aktuella verktyg vid insamling av geografiska data	5
2.4.1 LiDAR	5
2.4.2 Fotogrammetri	6
2.4.3 GNSS	7
2.4.4 RTK och nätverks-RTK	8
2.4.5 Totalstation	8
2.5 En framtida metod - drönare	9
3 METOD	11
3.1.1 Litteraturstudie	11
3.1.2 Enkät	11
3.1.3 Intervjuer	11
3.1.4 Effektanalys	11
4 RESULTAT	12
4.1 Enkät svar	12
4.1.1 Vilka verktyg använder sig kommunerna av?	12
4.1.2 Hur ser kommunernas ajourhållning av primärkartan ut, aktivt eller passivt?	12

4.1.3	Finns det intresse hos kommunerna att använda sig av drönare?	13
4.2	Intervjuer	14
4.2.1	Vilka verktyg används för insamling av geografiska data?	14
4.2.2	Hur ofta uppdateras primärkartan?	14
4.2.3	Vilka hinder för användning av drönare finns?	15
4.3	Djupgående analys av Värnamo kommuns användning av drönare	16
5	DISKUSSION & REFLEKTION	18
5.1	Kommunernas arbetssätt idag	18
5.2	Lagstiftningen	18
5.3	Drönarens framtid	18
6	SLUTSATS	20
7	KÄLLOR	21
7.1	Källor text	21
7.2	Källor figurer	23
8	APPENDIX	24
8.1	Bilaga 1 – Frågor i Enkäten	24
8.2	Bilaga 2 - Intervjufrågor	25
8.3	Intervjusvar	27
8.3.1	Olle Lundbäck Stockholms stad	27
8.3.2	Pether Eckerwall, Trollhättan kommun	27
8.3.3	Marielle Arousell, Halmstad kommun	28
8.3.4	Åsa Bjäräng, Ängelholm kommun	29
8.3.5	Annika Jern, Båstad kommun	30
8.3.6	Qarin Bånkestad, Eskilstuna kommun	31
8.3.7	Danfilip Lundberg och Peo Boholm, Värnamo Kommun	32

Förord

Detta examensarbete skrevs januari till augusti 2020 på Chalmers Tekniska Högskola i Göteborg. Arbetet är ett obligatoriskt moment i Högskoleingenjörsprogrammet Samhällsbyggnadsteknik som totalt omfattar 180 Hp, varav examensarbetet omfattar 15 Hp motsvarande 20 veckors heltidsstudier.

Vi har under arbetsgång haft hjälp och samarbete med företaget S-Group Solutions, och vår handledare där, Claes Francke som vi sänder ett stort tack.

Vi vill även tacka vår examiner, Jonas Tornberg och vår handledare på Chalmers Leonard Nilsson, samt alla ni som besvarat vår enkät och ställt upp på intervju. Utan ert stöd, vägledning och era kunskaper hade vi inte nått hela vägen fram.

Stort Tack!

Göteborg augusti 2020
Christopher Samuelsson
Simon Jändel

Förkortningar

EDM – Electronic Distance Meter, avståndsmätare.

FLS - Flygburen laserskanning

GALILEO – Europeiskt satellitnavigeringssystem under uppbyggnad

GIS – Geografiska Informations System, dataprogram för behandling och bearbetning av Geografiska data

GLONASS - Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema. Ryskt satellitnavigeringssystem

GNSS – Global Navigation Satellite System, satellitbaserat system för navigation och platsbestämmelse.

GPS – Global Positioning System, amerikanskt satellitnavigeringssystem

ISPRS – International Society for Photogrammetry and Remote Systems

LiDAR – Light Detection And Ranging

MMS – Mobile Mapping System

RTK – Real Time Kinematic

TLS – Terrestrial Laser Scanning

UAS – Unmanned Aerial System

1 Introduktion

1.1 Bakgrund

Alla Sveriges kommuner har en primärkarta (även kallad Baskarta) som visar grundläggande geografisk information som fastighetsgränser, byggnader, höjdinformation, vattendrag och adresser. Denna ligger till grund för mycket av kommunens arbete, där informationen som underlag till bland annat detaljplaner och förberedande arbete i bygglovsprocessen.

Insamling av de geografiska data som krävs för att uppdatera kommunernas primärkartor är en tids- och resurskrävande process. Hur denna insamling sker varierar, där ungefär hälften av kommunerna arbetar aktivt med datainsamling och uppdatering av primärkartan. Närmare en tredjedel arbetar med passiv uppdatering, vilket innebär att uppdateringen av informationen endast sker vid nybyggnation. Övriga kommuner tillämpar en blandning av aktiv och passiv uppdatering av geografiska data. Dessa kommuner utför mätningar i mån av tid alternativt områdesbegränsat där tätorter och nybyggnationer ofta har hög prioritet. Många kommuner har avstått användning av drönare i sin verksamhet då lagstiftningen kring drönarflygningar upplevts otydlig och tolkningsbar.

Användningsområdena för drönare har brett ut sig från att tidigare endast varit avsedd för militära ändamål till att på senare år tillgängliggjorts för offentlig och privat miljö med andra aktörer som myndigheter, byggherrar, privata företag, mark och skogsägare som har mängder av applikationer till sina drönare. Bland Sveriges kommuner är användandet av drönare för insamling av geografiska data relativt utbrett men intresset är också stort hos de kommuner som ännu inte använder denna metod.

1.2 Problemformulering

- I vilken utsträckning använder Sveriges kommuner drönare vid insamling av geografiska data idag?
- Vilka svårigheter finns i samband med användandet av drönare med avseende på nuvarande samt kommande lagstiftning?
- Vilken nytta kan kommuners användande av drönare generera i arbetet med insamling av geografiska data jämfört med tidigare använda metoder?

1.3 Syfte och mål

- Detta arbete ska undersöka hur kommuners insamling av geografiska data som ligger till grund för deras uppdatering av primärkartan ser ut.
 - Vilken teknik som, varför de arbetar som de gör och vilka skillnader som finns mellan kommunerna.
- Arbetet kommer fokuseras på hur användandet av drönare ser ut och varför arbetsmetoderna skiljer sig åt.
- Avslutningsvis undersöks hur en kommuns effektivitet påverkas av att använda drönare jämfört med traditionella metoder.
 - Vi kommer även undersöka hur lagstiftningen påverkar kommunernas eventuella användning av drönare.

2 Avgränsningar & Teori

2.1 Avgränsningar

Arbetet kommer begränsas till hur de svenska kommunerna i dagsläget arbetar med insamling av geografiska data för ajourhållning av deras primärkarta. Det kommer även utföras en lägeskontroll av hur utbrett användandet av drönare är hos dessa kommuner. Övriga aktörer som kan ha användning av denna tekniken kommer ej behandlas. Det kommer också att redovisas en genomgång om hur lagstiftningen runt drönare är utformad i Sverige i dagsläget samt hur den kommande EU-gemensamma lagstiftningen ser ut. Utifrån detta utförs intervjuer med några utvalda kommuner som har olika förutsättningar och erfarenheter med drönare för insamling av geografiska data till primärkartan.

2.2 Dagens regelverk för drönare

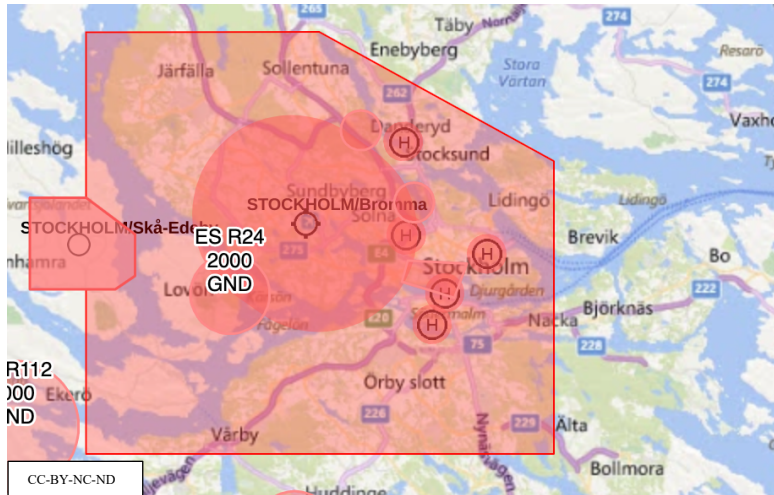
Regler för hur drönare får flygas och användas regleras i dagsläget av Transportstyrelsens föreskrifter om obemannade luftfartyg, TSFS 2017:110. Denna föreskrift trädde i kraft i februari år 2018 och ersatte då den äldre föreskriften för luftfartyg, TSFS 2009:88. Denna föreskrift tillsammans med övriga lagar som berör ämnet kan sammanfattas likt Polisen gjort på sin hemsida och som finns sammanställt nedan (Polismyndigheten, 2019).

2.2.1 Allmänt

- Det spelar ingen roll om flygningen utförs privat eller kommersiellt, alltså ska dessa regler appliceras även om flygningen utförs privat.
- Ansökan om tillstånd från Transportstyrelsen för flygning behövs göras om drönaren i fråga väger mer än 7 kilogram och som flygs utom synhåll.
- Den högsta flyghöjden för de flesta drönare är 120 m över marken i okontrollerat luftrum.
- Föreskrifterna behöver ej tillämpas på drönare som flygs inomhus

2.2.2 Flygning inom speciella områden

- Drönare får under vissa förutsättningar flyga inom en flygplats kontrollzon utan tillstånd från flygtrafikenheten om drönaren i fråga väger mindre än 7 kilogram och flyger i en hastighet som ej överstiger 90 km/h.
- Det gäller ofta förbud mot flygning med drönare över skyddsobjekt eller restriktionsområden, exempelvis naturreservat, fångelser och militära områden.
- Vissa områden är det alltid förbjudet att flyga samtidigt som andra områden kan ha tillfälliga begränsningar beroende på vilket typ av aktivitet som bedrivs inom just det området.



Figur 1. Exempel på restriktionsområden för Stockholms stad. Den stora cirkeln är 5 km radien för Bromma flygplats, här krävs tillstånd från flygtrafikledningen innan påbörjad flygning med UAS. Den större zonen som innefattar största delen av Storstockholm är kontrollzonen. Här krävs endast tillstånd från flygtrafikledningen om flygningen ska utföras på en höjd högre än 50 m, UAS med maximal vikt på 7 kg samt med en hastighet under 90 km/h. Övriga områden som inte är markerade är okontrollerade luftrum. (Luftfartsverket, 2020).

2.2.3 Fotografering, publicering och spridning av information

- Fotografering med hjälp av en drönare som tas av privatpersoner och företag kräver inte något särskilt tillstånd enligt kamerlagsstiftningen. Privatpersoner och företag måste dock fortfarande följa både dataskyddsförordningens och kamerabevakningslagens regler.
- I de fall en person kan identifieras med hjälp av bilderna blir den som fotograferar personuppgiftsansvarig för de personuppgifter som fångas av kameran. Med personuppgiftsansvaret innebär det att man måste uppfylla kraven som framgår av författningarna, exempelvis att informera om bevakningen och ange kontaktuppgifter för den som vill veta mer om bevakningen.
- Utförs flygningen på så hög höjd att personer som fastnar på bild ej går att identifiera så sker ingen personuppgiftsbehandling. Då gäller varken dataskyddsförordningen eller kamerabevakningslagen.
- Vid publicering eller på annat sätt spridning av flygfoton eller liknande sammanställningar av geografisk information krävs det tillstånd från Lantmäteriet.

2.3 Framtida regelverk

Dagens Svenska regelverk kommer snart att bytas ut. För att underlätta utvecklingen av drönare samtidigt som säkerheten bibehålls i takt med att det ökande användandet, har ett EU-gemensamt regelverk röstats igenom. Detta regelverk skulle enligt planen införts i Sverige den 1 juli 2020 men på grund av rådande läge i världen med avseende på Covid-19 blev införandet av regelverket framflyttats 6 månader tills årsskiftet 2021 (Transportstyrelsen, 2020).

Det nya regelverket innehåller två förordningar, en som reglerar tillverkarnas skyldigheter och tekniska krav, samt en som avser hur drönare får användas (JP Infonet, 2019). Enligt Transportstyrelsen ligger de nya reglerna inte långt ifrån vad

som i Sverige redan är överenskommet i och med Transportstyrelsens TSFS 2017:110. Reglerna kommer i sin helhet uppfattas som striktare på vissa punkter medan andra det sker lättnader på andra punkter ur drönaroperatörens synpunkt. Transportstyrelsen har gjort en sammanställning av vad de nya reglerna kommer innebära för flygning av drönare som finns att läsa nedan (Transportstyrelsen, 2020).

2.3.1 Registrering av drönaroperatör

Ett nytt krav som tillkommer är att de som ansvarar för flygningen med drönare, även kallad, drönaroperatör, måste registreras. Detta görs till Transportstyrelsen och operatören får ett operatörs-ID som drönaren ska märkas med.

2.3.2 Utbildning

Fjärrpiloter kommer vara tvungna att genomgå och klara en utbildning med tillhörande teoriprov. Vid ett godkänt prov fås ett drönarkort vilket gör det tillåtet att flyga med drönare.

2.3.3 Identifikation

En enskild drönare ska kunna identifieras på avstånd. Man ska alltså kunna fastställa drönarens geografiska position, höjd, hastighet och flygväg.

2.3.4 Uppdelning i kategori

En nyhet enligt Europeiska Unionens genomförandeförordning 2019/947 om regler för drift av obemannade luftfartyg [2019] EUT L152/49 är att drönare kommer delas in i tre kategorier beroende på flygningens risknivå. De tre kategorierna är öppen, specifik och certifierad kategori.

Öppen kategori

- Innefattar drönare som väger mindre än 25 kg vid flygningens start och där drönaren under hela flygningen finns inom synhåll (bortsett när den flygs i följmig-läge).
- Under flygningen ska även drönaren flygas inom ett maximalt avstånd på 120 m till närmsta punkten på jordens yta, bortsett från när den flyger över ett hinder.
- Fjärrpiloten har ett ansvar att drönaren flygs på säkert avstånd från människor och ej över folksamlingar.
- Drönaren får under flygning inte bära på farligt gods och inte heller släppa ut något material

Specifik kategori

- Om drönaren ej klarar alla krav för öppen kategori krävs ett operativt tillstånd. Ansökan görs till Transportstyrelsen och ska innehålla en riskbedömning utförd av operatören

Certifierad kategori

- Flygning som sker över folksamlingar
- Flygning som involverar persontransport
- Flygning som involverar transport av farligt gods och kan innebära hög risk för tredje part vid olycka.
- Drönaren är certifierad att nyttjas till något av de tre punkter ovan

- Om risken med flygningen inte kan kompenseras i tillräcklig mån utan certifiering av drönaren och av drönaroperatören och i tillämpliga fall, utfärdande av en licens till fjärrpiloten.

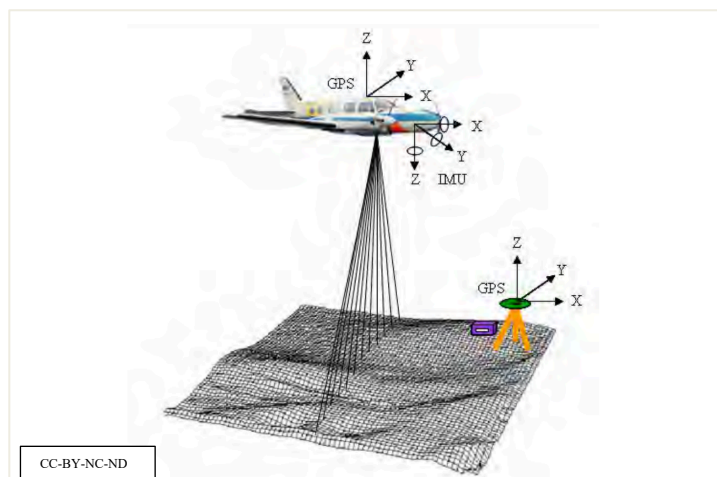
2.4 Aktuella verktyg vid insamling av geografiska data

2.4.1 LiDAR

LiDAR står för Light Detection And Ranging och är ett mätverktyg som kan liknas till Radar- och Sonarmätning, men istället för radio- & ljudvågor som dessa använder sig av, använder LiDAR sig av ljusvågor från en laser. LiDAR-systemet går ut på att beräkna tiden det tar för ljuset att träffa ett objekt, exempelvis en byggnad eller mark och därefter reflekteras tillbaka (Grimwall & Lindgren, 1993). Laserskannern kan delas upp i två delar, en laser avsedd för avståndsmätning och en scanner som ska sprida mätningarna över ett större område. De finns även olika metoder för användningen av LiDAR-systemet, flygbaserad laserskanning, TLS och fordonsburen laserskanning (Grimwall & Lindgren, 1993).

Flygbaserad laserskanning

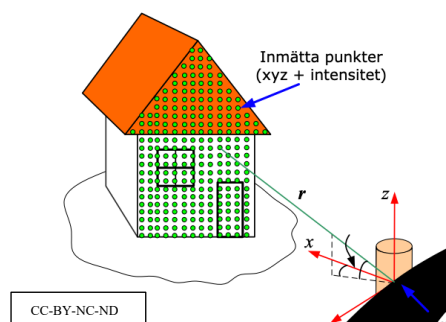
Principen för flygburen laserskanning, även kallat FLS går ut på att ett laserskanningssystem tillsammans med ett positioneringssystem monteras på exempelvis ett flygplan eller helikopter. Skannern skickar då ut korta ljuspulser som då träffar mark eller andra objekt och reflekteras tillbaka till skannersystemet. Laserskannerns position bestäms sedan med hjälp av GNSS-systemet, detta tillsammans med laserskannerns riktning krävs för att ta fram reflektionspunktens position i ett geodetiskt referenssystem. Under en flygning sker miljontals mätningar som punkter och med detta som underlag kan ett punktmoln skapas som avbildar det inmätta området i 3D (Burman, 2000).



Figur 2. Principen för FLS (Lantmäteriet m.fl., 2013).

Terrester laserskanning

Terrester laserskanning (TLS) är till skillnad från FLS en metod som utförs från marken. Dock så är principen för hur skanningen utförs snarlik den för FLS. Den stora skillnaden ligger i att i fallet med TLS så är denna stationär under mätningen. Detta gör TLS till en metod som vanligtvis tillämpas vid kortare avstånd och mindre objekt, exempelvis enstaka byggnader och undersökning av tunnlar (Lantmäteriet, 2020).



Figur 3. Principen för TLS (Lantmäteriet m.fl., 2013).

Mobile Mapping System

Mobile mapping system (MMS) fungerar på liknande sätt som ovan nämnda FLS och TLS. Den stora skillnaden gällande MMS är att den karterar omkringliggande områden från en mobil enhet, vanligast i form av en bil. (Vitria et al., 2004)

2.4.2 Fotogrammetri

Fotogrammetri är en metod som via mätning i bilder gör det möjligt att erhålla storlek, form och läge hos fotograferade objekt (Lantmäteriet, 1994) och definieras av ISPRS, International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (1996) som ”Photogrammetry and Remote Sensing is the art, science, and technology of obtaining reliable information from noncontact imaging and other sensor systems about the Earth and its environment, and other physical objects and processes through recording, measuring, analyzing and representation” (s. 2).

Stereofotogrammetri

Stereofotogrammetri är bland de vanligaste fotogrammetriska metoderna. Den använder sig av bildpar, även kallade stereobilder där bilderna överlappar varandra, i regel minst 60%, även kallat övertäckning. Stereofotogrammetri delas in i två kategorier, markfotogrammetri och flygfotogrammetri, där det första är bilder tagna från marken och det andra är bilder tagna i luften.

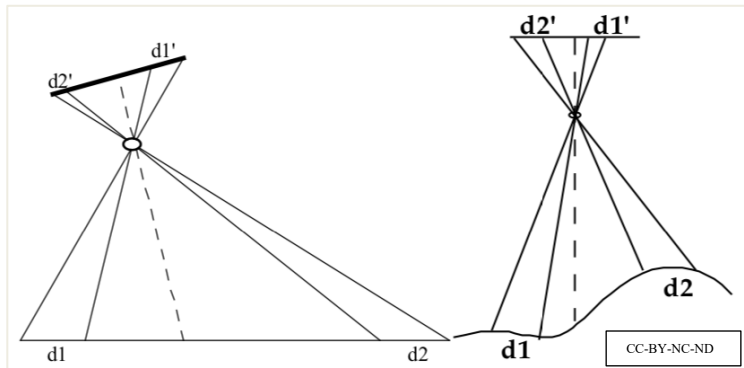
För att få tillräckligt noggranna bilder finns det tre krav.

Att kamerans egenskaper är kända, att bilderna passas in mot varandra samt att kända koordinater mäts in i bilderna.

Stegen kallas i turordning för: inre orientering, relativ orientering och absolut orientering. (Boberg, 2006)

Flygfoto

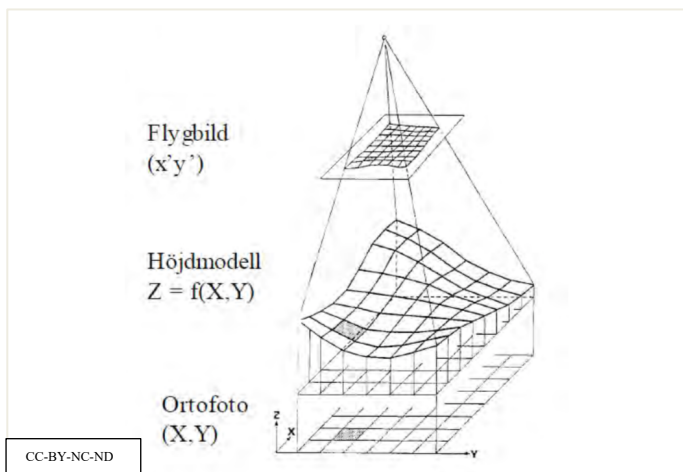
Med flygfoto menas det foto som tagits från exempelvis ett flygplan och är grunden till ortofotot. Eftersom bilden tas ovanifrån med höjdskillnader i terrängen får man lokala skalvariationer vilket försvårar möjligheten att mäta utifrån bilderna. (Lantmäteriet, 2017).



Figur 4. Visuell beskrivning av hur skalvariationer kan förekomma. Sträckan d1 till d2 är i verkligheten lika långa men avbildas olika långa (Lantmäteriet m.fl., 2013).

Ortofoto

Ortofotot framställs genom att man med flygfotot som grund applicerar en reducering av markytans radiella höjddeplaceringar för att därigenom eliminera de lokala skalvariationerna. Utöver flygfotot krävs en digital höjdmödel för att kunna generera ett ortofoto (Lantmäteriet, 2017).



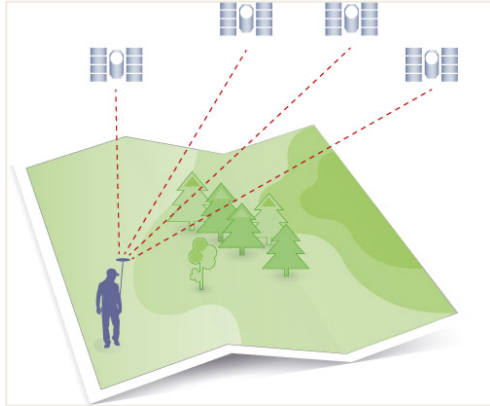
Figur 5. Principen för ortofoto (Lantmäteriet m.fl., 2013).

2.4.3 GNSS

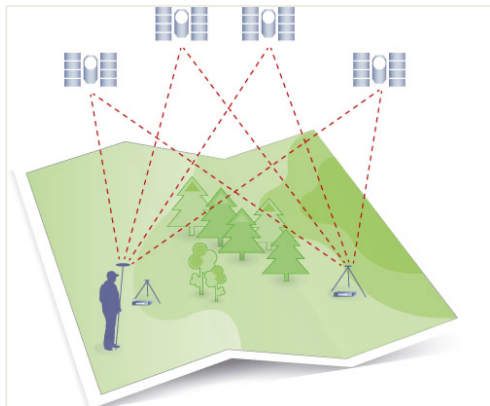
GNSS är ett samlingsnamn för satellitbaserade system för navigation och platsbestämmelse. Några av de vanligaste typerna av GNSS-system är amerikanska GPS, ryska GLONASS samt det nyare europeiska GALILEO som är under uppbyggnad. Satellitnavigationen är en metod som kan avgöra position, hastighet och tid för ett objekt med hjälp av radiosignaler från satelliter. Till en början användes GNSS-system inom det militära men med tiden komma att nyttjas som ett civilt verktyg.

Geodetisk mätning med hjälp av GNSS-system utförs genom att avståndet bestäms mellan mottagare och satelliter, detta kan göras antingen genom kodmätning eller bärvågsmätning. Det senare ger en mer noggrann mätning vilket gör den bättre anpassad för geodetisk mätning. Därtill sker en positionering av GNSS-mottagaren gentemot satelliterna. Detta delas in i två metoder, absolut och relativ positionering. Med absolut positionering bestäms positionen på mottagaren i direkt förhållande till satelliterna. Denna metod medför dock större mätosäkerhet då den inte har någon

metod för att motverka felkällor och används sällan till geodetisk mätning. Relativ positionering ger däremot en större säkerhet genom att mottagarens position istället bestäms relativt minst en annan mottagare med redan känd position. Den allra vanligaste varianten för geodetisk mätning med hjälp av GNSS är relativ bärvågsmätning. (Lantmäteriet, 2007).



Figur 6. Absolut positionering (Lantmäteriet, u.å b) Återgiven med tillstånd.



Figur 7. Relativ positionering (Lantmäteriet, u.å b) Återgiven med tillstånd.

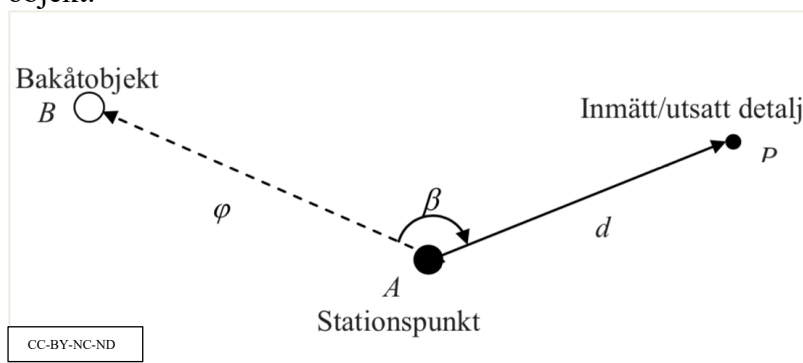
2.4.4 RTK och nätverks-RTK

RTK och Nätverks-RTK är begrepp som innefattar geodetisk mätning med relativ bärvågsmätning i realtid. För detta krävs det att man har en GNSS-mottagare som kan hantera bärvågsmätningar på flera frekvenser samtidigt som det ska vara möjligt att föra över RTK-data mellan mottagarna i realtid. Skillnaden mellan de två begreppen är att RTK-mätning utförs med hjälp av två delar. Dels genom att man har en referensstation som är placerad på en sedan tidigare känd position samt en rover (rörlig mottagare), vilket placeras på de punkter man vill mäta in. En Nätverks-RTK utnyttjar istället flera permanent etablerade referensstationer, vilket ger en mindre risk för felkällor. (Lantmäteriet, 2007)

2.4.5 Totalstation

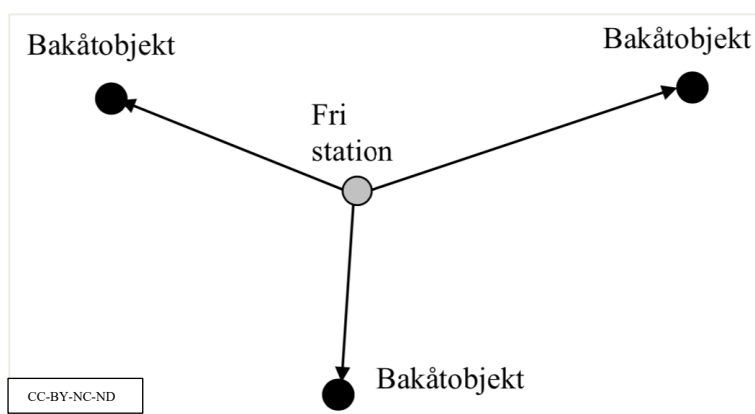
Tidigare var det vanligaste metoden att samla in data för avstånd och vinklar genom att använda två separata mätinstrument i form av EDM-instrument för avståndsmätning samt en Teodolit för vinkelmätning. På senare tid har istället takymeter eller som det också kallas totalstation, blivit ett mätinstrument som är allt vanligare vid inmätningar. Totalstationen är ett instrument där man slagit ihop både vinkel- och avståndsmätningen till ett instrument.

Inmätningen med hjälp av en totalstation utförs genom att man först börjar med en stationsetablering. Här placeras instrumentet på ett stativ och totalstationens position kan fastställas antingen genom att placeringen är på en sedan tidigare känd punkt alternativt som en fri station. Den första metoden betyder att etableringen av totalstationen placeras på en sedan tidigare känd punkt och därifrån kan man mäta in objekt.



Figur 8. Stationsetablering på känd punkt (Lantmäteriet m.fl., 2013).

Totalstationen kan även ställas upp som en fri station, i dessa fall placeras instrumentet på en tidigare okänd plats. Fastställandet av instrumentets position utförs då genom mätning av vinkel samt längd mellan minst två sedan tidigare kända punkter. (Harrie, 2008)



Figur 9. Fri stationsetablering (Lantmäteriet m.fl., 2013).

2.5 En framtida metod - drönare

När kommunerna ska göra en inmätning med en drönare styrs den av en operatör som står på marken medan drönaren flyges över det aktuella området som skall mätas in. Där tas bilder av området, det kan göras med kamera, värmekamera eller lidar osv. När det önskade materialet är fotograferat flyger drönaren tillbaka till operatören som laddar ner bilderna från drönaren antingen till en bärbar dator på plats i fält eller inne på kontoret för vidare bearbetning innan bilderna kan användas som kartmaterial. De bilder som fås på ett sådant flyguppdrag är i regel inte lika omfattande som det material som levereras efter att Lantmäteriet genomfört flygplansflygningar över en kommun men kan istället tillgängliggöras samma dag som flygningen eller dagen efter. Lantmäteriets leveranstid är ofta cirka fem månader. En fördel med drönare

gentemot andra terrestra mätningmetoder är att operatören slipper stå i osäker terräng. Det kan vara i en slänt eller vid en trafikerad väg, där de tidigare behövt befinna sig för att utföra mätningen, nu kan de istället stå på trygg mark och flyga över området. (D. Lundberg Geodatachef & P. Boholm GIS-ingenjör, Personlig kommunikation, 19 maj, 2020)

3 Metod

3.1.1 Litteraturstudie

Inledningsvis görs en litteraturstudie för att skaffa grundläggande kunskaper inom området. Hur har arbetet med primärkartor sett ut, hur kan drönare användas samt vilken potential som finns. Det kommer främst att ske via Chalmers Universitetsbibliotek, även sökmotorer på internet där myndighetssidor, intresseorganisationer och företagssidor är av intresse.

3.1.2 Enkät

För att få en överblick över hur den geografiska datainsamlingen fungerar runt om i Sverige skickades en kort enkät ut med avsikt att samla in så många svar som möjligt för att få representativ bild. Enkätens syfte var att få svar på vilka metoder som används i nuläget, hur ofta de uppdaterar primärkartan samt hur kommunerna ställer sig till att använda drönare vid insamling av geografiska data. Syftet var att alla kommuner skulle få inbjudan till enkäten därför besöktes samtliga 290 kommuners hemsidor för att få tag på kontaktuppgifter till Stadsbyggnadskontor eller motsvarande. I ett fåtal fall gick det inte att få tag på kontaktuppgifter via hemsidan, dessa kommuner utelämnades därför på grund av tidsbrist från enkäten. Totalt gick 279 inbjudningar ut. Enkäten gjordes i Google Forms, ett verktyg som är användarvänligt och smidigt att arbeta med då resultaten kan exporteras till Microsoft Excel.

3.1.3 Intervjuer

Under arbetets gång har sju intervjuer genomförts med personer aktiva inom kommunal kartering. Kommunerna valdes för att få en så bred bild som möjligt, där flera parametrar vägdes in, bland annat kommunernas storlek, befolkning, geografiska läge, byggtakt samt deras erfarenhet och inställning till användningen av drönare. Syftet med intervjuerna var att få en djupare insyn i hur datainsamlingen ser ut på olika håll samt vilka verktyg som används. Om drönare används och i vilken utsträckning det påverkar arbetet samt hur aktuell lagstiftning påverkar användandet av drönare, men även vilka lokala förutsättningar som finns. Intervjuerna genomfördes via telefon delvis på grund av rådande omständigheter med Covid-19 och delvis på grund av den geografiska spridningen.

3.1.4 Effektanalys

I den sista intervjun med Danfilip Lundberg och Peo Boholm i Värnamo gjordes en djupare analys av vilka effekter Värnamo kommuns implementering av drönare gett dem. I analysen undersöktes vilka effekter kommunen fått i arbetet med insamling och bearbetning av geografiska data, hur effektiviteten hos fältmätare och bearbetare förändrats samt hur kvaliteten på den data som inhämtats med drönare står sig mot traditionella metoder. Fördjupningen av Värnamo kommun gjordes av flera skäl, för det första förmedlades kontakten av vår handledare Claes Francke som kunde berätta att Värnamo låg långt fram i användningen av drönare inom den kommunala verksamheten. För det andra var dom villiga att ställa upp på en längre intervju där de kunde berätta om hur de arbetar och varför de valt att inleda test med drönare. För det tredje har de relativt lång och varierad användning av drönare inom kommunal verksamhet. (D. Lundberg Geodatachef & P. Boholm GIS-ingenjör, Personlig kommunikation, 19 maj, 2020)

4 Resultat

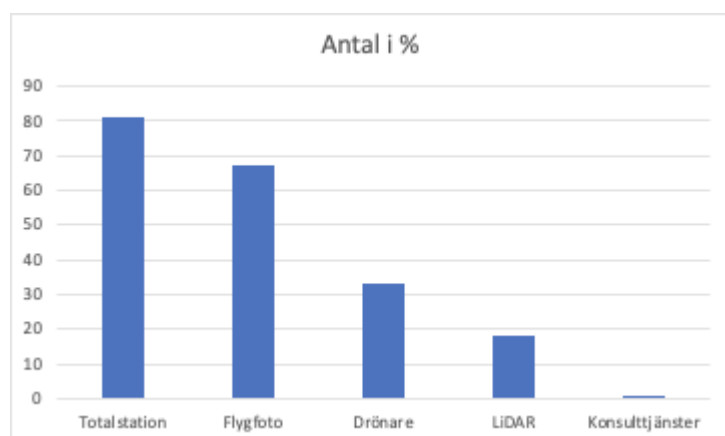
I detta kapitel sammanfattas resultaten från enkäten, intervjuerna samt effektanalysen.

4.1 Enkät svar

Totalt kom det 150 svar vilket ger en svarsfrekvens på strax över 50%. Av de svarande kommunerna valdes 10 kommuner ut för en djupare intervju där sju intervjuer senare genomfördes. Hur urval skedde beskrivs under Intervjuer i Metodkapitlet.

4.1.1 Vilka verktyg använder sig kommunerna av?

Här framgår det att nästan alla kommuner använder sig av totalstation vid insamling av data. Cirka två tredjedelar anger att de använder sig av flygfoton. GIS-program är också en vanlig metod på strax över 60%, då detta kan tolkas mycket brett utelämnas det från grafen nedan eftersom det kan vara missvisande. Andra metoder som inte används lika frekvent är LiDAR och GNSS-system. En tredjedel av de svarande kommunerna uppger att de använder sig av drönare vid insamling av geografiska data. Tre kommuner har även angett att allt arbete gällande ajourhållning av primärkartan utförs helt eller delvis av konsultfirmor.

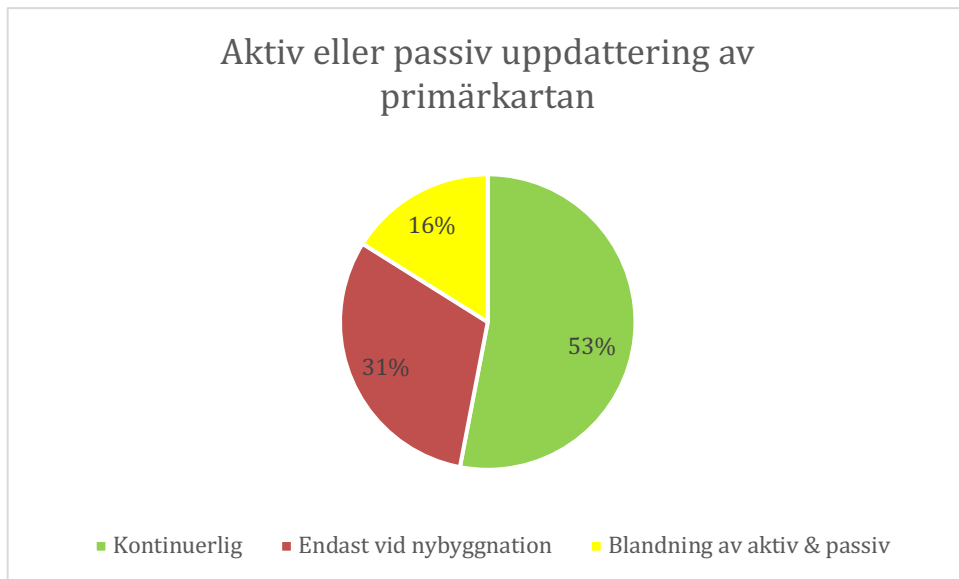


Figur 10. Stapeldiagrammet visar hur många procent av kommunerna som använder de olika teknikerna.

4.1.2 Hur ser kommunernas ajourhållning av primärkartan ut, aktivt eller passivt?

Strax över 50% av de svarande uppger att de aktivt arbetar med ajourhållning, ca en tredjedel att de arbetar med passiv uppdatering där primärkartan uppdateras vid behov, exempelvis vid nybyggnation. Resterande 16% var fria svar där kommunerna förklarade hur deras ajourhållning utfördes. Genomgående för dessa var att de arbetar med en blandning av passiv och aktiv uppdatering. Det finns olika anledningar till varför de använder en kombination så som att:

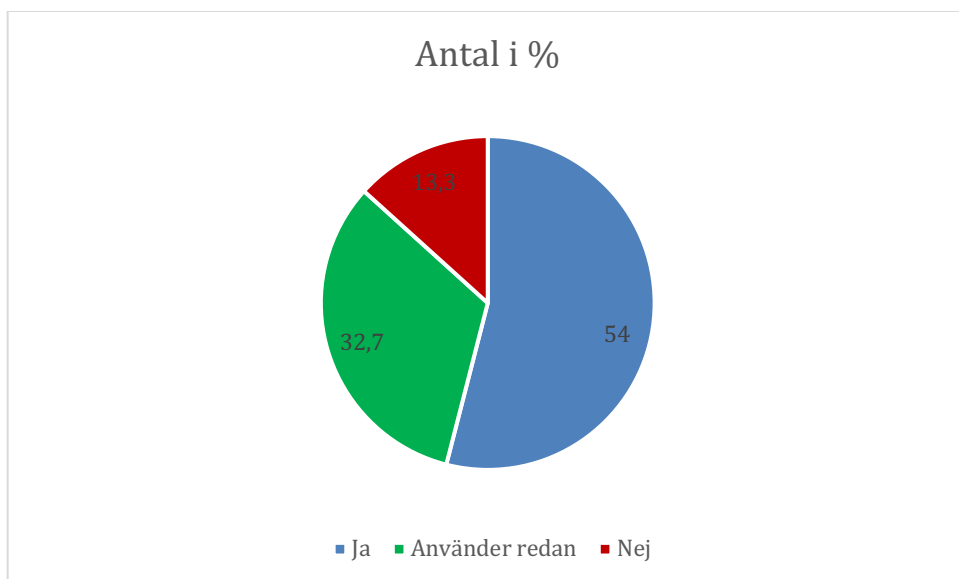
1. Passiv uppdatering i första hand men aktiv uppdatering i mån om tid.
2. Områdesbaserad uppdatering, aktiv uppdatering i tätort men utanför sker passiv uppdatering.
3. Objektbaserad uppdatering, byggnader/vägar uppdateras aktivt medans övrigt sker passivt.
4. Vid insamling av geografiska data vid exempelvis nybyggnation passar man på att uppdatera även andra områden i närheten.



Figur 11. Diagrammet visar hur svenska kommuner arbetar med uppdatering av primärkartan, uppdelat i tre kategorier.

4.1.3 Finns det intresse hos kommunerna att använda sig av drönare?

Strax över 50% svarar att det hade ett intresse för drönare och som nämnt ovan var det även ungefär en tredjedel som redan hade denna metod implementerad i deras arbete. 13,3% hade inget intresse av användandet av drönare som insamlingsmetod.



Figur 12. Diagrammet kommunernas inställning till användandet av drönare i insamlingsarbetet.

4.2 Intervjuer

Totalt tillfrågades tio kommuner om att ställa upp på intervju varav sju intervjuer sedan kunde genomföras. Här redovisas de sju intervjuade kommunernas svar med fokus på det som är relevanta för denna undersökning. Fullständiga svar på intervjuerna finns i bilagorna.

4.2.1 Vilka verktyg används för insamling av geografiska data?

Bland de intervjuade kommunerna var ett genomgående svar att traditionella metoder så som totalstation, GNSS och flygfoton för insamling av geografisk information till primärkartan. En kommun som stack ut när det kommer till insamlingsmetoder var Stockholms kommun som använder sig av MMS. En sak som var gemensam för de kommuner som i dagsläget använde sig av drönare i deras insamlingsarbete var att drönare fungerar bra som ett komplement till de traditionella metoderna. I övrigt så var kommunerna utvalda för deras olika erfarenheter kring användandet av drönare i insamlingsprocessen där det kan konstateras följande angående respektive kommun. Utförligare svar för respektive kommun finnes i figur 13 nedan.

4.2.2 Hur ofta uppdateras primärkartan?

Genomgående svar var att primärkartan uppdateras kontinuerligt men med detta menades det i flesta fall att uppdatering sker vid nybyggnation och inte lika kontinuerligt kring redan befintlig byggnation.

Kommuner	Erfarenhet av drönare	Uppdatering av primärkartan
Stockholm	Liten erfarenhet, endast gjort ett testprojekt med drönare	Kontinuerlig uppdatering, i flerbostadhusområden sker uppdatering varje år och i villa- samt skogsområden sker uppdatering var 3-4 år.
Trollhättan	Ingen egen erfarenhet av drönare	Uppdateras med hjälp av flygfoto vilket utförs var fjärde år.
Halmstad	Använder drönare	Uppdateras kontinuerligt i samband med dagliga mätningar, exempelvis vid nybyggnation.
Ängelholm	Är i uppstartsfasen till att använda drönare	Uppdateras i samband med dagliga mätningar, exempelvis vid lägeskontroller och nybyggnation.
Båstad	Är i uppstartsfasen till att använda drönare	Uppdateras vid behov.
Eskilstuna	Använder drönare	Uppdateras kontinuerligt vid exempelvis nybyggnation samt när ansökan om nybyggnadskarta kommer in.
Värnamo	Använder drönare	Uppdateras i samband med att de tar fram andra produkter, exempelvis nybyggnadskarta, projekteringskarta och grundkarta inför detaljplan.

Figur 13. Tabell över de intervjuade kommunernas erfarenhet av användandet av drönare i arbetet med insamlandet av geografiska data samt deras uppdatering av primärkartan.

4.2.3 Vilka hinder för användning av drönare finns?

Det hinder som nämns klart oftast av de intervjuade är att dagens lagstiftning skapar mycket begränsningar kring hur, var och när man får flyga en drönare. Ett av de tydligaste exemplen på just detta tas upp av Olle Lundbäck på Stockholms Stad där han nämner att en stor begränsning de har väldigt många restriktionsområden för flygning med drönare som täcker den större delen av Storstockholm. Bland annat är Bromma flygplats väldigt centralt placerad och där har de fått tillåtelse att flyga med drönare endast några timmar på söndagar. Detta har då gjort att Stockholm Stad fått gå vidare med andra metoder för insamling av geografiska data. (O. Lundbäck Teamledare Kart- & Mätningingenjör, Personlig kommunikation, 5 maj, 2020)

Resterande kommuner som blivit intervjuade har trots bättre förutsättningar kring restriktionsområden ändå nämnt att lagstiftningen är ett av de större hindren. Exempelvis Trollhättan kommun har valt att ej använda drönare efter att ha hört andra kommuners svårigheter med just detta. Men även de intervjuade kommuner som i dagsläget använder sig av drönare i insamlingsprocessen tar upp detta som en av de större begränsningarna. (P. Eckerwall Kart- och mätchef, Personlig kommunikation, 12 maj 2020)

Ytterligare begränsningar som nämns hos de kommuner som använder drönare i sitt arbete är hinder kring inmätning. Generellt för de som använder drönare är att de nämner att noggrannheten på den inhämtade data är lägre hos drönare jämfört med traditionella metoder så som totalstation. Trots detta har drönaren enligt dem varit användbar då all inmätning inte har samma krav på noggrannhet. Exempelvis tar Marielle Arousell på Halmstads kommun upp att en väg ute på landsbygden inte har lika hög noggrannhet på inmätning om man jämför med en byggnad i centrum. (M. Arousell Kartingenjör, Personlig kommunikation, 12 maj 2020) Dock ser bland andra Åsa Bjäräng på Ängelholms kommun viss problematik med flygfoton tagna med drönare. Ett exempel hon tar upp är vid nybyggnation eller lägeskontroll för en byggnad kan bli missvisande då flygfoton visar takets gräns men om de hänger ut från fasaden blir det missvisande för fasadens gräns. (Å. Bjäräng Kart- och mätchef, Personlig kommunikation, 14 maj 2020)

Av de kommuner som i dagsläget använder sig av drönare är de överens om att det är en effektiv metod att använda för att kartera relativt stora områden. Detta eftersom det enligt dagens lagstiftning är krav på att drönaren hela tiden måste finnas inom synhåll för den person som styr den. Med andra ord är det alltså svårt att använda drönaren till att uppdatera större områden som exempelvis hela kommunen likt den tjänst som lantmäteriet eller konsulter kan göra vid framtagning av ortofoto med hjälp av flygplan. Fördelen med att istället använda drönare för att flygfotografera är att man istället får en högre kvalitet på mätningen och man kan uppdatera geografisk information betydligt oftare. Ytterligare en positiv punkt som nämns av bland annat Danfilip på Värnamos kommun är att processen från inhämtning av data till färdigställande produkt går avsevärt mycket snabbare när kommunen själva hämtar information med hjälp av drönaren jämfört med en beställning av ortofoton. Här är de kommuner som använt sig av drönare till insamlingen av geografiska data överens om att det har effektiviserats. (D. Lundberg Geodatachef & P. Boholm GIS-ingenjör, Personlig kommunikation, 19 maj, 2020)

4.3 Djupgående analys av Värnamo kommuns användning av drönare

Kommunen köpte in sin första drönare år 2016 och var av modell DJI154pro. Sedan dess har de köpt in ytterligare två drönare, dessa med lite extrautrustning, en Phantom4 RTK för högre noggrannhet i mätningar samt en med värmekamera, Phantom Matrice 210.

Enligt Danfilip och Peo har det skett en stor tidseffektivisering när det kommer till insamlingen av geografiska data för mätteknikerna ute i fält. Framförallt ser de positiva effekter för fältmätning när det kommer till större områden. Exempelvis om man ska undersöka ett område på ett antal hektar behövde man förr ut och kontrollera ett antal punkter fysiskt. Nu kan de istället stå på en punkt och skicka ut drönaren för att insamla motsvarig information. Ett ytterligare exempel som tas upp av Danfilip är vid inmätning av en nybyggd rondell med tillhörande väg tar det i dagsläget cirka 2 timmar för en mättekniker för att inhämta den information som behövs. Detta innefattar då allt från att packa in drönare plus övrig mätutrustning som krävs för uppgiften, åka ut på plats, mäta in och för att sedan ta sig tillbaka till kontoret. Jämför man detta med den tid en likadan process för inhämtning av data med de metoder som tidigare använts skulle detta tagit en hel arbetsdag. En till positiv effekt som tillkommit med drönare i just detta exempel men som också är applicerbara på andra situationer är säkerhet för mättekniker och påverkan på trafiken. Med det traditionella metoderna behövde mätteknikerna arbeta på alternativt tätt intill vägen vilket i sin tur medförde att det krävdes att vägar behövdes stänga ned temporärt. Mätteknikerna behövde också gå en kurs för att få arbeta på väg. Allt detta slipper man nu när mätteknikern kan stå på behagligt avstånd och mäta in allting.

De program som Värnamo kommun sedan använder sig av vid hantering av den data som kommer in från mätteknikerna är Agisoft och ESRI Drone2map ver. 2.1.1. Agisoft var det första programvaran de använde sig av vid första inköpet av drönare 2016. Valet på Agisoft berodde enligt Danfilip på att det var det vanligaste programvaran att använda sig av inom branschen. Numera har de en väl inarbetad arbetsgång med Agisoft gällande karteringsmätningarna. Programmet Drone2map används av kommunen för tillfället endast som ett stöd till Räddningstjänsten. Där hjälper kommunen till att ta skapa kartor både i 2D och 3D för att ge dem en bra översikt över ett område. Ett exempel som nämns är en gammal gummifabrik som numera används som lager för plast. Här ville räddningstjänsten ha mer information kring området och en 3D-modell gjordes och flygfoton togs.

De har sedan starten använt sig av Agisoft då det var den vanligaste programvaran vid den tiden. Därför har de nu en väl inarbetad arbetsgång med den programvaran för karteringsmätningarna. Dock ser de att Agisoft är ett lite krångligare program där de har en mätningssingenjör som arbetar med det på heltid och är expert på det, problemet med det är att det bara är den personen som kan hantera programmet riktigt bra. På sikt vill de komma ifrån det så att alla på avdelningen ska kunna använda sig av programmen vid behov. Att de även använder sig av Drone2map numer beror på samarbetet med Räddningstjänsten där Danfilip anser att Drone2map är lättare att använda för snabba lösningar, när det behöver gå fort. Som exempel tar han när räddningstjänsten behöver ett lågupplöst ortofoto, det kan göras ute i fält med en bärbar dator. Då tas ett foto med drönaren som sedan förs över till datorn och in i

Drone2map, där läggs en karta på bilden som sedan kan presenteras räddningstjänsten. Det finns också andra fördelar med Drone2map eftersom det är ett ESRI program kan det användas med andra ArcGIS produkter och med några knapptryck kan de publicera färdiga kartor direkt på internet. Danfilip tar ett nytt exempel. ”Om ett område på 10 hektar mäts in och sen körs in i Drone2map tar det 20 minuter att få fram ett ortofoto som sedan kan publiceras på ArcGIS Online. Med andra ord kan ett ortofoto publiceras på en karttjänst ca 60 – 90 minuter efter att drönaren flugit.”

Till samarbetet med Räddningstjänsten ville de använda sig av ett enkelt program då det inte är mättingenjörerna som kommer hantera det utan GIS-ingenjörerna och eftersom de inte arbetar med programvaran varje dag blir det svårt för dem att bli experter på programmet. När det gäller det material som tas fram för Räddningstjänsten kan noggrannheten vara lägre eftersom materialet inte är till för att mätas ur utan det ska gå fort att få fram en överblick över aktuell situation och i det fallet är Drone2map ett mycket bra verktyg.

Danfilip säger att det finns så mycket fördelar med att använda drönare och själva fånga in materialet att de inte kommer handla upp flygningar någon mer gång. För dem kostar Lantmäteriets flygbilder 700 000 – 800 000 kr vart annat år, nu har de en drönare som med värmekamera kostade runt 220 000 kr som de kommer använda istället. Samtidigt räknar de med att drönaren håller i minst fyra år, att det är just fyra år baseras på att deras äldsta drönare använts i fyra år när de skulle köpa in den senaste drönaren. Det blir stora besparingar, pengar som kan användas till annat. Samtidigt tar det minst 4-5 månader för Lantmäteriet att leverera bildmaterialet, mot drönarbilder som de kan göra tillgängliga dagen efter flygning. Drönarbilderna har också mycket högre upplösning än de som Lantmäteriet levererar. (D. Lundberg Geodatachef & P. Boholm GIS-ingenjör, Personlig kommunikation, 19 maj, 2020).

5 Diskussion & reflektion

5.1 Kommunernas arbetssätt idag

De flesta kommuner använder fortfarande de traditionella metoderna, mycket på grund av den höga nivån noggrannhet som uppnås med till exempel en totalstation. De kommuner som redan använder drönare uppger att de inte sett något behov av att justera antal personer i bemanningen ännu men att det eventuellt behöver ses över på sikt. De har istället sett en effektivitets ökning på enheterna där samma bemanning utför fler mätningar och producerar en större mängd kart- och bildmaterial.

5.2 Lagstiftningen

Något som framkommit efter intervjuerna är att det finns en otydlighet i lagen och att den är svårtolkad. Tyvärr har det lett till att flera kommuner helt avstår de fördelarna som tekniken erbjuder. Samtidigt tolkar andra kommuner lagen helt annorlunda och har de senaste åren använt drönare i större utsträckning.

När det gäller den kommande lagstiftningen är ingen av de intervjuade helt inläst på den nya lagen men det ser ut att finnas flera frågetecken. Dels är det inte helt klart hur alla delar av lagen kommer att se ut, det har varit en remiss om flygavgifter ute under våren där myndigheterna samlat in svar men inte kommit längre än så.

Det verkar också finnas en osäkerhet kring formuleringar som är tolkningsbara där kommunerna upplever att myndigheterna skjuter ifrån sig ansvaret.

Merparten av de intervjuade tror att det kommer bli svårare för kommunerna att använda sig av drönare i sin verksamhet då det blir fler restriktioner och samtidigt som tolkningsutrymmet finns kvar.

För vissa kommuner kommer svårigheterna att kvarstå, finns det en centralt belägen flygplats, skyddsobjekt eller liknande kommer möjligheterna att flyga drönare i dessa områden vara små eller obefintliga, något som vi sett på ett par platser. Där kommer andra metoder att användas.

5.3 Drönarens framtid

Intervjuerna ger bilden att drönarens kvalitéer och möjligheter är något som efterfrågas på flera håll inom kommunerna. Där det finns möjligheter för stadsbyggnadskontoren att leverera bilder, filmer och kartmaterial till andra förvaltningar som i vanliga fall faller utanför deras ordinarie ansvarsområde. Ett vanligt exempel på alternativa användningsområden är någon typ av PR, där säljande filmer för bland annat nybyggda stadsdelar är populärt.

Det finns även en tydlig trend där ett flertal kommuner har intresse av att köpa in tjänsten istället för att utföra mätningarna själva. Två av de intervjuade kommunerna har till exempel ett samarbete där den ena kommunen utför mätningar med drönare både åt sig själva och åt grannkommunen. Det finns också privata företag som utför liknande tjänster som andra tillfrågade kommuner använder sig av där de själva kan välja nivå på tjänsterna som sträcker sig från leverans av flygfoton till en helt färdig produkt, något som kan locka mindre kommuner som i vissa fall helt saknar egen kart- och mäthenhet.

Även om det inte är troligt att drönaren kommer ersätta andra metoder helt finns det absolut ett segment där den kommer att skapa ett stort värde för kommunerna i form av effektivitet. Det finns många exempel på när drönaren är ett effektivare verktyg än andra traditionella metoder. På sikt kommer det bli avgörande när växande kommuner ska välja verktyg då effektiviteten kommer vara avgörande för vilken teknik de satsar på. Då har drönaren stora möjligheter att bidra med sina unika egenskaper, där de inte behöver utföra fältmätningar på traditionellt vis, att varje enskild punkt ska mätas in utan endast ett fåtal samtidigt som de snabbt kan få högkvalitativa flygbilder. Värnamos försök har fallit väl ut och det visar att vid rätt förutsättningar går det utmärkt att använda sig av drönare på en storskalig nivå där de traditionella flygfotona byts ut mot drönarfoton som kommunen själva producerar.

Värnamos erfarenheter av drönare inom kommunal verksamhet har med åren hunnit bli omfattande och inom flera olika användningsområden där fotografering åt primärkartan bara är en del. Deras erfarenhet med räddningstjänsten visar på att många verksamheter kan dra nytta av de tekniska möjligheterna. I vissa lägen har de till och med fått tacka nej då de ansett att det efterfrågade ligger för långt från deras verksamhet. Då de har beslutat att ersätta Lantmäteriets flygfoton med egna tagna från sin drönare visar de att drönaren erbjuder mycket stora möjligheter och att om rätt förutsättningar råder är det kunskapen och viljan som sätter gränserna snarare än lagstiftning och reglementen. De har även märkt skillnad med olika programvaror där de använder sig av Drone2Map och Agisoft. Drone2Map anser dem är det mer användarvänliga programmet och används när man snabbt vill ta fram material där noggrannheten i mätning inte är högsta prioritet. Exempel på tillfälle när Drone2map används kan vara att ta fram översiktlayout över ett område till räddningstjänsten. Agisofts programvara däremot kan hantera en högre noggrannhet vilket gör den bättre anpassad vid framtagning av kartmaterial till exempelvis primärkartan.

6 Slutsats

De flesta kommunerna använder fortfarande traditionella metoder, där 80% använder sig av Totalstation. Denna metod kommer antagligen att finnas kvar i många år då det är det bästa sättet att få hög noggrannhet i geografiska data. Även andra traditionella metoder är vanliga där cirka 67% använder sig av Lantmäteriets flygfoto.

Men det är tydligt att drönaren har blivit ett viktigt verktyg för många kommuner, där en tredjedel av de svarande använder sig av drönare idag, något som kommer fortsätta öka i takt med teknikutveckling. Så gott som samtliga intervjuade är positivt inställda till drönarens möjligheter, där alla ser att den kan tillföra effektivitet i deras verksamhet.

Sveriges lagstiftning har tidigare släpat efter och har inte hängit med i den tekniska utvecklingen som varit snabb och även om det kommer en ny lag som reglerar användningen av drönare betyder det inte att den kommer att bli optimal för kommunernas användning. Problemen består främst i att kommunerna upplever att den nya lagen är otydlig och tolkningsbar (precis som den föregående) men med fler restriktioner. Det är alltså en otydlighet i lagtexten där det antagligen behövs kommuner som går i bräschen och visar att det går att använda sig av drönare och hur detta kan göras.

Den största vinsten med användning av drönare är att effektiviteten i fältmätningarna ökar. Där kommunerna ser att samma personalstyrka hinner med fler mätningar på samma tid, alternativt hinner utföra sina mätningar på kortare tid. Det ger också en ökad flexibilitet då kommunerna själva kan samla in data när de behöver det istället för att vänta på de exempelvis bi-annuella flygningarna Lantmäteriet gör. Samtidigt kan drönaren leverera en hög bildkvalitet på materialet som i många fall håller en högre kvalitet än det material de tidigare fått från flygfoton.

I Värnamo fall har försöken med drönare fallit mycket väl ut och de avser att fortsätta använda sig av drönare. De ser att den effektiviteten, flexibiliteten och kvalitén de får vid användning av drönare passar deras behov bättre än alternativet som är att köpa flygfoton av Lantmäteriet. Värnamo är ett tydligt exempel på att det går att använda sig av drönare i stor skala och helt byta ut vissa metoder mot drönare, men det är inte en generell sanning. Det är inte sannolikt att alla kommuner kan använda sig av drönare då det inte är praktiskt för alla. Det är inte heller sannolikt att de metoder som Värnamo byter ut (flygfoton) kommer att kunna bytas ut mot drönare i alla andra kommuner. Det är många parametrar som spelar in och varje kommun kommer att behöva utföra en undersökning för just deras möjligheter och begränsningar.

7 Källor

7.1 Källor text

Aguilo, I., Radeva, P., Vitria, J. (2004) *Recent advances in artificial intelligence research and development*

ISPRS (1996) XVIIIth ISPRS Congress. I *ISPRS Regulations*, 1996, Wien, sida 2

JP Infonet (2019) *Nya EU-regler för drönare*. Hämtad 21 september, 2020, från <https://www.jpinfo.net/se/kunskap/nyheter4/nya-eu-regler-for-dronare/>

Lantmännen (2019). *Framtidens jordbruk*. Hämtad 21 september, 2020, från https://www.lantman.se/siteassets/documents/02-vart-ansvar-jord-till-bord/forskning--innovation/framtidens_jordbruk_webb_ny.pdf

Lantmäteriet (1994) *Handbok fotogrammetri*

Lantmäteriet, Banverket, Vägverket. (2007) *Introduktion till GNSS (LMV-Rapport 2007:11)*.

Burman, H. (2000). *Calibration and orientation of airborne image and laser scanner data using GPS and INS*. [Doktorsavhandling, Kungliga tekniska högskolan]. DiVA <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A8712&dswid=-3594>

Lantmäteriet. (2020). *HMK – Handbok i Mät- & kartfrågor – Terrester laserskanning*. Hämtad 21 september, 2020, från https://www.lantmateriet.se/contentassets/96e6a20268f94f36959bd12e0700a581/hmk_terlas_2020.pdf

Lantmäteriet. (2017). *HMK – Handbok i Mät- & kartfrågor – Flygfoto*. Hämtad 21 september, 2020, från https://www.lantmateriet.se/contentassets/96e6a20268f94f36959bd12e0700a581/hmk_flygfoto_2017.pdf

Lantmäteriet (2017). *HMK – Handbok i Mät- & kartfrågor – Ortofoto*. Hämtad 21 september, 2020, från https://www.lantmateriet.se/contentassets/96e6a20268f94f36959bd12e0700a581/hmk_ortofoto_2017.pdf

Harrie, L. (2008) *Geografisk informationsbehandling*

Marinder, D. (2019) *Användning av drönare i skogsbranschen*. (Examensarbete, Sveriges lantbruksuniversitet, Skogsmästarskolan). https://stud.epsilon.slu.se/14762/11/marinder_d_190710.pdf

Meteria AB. *Kartan som nav i samhällsbyggandet*. Hämtad 21 september, 2020, från <https://metria.se/branschpassade-losningar/kommun/>

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (2018). *Obemannade luftfartyg i kommunal räddningstjänst Vägledning 1.0.*

NCC AB. (u.å.). *Drönare – underlättar planering, sparar tid och bidrar till en säkrare arbetsmiljö.* Hämtad 21 september, 2020, från <https://www.ncc.se/vart-erbjudande/kunderbjudande/digitalt-byggande/dronare/>

Pitchup AB. (2020). *Drönare för Räddningstjänsten.* Hämtad 21 september, 2020, från <https://www.pitchup.se/dronare-for-raddningstjanst>

Polismyndigheten. (2019). *Drönare.* Hämtad 21 september, 2020, från <https://polisen.se/lagar-och-regler/trafik-och-fordon/dronare/>

Polismyndigheten. (2020). *Kamerautrustad drönare över Lund "siste april".* Hämtad 21 september, 2020, från <https://polisen.se/aktuellt/nyheter/2020/april/kamerautrustad-uasdronare-over-lund-siste-april/>

Skanska Sverige AB. (2019) *Drönare tar arbetet till nya höjder.* Hämtad 21 september, 2020, från <https://www.skanska.se/om-skanska/press/nyheter/dronare-tar-arbetet-till-nya-hojder/>

Grimwall, G. & Lindgren, O. (1993). *Miljömätteknik*

Transportstyrelsen. (2020). *Nya drönarregler från och med den 1 juli 2020.* Hämtad 21 september, 2020, från <https://www.transportstyrelsen.se/sv/luftfart/Luftfartyg-och-luftvardighet/dronare/nya-regler-fran-1-juli-2020/>

Föreningen skogen (2017) Hämtad 21 september, 2020, från <https://www.skogen.se/nyheter/hans-dronare-varderar-skogen>

Hedemora Kommun (2018) *Information om Hedemora Kommuns användning av drönare.* Hämtad 21 september, 2020, från https://www.hedemora.se/sv/kartor-och-matning/dronare_4554

Boberg, A (2006). *Introduktion till fotogrammetrin (8. Uppl.).*

7.2 Källor figurer

Lantmäteriet (u.å b) Absolut och relativ positionering. [Elektronisk bild] Hämtad från <https://www.lantmateriet.se/sv/Kartor-och-geografisk-information/gps-geodesi-och-swepos/GPS-och-satellitpositionering/Metoder-for-GNSS-matning/Absolut-och-relativ-positionering/>

Lantmäteriet m.fl. (2013) Geodetisk och fotogrammetrisk mättnings- och beräkningsteknik. [Elektronisk bild] Hämtad från <https://www.lantmateriet.se/contentassets/d5aaa74128a14124817e6c85a164b6a2/kompendium20131028.pdf>

Luftfartsverket (2020) *Drönarkarta* [Elektronisk bild] Hämtad från <https://daim.lfv.se/echarts/dronechart/>

RISE – Research Institutes of Sweden. (u. å.) *Drönare och drönartillämpningar* [Elektronisk bild]. Hämtad från <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/expertiser/dronare>

8 Appendix

8.1 Bilaga 1 – Frågor i Enkäten

- Hur ser ert arbete med primärkartor ut idag, arbetar ni aktivt med kontinuerlig uppdatering eller passivt, dvs uppdaterar endast vid byggnationer av primärkartan?
- Vilka verktyg använder ni i karteringsprocessen?
- Finns det ett intresse hos er att arbeta med exempelvis drönare i karteringsprocessen?
- Är ni intresserade av att ställa upp på en lite mer ingående intervju där vi frågar er lite mer om ert arbetssätt och era lokala förutsättningar?

8.2 Bilaga 2 - Intervjufrågor

Uppdatering av primärkarta

- Vilka verktyg används?
- Vad får man för slutprodukt av varje verktyg?
- Hur ofta uppdateras primärkartan?
- Hur prioriterar man olika områden i en så pass stor stad som Stockholm?
- Hur många arbetar inom detta område på kommunen

Arbetsgång insamling av geografiska data

- Hur ser arbetsgången ut med drönare? (vilka program används, typ av drönare, vilken data tas fram med hjälp av drönaren, behövs ytterligare verktyg för att få ut data)
- Hur kompletterar alt. ersätter drönarmetoden befintlig/tidigare använd teknik?
- För och nackdelar med båda?
- Varför beslutade ni er för att använda drönare?
- Till vad använder ni drönaren idag, dvs i vilka situationer i samband med datainsamling används drönaren?
- I vilka fall är drönare det bästa alternativet för datainsamling? Är det alltid samma som ovan?
- Finns det brister / svårigheter med användningen av drönare som ni inte kunde förutse och i så fall vilka?
- Är det möjligt att använda drönare vid dåligt väder? Regn, blåst osv. Sommar/Vinter
- Kan drönare, övrig utrustning och utbildad personal användas på annat håll inom kommunen? synergieffekter med andra verksamheter?

Arbetsmiljö

- Finns det fördelar för mätteknikerna ute i fält? Säkerhet?
- Tidsaspekt, går det relativt sett snabbare att fota med en drönare än tex flygplan innan bilderna kan användas?
- Hur påverkar väder?

- Hur praktiskt är det att använda drönare för att täcka större områden?
- Hur blir kvalitén på slutprodukten från en drönare jämfört med andra metoder?

Lagstiftning

Lagstiftning, vilka hinder med drönare har funnits kring nuvarande lagstiftning och hur ser ni på den kommande gemensamma lagstiftningen för hela EU? (licenser, tillstånd, vikt, högsta flyghöjd, osv.)

Har ni haft möjlighet att påverka utformningen av lagstiftningen på något sätt?

Ekonomiska aspekter

Vilka ekonomiska aspekter finns det?

Var det en stor ekonomisk investering med inköp av drönare, utbildning av personal osv?

Är det ekonomiskt lönsamt att använda drönare vid uppdatering av primärkarta för er? Om/om inte -> varför/vad är det som gör det ekonomiskt/icke-ekonomiskt lönsamt?

Framtiden

Hur ser du på framtiden, kommer ni använda drönare i större utsträckning än idag?

Vilka möjligheter tror du det finns i framtiden med tekniken, laser-scanning, värmekameror, autonoma system?

8.3 Intervjusvar

8.3.1 Olle Lundbäck Stockholms stad

Första intervjun genomfördes med Olle Lundbäck som arbetar som Teamledare för kart- och mättingsingenjörerna på Stadsbyggnadskontoret i Stockholms stad. I Stockholm använder staden sig inte av drönare i någon större utsträckning och det finns flera skäl till det.

För det första ligger Bromma Flygplats väldigt centralt vilken dels har en 5 km stor förbudszon runt sig, dels ligger inflygningsrutten över stora delar av staden vilket gör att det även i dessa områden är förbjudet att flyga drönare utan tillstånd från flygtrafikledningen på Bromma flygplats. För det andra anser Stadsbyggnadskontoret att de får fullgott material från de ortofoton som köps in, där materialet är färdigbearbetat så att det är klart för användning vid leverans.

För det tredje vill Olle lyfta en annan teknik som han tror mer på, MMS – Mobile Mapping System. På grund av det dåliga förutsättningarna för användning av drönare de har i Stockholms stad anser Olle att denna metod är bättre anpassad för dem. Det fungerar så att en bil utrustad med kameror och skannings utrustning bestående av kameror och laser kör på gatorna och mäter in miljön under tiden den kör. Produkten blir bilder och punktmoln vilket gör att det går att få väldigt hög noggrannhet på mätningarna. Detta system kan mäta in allt möjligt, till exempel markhöjder, kantsten, vägskyltar och träd. Då målet är att minimera fältmätningarna ses detta som en bra metod då materialet effektivt kan samlas in. 2016 gjordes första inmätning med MMS, då mätts hela Stockholms stad in, 2017 gjordes en ny mätning, då mättes endast vissa delar av staden. 2019 genomfördes nya mätningar där hela Stockholm åter mättes in.

I framtiden tror Olle att hela staden behöver mätas in kontinuerligt. Detta beror på att stadsbyggnadskontoret levererar en tjänst till näringsliv och andra förvaltningar i form av Baskartan som förväntas vara ajourhållen.

I den mån stadsbyggnadskontoret i Stockholm har använt sig av drönare har det varit för att skapa 3D modeller av helt nya stadsdelar där Norra Djurgårdsstan som helt byggts om de senaste åren är ett exempel. Olle tror dock inte att det kommer bli vanligt förekommande i Stockholm, bland annat på grund av att föraren är tvungen att se drönaren hela tiden, det är helt enkelt inte praktiskt då det blir väldigt tidsödslande. Olle säger också att han tror att drönare kanske passar bättre till mindre städer eller landsortskommuner där de kan mäta in småsamhällen men inte behöver mäta in skog och mark däremellan på samma sätt som i en stad.

8.3.2 Pether Eckerwall, Trollhättan kommun

Pether Eckerwall arbetar som kart- och mätchef på en avdelning med nio personer. De sysslar främst med fältmätning, kartproduktion, 3D visualisering och förvaltning av kommunens geodatabas. Totalt har Pether arbetat med GIS-frågor för Trollhättans kommun i ca 20 år. Trollhättan har en central databas där alla geografiska data finns så att alla intressenter på olika förvaltningar inom kommunen. De har även en tjänst som gör att privata intressenter kan använda sig av vissa data.

I Trollhättans kommun uppdateras primärkartan i samband med nybyggnationer och vid behov, vilket endast motsvarar en liten del av kommunens totala yta per år. Lantmäteriet tar flygfoton vart fjärde år över kommunen. Vid inhämtning av geografiska data använder sig Trollhättan kommun sig av totalstation, GNSS och flygfoton som 3D-karteras med hjälp av programvara från ESPA. Denna flygningen och inhämtning av bilder utförs vart fjärde år.

Drönare har de inte hittat något bra projekt att prova på ännu, detta då det finns olika regler att förhålla sig till med säkerhetsavstånd till människor bland annat. De upplever också att regelverket är otydligt när det gäller flygningar och Pether har uppfattningen att flera andra kommuner har fått avbryta sina drönarflygningar på grund av osäkerhet med regelverket.

I framtiden tror Pether att det kan vara intressant för Trollhättan att använda sig av drönare, under förutsättning att lagen är lättolkad. Dock tror Pether inte att de själva kommer ansvara för insamlingen med hjälp av drönare utan att det är något som de kommer att köpa in där konsulter utför hela förloppet från flygning till behandling av bilderna så att kommunen får en färdig produkt som kan användas i primärkartan.

8.3.3 Marielle Arousell, Halmstad kommun

Marielle arbetar som kartingenjör på Halmstads kommun på Bygg och miljöförvaltningen, där har hon vart runt fem och ett halvt år.

Vid insamling av geografiska data använder de sig av fältmätningar, huvudsakligen totalstation, och av flygfoton. Slutprodukten är primärkartan men det kan också vara andra produkter till exempel nybyggnadskarta. Primärkartan uppdateras kontinuerligt, de har mätare ute varje dag, där fokus är på nybyggnation. Just nu har de ett projekt som heter "Digitalisering av samhällsbyggnadsprocessen" där en del är att införa en digital ajourhållning av primärkartan. I samband med det ska hela kommunen mätas in digitalt.

Drönaren använder de som ett komplement till de flygfoton de köper in från Lantmäteriet, dels för att Lantmäteriet endast flyger vart annat år över staden och dels för att de i vissa fall kan behöva specifika data över ett visst område. Säkerhetsmässigt kan det finnas fördelar om man flyger i otillgängliga områden eller om det exempelvis krävs att man korsar en hårt trafikerad väg. Ett annat exempel är att det är svårt att mäta i en skog med traditionella metoder, något som lättare kan göras med en drönare.

I vissa fall kan det vara ineffektivt att använda drönare då behandlingen av data i efterhand kan vara tidskrävande, något som går att förlägga på nattetid så att det är klart till morgonen efter, samtidigt som det i andra fall går snabbt och effektivt att få fram det önskade materialet.

Marielle säger att kvalitén på slutprodukten alltid blir noggrannare med traditionella metoder än med en drönare men om kravet på noggrannhet är uppfyllt är det inte av avgörande betydelse. Ska exempelvis en väg på landet mätas kan det vara lägre krav på noggrannhet än vad som krävs för inmätning av en byggnad i centrum.

I framtiden tror hon att de kommer att använda drönaren i större utsträckning mot vad som sker idag bland annat genom att fler förvaltningar får upp ögonen för nyttan med drönaren.

8.3.4 Åsa Bjäräng, Ängelholm kommun

Åsa Bjäräng arbetar som Kart- och Mätchef på Ängelholms kommun, på en enhet med åtta anställda. Kommunen är precis i uppstarten att börja användandet av drönare för insamling av deras geografiska data och har hittills endast levererat flygfilmer till en annan enhet på kommunen.

De har fem mättekniker som dagligen är ute i fält, där de uppdaterar baskartan direkt efter mätning. De gör bland annat lägeskontroller eller utsättningar för nybyggen. Vid vägbyggen är det trafikenheten som skickar relationshandlingar till dem som då läggs in i baskartan, det är dock inte lika vanligt som arbetet med inmätning av byggnader som sker dagligen. Enheten levererar också nybyggnadskartor där mätning sker på plats för att mäta in allt möjligt som staket, byggnader, gränsrör och så vidare. Detta läggs sedan in i baskartan utan dröjsmål. I arbetet med primärkartan använder de sig av totalstation och GNSS där noggrannheten är väldigt hög, även manuell mätning med måttband förekommer exempelvis vid tillbyggnader.

Just nu pågår tester där syftet är att se hur noggrannheten blir på drönarens material. De mäter till exempel in hur stränderna förändras där de tidigare mätt från ett antal mätpunkter lokaliserade på samma position varje år. Det som sker nu är att samtidigt som de traditionella mätningarna görs, samma dag, flyger de även med drönare som är utrustad med RTK. De kan sedan granska materialet och avgöra om kvalitén på flygbilderna är tillräckligt god för att helt ersätta den traditionella mätningen i just detta fall, något som hade sparat väldigt mycket tid i fältarbetet. Ett annat användningsområde som Åsa ser är höjdmodeller över stora områden, något som tas fram när områden ska exploateras. Det mäts i dagsläget in med traditionella metoder och är väldigt tidskrävande. Detta skulle kunna göra mycket effektivare med drönare om det visar sig att noggrannheten är tillräcklig. Samma sak gäller för stora fält som ska mätas in.

Huvudsyftet med drönaren är att effektivisera den egna enhetens arbete men även för att hjälpa andra enheter inom kommunen. Det finns till exempel ett samarbete där Kart- och mäthenheten levererar flygfilmer på när nya stadsdelar växer fram där de filmar före, under och efter byggtiden till andra enheter på kommunen. Ett annat exempel på drönarens nytta är att de har en 3D modell över staden på webben som ska hållas uppdaterad, något som varit tidskrävande som nu kan göras effektivare med hjälp av drönaren. Åsa nämner också att en möjlighet för kommunen med en aktuell framtagning av flygfoton är att man kan jämföra befintliga kartor med byggnader på foton för att på så vis kunna upptäcka fuskbyggen.

Bland de svårigheter Åsa ser är noggrannheten, att flygfoton visar takets gräns men om de hänger ut från fasaden blir det missvisande för fasadens gräns. Det är något de tittar på hur de ska lösa. Hon ser också att det finns otydligheter i den remiss som kom ut under våren avseende hur reglerna kring drönarflygning kommer att se ut. I framtiden tror Åsa att de kommer använda sig av drönare mer än vad som är möjligt idag där noggrannheten är avgörande.

8.3.5 Annika Jern, Båstad kommun

Annika Jern arbetar som Geodatachef, chef för GIS, mät- och kartenheten i Båstad kommun. Just fältmätningen ligger också som ett samarbete med Ängelholms kommun. Annika har arbetat på Båstads kommun sedan 2008 och varit chef sedan 2013.

Uppdatering av primärkartan sker vid behov och vid dessa tillfällen använder sig kommunen vanligtvis av traditionell inmätning men de har även använt drönare vid några enstaka tillfällen i oexploaterade områden. Där har de hittills använt sig av inhyrda konsulter. I framtiden kommer de med i och med samarbetet med Ängelholms kommun och deras nyinköpta drönare kunna nyttja denna som en tjänst för insamling av geografiska data.

Annika ser att drönaren har stora fördelar gentemot de traditionella metoderna då den kan flyga över stora områden. En nackdel kan vara att noggrannheten blir lägre men det har inte varit avgörande i de projekt där kommunen har använt sig av drönare. Hon tror att drönaren till och med kan komma att ersätta traditionell mätning på flera områden framöver. De började använda sig av drönaren för att de fått positiva signaler från andra kommuner om hur bra det fungerar. Annika nämner bland annat att de ska mäta in stränderna i kommunen med hjälp av drönare i framtiden, något som hittills gjorts med traditionella metoder och då fås endast ett antal mätpunkter medan drönaren ger en bättre bild av helheten.

Inom kommunen ser de flera användningsområden för drönaren där bland annat kommunikationsavdelningen gärna filmar häftiga filmer i samband med exploateringar, bygglovsavdelningen skulle till exempel kunna använda det vid tillsynsändamål osv. Fram till nu har de främst använt sig av drönaren för att mäta in obebyggda områden som ska exploateras, något de kommer göra även i framtiden.

Arbetsmiljömässigt ser Annika flera fördelar där personalen tenderar att vara teknikintresserad och att det finns drönare på arbetsplatsen gör den mer attraktiv, det blir ett roligare arbete samtidigt som det är en säkerhetsfråga, där mätteknikern slipper ge sig ut i osäker mark.

På grund av samarbetet med Ängelholm kommer de inte köpa in någon egen drönare i närtid, detta ser Annika inte som något problem då samarbetet skapar positiva effekter för båda parterna. Båstad behöver inte utbilda sin egen personal samtidigt som Ängelholm kan ha en större personalstyrka, större variation i arbetet samtidigt som de blir mindre sårbara vid semester och föräldraledigheter till exempel. Hon ser dock att lagstiftningen är ett problem då det finns otydligheter kring avgifter som eventuellt rör den offentliga sektorn, dock är detta något hon tror kommer lösa sig framöver.

I framtiden kommer de använda sig ännu mer av drönare då det finns många tänkbara områden inom flera avdelningar.

8.3.6 Qarin Bånkestad, Eskilstuna kommun

Qarin Bånkestad har arbetat på Eskilstuna Kommun i fem och ett halvt år, hon är ansvarig för att hålla ordning på Mät- och kartverksamheten.

Tidigare ajourhölls baskartan nästan inte alls, de tog in byggnader från bygglovshandlingar men utförde inte mätningar i fält. Numera utförs mätningar så fort ansökan om nybyggnadskarta kommer in, då mäts hela fastigheten med eventuella byggnader och annat. Dock har de fortfarande ingen planerad ajourhållning, utan det sker löpande i samband med nybyggnationer.

Vid insamling av geografiska data används främst traditionella verktyg så som totalstation och GPS, men det beror lite på vad som ska mätas in. Generellt strävar de efter att planera så att de kan utföra mätningarna med så få verktyg som möjligt. 2018 utfördes senaste stora ortofotoflygningen och det materialet har kommunen använt så mycket som möjligt för att få mesta möjliga nytta ur det.

I det dagliga arbetet ser Qarin att drönaren är det bästa verktyget för att täcka stora områden då kvalitén på bilderna ofta är tillräcklig. Det kan uppstå problem med att bilderna som är tagna uppifrån inte alltid visar hur verkligheten ser ut i ett vertikalt perspektiv där hon tar ett exempel med överhängande tak som döljer huslivet från fågelperspektivet. I de lägen där detta är aktuellt får mätningar med totalstation göras. För Eskilstuna började intresset för drönare med en person som var intresserad av tekniken och då de valde en drönare som relativt andra mätverktyg var billig var ekonomin aldrig ett problem. Sedan har personalen tyckt att det är kul att använda drönaren i arbetet och själva varit drivande.

I arbetet med drönare blir mätningarna effektivare med drönare, de får in mer data och deras grundkartor blir bättre. De försöker också tillgängliggöra alla bilder och allt material som de tar in så att alla på kommunen ska kunna nå det själva. Det finns dock svårigheter i arbetet med drönare där lagstiftningen är den största problematiken. Myndigheterna sätter upp ett regelverk, där de försöker vara tydliga men det finns ändå många formuleringar som är öppna för tolkning vilket gör det svårt för kommunerna att veta hur de ska förhålla sig. Den person som är ansvarig för att tolka lagen på Eskilstuna kommun i dessa frågor säger att det kommer att gå att använda sig av drönare även i fortsättningen samtidigt som de hör andra som tolkar lagtexten helt annorlunda.

8.3.7 Danfilip Lundberg och Peo Boholm, Värnamo Kommun

I Värnamo kommun har de satsat på drönare, där arbetar Danfilip Lundberg, chef på Geodataavdelningen, han har arbetat med GIS frågor i över 30 år samt Peo Boholm som arbetat på kommunen i 5 år.

De har tre olika drönare, det började med att de var på en konferens i Falun 2016 där Falu kommun visade hur de arbetade med drönare. Detta väckte ett intresse hos Värnamo som strax efter köpte sin första drönare. Idag används denna drönare som övningsdrönare för nya piloter samt till att samla material till externa verksamheter. Drönare nr 2 köptes in i januari 2020 för att de fick en förfrågan från räddningstjänsten om de kunde bistå med att flyga med värmekamera i eftersläckningsarbete. Senare har detta vidgats till ett mer omfattande samarbete där de tillslut fick säga nej då de kände att det som efterfrågades låg för långt ifrån kommunens verksamhet.

Den senaste drönaren kom under våren 2020 och har stöd för RTK, vilket gör att de slipper fältmätningar helt eller delvis i många fall.

Primärkartan uppdateras inte systematiskt, utan den uppdateras i samband med att de tar fram andra produkter t.ex. nybyggnadskarta, projekteringskarta och grundkarta inför detaljplan. Förut uppdaterades primärkartan varje sommar men det finns inte resurser till det längre, därför görs det i samband med annan kartering, det kan handla om en väg som ändå ska mätas in, då passar de på att lägga in den i primärkartan.

- Hur ser arbetsgången ut för insamling av data?

De har 5 mätningjörer, varav en är samordnare, som arbetar i enmanslag där de har varsin bil med instrument. 90% av tiden arbetar de ensamma och då arbetar de t.ex. med att ta fram nybyggnadskartor.

En mättekniker åker ut och tittar hur det ser ut i verkligheten, sedan görs fältmätningar. Därefter åker in till kontoret och för in informationen i Geosecma, som är ett program för bland annat inmatning av geografiska data.

Sedan lämnas arbetet över från mätningjören till Kartingenjören som skapar själva kartan, alltså slutprodukten.

De ortofoton de själva tar fram är så pass noggranna, ner till 2 cm upplösning så de kan skärmdifferentiera, vägkanter slänter diken, refuger mm fungerar utmärkt att skärmdifferentiera då fotot har så hög upplösning. Detta är dock fortfarande något de testat och inget de använder fullt ut.

I de tester de har gjort kommer de ner på samma noggrannhet som med andra metoder då RTK drönaren ger 2-3 cm noggrannhet vilket räcker gott och väl till primärkartan. Däremot fungerar det sämre att mäta in byggnader då höjdkvaliteten blir sämre, därför mäts hus terrestert. Det görs vid alla mätningar där höjd är viktigt.

Det kan t.ex. handla om att ta ut mitten av vägen eller höjd på trottoarkanten. När nybyggnadskarta görs behövs gatans höjd så att husen kan placeras så att det är fall ut på gatan och inte in i t.ex. källaren.

Många saker är väldigt noggrant med hur det ska göras och vilken noggrannhet som är godkänd, men det kan ju ändras i framtiden.

Om en vägkant ska mätas in och bilderna har en upplösning på 1:400 spelar inte ett par cm någon roll eftersom det inte går att se ändå. Samtidigt ser Danfilip att om noggrannheten börjar tummas kan det skena iväg, därför blir det en avvägning där kvaliteten står mot nyttan.

- Finns det brister eller svårigheter med användningen av drönare som ni inte kunde förutse och i så fall vilka?

Nej, de är inte inköpta för att ersätta de andra metoderna utan för att komplettera för att använda de där det passar, snarare tvärtom. 2016 hade de inte några direkta förväntningar på vad de skulle kunna användas till. De har använts mycket mer än vad förväntningarna var då, de har sett mer och mer användningsområden, samtidigt har den data de får ut blivit noggrannare och noggrannare. Den enda bristen rent tekniskt de ser idag är flygtiden, den är för kort då den brukar vara runt 20 min i verkligheten om den anges till 30 min.

- Kan drönare användas på annat håll inom kommunen? Ger den några synergieffekter med andra enheter?

Räddningstjänsten, ville ha hjälp med förebyggande arbete där de gjorde en 3D modell i en gammal gummifabrik där det lagras plast i fabriksbyggnaderna. Räddningstjänsten var oroliga för vad som händer om det börjar brinna där, de hade själva gått runt och tagit lite bilder men sen kontaktade de kommunen så tog de fram flygbilder. Från de togs en 3D modell fram. De har ju många andra saker de skulle vilja ha hjälp med. Det började med eftersläckning och sen när de började diskutera annat fick kommunen tillslut säga stopp för det kom för långt från deras arbetsområde. På Utvecklingsavdelningen har en del jobb där de ska marknadsföra kommunen, då åker de ut och fotar med drönare i industriområden för att se hur de utvecklas över tid. Det senaste projektet var en solcellsanläggning som kommunen har som de har gjort en liten film om var de har solceller. Det var en översvämning i vintras i Lagan, då gjordes ortofoton över aktuell översvämning, då var de med i krisledningsstaben och levererade uppdaterat material samma dag.

Arbetsmiljö

- Vad finns det fördelar för mätteknikerna ute i fält?

Tidsbesparande, om de ska göra en ny detaljplan och börjar med en ny grundkarta så tittar de över att den stämmer med hur det ser ut idag. Meddrönaren kan de åka ut och fotografera och sedan jämföra på datorn istället för att ta med ett papper ut och sitta och kryssa bort saker som inte stämmer.

T.ex. här har de rivits ett hus och här är en stenmur, det är en avstämning med verkligheten. Sedan stämmer mätningen jören av med en planingenjör vad som ska mätas in.

Detaljmåttning som de har börjat testa, där är den stora vinsten dels tiden men även arbetsmiljöbiten. Är det en rondell eller en trafikerad väg måste vägen stängas av på rätt sätt enligt trafikverkets regler. Sköts ofta tidigt på morgonen för att det inte ska vara mycket trafik.

Nu kan de istället köra med drönaren och slippa stå i trafiken, det är en jättevinst.

Får den flygas över trafikerade vägar?

De får inte flyga över andra människor som inte är med på det, reglerna är tolkningsbara så länge de kan garantera att det inte är fara för djur eller människor får de flyga, men det går aldrig att garantera helt, därför är reglerna lite svårtolkade. Ska de tolkas väldigt noga går det aldrig att någonstans eftersom det inte går att garantera att drönaren inte ramlar ner på någon. Vid de tillfällen de ställt Transportstyrelsen mot

väggen undviker de att svara på frågan vad som verkligen är okej att göra och inte för de inser ju också att de är nästan orimligt hårda krav, de inser ju också vilket bra verktyg det här är, de vill ju inte hindra någon.

Lagstiftning

- Vilka hinder med drönare har funnits kring nuvarande lagstiftning?

Egentligen inga hinder alls, utom att den är svårtolkad, drönaren ska vara inom synhåll och max 500 meters avstånd från föraren, högst 120 meter upp i luften. De har inga flygplatser så inga problem där. Drönaren är under 7 kg, blir en låg kategori i det nya reglementet som kommer behöva registreras som piloter, behöver gå en webbutbildning, de ska titta närmare på det. Det finns ett undantag för de som använt drönare sen tidigare under en ett år lång övergångsperiod.

2016 fanns i princip inga regler sen 2017 kom rätt hårda regler då fick de inte flyga alls. Men då kunde de söka tillstånd av Länsstyrelsen istället. De fick tillstånd och fick flyga över hela Sen ändrades reglerna igen, de reglerna handlade egentligen inte om att flyga utan att fotografera, alltså integritetsfrågor. De måste ha spridningstillstånd, för allt som registreras från luftfarkost. Då skickar de alltid in materialet till Lantmäteriet när det ska spridas utanför intern verksamhet, då granskar de och sen får de spridningstillstånd.

Där gör de en granskning ur totalförsvarsynpunkt. Är till exempel horisonten betyder det att rätt stora områden är med och då blir det en bedömningsfråga.

De måste skicka in för bedömning varje gång, även om hanteringen är smidig kan det kännas lite onödigt. De skulle vilja ha tillstånd för hela kommunen istället för ett enskilt för varje film.

- Hur ser ni på kommande lagstiftning? Kommer det förenkla/försvåra arbetet för offentlig verksamhet?

De har inte läst in sig riktigt ännu, de har varit på ett seminarium tidigare i år där lagen inte var helt klar men ska läsa in sig nu så att de har bra koll fram till förste juli. Piloten behöver körkort och ska vara registrerad. De tycker det är bra att det ska finnas en ansvarig i organisationen. De har de redan ändå, sen är piloterna registrerade på försäkringen, så det blir inga nyheter för dem. I de lägre klasserna flyger är de inga direkta nyheter utan ganska förnuftiga regler.

De tror att regelverket är tänkt att bli tydligare, samtidigt som de blir enhetligt över EU.

Framtiden

- Hur ser du på framtiden, kommer ni använda drönare i större utsträckning än idag?

Ja det är jag rätt övertygad om, Vi har en Matrice 210 men nu har det kommit en 300 som har flygtid på 55 minuter. Utvecklingen är extrem.

De har 4 uppsättningar av sina mätinstrument och de ska bytas ut kontinuerligt de närmsta åren med en uppsättning per år där det mycket väl kan bli så att istället för den fjärde uppsättningen blir en ny drönare istället.

Men det är om två år, då kanske de kan göra laserskanning själva. Det går att göra idag via vissa konsultfirmor, annars är det Lantmäteriet som gör det med flygplan idag och då blir det helt andra pengar.

Tidigare har de handlat upp flygfotografering där lantmäteriet flyger vart annat år, sen har de själva flugit vart annat år så att det alltid funnits uppdaterade flygfoton varje år över tätorten.

Men sedan de investerade i drönaren har de insett att de inte kommer handla upp fler flygfotograferingar, det behövs inte då de själva kan komplettera vad som behövs.

Men då är det just laserskanningen som ofta görs samtidigt som flygfoton som de inte idag kan göra själva, det är ingenting som behövs varje år utan det räcker om det görs var tredje eller var fjärde år.

Laserskanningen är väldigt användbar till mycket, det kan vara översvämningskartering över hur vattnet stiger. Den kan användas till att göra simuleringar där de kan visa hur vattnet kommer sprida ut sig om det stiger en decimeter.

Denna typen av simuleringar kommer att göras i förebyggande syfte i framtiden. Andra möjligheter de ser är längre flygtider, möjlighet till skanner, värmekamera har de redan.

Även AI tror de kommer allt mer där de kan lära datorn att själv känna igen kantsten, diken och så vidare, den tekniken finns redan. Då fås en effektivisering även på kontoret. Då fås betydligt bättre kartmaterial överallt.

Effekter av drönare tillsammans med drone2map

- Ser ni effektivisering i datainsamlandet?

Tiden, när det är stora områden om man tex ska titta över ett stort område vad som är förändrat så handlar det ju om en jätteeffektivisering. Istället för att åka runt på ett antal hektar och titta fysiskt.

I och med RTK drönaren höjer det effektiviteten ytterligare eftersom flygstöd på marken inte behövs. För fyra månader sen hade vi inte RTK drönaren så bara på den tiden har utvecklingen gått framåt, det händer snabbt.

Datainsamling är arbetsmiljön för mättingsingenjörerna tiden.

Om en rondell och en bit väg är byggd, då tar det två timmar att åka ut, mäta åka in till kontoret, sen får man bearbeta data på kontoret efter det. Ska man åka ut och mäta det tar det ju en dag minst samt att trafiken ska stängas av. Generellt, stort områden vinner man mer än litet område. Finns ingen konkret studie på antal timmar eller så.

- Ser ni effektivisering i bearbetningen/visualisering med drone2map

När det gäller karteringsbiten, för att kunna göra det måste man först göra behandlingen i ett programavsett för drönare, typ drone2map, Agisoft. Sen gör man karteringen och det blir ju skärmdifferentiering, eller att man drar ihop manuellt. Men det är ju själva tiden vid inmätningen som man tjänar.

Från början körde de Agisoft, det var det vanliga då där finns en bra process för karteringsmätningarna. När de ska mäta för kartering använder de Agisoft för att känner de att de kan göra lite mer fininställningar på kvaliteten samt att kunna kolla kvalitén på ett annat sätt. Drone2map låg tidigare efter.

Varför de kör drone2map nu också är knutet till samarbetet med räddningstjänsten.

Drone2map är lättare att använda för snabba lösningar, ett lågupplöst ortofoto tex. Det kan till exempel göras ute i fält med en bärbar dator, där man kan ta ett foto och lägga på en karta och presentera det för räddningstjänsten till och med ute i fält.

Det finns också fördelar med drone2map eftersom det är ett ArcGIS program.

Man kan direkt från drone2map öppna fotot i ArcGIS PRO och publicera som karttjänst som går att använda i andra program. Genom ett knapptryck kan man publicera det på ArcGIS online. Den kopplingen är det vi vill åt. Det vi vill är att ha ett system, ESRI är inte riktigt där ännu men det kommer ju. Agisoft är lite mer ett pysselprogram, där det finns en mättingsingenjör som pillar med det men de vill komma ifrån att det blir så personbundet, att man behöver vara expert för att arbeta med detta, där är det utveckling hela tiden.

Agisoft till kartering

Drone2map räddningstjänsten, ortofoton med hyfsad kvalitet, någon decimeter.

DSrone2map har mindre handpåläggning.

De ville ha ett lättare program till räddningstjänsten då mättingjörerna är experter på noggrannhet men det är inte de som kommer arbeta med det utan det är GIS-ingenjörerna. Där handlar det inte om att någon ska mäta i de fotot utan att d ska få en överblick och det ska gå snabbt, där är Drone2map jättebra.

Om man flyger ett område, 10 hektar ute och sen kör in bilderna så på 20 min så får man ut ett ortofoto som man sen kan köra ut på ArcGIS online. Det är 5–10 min att ladda upp, så på 60–90 min kan man producera det här på en karttjänst.

Detta är sker som utvecklas hela tiden, hade vi pratat för 3 månader sen hade vi svarat väldigt annorlunda.

- Hur har bemanningen förändrats. Krävs det färre mättekniker per jobb, dvs har effektiviteten ökat?

Inte något nämnvärt för tillfället men på sikt kommer de nog kunna klara sig på en mättekniker färre, där man kan hitta andra arbetsuppgifter åt den personen. Detta är på grund av att fältarbetet minskar.

- Hur värdesätter ni möjligheten att själva ta flygfoton jämfört med att vänta in lantmäteriets regelbundna flygfoton?

När lantmäteriet flyger görs det i maj, i bästa fall få de fotona i september. När de själva flyger har de först å främst markarbeten i en månad lägga ut flygstöd å mäta in, sen flyger dom i maj och så får dom fotona i augusti i bästa fall. Använder man drönare kan man ha fotona samma dag på eftermiddagen, alt dagen efter. De egna fotona har också högre upplösning. Det finns så mkt fördelar så de kommer inte handla upp mer flygningar, det kostar 700 000 – 800 000 vart annat år.

Nu har dom en drönare med värmekamera och hela paketet för 220 000 och den kan de då använda till detta då. Man räknar hem drönaren i alla lägen.

De räknar på 4 år, det är p.g.a. deras första drönare har hållit den tiden (håller fortfarande) så minst 4 år.

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH
SAMHÄLLSBYGGNAD
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2020
www.chalmers.se



CHALMERS