

Drönare – värdering av nyttan och checklista för att komma i gång

Dokumentets syfte

Utredning av drönardata i samhällsbyggnadsprojekt på Nacka kommun och en checklista att komma i gång med drönarflygning.

Dokumentet gäller för

Kommuner och organisationer som vill börja flyga med drönare.

Upprättad 2022-02-11

Karl Engström, GIS-ingenjör, Lantmäterienheten, Nacka kommun

Jelena Canjuga, Projektingenjör, Bygg- och Anläggningsenheten, Nacka kommun

Innehåll

Begreppslista	4
Sammanfattning.....	6
Del 1. Nyttan av drönardata	7
Del 1.1 – Drönardata	7
Användningsområde	7
Rådata	8
Kontrollpunkter	8
Flygbilder.....	9
Punktmoln.....	9
Laserskanning och Bildmatchning.....	10
Produkter	11
Ortofoto	11
Markmodell och ytmodell.....	13
3D-modeller.....	14
Hybriddata	15
Drönare eller geodetisk inmätning?	16
Varför använder Nacka kommun en drönare för att samla in geografiska data?	17
Del 1.2 – Regler och begränsningar	18
Drönarkategorier.....	19
Krav på fjärrpiloter och operatörer	22
Andra tillstånd och begränsningar	23
Begränsningar i Nacka kommun.....	25
Del 1.3 Kalkyl.....	26
Avgifter drönarkort och registrering av drönare	26
Drönarkostnader	28
Del 1.4 Slutsatser	31
Del 2 – Checklista för att komma i gång med drönaren.....	32
Öppen kategori	33
Val av drönartyp:	33
Registrera operatör.....	33
Utbildning av fjärrpiloter	33
Riktlinjer, regler och rutiner	34
Organisation för drönarflygning i Nacka kommun.....	36
Skaffa programvara för ruttplanering	36
Skaffa programvara för databehandling.....	36
Skaffa kompetens i databehandling	37
Specifik kategori	37

Val av drönartyp	37
Registrera operatör.....	37
Ansökan om operativt tillstånd och utbildning av fjärrpilot	37
Riktlinjer, regler och rutiner	38
Nacka kommun och flygning inom den specifika kategorin.....	38
Checklista för beställning av drönardata av kontrakterade inmätningsskylter:.....	38
Organisation och roller inom Nacka kommun och anlitate konsulter:	39
Referenser	41

Begreppslista

A1	En av tre underkategorier för drift av drönare i den öppna kategorin enligt villkoren i UAS.OPEN.020 i kommissionens genomförandeförordning (EU) 2019/947 av den 24 maj 2019 om regler och förfaranden för drift av obemannade luftfartyg (Transportstyrelsen, 2021)
A2	En av tre underkategorier för drift av drönare i den öppna kategorin enligt villkoren i UAS.OPEN.030 i kommissionens genomförandeförordning (EU) 2019/947 (Transportstyrelsen, 2021)
A3	En av tre underkategorier för drift av drönare i den öppna kategorin enligt villkoren i UAS.OPEN.040 i kommissionens genomförandeförordning (EU) 2019/947 (Transportstyrelsen, 2021)
Bildmatchning	En metod för att skapa punktmoln från överlappande flygbilder genom att identifiera bildernas gemensamma punkter
Behörighetsbevis	Av luftfartsmyndighet utfärdat godkännande att utöva viss tjänst (Transportstyrelsen, 2021)
Drönare	Obemannat luftfartyg (Transportstyrelsen, 2021)
Drönaroperatör	Varje juridisk eller fysisk person som använder eller avser att använda ett eller flera obemannade luftfartygssystem och utrustning för att kontrollera sådana på distans. (Transportstyrelsen, 2021)
Fjärrpilot	En fysisk person som ansvarar för att på ett säkert sätt genomföra flygningen av en drönare genom att använda dess styrorgan, antingen manuellt eller, när drönaren flyger automatiskt, genom att följa dess kurs och när som helst kunna ingripa och ändra denna (Transportstyrelsen, 2021)
Flygsignal	En flygsignal är en från luften tydlig och lätt identifierbar markering på marken som har kända koordinater som används som stödpunkt (referenspunkt) vid flygfotografering för kartframställning.
Geodetisk inmätning	Inmätning av ett objekts position med mätinstrument som totalstation eller GNSS-utrustning
Geografisk UAS- zon	En del av luftrummet som inrättats av den behöriga myndigheten för att underlätta, begränsa eller utesluta drift av obemannade luftfartygssystem i syfte att ta itu med de risker för säkerhet, personlig integritet, skydd av personuppgifter, luftfartsskydd eller miljö som följer av drift av obemannade luftfartygssystem.
Geomedvetenhets- system	Ett inbyggt GNSS-koordinerat skydd i drönaren mot flygning i förbjudna områden. Detta berör i huvudsak flygplatser och dess inflygningszoner men även annan känslig infrastruktur. (Transportstyrelsen, 2021)
Georeferering	Georeferering innebär att det interna koordinatsystemet för en karta eller flygbild kan relateras till ett geografiskt koordinatsystem. De relevanta koordinatomvandlingarna lagras vanligtvis i avbildningsfilen (Geo PDF och Geo TIFF är exempel), även om det finns många möjliga mekanismer för att implementera georeferering. Den mest synliga effekten av georeferering är att mjukvaran kan visa koordinater (till exempel latitud/longitud eller UTM-koordinater) och även mäta markavstånd och ytor. (Wikipedia, 2022)

Hybriddata	En markmodell skapad från en kombination av olika datakällor för att kunna utnyttja deras olika fördelar och skapa en blandning av punktmoln och geodetiska inmätningar.
Höjddata	En beskrivning av markytans höjd. Det kan visas som koordinatsatta punkter, punktmoln (se nedan) höjdkurvor eller en samling polygoner.
Laserskanning	En mätningsskanning där en bestämmer en punkts position genom att skicka ut en lasersignal mot punkten och mäta tiden det tar för signalen att återvända till sensorn. Resultatet av mätningen visas oftast som ett punktmoln.
LUC	(Light Unmanned Aircraft Certificate) Ett tillstånd som utfärdas till en drönaroperatör av en behörig myndighet som innebär att LUC-innehavaren har befogenhet att bemyndiga sin egen drift utan att behöva lämna en operativ deklARATION eller ansöka om ett operativt tillstånd
Markmodell	En modell som i tre dimensioner beskriver höjden av den översta ytan av marken och bottenytan i sjöar och vattendrag. Inkluderar även 'berg i dagen'. Benämns ofta terrängmodell. Modellen kan bestå av en tredimensionell yta, trianglar eller ett rutnät av punkter. Modellen ska innehålla hål för byggnadsverk och sjöar/vattendrag om botten inte är inmätt. (SIS-TS 21144 :2013) (Swedish Standard institute, 2013)
Ortofoto	Ett ortofoto är en mosaik av skalriktiga flygbilder som har korrigerats geometriskt utifrån en markmodell. Det ger en bild som går att kombinera med digitala kartor och annan geodata. Ortofoton kan skapas från flygbilder tagna från flygplan eller från drönarbilder.
Punktmoln	Ett punktmoln är en samling av punkter där varje punkt har koordinater i höjd och plan (X, Y och Z). Ett punktmoln kan skapas direkt genom laserskanning av ett område eller ett objekt eller genom fotogrammetriska beräkningar i form av bildmatchning.
Rådata	Vid datainsamling med drönare skapas rådata eller obearbetade data i form av flygbilder och punktmoln.
Specifik kategori	En kategori för drift av obemannade luftfartygssystem som definieras i artikel 5 i genomförandeförordning. (EU) 2019/947 (Transportstyrelsen, 2021)
Standardscenario	En typ av drift av obemannade luftfartygssystem i den specifika kategorin för vilken den behöriga myndigheten kan förlita sig på deklARATIONER där operatörer förklarar att de kommer att tillämpa i förväg definierade kompenserande åtgärder. (Transportstyrelsen, 2021)
Tillståndsprövning	Tillstånd ges till de företag som uppfyller kraven på bland annat kompetens, säkerhet och finansiell styrka. Det är tillstånden som sedan ligger till grund för Transportstyrelsens tillsynsutövning. (Transportstyrelsen, 2021)
Tillsyn	Tillsyn handlar i huvudsak om att kontrollera att de som har fått ett tillstånd följer reglerna. Tillsyn är viktigt för att behålla och öka säkerheten och tryggheten i trafiken. (Transportstyrelsen, 2021)
Ytmodell	En ytmodell är en modellering av terrängen som inkluderar vegetation, byggnader och andra objekt som ligger ovanpå markytan. Modellen kan bestå av en tredimensionell yta, trianglar eller ett rutnät av punkter.
Öppen kategori	En kategori för drift av obemannade luftfartygssystem som definieras i artikel 4 i genomförandeförordning (EU) 2019/947. (Transportstyrelsen, 2021)

Sammanfattning

Nacka kommun befinner sig i en expansiv fas med många stora stadsbyggnadsprojekt och sedan 2019 arbetar vi med datainsamling med hjälp av drönare. Vi flyger både själva och anlitar konsulter. Vi använder drönardata för att ta fram underlag för projektering och för uppföljning under utbyggnadsfasen. Huvudsakligen, tar vi fram ortofoto och terrängmodeller och för några projekt har vi tagit fram snedbilder. Vi använder även drönardata för inspektioner under projektens driftsfas.

I den här utredningen kommer vi att sammanställa våra nuvarande arbetsmetoder och beskriva de produkter som vi får fram genom att använda drönare.

För att kunna värdera nyttan kommer vi ställa den i relation till Nacka kommuns kostnader genom att redogöra för uppstartskostnader i inköp och utbildning och löpande kostnader såsom service och licenser. Utöver det kommer vi också att beskriva de hinder Nacka kommun hittills stött på och hur vi löst dessa samt arbetar för att lösa de problem som idag ännu kvarstår.

Utredningen presenterar erfarenhet och kunskap från Lantmäterienheten och Bygg- och anläggningsenheten i samarbete med *5D Konsulter AB*.

I första delen *Nyttan av drönardata* i utredningen sammanställer vi våra nuvarande arbetsmetoder och beskriver de produkter som vi får fram genom använda drönare. I avslutningen utreds när det är lönsamt eller inte att använda drönare.

I avsnitt *Regler och begränsningar* ges introduktion till regelverket gällande drönarflygningen, tillstånd och eventuella hinder vid användning av drönare.

I avsnitt *Kalkyl* diskuteras mervärde och merkostnader vid användning av drönare med Nacka kommuns projekt i fokus.

Andra delen *Checklista att komma i gång med drönare* ger en övergripande checklista över vilka steg måste man ta när man börjar med drönarflygningen i den öppna och den specifika kategorin.

Del 1. Nyttan av drönardata

Del 1.1 – Drönardata

Syfte med denna del är att reda ut nyttan av drönardata i jämförelse med traditionella mätningstekniken och ge svaret på varför Nacka kommun använder drönare.

Nyckelord: rådata, höjddata, flygbilder, punkmoln, kontrollpunkter, ortofoto, markmodell, ytmodell, geodetisk inmätning, bildmatchning, laserskanning, hybriddata

Användningsområde

På Nacka kommun används inmätning med drönare i samhällsbyggnadsprojekt och andra anläggningsprojekt för att skapa:

- **Projekteringsunderlag:**
 - I form av markmodell och ortofoto
- **Uppföljning av projektet under utbyggnadsfas:**
 - I form av foto, video, ortofoto
- **Quantity Control**
 - Volymberäkning och mängdreglering:
 - I form av markmodeller

Vi ser också andra potentiella användningsområde i samarbete med andra enheter som Drift- och underhåll på Nacka kommun:

- **Olika inspektioner av anläggningar och konstruktion:**
 - Underhåll av konstruktion och anläggning
- **Kontrollera svårt tillgänglig terräng som:**
 - Våtmarker
 - Skog
- **Kontroll med värmekamera**
 - Ledningskontroll som ex. fjärrvärmeledningar

Det finns andra användningsområden för drönare som:

- Transport av personer och farligt gods
- Säkerhet och övervakning
- Drönare i skogsbränder
- Livesändning med drönaren
- Polisbevakning med förprogrammerade rutor
- Search and Rescue
- Kustbevakning
- Som en del av larmsystem

➤ Fastighetsbranschen

- Visualisering av stadsmiljöer med hjälp av VR teknik
- Vid försäljning av bostäder kan området visualiseras till kunder med att kombinera drönare och VR Teknik

Nedan kommer vi att gå igenom olika data som kan samlas in med drönare och de produkter som tas fram. Nacka kommun samlar in flygbilder och punktmoln med drönare och använder dessa för att ta fram ortofoto och markmodeller.

Rådata

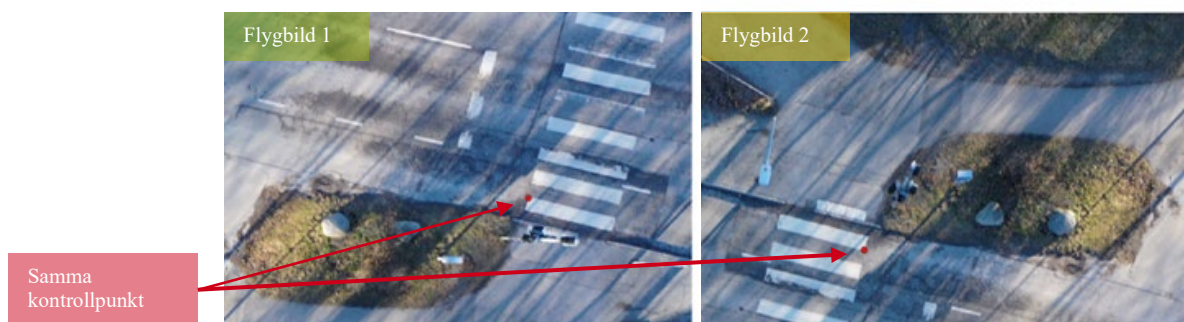
Vid datainsamling med drönare skapas **rådata** eller obearbetade data i form av **flygbilder** och **punktmoln**. De här datatyperna bearbetats sedan för att skapa produkter såsom **ortofoto** och **markmodell** men de kan också vara produkter i sig.

Kontrollpunkter

För att kunna positionera flygbilderna i världen behöver man ett antal kontrollpunkter med känd position. Dessa kontrollpunkter kan vara flygssignaler (Figur 1) som man lägger ut i området. Dessa är oftast i form av vita plattor, Man kan också använda markobjekt som kontrollpunkter. Till exempel, används de olika typerna av gatumarkeringar (Figur 2) som kontrollpunkter. Viktigaste är att man använder de objekt som kommer att synas tydligt i flygbilder.



Figur 1 En flygssignal som mäts in med GNSS-utrustning



Figur 2 En kontrollpunkt (röd punkt, hörn på gatumarkering) som är synlig i två olika flygbilder

Flygssignalerna eller objektens position mäts in geodetiskt och används sedan för att förankra bildernas position och förbättra kvalitén på bildmatchningen. (Figur 1)

Om man använder bildmatchning (se *Laserskanning och Bildmatchning* avsnitt) för att ta fram ett punktmoln är det extra viktigt att ha många kontrollpunkter eftersom det har en direkt påverkan på bildmatchningens kvalitet. (Svall, 2021)

Flygbilder

Flygbilder är de bilder som tas med drönarens kamera. De kan vara tagna rakt uppfifrån eller vinklat mot marken eller objektet. Bildernas position hämtas från drönarens satellitnavigation GNSS (*Global Navigation Satellite System*) och lägesensorer och sparas som attribut i bildfilen. Följande attribut som finns med i varje bildfil: latitud, longitud och altitud (höjd) (Figur 3).

GPS	
Latitud	59; 18; 23.14470000000447...
Longitud	18; 8; 26.4904000000023743
Altitud	53

Figur 3 Flygbildens position hämtad från drönarens GNSS och lägesensorer och sparad som attribut i bildfilen. Flygbilderna öppnas i en fotogrammetrimjukvara för behandling av drönardata.

Flygbilderna öppnas i en fotogrammetrimjukvara för behandling av drönardata. Programmet använder sedan de lagrade koordinaterna (se Figur 3) för att göra en grov georeferering av bilderna. Därefter används kontrollpunkterna från markstödet för att passa ihop bilderna med varandra och även för att göra en noggrannare georeferering.

Punktmoln

Ett **punktmoln** är en samling av punkter där varje punkt har koordinater i höjd och plan (X, Y och Z). Ett punktmoln kan skapas direkt genom laserskanning av ett område eller ett objekt eller genom fotogrammetriska beräkningar i form av bildmatchning. Punktmolnet används som underlag för att skapa ortofoto och markmodell. Det går också att använda punktmolnet som en markmodell om man filtrerar fram markpunkterna fast då får man "hål" i modellen på de platser där det inte finns några markpunkter till exempel under byggnader eller tät vegetation.

Laserskanning och Bildmatchning

Det finns två metoder för att skapa ett punktmoln. Det går skapa punktmolnet direkt genom mätningar med en **laserskanningssensor** som skickar ut en laserpuls mot ett objekt från en känd position och sedan beräknar fram koordinater genom att mäta hur lång tid det tar för laserpulsen att återvända till sensorn. Alternativet är att använda **bildmatchning** som matchar överlappande flygbilder med varandra till en bildmosaik och sedan tar fram punktkoordinater genom fotogrammetriska beräkningar. I den här delen jämförs de båda metoderna med varandra.

Laserskanning

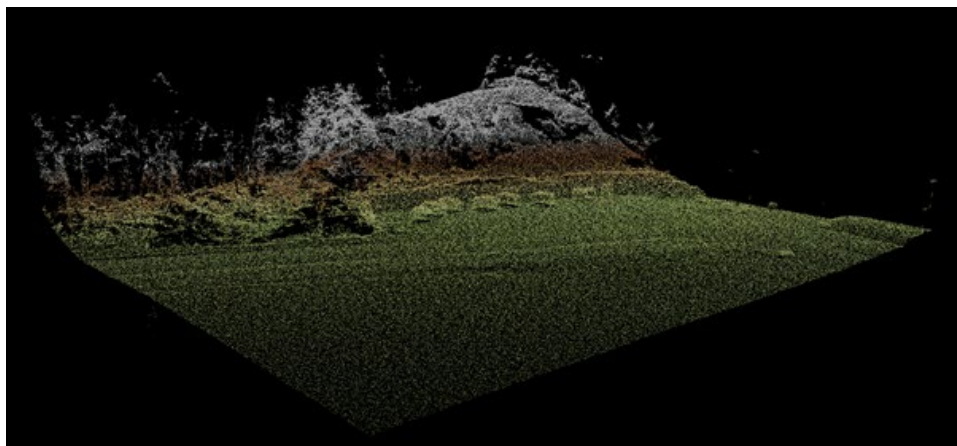
- Kräver en extra sensor som i sin tur kräver en större drönare (specifik kategori)
- Skapar punktmolnet genom direkt mätning
- Kan mäta även under tät vegetation
- Är inte beroende av ljusförhållandena

Bildmatchning

- Behöver endast drönarens kamera
- Beroende av goda ljusförhållanden
- Fungerar dåligt på jämnfärgade områden, t. ex täta trädkronor eller stora asfaltsytor utan markeringar
- Kan inte mäta markpunkter under tät vegetation
- Skapar punktmolnet genom fotogrammetriska beräkningar av överlappande bilder

Jämförelse mellan metoderna

En skillnad mellan punktmoln skapade med laserskanning och punktmoln skapade med bildmatchning är att bildmatchningen ofta ger fler punkter än laserskanningen. Det beror på att antalet punkter som skapas med bildmatchning bestäms av inställningar i beräkningsprogrammet medan antalet punkter som skapas med laserskanning avgörs av vilken höjd laserskanningen gjordes ifrån och inställningar i laserskanningsutrustningen. Det här innebär att det finns en övre gräns för hur många punkter man kan få fram genom laserskanning medan antalet punkter som man kan få fram genom bildmatchning främst är begränsad av hur länge man vill låta beräkningsprogrammet gå. Det här innebär inte att ett punktmoln skapat med bildmatchning har en bättre lägesnoggrannhet än ett punktmoln skapat från laserskanning. Alla punkter som tas fram med laserskanning får sin position från en direkt mätning mot marken eller objektet medan punkterna som tas fram med bildmatchning skapas från beräkningar utifrån bildernas antagna position. Det här beräkningssteget skapar en till möjlig felkälla för punkternas position som man behöver ta hänsyn till. (Svall, 2021)



Figur 4 Exempel på punktmoln skapat med bildmatchning. Punktmolnet är färgsatt efter punkternas höjdvärde.

Figur 4 visar ett exempel på ett punktmoln som är skapat med bildmatchning och färgsatt efter punkternas höjdvärde. Punktmolnet täcker ett område på 5465,4 m² (0,55 hektar) och innehåller 12 640 036 punkter. Ett punktmoln skapat med laserskanning över samma område innehåller 7 510 200 punkter.

Även om man har bra markstöd kan punktmoln och ytmodeller framtagna med bildmatchning ibland avvika från det verkliga höjdvärdet mellan markstöds kontrollpunkter. Därför bör man även mäta in kontrollpunkter som inte används som markstöd utan bara för att kontrollera resultatet av bildmatchningen. (Svall, 2021)

Produkter

Den rådata som skapas med en drönare kan bearbetas och förädlas till produkter som ortofoto och mark- eller ytmodeller. Nedan beskrivs de här produkterna mer ingående.

Ortofoto

Ett **ortofoto** är en mosaik av skalriktiga flygbilder som har korrigerats geometriskt utifrån en markmodell. Det ger en bild som går att kombinera med digitala kartor och annan geodata. Ortofoton kan skapas från flygbilder tagna från flygplan eller från drönarbilder.

Användning:

➤ Projektering

- Ortofoton kan användas för att se hur området som ska projekteras ser ut

➤ Visualisering

- Ortofoton kan användas som bakgrund i kartbilder och 3D-modeller

➤ Dokumentation och uppföljning

- Om man regelbundet flyger över ett arbetsområde kan man skapa en serie med ortofoton som visar vad som finns i området vid de olika tillfällena och hur arbetet i området fortgår

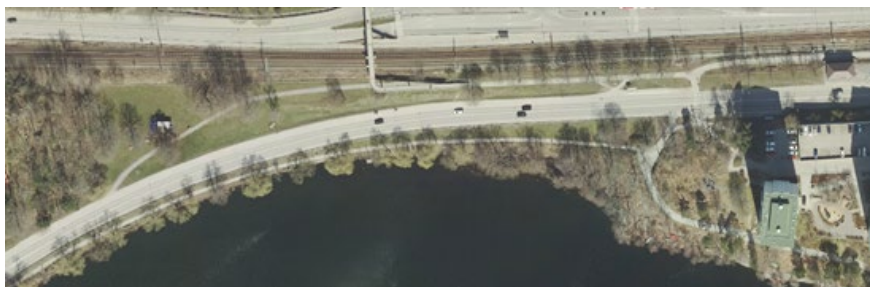
Jämförelse mellan olika metoder att skapa ortofoto?

Ortofoton kan skapas från flygbilder tagna med flygplan eller drönare. Nedan jämför vi de båda sätten att skapa ortofoton.

Bilderna nedan visar ett ortofoto skapat från drönarbilder (Figur 5) och ett ortofoto skapat med bilder tagna från flygplan (Figur 6).



Figur 5 Ortofoto skapat från drönarbilder tagna 2020-07-02, skala 1:1500.



Figur 6 Ortofoto skapat från flygbilder tagna 2021-04-18, skala 1:1500.

Ortofoto skapat från bilder tagna med flygplan (Figur 7)

- Baserad på foton tagna med flygplan
- Tagna 2500–7000 meters höjd (oftast)
- Täcker stora områden
- Mindre detaljerade
- Lämpliga när man vill ha bilder som täcker en hel kommun eller andra stora områden.

Ortofoto skapat från drönarbilder (Figur 7)

- Baserat på foton tagna med drönare
- Tagna på 50–120 meters höjd (oftast)
- Täcker mindre områden
- Mer detaljerade
- Drönaren har en begränsad räckvidd
- Lämpliga för projektområden och andra områden där hög detaljering är önskvärd

Skillnaden mellan ortofoton skapade från drönare eller från flygplan ligger framför allt i hur stora områden bilderna täcker och hur mycket detaljer som de visar. Det är framför allt flyghöjden som avgör hur stort område en flygbild täcker och hur små detaljer det kan visa. Fotografering med flygplan sker oftast på 2500–7500 meters höjd. Det ger bilder som täcker stora områden men som visar färre detaljer. Drönare flyger oftast på 50–120 meters höjd vilket ger detaljerade bilder men varje bild täcker ett mycket mindre område.

Fotografering från flygplan (för ortofoton) kräver specialbyggda flygplan för att få skarpa bilder och klart väder för att överhuvudtaget kunna se marken. En drönare flyger på mycket lägre höjd och har inte samma kostnader som ett specialbyggt flygplan. Därför kan man flygfotografera ett område oftare och till en lägre kostnad med en drönare jämfört med ett flygplan men man kan inte täcka lika stora områden på grund av att drönaren har kortare räckvidd.

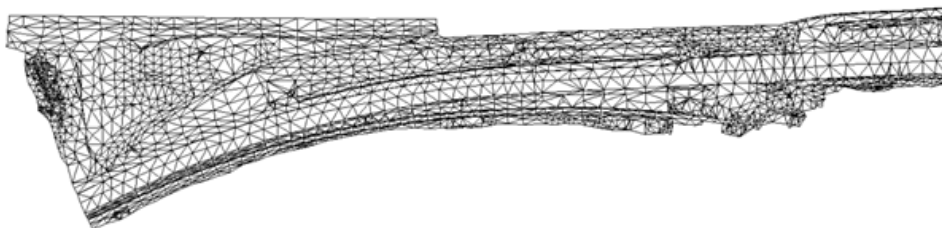


Figur 7 Drönbild, skala 1:400 (vänster) och flygfoton, skala 1:400 (höger)

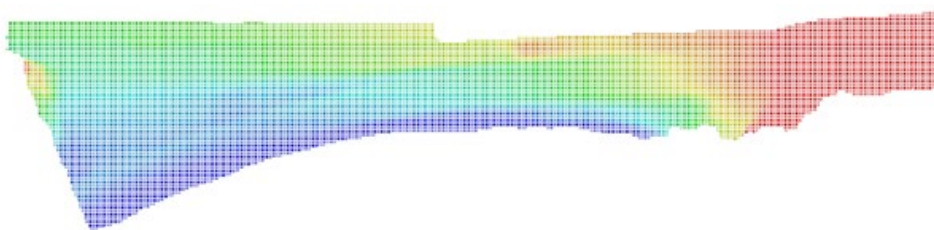
Markmodell och ytmodell

En **markmodell** är en modellering av markytan framtagen genom interpolering av inmätta punkter eller punktmoln med höjd- och plankoordinater. Modellen kan bestå av en tredimensionell yta, trianglar eller ett rutnät av punkter.

En **ytmodell** är en modellering av terrängen som inkluderar vegetation, byggnader och andra objekt som ligger ovanpå markytan. Modellen kan bestå av en tredimensionell yta, trianglar eller ett rutnät av punkter.



Figur 8 Markmodell i triangelformat



Figur 9 Markmodell i rutnätsformat (1x1 m)

Jämförelse mellan olika metoder att samla in höjddata för en mark- eller ytmodell

En mark- eller ytmodell baseras på höjddata. **Höjddata** kan bestå av inmätta enskilda punkter eller ett punktmoln som är en samling av punkter lagrad som ett objekt. Den här typen av höjddata kan samlas in genom geodetisk inmätning eller med sensorer burna av drönare eller flygplan.

Baserad på punktmoln framtaget med laserskanning:

- Många punkter per kvadratmeter
- Täcker stora område snabbt
- Kan mäta markhöjder under tät vegetation
- Punktmolnet behöver få en absolut position med hjälp av kontrollpunkter

Baserad på punktmoln framtaget med bildmatchning:

- Många punkter per kvadratmeter
- Täcker stora område snabbt
- Punktmolnet behöver få en absolut position med hjälp av kontrollpunkter
- Har svårt att mäta markhöjder under tät vegetation. Genererar därför en ytmodell i stället för en markmodell

Baserat på geodetiskt inmätta punkter:

- Alla inmätta punkter har en absolut position från början
- Det går att mäta in punkter under trädkronor (med totalstation)
- Den som mäter kan välja vilka punkter som mäts in och hur tätt de mäts
- Glesare punkter

Eftersom det är svårt att få fram markpunkter under tät vegetation med bildmatchning behöver man använda laserskanning eller geodetisk inmätning för att ta fram markmodeller över skogsområden och andra områden med tät vegetation.

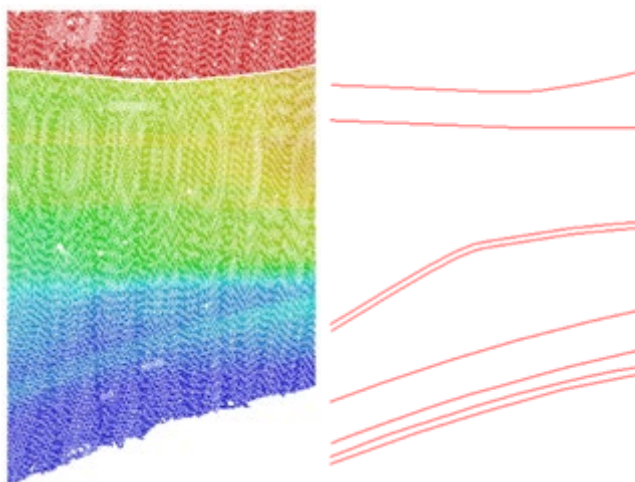
3D-modeller

Om man skapar ett punktmoln med bildmatchning över ett område med byggnader och även tar snedbilder av byggnadernas fasader kan man skapa en ytmodell som inkluderar de fotograferade byggnaderna. Den här ytmodellen kan sedan användas för att skapa en 3D-visualisering av det fotograferade området som inkluderar byggnadsfasader.

Hybriddata

När man skapar markmodeller kan man kombinera underlag från olika datakällor för att kunna utnyttja de olika datakällornas fördelar.

Punktmoln skapade från drönardata ger en bra men generaliserad visualisering av markens former. Det kan dock vara svårt att hitta små detaljer i punktmolnet till exempel den exakta avgränsningen av en vägyta eller trottoarkant. Dessa typer av detaljer mäter man bäst genom geodetisk inmätning. Om man sedan använder både geodetiska inmätningar av viktiga detaljer och ett punktmoln framtagen med drönare som underlag kan man få en markmodell med hög detaljering för viktiga objekt, till exempel vägkanter och en mer generaliserad detaljering för de övriga delarna av det aktuella området som visas i Figur 10 och Figur 11. (Svall, 2021)



Figur 10 Punktmoln (vänster) och geodetiskt inmätta vägkanter (höger)



Figur 11 Markmodell skapad från punktmoln kombinerat med geodetiskt inmätta vägkanter

Drönare eller geodetisk inmätning?

Om man ska välja mellan att samla in data över ett område med en drönare eller med geodetisk inmätning kan man fundera över frågorna nedan:

Hur stort område ska man samla in data från?

Ju större området är desto effektivare är det att använda en drönare eftersom den snabbt kan samla in data från ett stort område.

Ska man skapa ett ortofoto över området?

Om syftet med datainsamlingen är att skapa ett ortofoto behöver man använda en drönare eftersom det inte går att skapa ett ortofoto från geodetiska mätningar.

Hur ser terrängen i området ut?

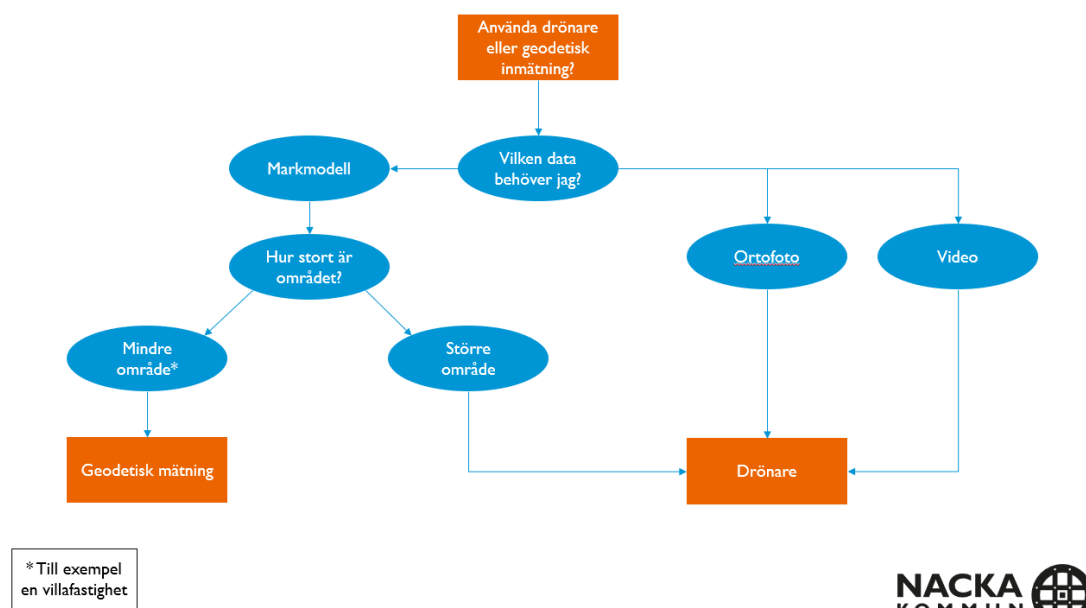
Är det kuperad terräng eller sankmarker tar det betydligt längre tid att ta sig fram genom terrängen till fots, särskilt om man bär med sig mätutrustning. Då kan det vara effektivare att flyga över området med drönare.

Är det mycket träd eller annan vegetation i området?

Om syftet med datainsamlingen är att göra en markmodell och om det är tät vegetation i området behöver man laserskanningsutrustning för att kunna samla in markdata med en drönare. Om man inte har laserskanningsutrustning får man förlita sig på geodetisk mätning eftersom drönarens kamera inte kan se marken genom vegetationen.

Man behöver komma ihåg att man fortfarande behöver göra vissa geodetiska inmätningar när man använder drönare eftersom man behöver ha ett geodetiskt inmätt markstöd för att få bra kvalitet på insamlat data. Det här innebär att om man ska samla in data från till exempel en villafastighet kan det ta lika lång tid att samla data med en drönare som med geodetisk inmätning.

Bilden nedan (Figur 12) visar ett schema som man kan använda som stöd när man beslutar om man ska använda drönare eller geodetisk inmätning men man behöver alltid ta beslutet utifrån de förhållanden som gäller för varje enskilt uppdrag.



Figur 12 Schema: När ska man använda drönardata eller geodetisk inmätning?

Varför använder Nacka kommun en drönare för att samla in geografiska data?

Nacka kommuns anläggnings- och stadsbyggnadsprojekt behöver projekteringsunderlag av hög kvalitet när de ska genomföras. Den grundkarta som har tagits fram tidigare under projektet är inte tillräckligt detaljerad för att kunna användas till projektering eftersom den är framtagen för att vara ett underlag för projektets detaljplan. Därför måste nya inmätningar göras för projekteringsunderlaget. Tidigare brukade den upphandlade projekteringsorganisationen utföra inmätningar för projekteringen vilket tog tid, hade en hög kostnad och inte alltid gav **ett konsekvent eller ett komplett underlag**.

Nu har Nacka kommun ett samarbete med *5D-konsulterna AB* som levererar ett “paket” med projekteringsunderlag enligt färdigställda specifikationer. I det här paketet ingår markmodell och ortofoto som är framtaget med hjälp av drönardata.

Markmodellen tas fram genom en kombination av drönardata och geodetiskt inmätt data. Drönardata används för att skapa den övergripande bilden över markens höjder medan de geodetiska inmätningarna används för att mäta in små detaljer som till exempel väg- och trottoarkanter som är svåra att fånga upp i ett punktmoln.

Ortofoto används för att ge en visuell översikt över projektområdet och som underlag för olika former av skisser och för projektets skedesplanering.

Del 1.2 – Regler och begränsningar

Det finns olika regler som man har skyldigheter att följa när man flyger en drönare: internationella regler, EU-regler och nationella bestämmelser. (Figur 13)

På den internationella nivån finns ICAO (International Aviation organisation) som har som mål att förbättra och standardisera internationella flyget.

Reglerna som gäller för hela Europa är skrivna av EU-kommissionen med stöd av den europeiska flygsäkerhetsmyndigheten EASA:

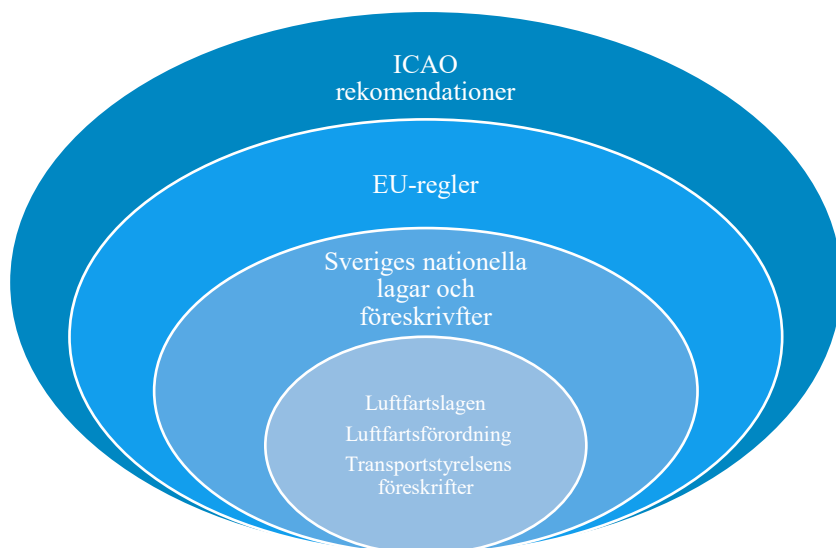
[EASA Europe Drone Rules \(English Edition\)](#).

Sverige har olika nationella bestämmelser som man ska följa när det gäller drönarflygning. Den styrande myndigheten är Transportstyrelsen. Nedan finns det länkar till bestämmelserna:

- [Sveriges riksdag - Luftfartslagen \(2010:500\)](#)
- [Sveriges riksdag - Luftfartsförordning \(2010:770\)](#)
- [Transportstyrelsens föreskrifter om obemannade luftfartyg TSFS 2017:110](#)

Syftet med reglerna är att utveckla drönarflygningen på ett säkert sätt. De nya reglerna ställer också högre krav på de olika delarna av drönarflygning:

- Drönarkategorier
- Krav på fjärrpiloter och operatör
- Rutiner
- Andra tillstånd och begränsningar



Figur 13 Översikt över reglerna gällande drönarflygningen, internationell nivå ICAO, EASA regler som gäller för hela Europa och nationella regler och föreskrifter i Sverige.

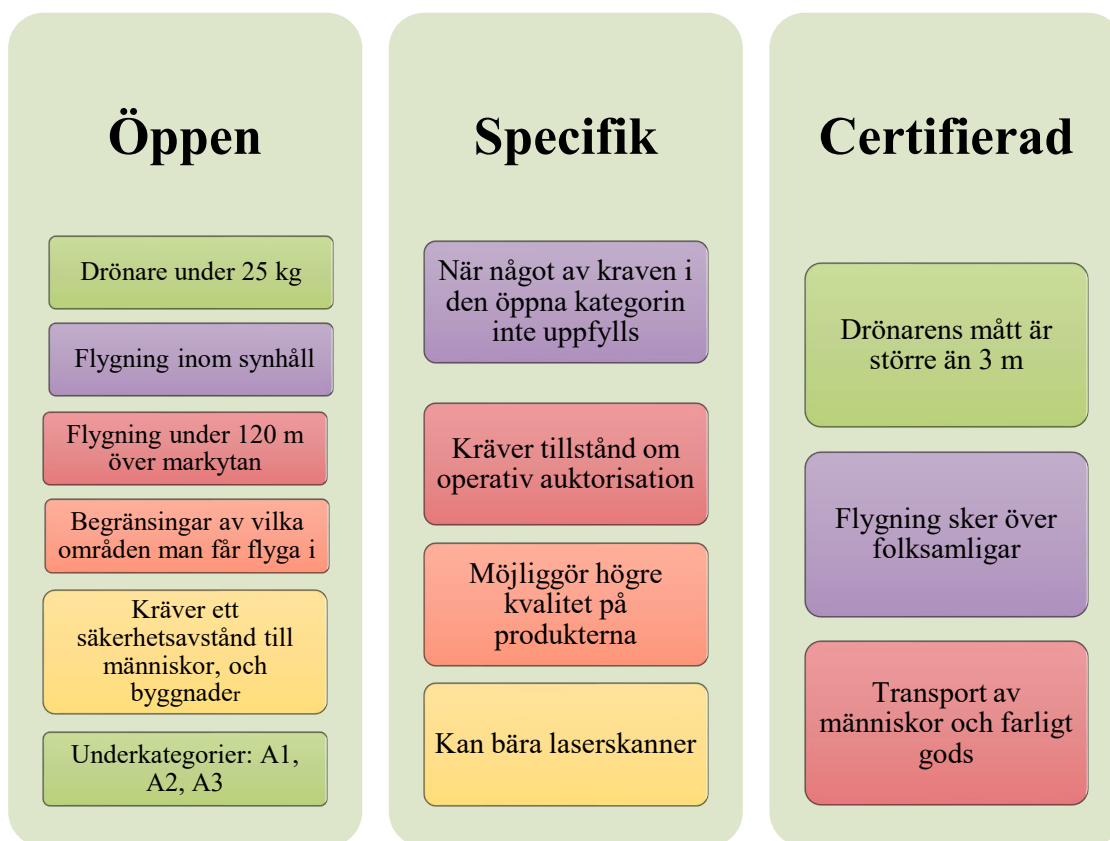
Drönarkategorier

Drönarflygningar delas i tre olika kategorier utifrån risknivå:

1. **Öppen kategori** – lägsta nivå
2. **Specifik kategori** – större risk, kräver tillstånd
3. **Certifierad kategori** – hög risk, kräver tillstånd

Risikfaktorer som urskiljer de tre kategorier är drönarvikt, vilken höjd man flyger på, om flygningen sker utom synhåll för fjärrpiloten, om flygningen sker inom kontrollzoner, om flygningen sker över enskilda människor, folksamlingar eller tätbebyggt område och syftet med flygningen. Transporter av personer och gods eller flygningar över folksamlingar tillhör den certifierade kategorin gäller för de mest riskabla flygningarna. Eftersom Nacka kommun inte flyger i den certifierade kategorin fokuserar den här utredningen på den öppna och den specifika kategorin

Figur 14 visar de viktigaste egenskaperna och skillnaderna mellan de olika drönarkategorierna. Flera av begränsningarna i den öppna kategorin som flygningen utom synhåll och begränsningar av flygområdet kan lösas genom att man söker tillstånd för att flyga i den specifika kategorin. (Transportstyrelsen, 2021)



Figur 14 Drönarkategorier: Öppen, Specifik och Certifierad kategori och deras viktigaste egenskaper

Följande avsnitt går igenom de viktigaste egenskaperna för varje drönarkategori, utifrån typ av flygning och utreder i vilken kategori man bör flyga i med hänsyn till verksamhetsbehov, flygningsbegränsningar och tillgängliga resurser.

Öppen kategori

- Kräver endast drönarkort och en registrerad operatör
- Begränsad storlek på drönare (kan inte bära en laserskanner)
- De drönare som får flyga i den öppna kategorin är dock så små att bildkvaliteten blir sämre än med större drönare på grund av att de inte kan bära en tillräckligt stor kamera.
- Begränsningar för var man får flyga
- 30–150 m horisontellt från människor (beroende på kategori)
- 150 m horisontellt från byggnader

Specifik kategori

- Kräver drönarkort och en registrerad operatör
- Kräver dokumenterade rutiner och checklistor
- Kräver tillstånd från Transportstyrelsen om operativ auktorisation
- Möjligt att flyga med större drönare (kan bära en laserskanner)
- Färre begränsningar för var man får flyga (får flyga inom tätbebyggda områden)
- Skyddszon till byggnader och människor (varierar beroende på flyghöjd, hastighet och drönarens storlek m.m.)

Certifierad kategori

Den certifierade kategorin gäller för drönare som har ett mått på 3 meter eller mer. Den gäller också för drönare som ska transportera människor eller gods som kan utgöra en risk för människor vid en olycka. Eftersom den här utredningen handlar om datainsamling med drönare anser vi inte att den här kategorin är relevant för utredningen.

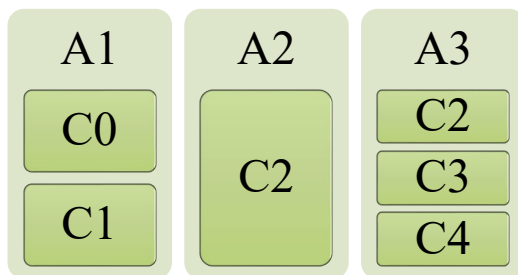
Underkategorier och C-klasser inom den öppna kategorin

Det finns tre underkategorier inom den öppna kategorin: A1, A2, A3 (Figur 14) som skiljer sig i drönarens vikt, prestanda och det avstånd drönaren måste hålla från människor (Transportstyrelsen, 2021):

1. **A1** de allra lättaste drönarna, under 900 g
2. **A2** under 4 kg, 30 m horisontellt avstånd från människor, 5 m om låghastighetsläget är aktiverat
3. **A3** de tyngsta drönarna i den öppna kategorin

Enligt Transportstyrelsens regler på sidan [Tillverkning och försäljning av drönaren](#) ska drönare som används inom EU vara tillverkade enligt vissa specifikationer och markerade enligt vikt och prestanda. Det finns CE-märkning och sex certifieringsklasser: C0, C1, C2, C3, C4, C5, C6. (Transportstyrelsen, 2021)

Förutom CE-märkning, ska alla drönare också vara märkta med operatörs-ID (se kapitlet Krav på fjärrpiloter och operatörer, s. 23).



Figur 15 Underkategorier och C-klasser inom den öppna kategorin. Mer om klasserna kan man läsa på Transportstyrelsens webbsida [Tillverkning och försäljning av drönaren](#)

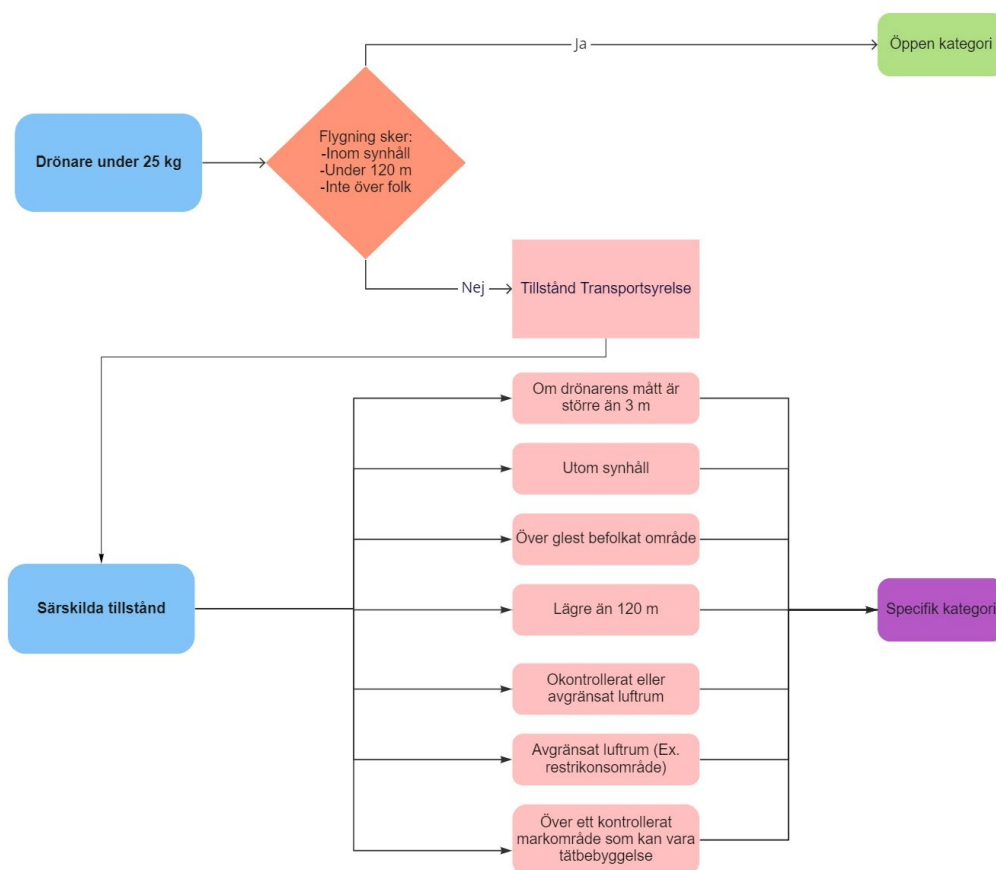
Valet av drönare beror på vilken typ av data man vill samla in och vilka produkter man vill skapa. Storleken på drönarens kamera påverkar kvaliteten på bildbaserade data och produkter. Om man vill samla in laserskanningsdata krävs det en extra sensor som i sin tur kräver att drönaren är tillräckligt stor för att bära en sådan sensor.

För att ta fram flygbilder och ortofoto går det att flyga med en mindre drönare som kan flyga inom den öppna kategorin men om drönarens kamera är för liten kan det ge en lägre kvalitet på bilderna.

För att skapa yt- och markmodeller behöver man markhöjder att utgå ifrån. Markhöjderna kan antingen vara i form av geodetiskt inmätta punkter eller punktmoln skapat från laserskanning eller bildmatchning. För att punktmolnet ska hålla tillräckligt god kvalitet för att skapa en yt- eller markmodell som ska användas som en del av ett projekteringsunderlag bör man använda en laserskanner eller en drönare med en större kamera för att få tillräckligt skarpa bilder för att få en bra bildmatchning. De drönare som får flyga inom den öppna kategorin är för små för att kunna bära den här utrustningen vilket innebär att man behöver flyga inom den specifika kategorin.

Att flyga inom den specifika kategorin kräver i dagsläget mer administration eftersom man behöver söka tillstånd hos Transportstyrelsen (Figur 16) om operativ auktorisation inom tre typer av tillstånd som samtidigt sätter högre krav på hela verksamheten och utbildningen av piloten. Vilket kostar tid och pengar för de olika kraven i tillståndsansökan, som utbildningar och kompetensintyg för fjärrpiloter, rutiner, manualer och instruktioner, årlig tillsyn, tillägg för operativ auktorisation och annat. (Transportstyrelsen, 2022)

Om man verkar inom tätbebyggda områden hamnar man i stort sett alltid inom 150 meter från andra byggnader. Vilket innebär att man måste flyga inom den specifika kategorin för att kunna använda drönare inom ett sådant område. Utanför tätbebyggda områden är det färre restriktioner och då handlar frågan om man ska flyga inom den öppna eller specifika kategorin snarare om vilka sensorer man vill ha på drönaren och om drönaren ska flyga inom eller utom synhåll från piloten. Om man kan acceptera en lägre bildkvalitet går det att använda en drönare inom den öppna kategorin för att ta fram flygbilder och ortofoto.



Figur 16 Schema: Vilken kategori är lämplig att använda? (Transportstyrelsen, 2021)

Krav på fjärrpiloter och operatörer

Registrering av drönaroperatör krävs när man flyger med en drönare som väger mer än 250 gram¹.

När ett företag eller annan organisation är ansvarig för drönaren, är operatören oftast en juridisk och inte fysisk person. Bara en organisations firmatecknare kan söka att bli drönaroperatör, vilket i Nacka kommuns fall är stadsdirektören eller kommunstyrelsens ordförande. Firmatecknaren kan sedan ge en annan person behörighet att företräda organisationen vid ansökningstillfället. Sedan kan den personen registrera sig som en drönaroperatör. Att söka en juridisk rådgivning inom kommunen kan underlätta denna process.

Registrering av drönaroperatör görs hos Transportstyrelsen: [Registrering av operatör \(transportstyrelsen.se\)](https://transportstyrelsen.se) där behöver man ange:

- personlig information om operatören
- bevis att den som ansöker om att bli operatör har behörighet att företräda organisation
- bevis att uppdragen kommer att utföras av fjärrpiloter med lämpligt behörighetsbevis för den typen av kategorin man ansöker
- organisationens försäkringsnummer

Operatören har bland annat följande skyldigheter:

- Ansvar för operativa förfaranden

¹ Undantag om drönaren är utrustad med en sensor som kan fånga upp personuppgifter, då krävs registrering av operatör även för drönare som väger under 250 gram (Transportstyrelsen, 2021)

- Ansvar över resurser
- Säkerställa en effektiv användning av radiospektrat, så att skadliga störningar undviks.
- Säkerställa utbildningar och kompetensutveckling hos fjärrpiloter
- Hålla drönarens geomedvetenhetssystem uppdaterat
- Utföra riskanalyser och informera alla berörda

Efter registreringen som drönaroperatör inom den specifika kategorin, ska operatören ansöka om operativ auktorisation för någon av de tre olika typer av tillstånd (Transportstyrelsen, 2021):

1. [Operativ auktorisation enligt PDRA \(Pre-Defined Risk Assessment\)](#)
 - a. gäller för en särskild typ av verksamhet eller flygning, med fördefinierad riskanalys
 - b. Beroende på typer av flygning finns: PDRA-G01, PDRA-G02, PDRA-S01, PDRA-S02
2. [Operativ auktorisation enligt SORA \(Specific Operation Risk Assessment\)](#)
 - a. Riskanalys för den tänkta verksamheten, där det inte finns någon framtagen PDRA
3. [LUC \(Light UAS Operator Certificate\)](#)
 - a. Ett verksamhetstillstånd med privilegier
 - b. Ett alternativ till PDRA eller SORA
 - c. Utfärdas av auktoriserad drönarskola (ADS)

Fördelen med ansökan om operativ auktorisation är att man inte behöver ansöka om nytt tillstånd för varje flygning i samma område om man håller sig till villkoren i tillståndet, men tillstånden är tidsbegränsade.

Drönaroperatören ansvarar för utbildningen av fjärrpiloter och fjärrpiloterna ansvarar för själva flygningen. De behöver kunskap inom regler och begränsningar som gäller för området där flygningarna sker och kunskap om den drönare som används. Inom den öppna kategorin, kan man utbilda sig via Transportstyrelsens webbsida och ansöka om det drönarkort som man ska bära med sig vid varje flygning.

I den specifika kategorin finns det större krav på piloter. Piloterna ska genomföra en utbildning och examineras hos en enhet som har utsetts eller erkänts av den behöriga myndigheten. I Sverige är den behöriga myndigheten Transportstyrelsen. Transportstyrelsen skriver följande om kraven (2021):

- **Standardscenario:**
 - Enligt definierade krav i respektive standardscenario.
- **Operativt tillstånd (auktorisering genom SORA):**
 - Enligt krav som definieras i SORA - Specific Operations Risk Assessment, samt Transportstyrelsens eventuella tilläggskrav.
- **Operativt tillstånd (auktorisering genom PDRA):**
 - Enligt definierade krav i respektive PDRA - Predefined Risk Assessment.
- **Verksamhetstillstånd med privilegier (Light UAS Operator Certificate - LUC):**
 - Enligt krav som definieras i Part-C i (EU) 2019/947.

Andra tillstånd och begränsningar

Flygzoner

Sveriges luftrum är uppdelat i kontrollerade luftrum (C-rum) och okontrollerade luftrum (G-rum). Okontrollerade luftrum har inga restriktioner för att flyga med drönare utöver de som kommer från drönarens kategori.

Luftfartsverket har en karta: [Luftfartsverket - Drönarkarta](#) som visar var det finns kontrollerade luftrum och vilka restriktioner som gäller inom dessa områden.

Runt flygplatser finns det en så kallad kontrollzon som är ett kontrollerat luftrum och i de områdena finns det begränsningar för att flyga med drönare. Inom en flygplats kontrollzon får man inte flyga högre än 50 m över markytan. Om det är en militär flygplats får man inte flyga högre än 10 m över markytan i kontrollzonen.

Det finns också restriktionsområden runt platser som ska skyddas från överflygningar, till exempel kärnkraftverk eller fängelser. Det finns också tillfälliga restriktionsområden, till exempel områden där Försvarsmakten genomför en övning. Det krävs tillstånd från Transportstyrelsen för att flyga i de här områdena. Tillståndet kan sökas via Transportstyrelsens webbsida (Transportstyrelsen, 2022):

[Transportstyrelsen - Tillstånd att flyga i restriktionsområden](#) .

Nationalparker och naturreservat

Det finns ofta begränsningar för att både flyga och starta eller landa med drönare i nationalparker och naturreservat. Man får kontrollera vilka regler som gäller för det aktuella området. Det krävs ett separat tillstånd från länsstyrelsen för att få dispens från dessa regler.

Information om reglerna för nationalparker finns på deras hemsidor. De kan hittas via webbsidan: [Sveriges Nationalparker](#) (2022) och [Naturvårdskarta – Skyddad natur](#) (Naturvårdsverket, 2021)

Information om reglerna för naturreservat kan ofta hittas på kommunernas webbsidor.

Spridningstillstånd (GDPR, Lantmäteriet, Sjöfartsverket)

För att man inte ska sprida material som medföra skada för totalförsvaret eller annan känslig information måste man ansöka om spridningstillstånd för det insamlade materialet enligt lagen om skydd för geografisk information (2016:319). Det finns två fall då det är förbjudet att sprida en sammanställning av geografisk information:

1. om förhållanden i ett visst vattenområde eller en viss sträcka av ett vattenområde som avser Sveriges sjöterritorium, med undantag av insjöar, vattendrag och kanaler, eller
2. över andra delar av svenskt territorium, om informationen har inhämtats från luftfartyg genom fotografering eller liknande registrering.

Vid fall 1, ansöker man om spridningstillstånd hos **Sjöfartsverket** på webbsidan [Spridningstillstånd \(sjofartsverket.se\)](#). (Sjöfartsverket, 2022)

Vid fall 2, ansöker man om spridningstillstånd hos **Statliga Lantmäteriet** på webbsidan: [Spridningstillstånd \(lantmateriet.se\)](#). (Statlig Lantmäteri , 2022)

Det är inte bara geografisk information man måste ha hänsyn till, man måste behandla personuppgifter på rätt sätt. Efter man samlat material från drönaren (foto, video) man måste gå igenom och granska den så att den ej innehåller personuppgifter, till exempel foton där det går att identifiera enskilda personer. Allt om **GDPR** man kan läsa på Integritetsskyddsmyndighetens webbsidan: [Introduktion till GDPR](#). (Integritetsskyddsmyndigheten, 2021)

Rutiner

En organisation som flyger drönare ska ha dokumenterade rutiner och riktlinjer. Beroende på vilken kategori man flyger i, finns några skillnader. I den öppna kategorin rekommenderas att man tar fram rutiner för att planera

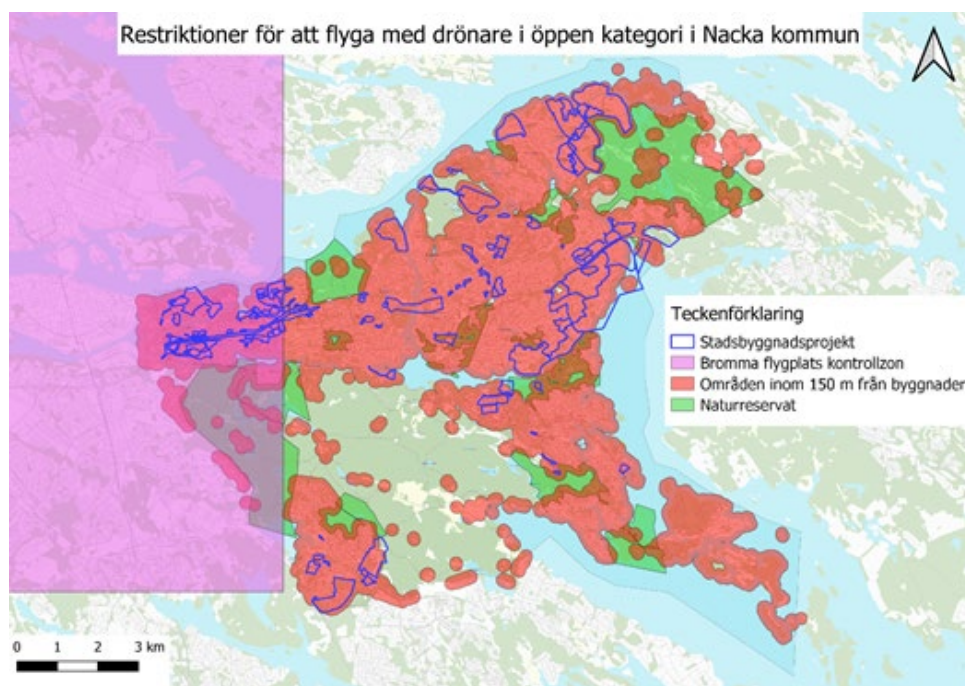
uppdraget och de operativa procedurerna - innan, under och efter flygning, men det är upp till drönaroperatörerna hur de sätter ihop arbetssättet.

När det gäller den specifika kategorin, beror det på vilken typ av tillstånd man har sökt till för sin verksamhet. Det finns olika krav som måste uppfyllas, gällande riskanalyser och rutiner, för de olika typer av tillstånd, som ska bifogas tillståndsansökan. (Transportstyrelsen, 2021)

Begränsningar i Nacka kommun

Nacka kommuns drönaranvändning begränsas främst av att man inte får flyga inom den öppna kategorin **inom 150 meter från byggnader eller människor som inte har gett sitt tillstånd till flygningen** (Transportstyrelsen, 2021). Delar av Nacka täcks också av **Bromma flygplats kontrollzon** (Luftfartsverket, 2022) där man inte får flyga högre än 50 meter över markytan under de tider flygplatsen är öppen.

Kartan nedan (Figur 17) visar var i Nacka kommun man får flyga med en drönare inom den öppna kategorin. I dessa områden behöver man dock fortfarande ta hänsyn till att man inte får flyga inom 150 meter från människor som inte har gett sitt tillstånd till flygningen. För att undvika att flyga över människor kan man försöka avgränsa området eller flyga på natten eller tidig morgon när är färre människor som är ute och rör sig. Man behöver dock hela tiden bevaka området som man flyger i så att man kan informera människor som är på väg in om att flygning pågår.



Figur 17 Restriktioner för att flyga med drönare inom den öppna kategorin i Nacka kommun. (Luftfartsverket, 2022)

Nacka kommun använder drönare för att ta fram ortofoto och markmodeller som delar av projekteringsunderlaget för stadsbyggnadsprojekt. För att få ett tillräckligt bra underlag behöver kommunen kunna flyga inom den specifika kategorin. I dagsläget anlitas konsulter som redan har tillstånd att flyga inom den specifika kategorin för att minska kommunens administration och få en högre kvalitet på insamlat data. Kommunen ska registrera sig som drönaroperatör för att få möjlighet att flyga inom den öppna kategorin igen och potentiellt kunna söka tillstånd för att flyga inom den specifika kategorin.

Del 1.3 Kalkyl

Innan vi började flyga med drönaren i Nacka, var det den upphandlade projekteringsorganisation som hade ansvar för att utföra inmätningen av projekteringsunderlag. Det var dyrt och gav inkonsekventa resultat eftersom vi inte definierade kraven i början av projekt. Då kunde vi inte jobba med geodata i tidiga skeden av projekten som planeringsfasen.

Inmätningar som vi fick från projekteringsorganisation var beroende på projekteringsorganisationens kompetenser och kvalitetssäkringar, som inte alltid uppfyllde våra krav.

Att vi har ett konsekvent underlag till projekteringen optimerar hela projekteringsprocessen, att vi ställer kraven och definierar behov innan projekteringen startar, resulterar i mindre kompletteringar och mindre ÄTA-arbeten (Ändring och tilläggsarbeten).

Drönardata ger ett **tidsoptimerat och kostnadseffektivt underlag** till projekteringen med flexibilitet i noggrannhet av data och val av produkter. Tidsoptimeringen kommer från att drönaren snabbt kan samla in data från projektområdena vilket i sin tur effektiviserar kostnaderna.

I följande avsnitt diskuteras olika avgifter för drönare inom olika discipliner, kostnader för utrustningen med ett exempel från Nacka kommun och jämförelse av kostnader när vi flyger själva och med hjälp av konsulter.

Avgifter drönarkort och registrering av drönare

Avgifter för drönare skiljer sig i de olika kategorierna och består av:

- registrering av drönaroperatör för alla kategorier
- teori och kompetensbevis
- tillståndsprövning och tillsyn av drönaroperatör i den specifika kategorin

Tillståndsprövning är en löpande avgift med en timtaxa av 1 400 kr och varierar beroende på verksamhet och flygningens komplexitet Tabell 1 visar därför genomsnittliga avgifter sammanställda av Transportstyrelsen för de olika tillståndstyperna (PDRA/SORA) och LUC.

Tabell 1 Avgifter för öppen och specifik kategori (Transportstyrelsen, 2021)

Avgifter/Kategori	Öppen kategori		Specifik kategori		
	A1/A3	A2	Standardscenario	Operativt tillstånd	
				(PDRA/SORA)	LUC
Teori och Kompetensbevis					
Teoriprov och bevis om avklarat teoriprov online	130 kr	-	-	-	-
Teoriprov och kompetensbevis för fjärrpiloter	-	130 kr	-	-	-
Omprov	130 kr	130 kr	-	-	-
Förnyelse (varje 5 år)	50 kr	50 kr	-	-	-

Registrering av drönaroperatör					
Ansökningsavgift för registrering av drönaroperatörer	50 kr	50 kr	50 kr	50 kr	50 kr
Årlig registerhållningsavgift för drönaroperatörer	50 kr	50 kr	50 kr	50 kr	50 kr
Operativ auktorisation och utbildning av fjärrpiloten					
Första utfärdande av kompetensbevis för fjärrpiloter	-	-	800 kr	-	-
Årsavgift kompetensbevis för fjärrpiloter	-	-	500 kr	-	-
Förnyelse	-	-	200 kr	-	-
Ungefärlig genomsnittlig kostnad för tillståndsprövning ²	-	-	-	18 200 kr	28 000 kr
Årsavgift – Grundavgift för tillsyn av drönaroperatör ³	-	-	5 100 kr	5 100 kr	54 000 kr
Årsavgift - Tilläggsavgift för operativ auktorisation ⁴	-	-	2 300	1 700	0

LUC grundavgift för tillsyn av drönaroperatör kostar 54 000 kronor, jämfört med 5 100 kronor för de andra tillståndstyperna, men Tilläggsavgift för operativ auktorisation betalas ej. (Transportstyrelsen, 2022)

² Ungefärlig genomsnittlig kostnad för tillståndsprövning (PDRA/SORA) eller en LUC är en löpande kostnad och varierar beroende på hur omfattande ansökan är

³ Årsavgift - Grundavgift för tillståndsprövning – avgiften minskar kvartalsvis

⁴ Årsavgift - Tilläggsavgift för operativ auktorisation – avgiften minskar kvartalsvis

Drönarkostnader

Innan de nya reglerna för drönare infördes flög Nacka kommun med drönare för att samla in data för mindre uppdrag. Vår drönare är inte utrustad med laserskanningsutrustning vilket gör att vi är begränsade till att använda bildmatchning när vi skapar punktmoln och markmodeller. Kommunen arbetar med att registrera sig som drönaroperatör för att kunna flyga inom den öppna kategorin.

Kostnader för flygningen och bearbetning av drönardata innehåller kostnader för drönare, tillbehör och utrustning, mjukvara och olika utbildningar och certifieringar för de olika kategorier. Priserna och typerna av utbildningar och certifieringar skiljer sig mycket, därför vi kan inte ge en exakt bild av totala kostnader. Avgifter för drönarkort och registrering av operatör hittar man på Transportstyrelsen sidan [TSFS 2020_83 \(transportstyrelsen.se\)](https://transportstyrelsen.se/TSFS_2020_83). (Transportstyrelsen, 2021)

Tabell 2 visar exempel på kostnader för produkter som används på Nacka kommun. Det finns andra alternativ och ett större utbud av olika produkter som har liknande funktioner på marknaden.

Kostnader i Tabellen 2 innehåller:

1. **En minidrönare med kamera för foto och videos**
2. **En drönare med GNSS och kompass + fjärrkontroll för ortofoto och markmodell**
3. **Minneskort**
4. **En väska för drönare**
5. **Extrabatterier**
6. **iPad**
7. **App för planering av flygning**
8. **App för "High resolution aerial maps" eller ortofoto**
9. **Programvara för framtagning av ortofoto samt 3D-modeller**
10. **Programvara för 3D-skanning och webbtjänster**

DJI Mavic Mini 2 - Minidrönare med kamera

En minidrönare med kamera används för framtagning av foto och video för de uppdrag där hög bildkvalité inte är ett krav som exempel:

- Bilder på en byggsplats för uppföljningsarbete
- Bilder på en anläggning för kontroll
- Bilder och videos på nya anläggningar, park eller lekplatser som kommer att publiceras på Nacka kommun

DJI Mavic 2 Pro - Drönare med GNSS och kompass

En professionell drönare med GNSS (Global Navigation Satellite System) och kompass som tar flygbilder med attribut (position) för bildmatchning (se avsnittet Laserskanning och Bildmatchning). Drönare och fjärrkontroll brukar ingå tillsammans i paketet. Då fjärrkontrollen för Mavic 2 Pro använder operativsystemet Android men de programvaror vi använder för att planera flygrutter endast finns för operativsystemet iOS köpte Nacka kommun in en iPad.

Tabell 2 Exempel kostnader från 2019 för Nacka kommuns drönare inom den öppna kategorin.

Drönare/Tillbehör /Mjukvara	Antal	Produkt	Kostnader Ink. moms
Mini drönare med kamera		<i>DJI Mavic Mini 2 Fly More Kit</i>	4 499 kr
Drönare + fjärrkontroll		<i>DJI Mavic 2 Pro + Smart kontroll</i>	20 624 kr
		<i>1x Mavic 2 Pro</i>	
		<i>1x Smart Controller</i>	
		<i>1x Mavic 2 Intelligent Flight Battery</i>	
		<i>1x Mavic 2 Batteriladdare</i>	
		<i>3x par Mavic 2 Low-Noise Propellers></i>	
		<i>1x USB3.0 kabel Typ-C</i>	
		<i>1x Type-C to Micro USB Adapter</i>	
		<i>1x Mavic 2 Pro Gimbal Protector</i>	
Minneskort		<i>Minneskort 64 GB</i>	369 kr
Case		<i>Polar Pro Rugged Case DJI Mavic 2 Pro</i>	619 kr
Extrabatterier	2 st	<i>Jupio Dji Mavic Pro 3830 mAh Battery</i>	1 600 kr
iPad (för kontroller)		<i>Apple iPad Pro Wi-Fi</i>	11 499 kr
App - Autopilot	En licens	<i>Autopilot for DJI Drones</i>	319 kr
App - High resolution aerial maps	En licens	<i>Map Pilot for DJI</i>	109 kr
Programvara för framtagning av ortofoto samt 3D-modeller	En licens	<i>Agisoft Metashape</i>	31 535 kr
Programvara för 3D-skanning och webbtjänster	1-års licens	<i>Autodesk ReCap Pro</i>	4 244 kr
Total kostnad:			75 417 kr

Jämförelse av kostnader för konsulter vs. flyga själva

Nacka kommun idag kan idag inte flyga inom den specifika kategorin, därför behöver vi anlita konsulter. Inom den öppna kategorin finns möjlighet att själv utföra flygningar med lägre krav på noggrannhet när kommunen har blivit registrerade som drönaroperatör. När Nacka kommun flyger själv består kostnaderna av timkostnad för fjärrpilot, co-pilot och GIS-ingenjör.

Tabell 3 Exempel på kostnaderna för ett mindre uppdrag (ca. 50 ha) på Nacka kommun. Bearbetning av data tar 4 timmar för att skapa ett ortofoto och en markmodell, när själva flygningen och förberedelse inför flygningen tar 3 timmar tillsammans.

Typ av arbete	Timmars Arbete	Kostnader
Administrativt (planering och leverans)	1 timme fjärrpilot	Timpris fjärrpilot x 1
Flygning	2 timmar fjärrpilot	Timpris fjärrpilot x 2
	2 timmar co-pilot	Timpris co-pilot x 2
	2 timmar drönare	Timpris drönare x 2
Bearbetning av data	4 timmar GIS-ingenjör	Timpris GIS-ingenjör x 4

Tabell 3 visar att det tar ungefär 2 timmar att flyga med drönare för ett mindre projekt (ca 50 ha) och en timme för att planera själva uppdraget för fjärrpiloten.

GIS-ingenjör tar 4 timmar för att bearbeta insamlade drönardata för att skapa ortofoto och markmodell för ett mindre projekt.

Interna kommunikationsvägar fungerar effektivt och vi har etablerat ett bra arbetssätt mellan Enheten för Bygg- och Anläggning som utför flygningen och Lantmäterienheten som behandlar drönardata.

Konsulterna tar ungefär samma tid för själva flygningen för ett mindre område, medan deras timpriser och kostnader för själva drönaren är mycket högre. De använder två fjärrpiloter vid varje uppdrag, medan Nacka kommun använder en fjärrpilot och en co-pilot som också kan vara en resurs i projektet vilket gör ett uppdrag ännu billigare.

För själva planeringen av uppdrag, tar konsulterna mer tid för att sammanställa budget och upprätta en tidplan. På grund av deras många uppdrag i Stockholms län är de inte alltid tillgängliga med kort varsel. Nacka kommun har möjlighet att vara mer flexibla och kan snabbare leverera produkterna, därför kommer vi att föredra i framtiden att flyga själva för mindre uppdrag inom den öppna kategorin.

Del 1.4 Slutsatser

I utredningens första del *Nyttan av drönardata* försökte vi svara på följande frågor:

- När det är lämpligt att använda drönare
- Hur påverkas drönanvändningen av reglerna

Drönare är ett verktyg som gör det möjligt att samla in geodata över större områden och områden med besvärlig terräng där det tar lång tid för en mättingsingenjör med utrustning att ta sig fram. När man tar fram höjddata över ett område ger drönardata en hög punkttäthet jämfört med geodetiskt inmätta punkter, vilket gör det lämpligt att använda drönardata som underlag för mark- och ytnodeller. Man kan dock behöva komplettera drönardata med geodetiska inmätningar av vissa detaljer som väg- och trottoarkanter, och liknande detaljer som lätt hamnar mellan punkterna i punktmolnet. Geodetiskt inmätta kontrollpunkter är också nödvändigt för att få en bra kvalitet på insamlade data.

En drönare skapar också möjligheten att ta fram ortofoton med högre detaljeringsgrad och tätare fotograferingsintervall än vad som är möjligt med flygplansbaserad fotografering. Drönarbaserade ortofoton kan dock inte täcka lika stora områden som flygplansbaserade ortofoton eftersom drönare oftast har en begränsad räckvidd jämför med ett flygplan.

En drönare är därför ett bra verktyg för komplettera geodetiska detaljinmätningar genom möjligheten att snabbt samla in data över ett större område samtidigt som den kan fotografera området för dokumentation och uppföljning.

Möjligheten att använda drönare begränsas av det regelverk som infördes den 1 januari 2021. Regelverket innebär att det krävs tillstånd från Transportstyrelsen för att flyga i tätbebyggda områden och över människor som inte har gett sitt individuella tillstånd till det, samt att högre krav ställs på drönaroperatör och fjärrpilot. De här restriktionerna gäller för alla drönare utom de allra minsta (mindre än 250 g). Tillstånden tar tid att få och kostar pengar. Det krävs också att det finns en organisation med färdiga rutiner för att använda drönare.

De drönare som är så små att de inte kräver de här tillstånden ger lägre kvalitet på den data de samlar in. För att hantera den här begränsningen får man antingen använda små drönare och acceptera begränsningarna i den data man samlar in, eller acceptera kostnaden i tid och pengar för de nödvändiga tillstånden och tillsynen.

Nacka kommun anser att drönarinsamlad data är till nytta för projekteringen av anläggnings- och stadsbyggnadsprojekt men kommunen har inte idag möjligheten att själv flyga den typ av drönare som kan samla in data med den kvalitet som efterfrågas. Nacka kommun har därför ett samarbete med konsulter som levererar drönarinsamlad och geodetiskt inmätt projekteringsunderlag till anläggnings- och stadsbyggnadsprojekten som beställer detta.

Del 2 – Checklista för att komma i gång med drönaren

Checklistans syfte

Checklistan är en sammanfattning av den första delen i utredningen och riktar sig till de som är intresserade att komma i gång med drönarflygning. För att förenkla ett svårbegripligt och ett brett ämne består checklistan av de viktigaste stegen för att flyga inom den öppna och specifika kategorin med exempel från Nacka kommuns erfarenhet och stöd från de anlitade konsulterna.

Det finns en checklista för att flyga inom den öppna kategorin och en för att flyga inom den specifika kategorin. Det finns också exempel på några av Nacka kommuns egna checklistor.

Den här delen avslutas med ett avsnitt om samarbetet mellan Nacka kommun och 5D konsulterna med beskrivningen av arbetsprocessen och organisationen.

Checklistan gäller för

Framtida drönaroperatörer och fjärrpiloter

Öppen kategori

Checklista för att komma i gång med drönare inom den öppna kategorin:

- Val av drönartyp
- Registrering av operatör
- Utbildning fjärrpiloter
- Riktlinjer, regler och rutiner
- Organisation
- Skaffa programvara för ruttplanering
- Skaffa programvara för databehandling
- Skaffa kompetens i databehandling

Val av drönartyp:

Beroende på vilken typ av data man behöver:

1. Foto eller video utan hög bildkvalitet:

Drönare som väger under 250 g och inte kräver någon registrering av drönaroperatör

2. Bättre kvalitet på bilderna, ortofoto, markmodell:

Professionell drönare under 25 kg, med GNSS som kräver registrering av drönaroperatör

Registrera operatör

1. Är du Firmatecknare (Stadsdirektör eller Kommunstyrelseordförande) för din organisation?

Om nej, be firmatecknare om behörighet att företräda organisationen vid ansökningstillfället

2. Förbereda nödvändiga dokument och information
3. Fylla i blanketten hos Transportstyrelsen [Registrering av operatör \(transportstyrelsen.se\)](https://transportstyrelsen.se/registrering-av-operator):

Utbildning av fjärrpiloter

Drönaroperatören ansvar för att fjärrpiloten har rätt kompetens. Transportstyrelsen erbjuder inte utbildningar utan hänvisar till externa aktörer. Man kan hitta allt utbildningsmaterial på Transportstyrelsens drönarsida:

1. Utbildning kategori öppen [A1/A3: dronare-a1-a3-utbildning.pdf \(transportstyrelsen.se\)](https://transportstyrelsen.se/utbildning-a1-a3)
2. Utbildning kategori öppen [A2: dronare-a2-utbildning.pdf \(transportstyrelsen.se\)](https://transportstyrelsen.se/utbildning-a2)
3. Checklistor för praktisk självutbildning:

Fasta vingar: [Checklista för praktisk självutbildning \(transportstyrelsen.se\)](https://transportstyrelsen.se/utbildning-fasta-vingar)

Multirotorer: [Checklista för praktisk självutbildning \(transportstyrelsen.se\)](https://transportstyrelsen.se/utbildning-multirotorer)

4. Efter genomförd utbildning, ansök om drönarkort hos Transportstyrelsen: [Drönarsidan](https://dronarsidan.transportstyrelsen.se)
(transportstyrelsen.se)

Riktlinjer, regler och rutiner

En tydlig struktur med riktlinjer, regler och rutiner när det gäller drönarflygningen och bearbetning av drönardata låter en organisation skapa goda och trygga arbetsförhållanden:

1. Policy Drönardata
2. Beställning Drönardata
3. Checklista inför flygning
4. Operativa procedurer: Checklista under flygning
5. Checklista efter flygning

Policy Drönardata

1. Syftet. Vad är syftet med drönardata?
2. Målgrupp. Vem riktar sig policyn till?
3. Beteende. Hur ska medarbetare eller företaget bete sig för att följa policyn?
4. Ansvarig. Vem är det som ska kontrollera att policyn följs? Vem ska kontaktas om någon upptäcker att reglerna inte följs?
5. Kategori. Ange om det är en policy, riktlinje, anvisning eller instruktion.
6. Beslut. Vem tog beslutet om policyn och när?

Beställning Drönardata Nacka kommun

1. Beställarens namn och efternamn, samt kontaktinformation
2. Info om projektet som ansvarsnummer, projektnummer, faktureringsinformation
3. Projektområdet inritad in i en karta
4. Kort info om projektet
5. Val av datatyp
6. Beskrivningen av behov av data
7. Önskat leveransdatum

Checklista inför flygning

1. Sker flygningen inom 150 m från byggnader eller över människor?

Om ja, måste flygningen ske inom den specifika kategorin, sök tillstånd hos Transportstyrelsen

1. Sker flygningen inom ett restriktionsområde

Om ja, måste flygningen ske inom den specifika kategorin, sök tillstånd hos Transportstyrelsen

2. Sker flygningen inom kontrollzonen för en flygplats?

Om ja, måste flygningen ske inom den specifika kategorin, sök tillstånd hos Transportstyrelsen

3. Sker flygningen i en nationalpark eller ett naturreservat med begränsningar för drönaranvändning?

Om ja, sök tillstånd hos Länsstyrelsen

4. Planera flygrutten
5. Planera kontrollpunkter för markstödet
6. Kontrollera vädret inför flygningen
7. Kontrollera risker inom flygområdet
8. Kontrollera drönarens status
9. Kontrollera fjärrpilotens status

Operativa procedurer: Checklista under flygning - Transportstyrelsen

1. Finns det några frekvensstyrningar som påverkar video och mottagare?
2. Behöver kompassen kalibreras?
3. Är foto- och videoutrustningen korrekt monterad?
4. Är startplatsen säkrad?
5. Starta radiosändaren först, därefter drönaren och sist annan eventuell kringutrustning.
6. Starta kamerasystemet (om tillämbart).
7. Är alla spakar i neutralläge?
8. Fungerar systemen för fjärridentifiering som de ska?
9. Starta!
10. Håll hela tiden fingrarna på radiosändaren.
11. Flyg inte över 120 meter ovanför mark (i okontrollerat luftrum) och håll drönaren inom synhåll.
12. Stig till optimal höjd för att minska risker eller oväsen.
13. Undvik att flyga över människor, djur, elektriska ledningar och byggnader.
14. Stör inga pågående räddningsinsatser.
15. Landa genast drönaren om en helikopter eller någon annan lågt flygande farkost närmar sig.
16. Kontrollera landningsområdet så att det inte finns hinder eller någon annan fara.
17. Landa drönaren med säkert avstånd från hinder och människor.
18. Stäng av strömmen till drönaren.
19. Stäng av strömmen till kameran eller annan utrustning.
20. Okulärbesikta: titta efter skador och onormalt slitage.
21. Ta ut batterierna, ladda upp dem och förvara på säkert ställe

Checklista efter flygning

1. Skriv flyglogg
2. Kontrollera om det krävs spridningstillstånd för insamlade drönarbilder eller video
3. Kontrollera för personuppgifter
4. Bearbeta insamlade data
 - a. Drönarbilder
 - b. Video
 - c. Punktmoln
5. Förädla data
 - a. Ortofoto
 - b. Mark- eller ytmodell

Organisation för drönarflygning i Nacka kommun

Den här organisationen skapades innan de nya reglerna för drönarflygning infördes (1 januari 2021) och kommer även att användas för framtida flygningar inom den öppna kategorin. Drönarorganisation på Nacka kommun består av drönaroperatör som är ansvarig, fjärrpiloter som utför flygningen och GIS-ingenjören som bearbetar drönardata.

➤ Drönaroperatör

- Biträdande gruppchef på Bygg- och anläggning, Nacka kommun

➤ Fjärrpilot

- Planering av uppdraget, samanställning av checklistor, flygning, dokumenthantering, leverans och fakturering till beställare

➤ Co-pilot

- En person som assisterar fjärrpiloten och bevakar omgivning och utrustning vid flygningen
- Kräver inget kompetensbevis

➤ GIS-ingenjör

- Databearbetning, datarutiner, kvalitetssäkring och kontroll av produkter
- Kräver speciella kompetenser inom fotogrammetrimjukvaran

Skaffa programvara för ruttplanering

Införskaffa programvara för ruttplanering och kontroll av drönarflygning. Det finns flera ”Drone mapping” appar”, Nacka kommun har valt att använda *MapPilot* av *Maps made Easy*.

Skaffa programvara för databehandling

Skaffa en programvara för behandling av flygbilder. Nacka kommun använder *Agisoft Metashape* för framställning av ortofoto och markmodeller.

Skaffa kompetens i databehandling

Behandling av drönardata kräver större kunskap inom fotogrammetri och programvaran för framställning av ortofoto och markmodeller. I Nacka kommun utförs databehandlingen av en GIS-ingenjör på Lantmäterienheten.

Specifik kategori

Checklista för att komma i gång med drönare inom den specifika kategorin

- Val av drönartyp
- Registrering av operatör
- Ansökan om operativt tillstånd
- Utbildning fjärrpilot
- Riktlinjer, regler och rutiner
- Organisation (se motsvarande punkt i checklistan för öppen kategori ovan)
- Skaffa programvara för ruttplanering (se motsvarande punkt i checklistan för öppen kategori ovan)
- Skaffa programvara för databehandling (se motsvarande punkt i checklistan för öppen kategori ovan)
- Skaffa kompetens i databehandling (se motsvarande punkt i checklistan för öppen kategori ovan)

Val av drönartyp

För flygningar inom den specifika kategorin används högpresterande och professionella drönare som är större och kan bära en laserskanner.

Enligt Transportstyrelsen riktlinjer om tillståndstyper skiljer man mellan olika behov beroende på var man ska flyga och verksamhetsbehov.

Registrera operatör

1. Säkerställa att du är firmatecknare eller att du har behörighet för att registrera sig som drönaroperatör för din organisation
2. Förbereda viktig information och bevis (Se kapitlet Krav på fjärrpiloter och operatörer s. 23)
3. Registrering via Transportstyrelsens Drönarsida

Ansökan om operativt tillstånd och utbildning av fjärrpilot

1. Välj den tillståndstyp för operativ auktorisation som är lämplig för organisationen. På Transportstyrelsens webbsida finns det information om vilka krav på utbildning för fjärrpiloter som krävs för respektive tillståndstyp: <https://www.transportstyrelsen.se/sv/luftfart/Luftfartyg-och-luftvardighet/dronare/tillstand-for-dronare/kategori-specifik/>
2. Ansöka om operativt tillstånd
<https://www.transportstyrelsen.se/sv/Blanketter/Luftfart/Flygoperativt/ansokan-pdra-sora/>

3. Genomför en riskanalys enligt kraven i ansökan om operativt tillstånd
4. Genomför en utbildning av fjärrpiloten enligt kraven i operativt tillstånd hos Transportstyrelsen eller en auktoriserad drönarskola (ADS) enligt tillståndstyp LUC:
<https://www.transportstyrelsen.se/sv/luftfart/Luftfartyg-och-luftvardighet/dronare/dronarkort-och-utbildning/>
5. Komplettera din ansökan om operativt tillstånd med dokumentation om fjärrpilotens kompetens utfärdad av Transportstyrelsen eller ADS samt med lämplig dokumentation hur kraven uppfylls i din organisation

Riktlinjer, regler och rutiner

Riktlinjer och rutiner beskrivs i varje tillståndstyp man ansöker om. När rutinerna är klara och kvalitetssäkrade, ska de bifogas tillståndsansökan. Nedan visas ett exempel på rutiner.

1. Driftmanual <https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/luftfart/dronare/tillstand/amc1-gm1-uas.spec.0303e---om-conops-erp.pdf>
2. Förberedelser
3. Flygning
4. Efterarbete
5. Träning, utbildning
6. ERP (Emergency Response Plan)
<https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/luftfart/dronare/tillstand/amc1-gm1-uas.spec.0303e---om-conops-erp.pdf>
7. Underhållinstruktioner

Nacka kommun och flygning inom den specifika kategorin

Bygg- och anläggningsenheten har tagit fram riktlinjer för hur geodetiska underlag ska tas fram och användas i projekten. Huvudregeln i riktlinjerna är att geodetiska underlag ska tas fram före projekterings start och tillhandahållas den upphandlade projekteringsorganisationen. I riktlinjerna beskrivs även att geodetiska underlag tas fram av kontrakterade inmättningskonsulter samt hur arbetsfördelningen mellan de olika rollerna Byggprojektledare, Projekteringsledare och Datasamordnare ser ut. Viktiga beslut och koordinering av projekt på Bygg- och anläggningsenheten fattas av AMA-gruppen som består av Projektcheferna och konsultstöd.

Checklista för beställning av drönardata av kontrakterade inmättningskonsulter:

1. **Byggprojektledare Nacka kommun** kontaktar **AMA-gruppen i Nacka kommun** med beskrivning av projektet för avrop av konsulterna
2. **Byggprojektledare Nacka kommun** med en tilldelad **Uppdragsamordnare konsult** definierar behov av inmätningar i projektet och sammanställer en Beställningsblankett
3. **Uppdragsamordnare konsult** återkopplar till **Byggprojektledare Nacka kommun** med en uppskattad budget och en tidplan.

4. **Uppdragsamordnare konsult** levererar inmätningar till **Datasamordnare Nacka kommun** som ansvarar för lagring och leverans av data till projektet.

Organisation och roller inom Nacka kommun och anlitade konsulter:

Organisation Nacka kommun:

- **Uppdragsledare**
 - Viktiga aktiviteter och beslut om behovet och beställningen av drönardata– AMA gruppen på Nacka kommun (Projektcheferna och konsultstöd)
- **Byggprojektledare**
 - Avrop av konsulterna, sammanställning av beställningsblankett
- **Datasamordnare Nacka kommun**
 - Lagring av drönardata, leverans till projektet

Organisation 5D konsulterna:

För att utföra drönarflygningar av den kapacitet som vi gör krävs tillstånd inom Specifik kategori hos Transportstyrelsen. Inom den specifika kategorin finns olika nivåer av krav baserat på den typ av tillstånd man söker inom kategorin. Följande rekommendationer ställs på det flygbolag vars organisation som ska innehålla tillståndet:

- **Drönaroperatör:**

En juridisk person. Då är det någon inom den juridiska personen som har firmateckningsrätt (tex kommunchef/VD) som registrerar sig som operatör hos Transportstyrelsen.
- **Fjärrpilot:**

Piloterna som organisationen utsett att flyga operatörens luftfarkoster.
- **Teknisk chef/ underhållsansvarig**

Ser till att alla drönare har senaste mjukvara och är luftvärdiga och att serviceintervaller följs och dokumenteras.
- **Accountable manager (AM)/ Verksamhetschef**

Hjälper operatören att driva flygbolaget då firmatecknaren hos Drönaroperatören, inte har tid eller kunskap i att driva ett flygbolag. AM ser till att det finns ekonomiska och andra förutsättningar att driva ett flygbolag och att alla sköter sina roller och har rätt verktyg och andra förutsättningar (tex utbildning) för att utföra sin uppgift. Det kan vara så att operatören vill att det ska sparas in på kostnadskrävande bitar som tex underhåll, men då ska AM med sin expertis kunna säga att man måste ha dessa bitar på plats och att man måste ta den kostnaden som operatör, annars följer man inte regelverket.
- **Chief of UAS operations (CUO)/ Operationellt ansvarig:**

Har ett övergripande ansvar för den dagliga driften. Denne ser till att piloterna har rätt utbildning, att tekniska chefen gör sitt jobb, att rätt tillstånd finns för den tänkta flygningen, annars hjälper till att söka tillstånd, förmodligen tillsammans med AM. Denna roll kan även innebära att se till att det finns lämpliga

försäkringar. Rollen innebär att man med hjälp av tex en AM ser till att det finns likvida medel för att upprätthålla organisationen.

Rent konkret så kan alla dessa roller innehas av samma person. Dock finns anledning att ha olika personer på de olika rollerna så det inte uppstår intressekonflikter. Viktigt är att det finns tydliga rollbeskrivningar och kunskap om vad de olika rollerna innebär och de krav som ställs. Desto högre tillstånd som söks hos Transportstyrelsen, desto större krav ställs på organisationen och de olika rollerna.

Referenser

- 5D Konsulterna AB. (2022). *5D Konsulterna*. Hämtat från Microdrones: <https://5d-konsulterna.se> den 11 februari 2022
- European Union Aviation Safety Agency. (2019). *EU wide rules on drones published*. Hämtat från <https://www.easa.europa.eu/newsroom-and-events/news/eu-wide-rules-drones-published> den 11 februari 2022
- Integritetsskyddsmyndigheten. (2021). *Introduktion till dataskyddsförordningen*. Hämtat från <https://www.imy.se/privatperson/dataskydd/introduktion-till-gdpr/> den 11 februari 2022
- Luftfartsverket. (den 12 Januari 2022). *DroneChart*. Hämtat från Drönarkarta: <https://daim.lfv.se/echarts/dronechart/> den 12 Januari 2022
- Naturvårdsverket. (den 12 Januari 2021). *Skyddad natur*. Hämtat från Skyddad natur Naturvårdsverket: <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>
- Sjöfartsverket. (2022). *Spridningstillstånd*. Hämtat från <https://www.sjofartsverket.se/sv/tjanster/sjokortsprodukter/digital-data/djupdata---detaljerad-information/spridningstillstand/#ansokan> den 11 februari 2022
- Lantmäteriet. (den 12 Januari 2022). *Spridningstillstånd*. Hämtat från Lantmäteriet: <https://www.lantmateriet.se/sv/webb/spridningstillstand/>
- Svall, R. (den 30 November 2021). Användning av drönare 5D och Nacka kommun. (K. Engström, & J. Canjuga, Intervjuare)
- Sveriges Nationalparker. (den 11 februari 2022). *Sveriges Nationalparker*. Hämtat från <https://www.sverigesnationalparker.se/park/> den 11 februari 2022
- Sveriges riksdag. (2010). *Luftfartsförordning (2010:770)*. Hämtat från https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/luftfartsforordning-2010770_sfs-2010-770 den 11 februari 2022
- Sveriges riksdag. (2010). *Luftfartslag (2010:500)*. Hämtat från https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/luftfartslag-2010500_sfs-2010-500 den 11 februari 2022
- Swedish Standard institute. (2013). *Teknisk specification SIS-TS 21144 :2013*. Hämtat från <https://www.sis.se/api/document/preview/99227/> den 11 februari 2022
- Transportstyrelsen. (Kvartal 1 2021). *Drönare - utbildningsmaterial*. Hämtat från <https://transportstyrelsen.se/globalassets/global/luftfart/dronare/utbildningsmaterial/dronare-a2-utbildning.pdf> den 11 02 2022
- Transportstyrelsen. (den 25 November 2021). *Transportstyrelsen*. Hämtat från Drönare: <https://www.transportstyrelsen.se/sv/luftfart/Luftfartyg-och-luftvardighet/dronare/> den 10 Januari 2022
- Transportstyrelsen. (2022). *Transportstyrelsens föreskrifter om obemannade luftfartyg TSFS 2022:1*. Hämtat från <https://www.transportstyrelsen.se/sv/Regler/ts-foreskrifter-i-nummerordning/2022/> den 11 februari 2022

Wikipedia. (2022). *Georefrencing*. Hämtat från

<https://en.wikipedia.org/wiki/Georeferencing#:~:text=In%20other%20words%2C%20georeferencing%20means%20to%20associate%20a,raster%20image%20of%20a%20map%20with%20spatial%20locations>, den 11 februari 2022