



Optimering av processflöde vid räddningstjänstens videofilmning med drönare

Stöd till räddningstjänsten i akuta ras- och skredsituationer

Anna Kjellin

Uppdragsgivare: Lantmäteriet (MSB 2:4)

2020-12-16

Uppdragsledare:	Anna Kjellin
Granskare:	Karin Odén
Handläggare:	Anna Kjellin, Karin Odén, Hans Jonsson, Mats Öberg
Diariernr:	1903-0220
Uppdragsnr:	19070
Totalt antal sidor	48

Hänvisa till detta dokument på följande sätt:

Kjellin, A 2020, Optimering av processflöde vid räddningstjänstens videofilmning med drönare, Stöd till räddningstjänsten i akuta ras- och skredsituationer, Statens geotekniska institut, SGI, Linköping, 2020-12-16.

Foto på omslag: Karin Odén, SGI

Förord

Sedan 2015 finns på SGI en TiB-funktion, en Tjänsteman i Beredskap, med uppgift att bistå räddningstjänsten vid akuta ras- och skredsituationer. Under de senaste åren har SGI med hjälp av MSB:s anslag för krisberedskap (anslag 2:4) utvecklat verktyg för att bättre kunna stötta räddningstjänsten i dessa situationer.

Under 2014–2015 utvecklades Räddningstjänstportalen (<http://gis.swedgeo.se/rtj/>), ett webbaserat fältstöd för kommunikation mellan räddningstjänsten och sakkunniga myndigheter. Under 2017–2018 utvecklades det så kallade Plan- och profilverktyget, ett GIS-verktyg för att i ett akut skede snabbt kunna generera markprofiler från bland annat drönardata och göra överslagsberäkningar av markstabilitet.

Detta projekt har som mål att på automatisk väg nyttja video från räddningstjänstens egna drönare, för att snabbt kunna ta fram en tillförlitlig terrängmodell och bildmosaik i ett akut skede. Projektet knyter an till de båda verktygen ovan och är ytterligare ett led i förbättringen av stödet till räddningstjänsten. Liksom de tidigare projekten ovan har detta projekt finansierats med hjälp av MSB 2:4-medel.

Utvecklingsarbetet har i huvudsak utförts av medarbetare på FOI och SGI, under ledning av Lantmäteriet. Räddningstjänsten Storgöteborg har genomfört praktiska fältförsök.

Styrgruppen har bestått av representanter från FOI, Lantmäteriet, MSB, Räddningstjänsten Storgöteborg, SGI och Södra Bohusläns Räddningstjänstförbund.

Projektets resultat och slutsatser presenteras i denna rapport. Rapporten vänder sig framför allt till räddningstjänster och SGI:s TiB-funktion, men kan vara av intresse även för andra aktörer som är verksamma inom krisberedskapsområdet och/eller intresserade av att implementera ett automatiserat flöde för processering av drönardata i sin egen organisation.

Bilaga 2 och 3 är sammanställda av Max Holmberg, FOI. Rapporten har granskats av Karin Odén, SGI.

Samtliga foton/illustrationer är framtagna av SGI där ej annat anges.

Anna Kjellin

Uppdragsledare

Karin Odén

Granskare

Innehållsförteckning

Sammanfattning	6
1 Bakgrund.....	9
2 Syfte och mål	12
3 Utveckling av processflöde från video till bildmosaik/terrängmodell.....	13
3.1 Förutsättningar och avgränsningar	13
3.2 Föreslaget processflöde vid projektstart.....	13
3.3 Metod A – strömning av video under flygning	14
3.4 Metod B – uppladdning av video efter landning	15
3.5 Beskrivning av slutligt processflöde (Metod B)	16
4 Spridningstillstånd.....	22
4.1 Generellt om spridningstillstånd för drönare	22
4.2 Särskilt spridningstillstånd för Räddningstjänst	22
4.3 Automatiserad ansökan om spridningstillstånd.....	23
5 Utvärdering av processflödet (Metod B) vid skredområdet i Lökeberg, Kungälv.....	24
5.1 Tidsåtgång för processering	25
5.2 Bildmosaiker.....	27
5.3 Ytmodeller (DSM)	36
6 Slutsatser samt förslag till fortsatt arbete	41
Referenser.....	43

Bilagor

1. Lantmäteriets information till Sveriges Räddningstjänster avseende tillståndsplikten för spridning av fotografier och liknande registreringar från luftfarkost
2. Processbeskrivning – Systemadministratör
3. Processbeskrivning – Räddningstjänst/SGI:s TiB-funktion

Sammanfattning

SGI:s TiB-funktion, Tjänsteman i Beredskap, stöttar räddningstjänster i akuta ras- och skredsituationer. I ett akut skede vill räddningstjänsten ha ett snabbt svar på frågor som handlar om säkerhet för människor och egendom. SGI:s TiB-funktion bistår räddningstjänsten genom att göra bedömningar av markstabiliteten och ge rekommendationer om lämpliga åtgärder för att förhindra/begränsa skador.

En förutsättning för att SGI ska kunna göra relevanta beräkningar av markstabilitet är att man har tillgång till en tillförlitlig (högupplöst och aktuell) terrängmodell/ytmodell. Har man dessutom tillgång till en högupplöst och aktuell bildmosaik kan man också dra nytta av rent visuella detaljer, såsom förekomst av marksprickor, lutande träd, skador på byggnader med mera, vilket underlättar tolkningen av rasets/skredets utbredning och därmed avgränsningen av säkra zoner.

Då ett ras eller skred har inträffat kan inte Lantmäteriets höjdm modell/ortofoto användas för att fånga upp de plötsliga förändringar av marken som raset/skredet har givit upphov till. Dessa förändringar i terrängen kan i princip bara fångas med drönare, givet de tidsramar som finns i ett akut skede.

SGI har egna drönare som kan nyttjas för detta ändamål, men beroende på var i landet raset/skredet sker, kan det ta tid för SGI att komma ut på plats. Räddningstjänsten är den organisation som är först på plats i ett akut skede och många räddningstjänster har redan idag, eller kommer att ha, tillgång till drönare. För att spara tid i ett akut skede undersöks i detta projekt möjligheten att på ett snabbt och automatiserat sätt skapa en tillförlitlig ytmodell/bildmosaik utifrån från strömmad video direkt från räddningstjänstens egna drönare.

Projektet har haft som mål att ta fram följande:

- En fullt funktionell prototyp som inom 1-2 timmar hanterar och automatiserar hela processflödet – från påbörjad flygning till färdig ortomosaik och ytmodell.
- En öppen beskrivning av processflödets byggstenar.
- Ett avslutande seminarium och demonstration samt slutrapport.
- Lantmäteriet har ett övergripande ansvar för att ge spridningstillstånd enligt lagen om skydd för geografisk information. En del i ovanstående process innefattar också script för att så automatiserat som möjligt skapa en sådan ansökan om spridningstillstånd till Lantmäteriet.

Utgångspunkten i arbetet har varit att ta fram ett flöde som fungerar för i första hand DJI-drönare och appen DJI-Go, då majoriteten av Sveriges räddningstjänster använder sig av denna utrustning. En annan utgångspunkt har varit att flödet ska fungera för såväl äldre som nyare drönarmodeller.

Inom projektet har två metoder för hantering av video undersökts; dels strömning av video direkt under flygning (Metod A) och dels uppladdning av video efter landning (Metod B). Under projektets gång har svårigheter med Metod A identifierats och utveckling av denna metod har i slutändan inte kunnat rymmas inom detta projekt. Detta

har inneburit att framtaget processflöde utgår ifrån att räddningstjänsten landar drönaren och laddar upp video manuellt efter avslutad flygning (Metod B).

Resultatet av projektet är ett halvautomatiserat processflöde, som inom 1 timma hanterar kedjan från flygstart till färdig ytmodell/bildmosaik.

Processflödet har under projektets gång testats i fält vid olika tillfällen. Under själva utvecklingsfasen har FOI gjort mindre övningar för att verifiera funktionaliteten. Det slutliga processflödet har också testats av Räddningstjänsten Storgöteborg och SGI vid skredområdet i Lökeberg, Kungälv kommun.

Skredet i Lökeberg inträffade under projektets gång, i november 2019. Processflödet var då inte på plats och kunde inte testas i praktiken. I samband med räddningstjänstens insats utfördes dock flera professionella drönarflygningar över området, vilket gör att det finns ett högupplöst referensmaterial ("facit") för både bildmosaik och ytmodell. Under april 2020 gjorde projektet därför ett antal testflygningar över skredområdet och resultatet från dessa flygningar har därefter jämförts mot det högupplösta referensmaterialet för att få en bild av kvalitén.

Utifrån testflygningarna vid skredområdet i Lökeberg har projektet dragit följande slutsatser:

- Tidsåtgång för processering
Det framtagna processflödet sparar tid i det akuta skedet. Processen från flygstart till färdig ytmodell/bildmosaik tog i testerna under 1 timma. Förutom själva tidsvinsten har det framtagna processflödet också fördelen att processeringen av räddningstjänstens filmer görs automatiskt så snart det kommer in på SGI:s server, det vill säga data kan tas om hand av SGI när som helst på dygnet utan manuell handpåläggning, samt att processeringen görs på exakt samma sätt varje gång.
- Bildmosaiker
De framtagna bildmosaikerna har en något lägre upplösning än mosaiken framtagen med professionell drönare; ca 4 cm/pixel jämfört med ca 2 cm/pixel. Den relativa noggrannheten i plan uppskattas till ca 1-2 dm i medeltal. Den absoluta noggrannheten varierar mellan testflygningarna, men medelfelet i plan uppskattas till ca 1,2 m respektive 1,8 m för de flygningar som gjordes med lägre hastighet och hela 2,6 m för den flygning som gjordes med högre hastighet. Den framtagna bildmosaikerna är en mycket värdefull hjälp för att detektera visuella förändringar, såsom marksprickor, lutande träd mm. I synnerhet i de fall då SGI inte har möjlighet att själva ta sig ut på plats och göra en okulär besiktning inom de närmsta timmarna efter raset/skredet, eller då det på grund av omständigheterna på plats är svårt att göra en okulär besiktning av området.
- Ytmodeller (DSM)
De framtagna ytmodellerna har lägre upplösning än ytmodellen framtagen med professionell drönare; ca 16cm/pixel jämfört med 4 cm/pixel. På samma sätt som

med bildmosaiken så avviker ytmodell och genererade höjdprofiler något jämfört med motsvarande underlag framtaget med professionell drönare.

I fallet med skredet vid Lökeberg kan man dock konstatera att ytmodellen och höjdprofilerna hade varit ett mycket värdefullt underlag i inledningskedet av insatsen, inte minst för att snabbt kunna göra överslagsberäkningar av markstabilitet och för att på ett tidigt stadium kunna rikta in vidare geotekniska undersökningar i fält.

Detaljerade beskrivningar av processflödet finns i Bilaga 2 och Bilaga 3 till denna rapport. Bilaga 2 vänder sig till systemadministratörer (eller motsvarande), som vill implementera ett liknande flöde i sin egen organisation. Bilaga 3 vänder sig till Räddningstjänst/SGI:s TiB-funktion.

Sammanfattningsvis har det framtagna processflödet goda förutsättningar att effektivisera SGI:s stöd till räddningstjänsten vid akuta ras- och skredhändelser, i synnerhet i de fall då SGI inte har möjlighet att snabbt komma ut på plats för en bedömning. En förutsättning för detta är dock en framgångsrik implementering, så att effekten blir en bred användning hos landets räddningstjänster. Ett förslag till fortsatt arbete är därför en utbildningsinsats som riktar sig till både räddningstjänster och SGI:s TiB-funktion, för att kunna förankra, utvärdera och förbättra det framtagna processflödet.

Även om tillämpningen här är ras och skred är resultaten allmänt tillämpbara i så mening att alla organisationer inom totalförsvaret som har drönare kan ha användning av det framtagna processflödet. Under arbetets gång har kontakter tagits med andra projekt, såsom UAS 2.0 och BeViS. Det är viktigt att upprätthålla kontakten med dessa projekt framöver, för att fortsätta dra nytta av varandras erfarenheter.

1 Bakgrund

SGI:s TiB-funktion, Tjänsteman i Beredskap, stöttar räddningstjänster i akuta ras- och skredsituationer. I kontakter med räddningstjänster har säkerhetsfrågorna vid akuta ras och skred poängterats. Ett initialt skred eller ras följs ofta av följdscred och risksituationen kring en plats med pågående eller nära förestående skred är mycket svårbedömd. Frågeställningar som räddningstjänsten vill ha ett snabbt svar på handlar om säkerhet för människor och maskiner. Inom vilka områden kan räddningstjänstpersonal vistas säkert? Vilka områden är föremål för avspärning/avgränsning/utrymning?

Under 2017-2018 genomfördes projektet Stöd till Räddningstjänsten och USAR-team i akuta ras- och skredsituationer - webbaserade GIS-verktyg för generering av markprofil och överslagsberäkning av markstabilitet för riskminskande åtgärder [1]. Inom detta projekt utvecklades det så kallade Plan- och profilverktyget [2], ett GIS-verktyg som gör att SGI i ett akut skede snabbt kan generera markprofiler från olika typer av höjddata och göra överslagsberäkningar av markstabilitet. I samband med detta projekt lyfte räddningstjänsten frågan kring tidsaspekten för assistans via SGI:s TiB. Man pekade på behovet av att snabbt få ett bättre underbyggt stöd.

En förutsättning för att SGI ska kunna göra relevanta beräkningar av markstabilitet är att man har tillgång till en tillförlitlig (högupplöst och aktuell) terrängmodell. Har man dessutom tillgång till en högupplöst och aktuell bildmosaik kan man också dra nytta av rent visuella detaljer, såsom förekomst av marksprickor, lutande träd, skador på byggnader mm, vilket underlättar tolkningen av rasets/skredets utbredning och därmed avgränsningen av säkra zoner.

Lantmäteriets Ortofoto i 0,25/0,5m upplösning tillsammans med Lantmäteriets höjdmodell i 1m upplösning ger normalt en god bild av terrängen, men kan givetvis inte användas för att fånga de plötsliga geometriska förändringar som uppstår vid ett ras/skred. Dessa geometriförändringar kan i princip bara fångas med drönare, givet de tidsramar som finns i ett akut skede.

SGI har under de senaste åren införskaffat egna drönare och genomfört olika övningar för att utvärdera användbarheten inom bland annat räddningstjänstillämpningar. SGI:s drönarutrustning består av två enklare och vanligt förekommande drönare (DJI Mavic Pro respektive DJI Mavic Pro Platinum). De övningar som har gjorts visar att drönare är mycket användbara vid överslagsberäkningar av markstabilitet, under förutsättning att man flyger "systematiskt" (enligt ett rutnät där överlappet mellan bilderna är stort), med foto (det vill säga ej video) och med lodbilder (det vill säga kameran vinklad rakt nedåt).

Att skicka ut en av SGI:s drönarpiloter till ett ras-/skredområde kan dock vara tidsödande, om raset/skredet sker långt ifrån något av SGI:s kontor. I akuta skeden finns i regel inte heller tid för systematiska flygningar med lodbilder – det är video som gäller.

Räddningstjänsten är de som är först på plats och många har redan idag, eller kommer inom en snar framtid att ha, enklare konsumentdrönare (några räddningstjänster har också mer avancerad utrustning). Om man i ett akut skede kan nyttja video från

räddningstjänstens egna drönare för att skapa en tillförlitlig bildmosaik/terrängmodell skulle detta innebära en stor förbättring i SGI:s stöd till räddningstjänsten. Detta under förutsättning att bearbetningen från video till ytmodell sker snabbt och automatiserat.

I dialog mellan SGI och Räddningstjänsten formulerades därför följande projektidé: Går det att skapa en tillförlitlig terrängmodell/ortomosaik utifrån strömmad video, från Räddningstjänstens egna drönare, på automatisk väg, inom 1-2 timmar? Dialog inleddes med Lantmäteriet, FOI och MSB och ett gemensamt projektförslag togs fram.

Inför 2019 sökte Lantmäteriet, som medlem i SOGO, Samverkansområde Geografisk Information, MSB2:4-medel för projektet "Optimering av processflöde vid räddningstjänsts videofilmning med drönare, från flygstart till bildmosaik och terrängmodell". Projektet beviljades medel i mars 2019 och i Tabell 1 visas den projekt- och referensgrupp som har deltagit i arbetet under projektets gång.

Organisation	Namn	Roll
Lantmäteriet	Sven Vasseur	Projektledare
Statens geotekniska institut, SGI	Anna Kjellin	Teknisk projektledare
	Mats Öberg	Biträdande teknisk projektledare
	Karin Odén	Sakkunnig, Geoteknik TiB-org (projekttagare)
	Hans Jonsson	Sakkunnig, systemintegration (projekttagare)
Totalförsvarets forskningsinstitut, FOI	Robert Forsgren	Sakkunnig systemintegration (projekttagare)
	Max Holmberg	Sakkunnig systemutveckling (projekttagare)
	Joakim Rydell	Sakkunnig UAV/Fotogrammetri (projekttagare)
Räddningstjänsten Storgöteborg	Lennart Liljeroth	Sakkunnig, Räddningstjänst (referensgrupp)
	Fredrik Löf	Sakkunnig, Räddningstjänst (referensgrupp)
	Dennis Klaar	Sakkunnig, Räddningstjänst (referensgrupp)
	Daniel Gillesén	Sakkunnig, Räddningstjänst (referensgrupp)
Södra Bohusläns Räddningstjänstförbund	Göran Andtbacka	Sakkunnig, Räddningstjänst (referensgrupp)
	Jimmy Åhs	Sakkunnig, Räddningstjänst (referensgrupp)
Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB	Margareta Nisser-Larsson	Sakkunnig, Ras- och skredfrågor (referensgrupp)
	Joel Brask	Sakkunnig, GIS (referensgrupp)

Tabell 1 Deltagare i projekt- och referensgrupp.

2 Syfte och mål

Målet med detta projekt är att utveckla ett flöde för att SGI på automatisk väg ska kunna ta emot och processera videomaterial från räddningstjänstens egna drönare. Syftet är att SGI i ett akut skede snabbt ska kunna ta fram en tillförlitlig (högupplöst och aktuell) bildmosaik och terrängmodell. Genom att snabbt få detaljerad kunskap om markförhållanden kan mer träffsäkra prediktioner göras om händelseutvecklingen och mer effektiva åtgärder kan vidtas för att förhindra/begränsa skador på personer och egendom.

Projektet ska ta fram följande:

- En fullt funktionell prototyp som inom 1-2 timmar hanterar och automatiserar hela processflödet – från startad flygning till färdig ortomosaik och terrängmodell.
- En öppen beskrivning av processflödets byggstenar.
- Ett avslutande seminarium och demonstration samt slutrapport.
- Lantmäteriet har ett övergripande ansvar för att ge spridningstillstånd enligt lagen om skydd för geografisk information. En del i ovanstående process innefattar också script för att så automatiserat som möjligt skapa en ansökan om spridningstillstånd till Lantmäteriet.

Förvaltning av prototypen ska därefter ske i SGI:s regi.

3 Utveckling av processflöde från video till bildmosaik/terrängmodell

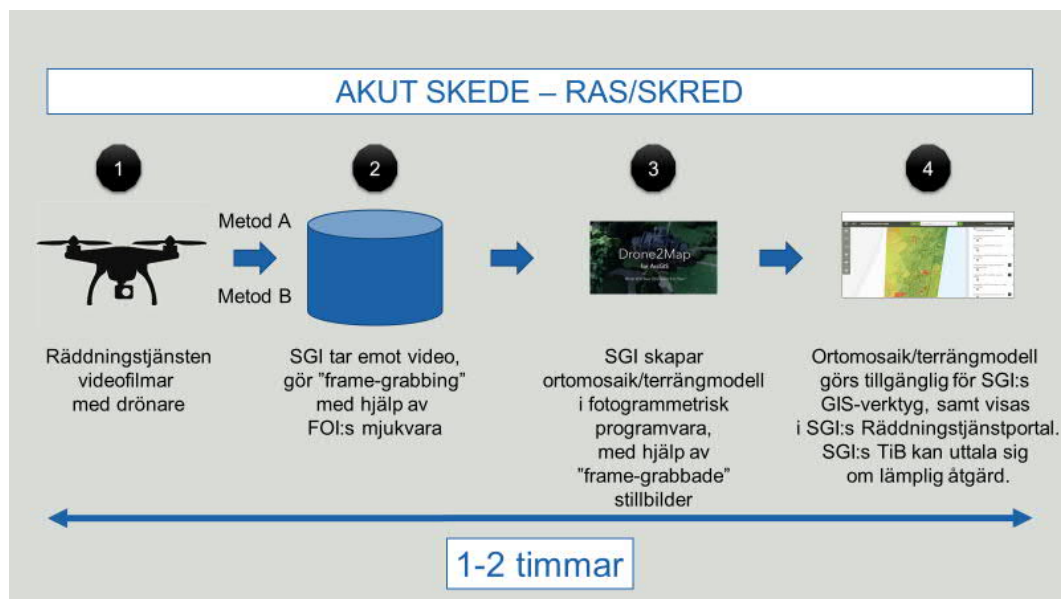
3.1 Förutsättningar och avgränsningar

Det finns många olika drönartillverkare och -modeller tillgängliga på marknaden idag. Detta innebär svårigheter vid utveckling av ett generellt flöde som fungerar med all typ av utrustning och programvara. Av de räddningstjänster som har egna drönare använder majoriteten utrustning från tillverkaren DJI. Drönarmodellerna varierar dock och det förekommer både äldre och mer moderna varianter. Utgångspunkten i arbetet har därför varit att ta fram ett flöde som fungerar för både äldre och nyare modeller av i första hand DJI-drönare.

Strömning av videodata är beroende av existerande infrastruktur när det gäller kommunikation mellan insatsplats och serverplats. Bristande uppkoppling vid insatsplatsen kan göra det omöjligt att strömma video under själva flygningen. Projektet har därför haft som mål att utveckla dels ett flöde för strömning av video under flygning ("Metod A") och ett flöde för uppladdning av video efter avslutad flygning ("Metod B").

3.2 Föreslaget processflöde vid projektstart

I starten av projektet föreslogs ett generellt processflöde enligt Figur 1 nedan.



Figur 1 Föreslaget processflöde vid projektets start.

1. Räddningstjänsten videofilmar med en DJI-drönare och appen DJI-Go.
2. Data från videoupptagningen strömmas till en serverplats på SGI direkt under flygning ("Metod A"), alternativt laddas upp till serverplatsen efter avslutad flygning ("Metod B"). FOI utvecklar script som sätter igång så kallad "framegrabbing" (stillbilder skapas från videodata) på denna server.
3. Stillbilderna bearbetas sedan i fotogrammetrisk programvara, i syfte att ta fram ortomosaik och terrängmodell.

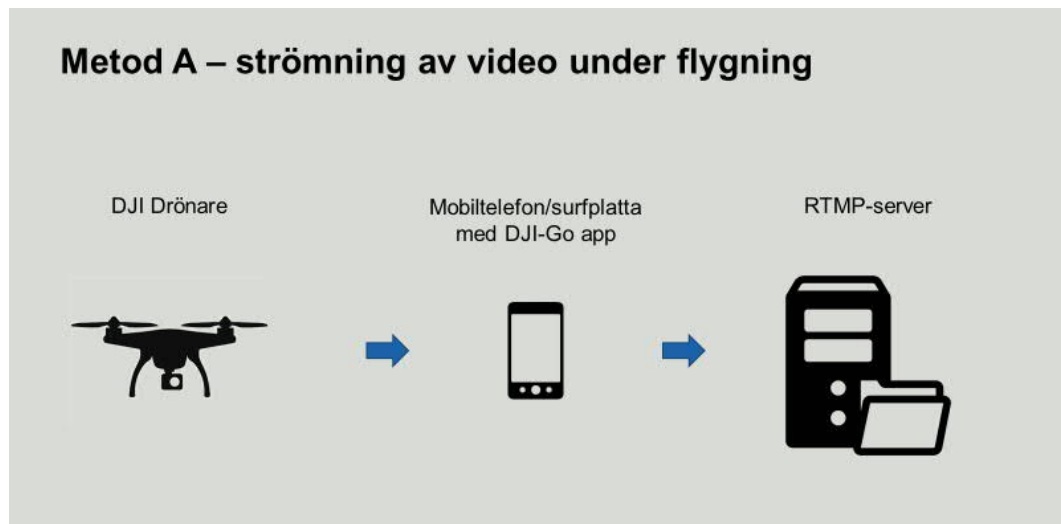
4. Ortomosaik och terrängmodell görs tillgänglig för Räddningstjänsten och SGI:s TiB-funktion i Räddningstjänstportalen [3]. SGI kan här efter räkna på markstabilitet med hjälp av det så kallade Plan- och profilverktyget [2] som utvecklats inom ett tidigare MSB 2:4-projekt under 2017-2018 [1]. Lantmäteriets tjänster för ortofoto och höjddata utgör här ett stöd för att vid behov knyta drönarflygningens plan- och höjdkoordinatsystem till SWEREF 99 TM respektive RH2000. Efter beräkning av markstabilitet kommunicerar SGI rekommendationer till räddningstjänsten i Räddningstjänstportalen.

Utöver de steg som visas i bilden ovan ingick också att undersöka om processen även kan innefatta script för automatiserad ansökan om spridningstillstånd. För mer information om detta, se diskussion under avsnitt 4.

I följande avsnitt redovisas utvecklingen av de två olika metoderna för insamling av video; strömning av video under själva flygningen ("Metod A") respektive uppladdning av video efter landning ("Metod B"). I avsnitt 3.5 sammanfattas det slutliga processflödet.

3.3 Metod A – strömning av video under flygning

Metod A innebär att räddningstjänsten via appen DJI-Go strömmar video direkt till en RTMP-server på SGI under själva flygningen, se Figur 2 nedan. Metoden fungerar för både nyare och äldre modeller av DJI-drönare. En fördel med denna metod är att den är enkel för räddningstjänsten att använda, samt att data snabbt kommer in till SGI:s server. Att strömma video direkt under flygning kan dock innebära lägre upplösning på materialet, jämfört med att ladda upp hela videofilen efter flygning (Metod B). Upplösning varierar dock beroende på drönare och beror också på täckningen mellan drönare och DJI-Go/handkontrollen.



Figur 2 Förenklad bild av Metod A – strömning av video under flygning.

FOI har under projektet genomfört praktiska övningar i fält och konstaterat att själva strömningen från DJI-Go till serverplats samt "frame-grabbingen" (Steg 1 och 2 i Figur 1) fungerar bra. Vid utvärdering av fotogrammetrin (Steg 3 i Figur 1) upptäcktes dock ett problem, då det visade sig att GPS-position inte följer med ut i själva videoströmmen.

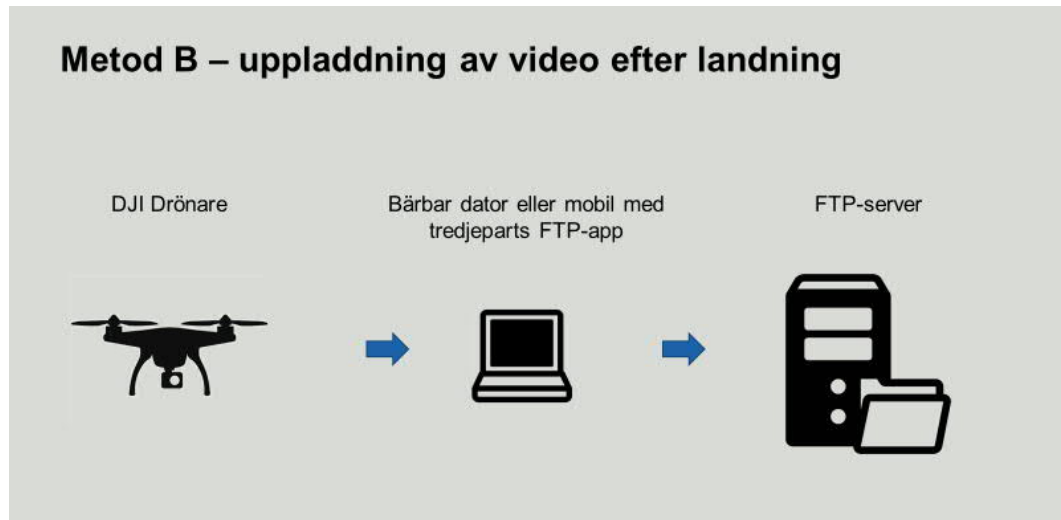
Utan GPS-stämpel på stillbilderna är det inte möjligt att skapa en användbar bildmosaik/terrängmodell.

FOI testade därför att ta fram en modifierad version av DJI-Go-appen med hjälp av DJI:s SDK för konsumentdrönare, Mobile SDK. GPS-koordinaterna tillsammans med videoströmmen gick då att spara ner tillfälligt till mobilen för att sedan automatiskt laddas upp via FTP utan att behöva landa drönaren. Den modifierade DJI-Go-appen var dock ett "proof of concept" för funktionaliteten. För att kunna använda en sådan app i verkligheten skulle det krävas ett stort arbete med att göra ett användargränssnitt och öka mjukvarans robusthet, så att den kan nyttjas av en användare. Dessutom skulle den sannolikt behöva utvecklas både för Android och iOS, samt kräva ytterligare långsiktig finansiering för förvaltning av en sådan app. Utöver detta tillkommer utmaningen att implementera en bred användning av appen hos landets räddningstjänster. Projektet beslöt därför att lägga Metod A åt sidan. Om det i framtiden blir möjligt att utveckla en sådan app är processflödet dock redan förberett för att kunna ta emot detta data.

Ett generellt problem med att använda drönarens GPS som enda positionering är att noggrannheten är låg samt att samplingshastigheten är låg (1 Hz). Det här är ett problem som är svårt att komma runt, då detta är beroende av leverantörens sätt att kommunicera ut data. Här kan vara värt att notera att möjligheterna troligen är bättre om man använder sig av DJI:s professionella drönare med RTK (Real Time Kinematic) GPS, men då räddningstjänsten framförallt kommer att använda vanliga konsumentdrönare är det inte aktuellt i detta projekt.

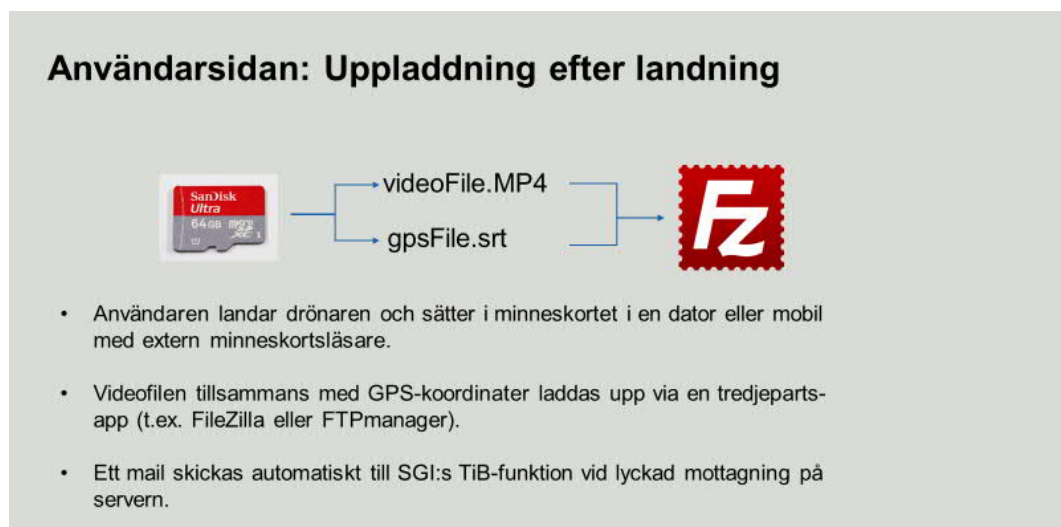
3.4 Metod B – uppladdning av video efter landning

Metod B innebär att räddningstjänsten laddar upp videofilmen/-filmerna till SGI:s server efter landning, se Figur 3. I likhet med Metod A fungerar denna metod för både äldre och nyare DJI-modeller. En fördel med denna metod är att videon förs över i sin helhet, det vill säga upplösningen på materialet påverkas inte under överföringen. Metoden kan också vara det enda rimliga alternativet, i de fall då man har bristfällig mobiltäckning på insatsplatsen och strömning av video under själva flygningen inte är möjlig. En nackdel med denna metod är att överföringen till SGI:s server tar något längre tid jämfört med att strömma direkt via DJI-Go-appen.



Figur 3 Förenklad bild av Metod B – uppladdning av video efter landning.

För räddningstjänsten innebär Metod B att man landar drönaren, plockar ut minneskortet, sätter det i en dator eller mobil med extern minneskortsläsare, varpå man för över materialet till SGI:s server via en FTP-klient, se Figur 4. För vissa drönare ligger information om GPS-position inbakad i själva videofilen (.mp4 eller .mov), men för andra ligger dessa i en separat textfil (.srt). I de fall det finns en separat textfil ska båda filerna föras över till servern.



Figur 4 Beskrivning av hur räddningstjänsten (eller annan användare) går tillväga för att ladda upp video efter landning. Ett mail skickas automatiskt till SGI:s TiB-funktion då filen/filema har laddats upp på servern.

3.5 Beskrivning av slutligt processflöde (Metod B)

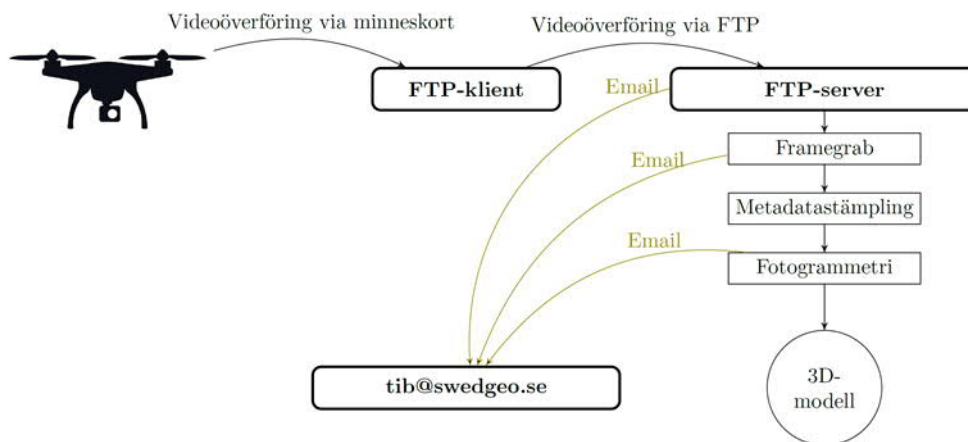
Den slutliga framtagna processen enligt metod B är ett halvautomatiserat flöde som inom ca 1 timma från påbörjad flygning tar fram en bildmosaik/ytmodell.

Överföring av videofil kräver manuell handpåläggning av räddningstjänsten i form av hantering av minneskort och efterföljande uppladdning av filer till SGI:s server.

”Framegrabbing” och fotogrammetrisk behandling är helt automatiska processer och startar så snart filer har laddats upp på SGI:s server. Publicering av bildmosaik/ytmodell i Räddningstjänstportalen är fullt möjlig att automatisera, men är för närvarande en manuell process på grund av framför allt aspekter som rör integritet/sekretess.

3.5.1 Översikt

I Figur 5 visas en översikt av det slutliga processflödet. Räddningstjänsten samlar in videodata över det intressanta området. Videodatan sparas på minneskort och överförs sedan till en dator med mjukvara som stödjer dataöverföring via FTP, t.ex. med hjälp av FileZilla. Servern tar emot videodatan tillsammans med positionsdata och använder det för att skapa en 3D-modell av det aktuella området. Statusuppdateringar skickas automatiskt från servern när delmål är uppnådda.



Figur 5 Översikt av det framtagna processflödet. Bild: Max Holmberg, FOI.

Det slutliga processflödet följer i huvudsak det flöde som föreslogs vid starten av projektet, men tre skillnader finns, se Figur 6:

- Metod A utgick.
Metod A (strömning av video under flygning) utgick, då den involverade utmaningar som bedömdes svåra att komma runt inom ramen för detta projekt, se avsnitt 3.3.
- Programvara för fotogrammetri ändrades.
Under projektets gång upptäcktes att det inte var möjligt att starta Drone2Map från kommandoprompten, vilket gjorde det svårt att automatisera fotogrammetristeget. Projektet valde därför att istället använda sig av programvaran Metashape Professional, där ett Python-API gjorde det möjligt att automatisera det fotogrammetriska steget i processflödet. Värt att notera här är att det i andra organisationer kan vara möjligt att göra detta steg med hjälp av ESRI:s produkter, beroende på vilket licensupplägg man har [4].

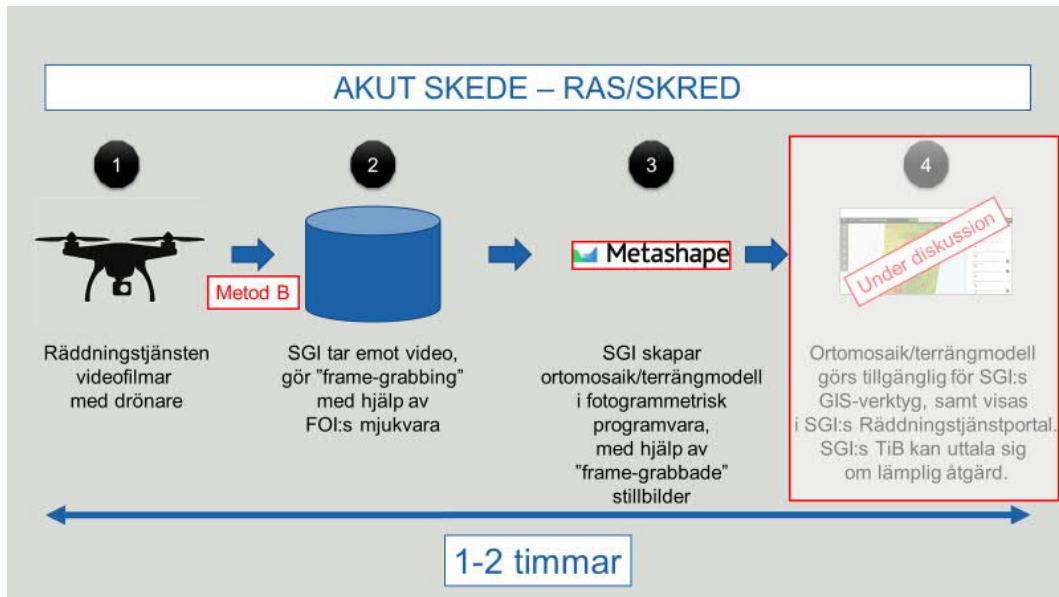
- Publicering av resultat i Räddningstjänstportalen görs inte automatiskt. Det sista steget i det föreslagna processflödet innebär tillgängliggörande av bildmosaik/terrängmodell i Räddningstjänstportalen. Det finns inga tekniska hinder att automatisera detta steg, men under projektets gång har lämpligheten i att automatisera detta steg diskuterats.

Det finns en stor vinst för både räddningstjänsten och SGI:s TiB-funktion att snabbt få en gemensam överblick av ett ras-/skreddrabbat område. Räddningstjänstportalen har fördelen att alla aktörer som är involverade i insatsen ser samma information och kan använda detta för att göra bedömningar inom sitt eget expertområde.

Risken finns dock att materialet innehåller känslig information med avseende på personlig integritet eller sekretess. I värsta fall ligger skadade/döda människor i området och det krävs då en noggrann bedömning av lämpligheten i att publicera den typen av bilder i Räddningstjänstportalen, även om åtkomsten till denna är begränsad och lösenordsskyddad.

Utöver detta finns också en viss risk att bildmosaiken/ytmodellen innehåller rena felaktigheter (det kan t ex handla om problem med drönanrustningen, eller något i den automatiska processeringen som gör att det framtagna underlaget inte är tillförlitligt). Att i fält agera på sådan felaktig information kan innebära negativa konsekvenser.

Rekommendationen från projektet är därför att för närvarande inte inkludera detta steg i den automatiserade processen. Istället bör SGI:s TiB-funktion granska bildmosaiken och i samråd med räddningstjänsten besluta om huruvida den bör publiceras i Räddningstjänstportalen eller inte.



Figur 6 En jämförelse mellan det processflöde som föreslogs vid projektstart och det slutliga processflödet som har tagits fram inom projektet. Tre huvudsakliga skillnader finns: 1) endast Metod B var möjlig att utveckla inom projektet; 2) programvaran Drone2Map (ESRI) byttes ut mot Metashape Professional (AgiSoft); 3) tillgängliggörande av bildmosaik/terrängmodell i Räddningstjänstportalen ingår för närvarande inte i den automatiserade processen, på grund av pågående diskussioner om bland annat integritet/sekretess.

3.5.2 Användarinstruktion i korthet – systemadministratör

Detta avsnitt beskriver kortfattat hur processflödet ser ut på serversidan och vänder sig framför allt till systemadministratörer (eller motsvarande) i organisationer som är intresserade av att implementera ett liknande processflöde i sin egen IT-miljö. Instruktioner riktade till systemadministratör finns beskrivna i sin helhet i Bilaga 2.

Serversn mjukvara

Programmeringsspråket Python har använts för att utveckla den automatiserade processen. FTP-servern är skapad med hjälp av python-biblioteket pyftplib. Servern är tänkt att fungera som en passiv FTP-server. Callback-funktioner är implementerade för att starta sub-processer vid olika händelser.

För att kunna skapa en 3D-modell från video krävs att video konverteras till stillbilder. Denna process kallas för "framegrab". En mjukvara som heter ffmpeg (open-source, se <https://www.ffmpeg.org/>) används för detta steg. En videofil kan vara inspelad med olika bildhastighet, en vanlig hastighet är 30 bilder per sekund. En sådan hög hastighet krävs inte för denna tillämpning och skulle generera stora mängder bilder, därför sker en nedsampling vid konvertering till stillbilder. Default-läget är en bild per sekund, men detta kan enkelt ändras till annan önskad frekvens i en konfigurationsfil.

För att kunna bestämma var någonstans i världen den framräknade 3D-modellen befinner sig krävs att alla bilder som används har GPS-positioner i sin metadata. Denna data finns generellt sett inte med i en videofil (endast positionen då videon startades finns med i videofilens metadata). För att komma runt detta problem kan man använda sig av en funktion som sparar GPS-positioner tillsammans med annan data som en tillhörande

undertext (subtitle). Denna funktion finns inbyggd i drönare från DJI, men måste aktiveras innan inspelning. I undertexten sparas GPS-positionen en gång i sekunden tillsammans med en tidsstämpel som används för att matcha en stillbild till rätt GPS-position. Utöver GPS-position krävs information om kameran för att en så korrekt 3D-modell som möjligt ska kunna skapas, till exempel fokallängd och sensorstorlek. Denna information måste också manuellt läggas till i metadatat och hämtas från en konfigurationsfil. Mjukvaran som används för att stämpla bilder med metadata är exiftool (open-soure, se <https://exiftool.org>).

Utifrån stillbilder kan en 3D-modell skapas genom fotogrammetri. Den mjukvara som används i det här projektet är AgiSofts Metashape Professional edition. Denna mjukvara måste alltså vara installerad på den dator som servern ska köras på.

Konfiguration av servern

För att kunna använda servern krävs att den konfigureras beroende på vilka omständigheter den ska användas under. All konfiguration sker via konfigurationsfiler i JSON-format. Filer har tagits fram för konfiguration av användare, nätverksuppkoppling, drönarmodeller samt fotogrammetriparametrar. Mer information om dessa filer finns i Bilaga 2.

3.5.3 Användarinstruktion i korthet – Räddningstjänst/SGI:s TiB-funktion

Detta avsnitt vänder sig framför allt till räddningstjänsten och SGI:s TiB-funktion.

Metoden ställer vissa krav på utrustning, installation av programvara samt inställningar i DJI-Go. I följande avsnitt ges en kort sammanfattning av vad räddningstjänsten (och i valda delar SGI:s TiB-funktion) behöver tänka på före, under och efter en insats. Instruktioner riktade till räddningstjänsten och SGI:s TiB-funktion finns beskrivna i sin helhet i Bilaga 3.

Före räddningsinsats

Det som behövs för att ladda upp videofiler på SGI:s beräkningsserver är:

- en DJI-drönare med videoinspelningsmöjlighet och minneskort
- en mobil eller surfplatta för att använda DJI-Go-applikationen
- en dator med minneskortsläsare, alternativt en minneskortsläsare till mobil eller surfplatta
- internetuppkoppling till datorn/mobilen/surfplattan

För att kunna ladda upp en videofil till SGI:s server krävs också ett program för att ladda upp filer över FTP. Se mer information i Bilaga 3.

Under räddningsinsats

Innan flygning behöver några inställningar göras i DJI-Go-appen, för att GPS-data ska sparas för videon. Detta gör man med några få klick i appen, efter att man har kopplat upp den till drönaren. Se instruktioner för detta i Bilaga 3.

Under flygning behöver man tänka på att försöka täcka in hela området så noga som möjligt. För att kunna få fram en tillförlitlig bildmosaik/terrängmodell är det optimala att låta kameran titta rakt nedåt (90 grader mot horisontalplanet). Det är också bra att börja

filma först när drönaren är i luften över området som ska undersökas och att stänga av videoinspelningen när drönaren fortfarande är över området (det vill säga undvika att filma start och landning). Det är generellt bättre att flyga på lägre höjd och filma längre tid, än att flyga på hög höjd och försöka få med sig större yta på kort tid.

Det är givetvis svårt att ge en generell rekommenderad flyghastighet, då det är kombinationen flyghöjd/hastighet som i slutändan påverkar filmens användbarhet. En tumregel kan vara att flyga på en höjd om ca 50-75m och med en hastighet om ca 5-10m/s. Flyghöjden är beroende av områdets storlek och karaktär (ett stort och kuperat område med höga träd kräver en högre flyghöjd än ett litet flackare område utan träd osv). För SGI:s geotekniker är det viktigt att filmen går att titta på i efterhand, i en behaglig hastighet utan risk för att bli "åksjuk". För själva framtagandet av bildmosaik/terrängmodell vill man ha också ha en flyghöjd/hastighet som möjliggör stort överlapp mellan de stillbilder som tas fram i processflödet (med hjälp av FOI:s programvara kan dock SGI skruva manuellt på dessa inställningar i efterhand om det behövs).

Efter flygning plockar räddningstjänsten, som tidigare nämnts, ut minneskortet och stoppar in det i en minneskortläsare på dator eller mobil/surfplatta för vidare uppladdning av videofil/-er till SGI:s server. I det FTP-program man har valt att installera behöver man ange adress till SGI:s server samt inloggningsuppgifter. Se mer information i Bilaga 3.

Räddningsledare meddelar SGI:s TiB att data har förts över till SGI:s server (sker även via automatiskt genererade mail från servern).

TiB SGI ritar ut bedömd skredutbredning, säkra zoner, justering av avspärning med datum och detta läggs upp i Räddningstjänstportalen (RTJ FÄLT samt GEOSTAB).

Efter räddningsinsats

Efter avslutad räddningsinsats hålls erfarenhetsåterföringsmöten mellan räddningsledare och SGI:s TiB-funktion.

4 Spridningstillstånd

4.1 Generellt om spridningstillstånd för drönare

Enligt lag (2016:319) och förordning (2016:320) om skydd för geografisk information är spridning av sammanställningar av geografisk information i form av flygfotografier och liknande registreringar från luftfarkost tillståndspliktig.

Det finns ett antal undantag från tillståndsplikten beroende på vad den insamlade informationen innehåller, men generellt gäller att man ska ansöka om spridningstillstånd för det material som samlats in.

Lantmäteriet är enligt regleringen utpekad som ansvarig myndighet för tillståndsgivning avseende svenskt landterritorium. Ansökan om spridningstillstånd görs via Lantmäteriets hemsida. Ansökan är kostnadsfri och beslut om tillstånd meddelas normalt inom fem arbetsdagar.

Mer information om spridningstillstånd finns på Lantmäteriets hemsida:

<https://www.lantmateriet.se/sv/webb/spridningstillstand/>

4.2 Särskilt spridningstillstånd för räddningstjänst

Vid en räddningsinsats finns det ibland behov av att under själva insatsen kunna sprida drönardata till exempelvis räddningsledare eller annan offentlig aktör som är direkt involverad i insatsen. Att ansöka och invänta ett beslut om spridningstillstånd är då inte rimligt, givet de tidsramar man har att göra med under en akut insats.

Lantmäteriet har därför, tillsammans med ett antal räddningstjänster, tagit fram en mall för ett särskilt spridningstillstånd för räddningstjänst. Sveriges alla kommunala räddningstjänster och räddningstjänstförbund som avser att använda foton, film, värmekamera etc. i sin verksamhet har möjlighet att ansöka om ett sådant särskilt spridningstillstånd. Det är alltså inget generellt spridningstillstånd för alla kommunala räddningstjänster, utan varje räddningstjänst måste ansöka om ett eget tillstånd. I september 2019 var det enligt Lantmäteriet 20 räddningstjänster som hade ett sådant tillstånd [5].

Lantmäteriet har tagit fram ett informationsblad om särskilt spridningstillstånd för räddningstjänst. Detta återfinns i sin helhet i Bilaga 1. Texten nedan syftar endast till att ge en kort sammanfattning av detta informationsblad; för fullständig information hänvisas till Bilaga 1.

Spridningstillståndet innehåller villkor om iakttagande av vissa säkerhetsåtgärder och gäller endast under den operativa insatsen. Försvarmakten ska meddelas innan en operativ insats med tillhörande realtidsöverförd information påbörjas via berörd militärregions vakthavande befäl. Denna kontakt med Försvarmakten kan vara bra att bygga upp, om den inte redan finns, så att den fungerar när den behövs. Räddningstjänstpersonal och samverkande aktörer ska informeras om att de efter att den operativa insatsen är avslutad inte får sprida materialet vidare och – inom ramen för gällande lagstiftning – radera/förstöra sådant material de sparar ned digitalt eller fått ut på papper och som härrör från insamling från luftfarkost.

Observera att om insamlat material ska användas för övning eller spridas på annat sätt efter att den operativa insatsen är avslutad krävs att räddningstjänsten söker ett nytt spridningstillstånd så att materialet kan granskas innan det sprids publikt.

4.3 Automatiserad ansökan om spridningstillstånd

Ansökan om spridningstillstånd görs via Lantmäteriets hemsida. I ett webbformulär fyller man bland annat i kontaktuppgifter, vilket geografiskt område man flugit över, vilken typ av material man har samlat in och vad materialet ska användas till. När man skickat in formuläret får man via e-post en länk till Lantmäteriets filskickstjänst (om man valt detta alternativ i formuläret; det går också att skicka in sitt material med post). Via länken pekar man ut de filer man vill ladda upp och väntar tills man får bekräftelse på att uppladdningen är klar.

Vid projektets start fanns en tanke om att automatisera detta steg, det vill säga att i själva processflödet bygga in en automatiserad process för ansökan om spridningstillstånd.

Efter dialog med Arne Bergquist, kart- och bildsekretessamordnare på Lantmäteriet, beslutade projektet dock att inte gå vidare med denna tanke. Den befintliga ansökningsproceduren består av flera steg som i sin nuvarande form är svåra att automatisera, då de bygger på att en användare på manuell väg klickar sig igenom ett formulär, öppnar ett e-postmeddelande, klickar på en länk i detta meddelande, pekar ut filer, laddar upp filer etc.

Dessutom visade sig behovet av automatisering inte vara så stort, då Sveriges alla kommunala räddningstjänster och räddningstjänstförbund ändå har möjlighet att ansöka om särskilt spridningstillstånd som gäller under operativ insats.

Ett frågetecken kvarstod dock. I processflödet vore det önskvärt att SGI under den operativa insatsen kan visa upp framtagen bildmosaik/terrängmodell i Räddningstjänstportalen, då dessa underlag (framför allt bildmosaiken) kan vara till stor hjälp för räddningstjänsten på skadeplatsen. Detta innebär då ett gränsfall, i och med att detta rör sig om en publicering av materialet på webben. Projektet tog därför kontakt med Arne Bergquist på Lantmäteriet för att diskutera om detta är tillåtet. Enligt personlig kommunikation med Arne Bergquist, 2019-09-19, kan detta anses falla inom reglerna för särskilt spridningstillstånd för räddningstjänst, då Räddningstjänstportalen är lösenordsskyddad och åtkomsten begränsad till personer med direkt anknytning till räddningsinsats. Som redan nämnts gäller detta särskilda tillstånd endast under den operativa insatsen, det vill säga bildmosaik/terrängmodell får endast visas i Räddningstjänstportalen under själva insatsen. Efter avslutad operativ insats ska materialet tas bort och får visas igen först då spridningstillstånd har beviljats på vanlig väg.

5 Utvärdering av processflödet (Metod B) vid skredområdet i Lökeberg, Kungälv

Under projektets gång, i november 2019, gick ett större skred vid Lökeberg i Kungälv kommun. En stor insats inleddes och inom ramen för denna gjordes flera drönarflygningar. Bohus Räddningstjänstförbund och Räddningstjänsten Storgöteborg gjorde i det inledande skedet varsin flygning över området. En professionell drönarflygare (Swescan) anlätades också vid upprepade tillfällen efter skredet för att ta fram högupplösta bildmosaiker och terrängmodeller över området, i syfte att kunna följa områdets eventuella markrörelser och stabilitet över tid.

Underlaget från de professionella drönarflygningarna utgör ett värdefullt referensmaterial i form av högupplösta bildmosaiker och terrängmodeller. Skredområdet i Lökeberg bedömdes därför vara ett lämpligt område att utvärdera det framtagna processflödet på.

Efter inhämtande av fastighetsägarnas tillstånd och godkännande av länsstyrelsen gjorde Räddningstjänsten Storgöteborg och SGI den 20 april 2020 en mindre övning vid Lökeberg. Den utrustning som användes var en av räddningstjänstens drönare av modellen DJI Matrice 210 v2, samt appen DJI-Go, se Bild 1 och Bild 2.



Bild 1 Räddningstjänsten Storgöteborgs drönare av modellen DJI Matrice 210 v2.



Bild 2 Räddningstjänsten Storgöteborg styr flygningen med hjälp av appen DJI-Go.

Fyra videoflygningar gjordes under övningen vid Lökeberg, se Tabell 2 nedan.

	DJI_0071	DJI_0072	DJI_0075	DJI_0076
Typ av flygning	Manuell	Manuell	Automatisk flygning med "waypoints"	Automatisk flygning med "waypoints"
Altitud	ca 70m	ca 80m	ca 70m	ca 70m
Kameravinkel	90°	90°	90°	60°
Hastighet	ca 8m/s	ca 25m/s	ca 15m/s	ca 15m/s

Tabell 2 Kort beskrivning av de testflygningar som gjordes under övningen vid skredområdet i Lökeberg i april 2020.

5.1 Tidsåtgång för processering

Projektet har haft som mål att kunna hantera hela processflödet, från flygstart till färdig ortomosaik/terrängmodell, inom 1-2h. Som tidigare beskrivits i avsnitt 3.3 så har det av flera orsaker inte varit rimligt att inom ramen för detta projekt implementera strömning av video (Metod A) fullt ut. De tider som redovisas här omfattar därför det slutliga processflödet med manuell överföring av video till FTP efter landning (Metod B). Under övningen vid Lökeberg plockades minneskortet ut ur drönaren, varpå filerna fördes över till en dator för vidare uppladdning till SGI:s FTP-server (mha FTP-klienten FileZilla).

I Tabell 3 finns en sammanställning av processeringstiderna för de fyra videoflygningarna som gjordes vid Lökeberg.

Utförare	Moment	DJI_0071	DJI_0072	DJI_0075	DJI_0076
Räddnings-tjänst (manuell process)	Flygning inklusive förberedelser	5min (2min 7s effektiv flygning)	5min (1min 16s effektiv flygning)	5min (2min 12s effektiv flygning)	5min (2min 18s effektiv flygning)
	Hantering av minneskort och överföring av video till dator	10min	10min	10min	10min
	Överföring av video från dator till FTP-plats (överförings-tid är naturligtvis beroende av uppkoppling på plats och kan variera mycket)	5s (122 MB)	5s (166 MB)	5s (293 MB)	5s (351 MB)
SGI (auto-matiserad process)	Frame-grabbing	2min 20s (129 bilder)	1min 30s (78 bilder)	2min 30s (134 bilder)	2min 41s (140 bilder)
	Foto-grammetri (färdig ortomosaik/ ytmodell)	32min	13min 30s	14min 8s (denna kortare tid beror på att vissa av bilderna inte gick att använda i fotogrammetri-steget)	14min 56s
	Totalt	ca 50min	ca 30min	ca 32min	ca 33min

Tabell 3 Processeringstider för de fyra testflygningarna (Metod B).

Samtliga filmer processerades inom 1 timma. Detta kan jämföras mot den tid som det skulle ta för SGI att ta sig till skadeplatsen, göra systematisk flygning, ta sig tillbaka till SGI:s kontor och därefter processera materialet på manuell väg. I det tidigare MSB 2:4-projektet Stöd till Räddningstjänsten och USAR-team i akuta ras- och skredsituationer - webbaserade GIS-verktyg för generering av markprofil och överslagsberäkning av markstabilitet för riskminskande åtgärder uppskattas tidsåtgången för en sådan manuell hantering till ca 4,5 timmar [1]. Utgångspunkten för uppskattningen är att ett skred sker någonstans i Göta älvdalen (restid ca 1-1,5 timmar enkel väg från SGI:s Göteborgskontor). I fallet med Lökeberg (restid ca 1h enkel väg från SGI:s Göteborgskontor) skulle det framtagna processflödet innebära en teoretisk tidsvinst på ca 3 timmar. Om skredet sker någon annanstans i landet, på längre avstånd från något av SGI:s kontor, är tidsvinsten naturligtvis mycket större.

Förutom själva tidsvinsten har det automatiserade flödet också fördelen att det inte kräver att någon GIS-handläggare är på plats på SGI för själva processeringen, det vill säga data kan tas emot och processeras när som helst under dygnet. En annan fördel är att filmerna processeras på exakt samma sätt varje gång.

5.2 Bildmosaiker

Bildmosaikerna framtagna från testflygningarna har en något lägre upplösning (ca 4 cm/pixel) jämfört med bildmosaiken från de professionella flygningarna (ca 2cm/pixel). Trots att många detaljer går förlorade i och med denna lägre upplösning ger testflygningarna goda möjligheter att i ett akut skede snabbt få en bild av visuella förändringar i terrängen. I Figur 7 visas ett exempel på en markspricka i nord-sydlig riktning och hur denna går att identifiera i de olika bildmosaikerna. Observera att flygningarna är gjorda vid olika tidpunkter (februari 2020 respektive april 2020). Tyvärr visade sig ortomosaiken från den fjärde testflygningen, DJI_0076, vara oanvändbar. Orsaken till detta var att kameraparametrar saknades i .srt-filen och dessa parametrar är obligatoriska för att kunna processera snedbilder.



Figur 7 Exempel på visuella detaljer i bildmosaikerna från tre av testflygningarna. Trots skillnader i upplösning mellan den professionella flygningen (Swescan) och testflygningarna kan marksprickan i nord-sydlig riktning (inringad i rött) identifieras i samtliga mosaiker. Observera att flygningarna är gjorda vid olika tidpunkter, vilket förklarar varför vissa objekt från den övre vänstra bilden inte återfinns i de övriga. I bilderna ser man också tydligt att mosaikerna skiljer sig åt något i plan. Spridningstillstånd drönardata Dnr LM2020/003327 samt Dnr LM2020/017719.

Vid utvärdering av tillförlitligheten i de framtagna mosaikerna är det intressant att göra en bedömning av både relativ noggrannhet och absolut noggrannhet (i plan). Med relativ noggrannhet menas här hur pass väl de avstånd man mäter upp i sin bildmosaik (t ex längden på ett hustak) stämmer överens med motsvarande avstånd i verkligheten. Med absolut noggrannhet menas här hur pass väl enskilda punkter i mosaiken stämmer överens med dess verkliga plats på jorden i ett specifikt koordinatsystem.

När man flyger med en enklare konsumentdrönare kan man ofta uppnå en god relativ noggrannhet. Däremot är GPS-positionen oftast inte tillräckligt noggrann för att man ska uppnå en god absolut noggrannhet, det vill säga placera den framtagna modellen på rätt plats på jorden. Det är inte ovanligt att en punkt i en framtagen ytmodell/bildmosaik ligger någon meter ifrån den verkliga positionen på jorden. För att justera för dessa fel är det vanligt att mäta in kontrollpunkter i fält (Ground Control Points, GCP). Dessa punkter kan man sedan nyttja i sin fotogrammetriska programvara för att uppnå en bättre

noggrannhet i den slutliga bildmosaiken/ytmodellen. I ett akut skede finns dock inte tid för denna typ av inmätning.

För att kunna utvärdera den relativa noggrannheten i plan mättes ett antal (24 st) avstånd upp i var och en av de framtagna bildmosaikerna (t ex längden på ett hustak). Dessa avstånd jämfördes därefter med motsvarande avstånd i Swescans referensmaterial. Avstånden valdes från hela det område som täckts in av samtliga flygningar, men på grund av områdets karaktär med "otydliga" material (skredmassor, vegetation osv) är de valda avstånden koncentrerade till områden med tydligt urskiljbara objekt, såsom hus, maskiner, brygga med mera. Då den relativa noggrannheten sannolikt blir sämre ju längre avstånd man mäter upp, valdes avstånden ut så att de varierade i längd (mellan ca 1m och 48m). Resultaten av utvärderingen visas i Tabell 4.

Flygning	Relativ noggrannhet (avstånd i bildmosaiker jämfört med motsvarande avstånd i Swescans referensmaterial, i meter)				
	Medel	Median	Min	Max	Standardavvikelse
DJI_0071	0,19	0,10	0,01	0,96	0,23
DJI_0072	0,13	0,09	0,02	0,41	0,10
DJI_0075	0,16	0,08	0,00	0,94	0,20

Tabell 4 Sammanställning av relativ noggrannhet för tre av testflygningarna.

Den relativa noggrannheten i plan ligger i medeltal på ca 1-2 dm för de tre testflygningarna. Detta innebär att man i ett akut skede kan få en relativt bra uppskattning av t ex längd på marksprickor, förskjutning av infrastruktur och byggnader mm.

För att kunna utvärdera den absoluta noggrannheten i plan valdes ett antal (57 st) tydligt jämförbara kontrollpunkter ut i Swescans referensmaterial. Motsvarande punkter markerades därefter i ortomosaikerna från de tre flygningarna. I likhet med avstånden för bedömning av relativ noggrannhet valdes punkter ut över hela området, men på grund av områdets karaktär är de utvalda punkterna koncentrerade till objekt som är tydligt urskiljbara i samtliga mosaiker (hörnpunkter på hus, maskiner, brygga och så vidare). I Figur 8 visas ett exempel på en punkt som kunde urskiljas tydligt i samtliga mosaiker.



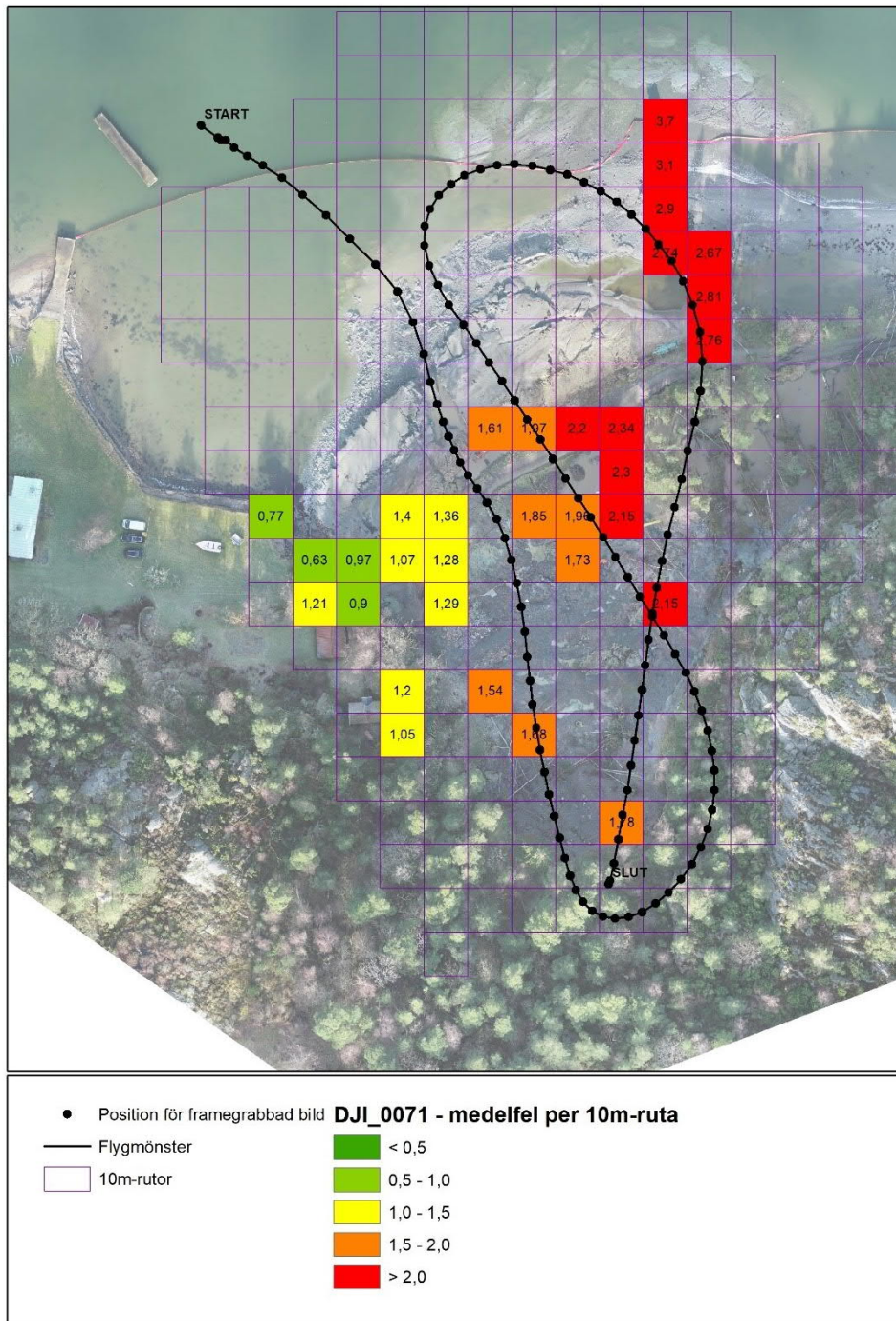
Figur 8 Läge hos en kontrollpunkt (hörnet på muren) i ortomosaik från professionell flygning, jämfört med motsvarande läge för murens hörn i ortomosaik från testflygningar. Spridningstillstånd drönardata Dnr LM2020/003327.

Avståndet mellan respektive punkt och dess "sanna" punkt beräknades och resultatet av dessa beräkningar presenteras för tre av flygningarna i Tabell 5. Man kan konstatera att den absoluta noggrannheten är sämst för den testflygning som flögs med hög hastighet (DJI_0072, ca 25 m/s) och något bättre för de två flygningarna som flögs med lägre hastighet (DJI_0075 ca 15m/s respektive DJI_0071 ca 8m/s).

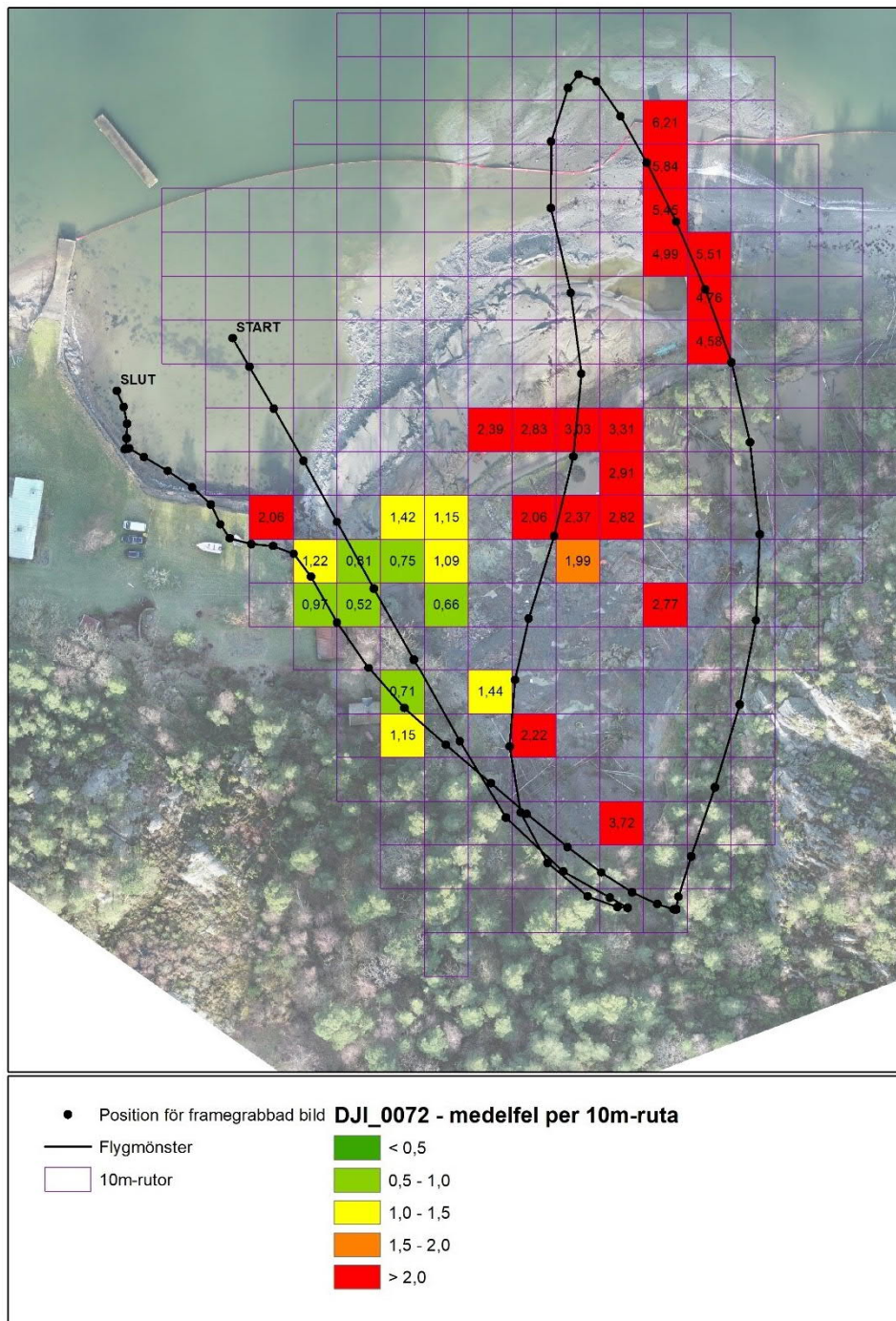
	Absolut noggrannhet (avstånd till kontrollpunkter i Swescans referensmaterial, i meter)				
Flygning	Medel	Median	Min	Max	Standardavvikelse
DJI_0071	1,8	1,8	0,5	3,7	1,8
DJI_0072	2,6	2,3	0,2	6,3	1,7
DJI_0075	1,2	1,1	0,4	2,1	0,5

Tabell 5 Sammanställning av absolut noggrannhet för tre av testflygningarna.

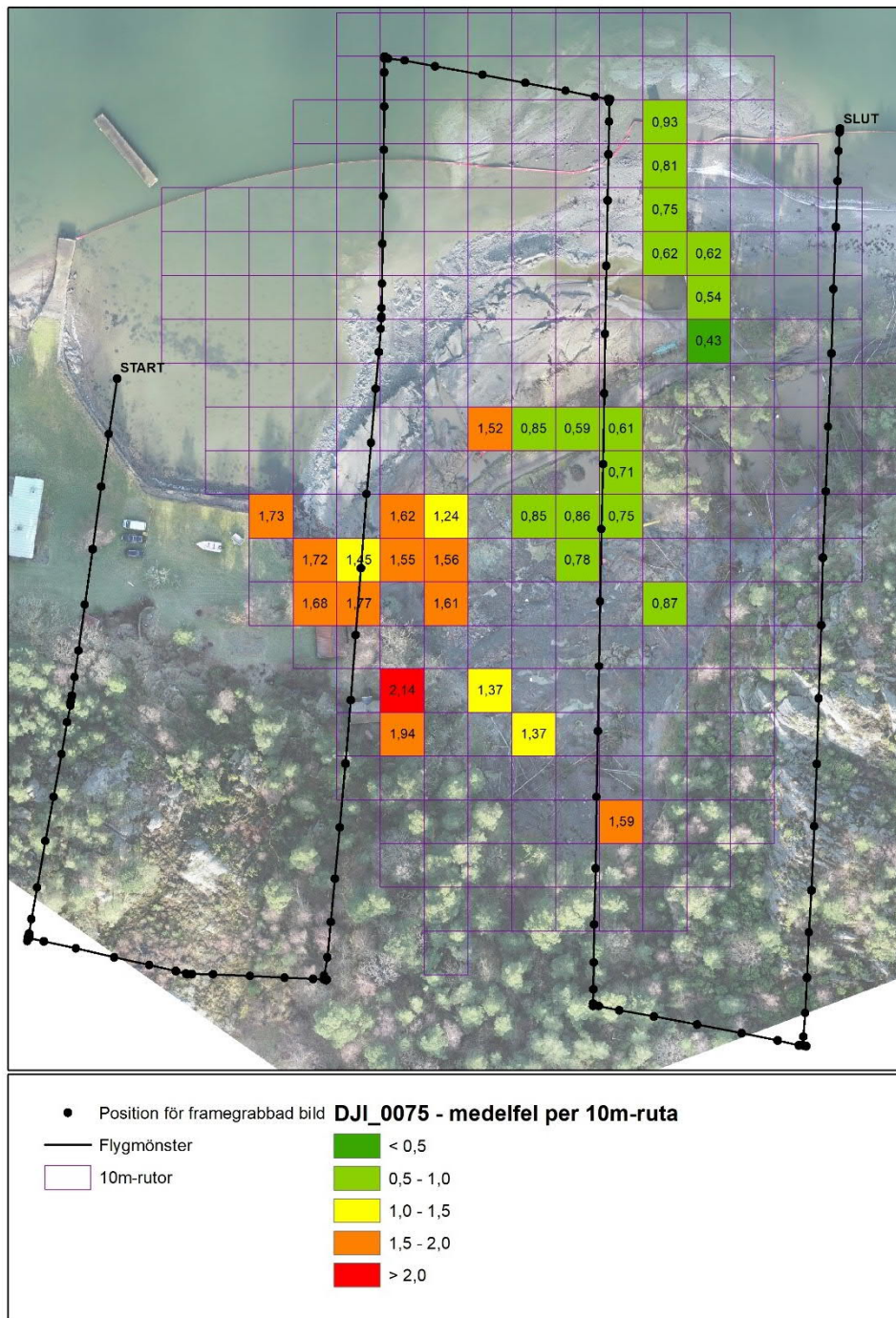
Utöver flyghastighet kan man tänka sig att själva flygmönstret också borde påverka resultaten. Det är dock svårt att dra några slutsatser om detta utifrån dessa tre testflygningar. I Figur 9, Figur 10 och Figur 11 visas flygmönster och position för "framegrabbade" bilder tillsammans med medelfel (absolut noggrannhet) per 10m-ruta.



Figur 9 Flygning DJI_0071: Flygmönster, positioner för "framegrabbade" bilder samt medelfel (absolut noggrannhet) presenterat i 10m-rutor. Ingen tydlig korrelation ses mellan flygmönster och medelfel. Swescans bildmosaik i bakgrunden. Spridningstillstånd drönardata Dnr LM2020/003327.



Figur 10 Flygning DJI_0072: Flygmönster, positioner för "framegrabbade" bilder samt medelfel (absolut noggrannhet) presenterat i 10m-rutor. I denna flygning gjordes ett försök att fånga skredets bakkant. Möjligen kan man se antydning till en viss korrelation mellan flygmönster och medelfel. Den höga flyghastigheten (ca 25m/s) skapar överlag alldeles för stort avstånd mellan de "framegrabbade" bilderna. Swescans bildmosaik i bakgrunden. Spridningstillstånd drönardata Dnr LM2020/003327.



Figur 11 Flygning DJI_0075: Flygmönster, positioner för "framegrabade" bilder samt medelfel (absolut noggrannhet) presenterat i 10m-rutor. Ingen tydlig korrelation mellan flygmönster och medelfel. Man kan dock se fördelen med att flyga automatisk med "waypoints", då man får bättre kontroll på att man verkligen täcker in hela området. Detta är ofta svårt att säkerställa då man flyger helt manuellt. Swescans bildmosaik i bakgrunden. Spridningstillstånd drönardata Dnr LM2020/003327.

Sammanfattningsvis visar utvärderingen på en relativ noggrannhet i plan om ca 1-2dm i medeltal (Tabell 4) och en absolut noggrannhet i plan om ca 1-2,5m i medeltal (Tabell 5). Som tidigare nämnts är det inte ovanligt att den absoluta noggrannheten ligger på runt 1m för vanliga konsumentdrönare, men det kan ändå vara värt att resonera kring möjliga orsaker till den dåliga noggrannheten:

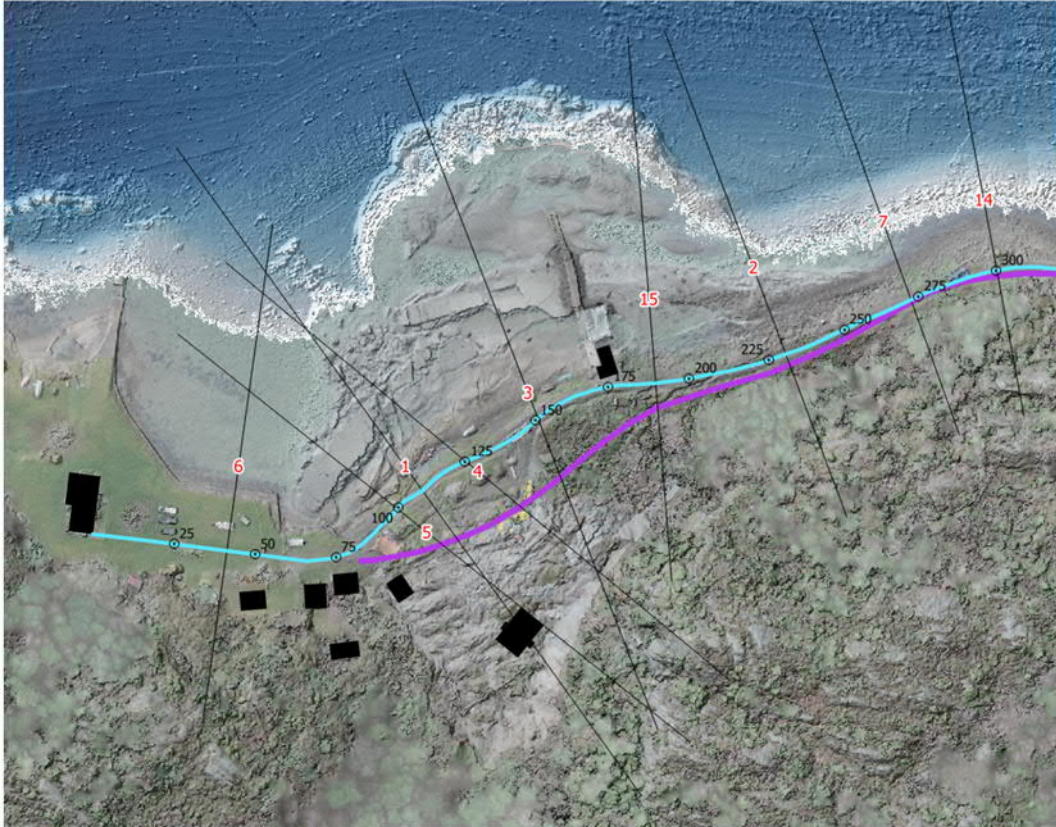
- Avsaknad av RTK
Professionell drönare använder RTK, vilket ger en mycket exakt positionering. Enklare konsumentdrönare saknar RTK, vilket innebär en sämre positionering.
- Flygmönster/flyghastighet/överlapp mellan bilder
För några av flygningarna konstaterades att överlappet mellan bilder var bristfälligt i delar av området. Det beror dels på själva flygmönstret och dels på flyghastigheten, som påverkar avståndet mellan de framegrabbade bilderna. GPS-position från drönaren kommer i 1Hz och det har därför varit naturligt att för själva "frame-grabbingen" välja 1 bild/sekund. Ett test gjordes med att öka detta till 2 bilder/sekund och interpolera GPS-position för dessa extra bilder. Det gick dock inte att se några större förbättringar av resultatet (absolut noggrannhet i bildmosaik/ytmodell) och processeringstiden blev nästan tre gånger så lång.
- Fotogrammetri
Bildmatchning i fotogrammetrisk programvara bygger på att det finns tydligt urskiljbara punkter som återfinns i flera bilder. I ett område med tydligt urskiljbara detaljer finns bättre förutsättningar för bra bildmatchning än i ett område av mer homogen karaktär (t ex gräsmark, ett område med homogen lera etc). I fallet med testflygningarna vid Lökeberg ser man dock inget enskilt område som avviker i noggrannhet i alla flygningarna, mer än att det är en sämre noggrannhet i utkanten av respektive bildmosaik, vilket är att vänta. Det kan också vara så att de parametrar som används i fotogrammetristeget kan förbättras. SGI får fortsätta att utvärdera detta inom ramen för sin ordinarie verksamhet.
- Flygningarna är gjorda vid olika tillfällen
Slutligen kan man konstatera att testerna är gjorda vid olika tillfällen (februari 2020 och april 2020), men detta har sannolikt en mycket liten betydelse, då även flygningarna från samma datum skiljer sig åt inbördes.

5.3 Ytmodeller (DSM)

Hittills i denna rapport har begreppet "terrängmodell" använts på ett generaliserat sätt, som en allmän beskrivning av en höjdmodell för ett område. För att kunna följa beskrivningen i detta avsnitt är det dock nödvändigt att skilja på begreppen terrängmodell och ytmodell. Med terrängmodell (Digital Terrain Model, DTM) avses en höjdmodell av själva markytan, medan en ytmodell (Digital Surface Model, DSM) är en höjdmodell av det som drönaren fångar från luften, det vill säga inklusive träd, vegetation, byggnader osv.

Ur geoteknisk synvinkel är det optimala att utgå från höjdprofiler genererade ur en terrängmodell (DTM), då det i regel är själva markytan som är intressant vid bedömningen av stabiliteten. Ett sätt att få fram en tillförlitlig DTM är att använda sig av mer avancerade drönare (med möjlighet till laserskanning). Ett annat sätt är efterbehandling i fotogrammetrisk programvara, genom filtrering av det punktmoln som genereras utifrån bilderna. Många fotogrammetriska programvaror gör detta på automatisk väg, men resultaten varierar och det krävs i regel manuell handpåläggning för att komma fram till en tillförlitlig modell. De modeller som skapats utifrån testflygningarna är endast ytmodeller (DSM), det vill säga inga terrängmodeller har skapats, eftersom detta skulle kräva en fotogrammetrisk efterbehandling och efterföljande manuell granskning som inte ryms i ett akut skede.

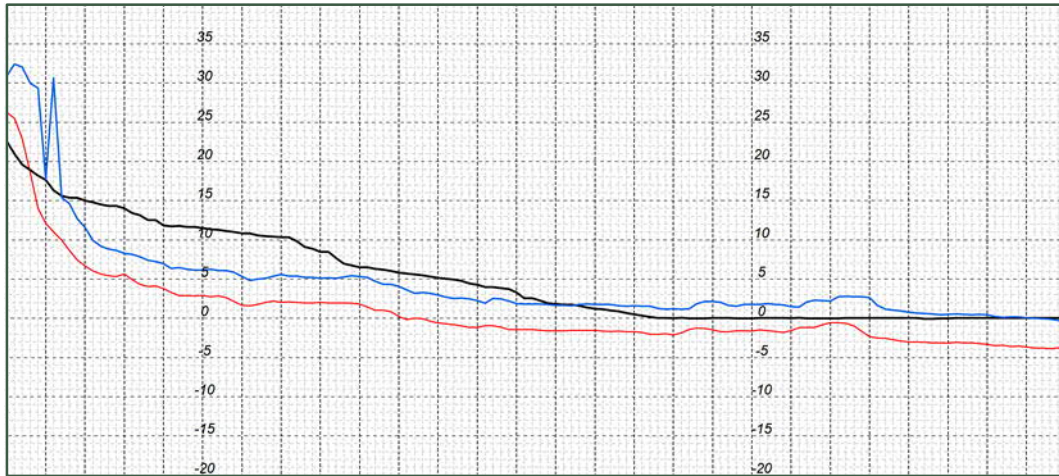
Under räddningsinsatsen vid Lökeberg anlätades professionell drönarflygare för att ta fram både ytmodeller (DSM) och terrängmodeller (DTM). Utifrån modellerna genererades höjdprofiler för ett antal sektioner i plan, se Figur 12, för att kunna beräkna stabiliteten i dessa sektioner. För att utvärdera tillförlitligheten i de ytmodeller (DSM) som skapats från projektets testflygningar har motsvarande höjdprofiler tagits fram för dessa sektioner. För att jämförelsen mellan höjdprofiler ska vara meningsfull utgår vi från ytmodellen (DSM) från den professionella flygningen (alltså inte DTM).



Figur 12 Under räddningsinsatsen vid Lökeberg räknade SGI på markstabilitet i ett antal sektioner, markerade med svarta linjer i bilden. (Lila linje visar vägens läge före skredet, enligt Lantmäteriets fastighetskarta. Under skredet förflyttades vägen ända fram till den turkosa linjen i bilden. Svarta ytor visar byggnader före skred). Spridningstillstånd drönardata Dnr LM2019/019466.

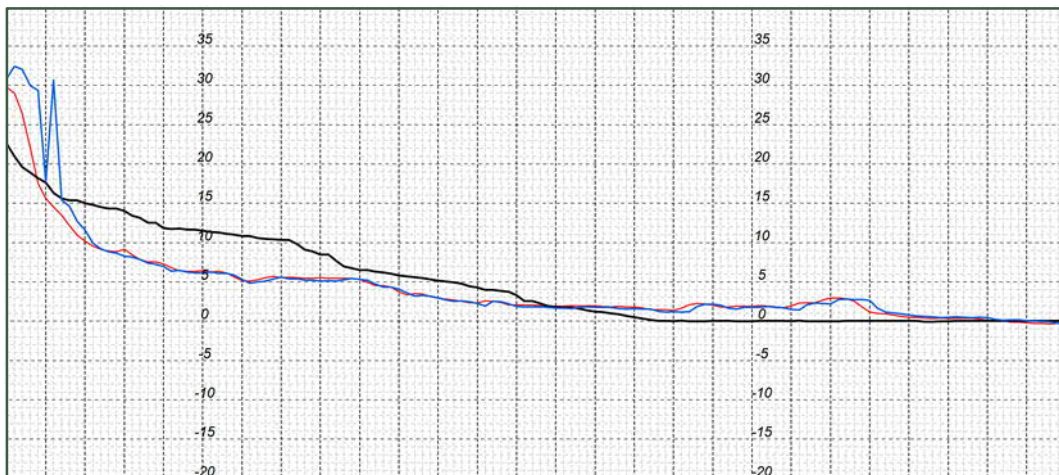
De framtagna ytmodellerna (DSM) har en något lägre upplösning, ca 16 cm/pixel, än DSM från den professionella flygningen, ca 4cm/pixel. En viktig skillnad mellan enklare konsumentdrönare och professionell utrustning är också att den senare är utrustad med RTK, vilket ger en mycket exakt positionering i x-, y- och z-led. En vanlig konsumentdrönare ger normalt inte absoluta höjder i ett vedertaget koordinatsystem, utan endast relativa höjder från den punkt där man startar sin flygning (denna punkt får höjden 0). Detta innebär att de höjdprofiler som tas fram från testflygningarna måste justeras i höjdlöd manuellt med hjälp av kända punkter i terrängen.

I Figur 13 visas ett exempel på en höjdprofil som inte har justerats i höjdded.



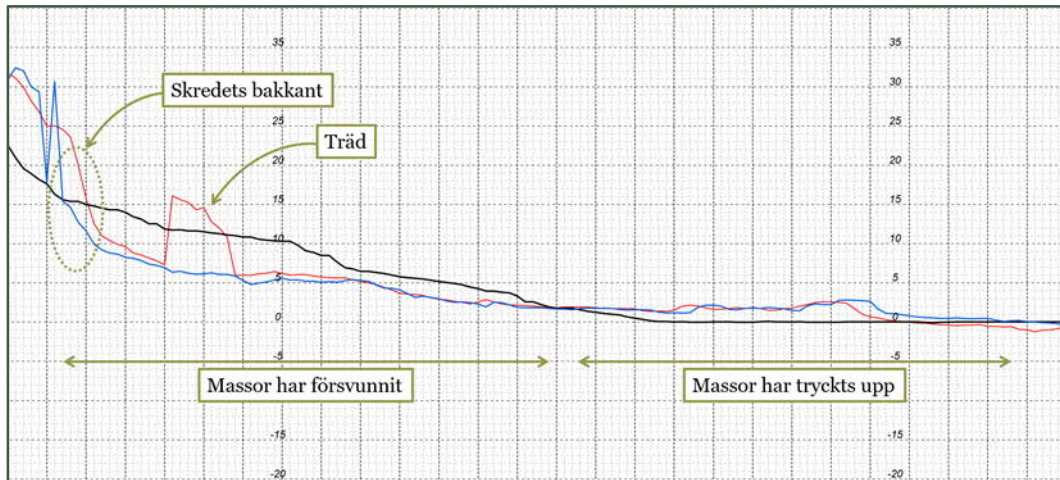
Figur 13 Höjdprofil som inte har justerats i höjdded. Svart linje visar markytan innan skred (Lantmäteriets terrängmodell i 1m upplösning), blå linje visar ytmodell efter skred enligt referensmaterial (Swescans DSM) och röd linje visar ytmodell efter skred enligt testflygning (Räddningstjänstens DSM).

I Figur 14 visas samma höjdprofil som i Figur 13, efter manuell justering i höjdded.



Figur 14 Höjdprofil som har justerats i höjdded med hjälp av kända punkter, det vill säga referensvärden för höjd har hämtats från Lantmäteriets höjdmodell i punkter som är opåverkade av skredet. Svart linje visar markytan innan skred (Lantmäteriets terrängmodell i 1m upplösning), blå linje visar ytmodell efter skred enligt referensmaterial (Swescans DSM) och röd linje visar ytmodell efter skred enligt testflygning (Räddningstjänstens DSM) efter justering i höjdded med hjälp av kända punkter.

Höjdprofilen i figurerna ovan är exempel på en profil som stämmer väl överens med Swescans referensmaterial. I Figur 15 visas ett exempel på en av de sämre profilerna.



Figur 15 En av de sämre profilerna. Svart linje visar markytan innan skred (Lantmäteriets terrängmodell i 1m upplösning), blå linje visar ytmodell efter skred enligt referensmaterial (Swescans DSM) efter justering i höjdlängd med hjälp av kända punkter. På grund av den avvikelse i plan (som har nämnts i tidigare avsnitt om bildmosaiker) "träffar" man i ytmodellen ett parti med träd i mitten av skredområdet. Dessutom ser man stora avvikelser vid skredets bakkant till vänster i bild.

Det som är intressant ur SGI:s synpunkt är att fånga själva skredets geometrier, det vill säga ytmodellen efter skred i förhållande till Lantmäteriets terrängmodell före skred. I figurerna är det alltså framför allt området till vänster i bild där massor har försvunnit som är intressant för stabilitetsberäkningarna, men också området till höger i bild där massor har tryckts upp.

Gemensamt för alla modellerna (inklusive Swescans DSM/DTM) är att det är väldigt svårt att med säkerhet fånga skredets bakkant, då det rör sig om en väldigt brant bergvägg varifrån lermassorna har släppt. Kring själva branten finns också en hel del vegetation som stör; både träd uppe på toppen av berget som sticker ut över kanten och träd nere på marken som lutar in över slänten, se exempel i detaljbild i Figur 16. Det är oftast här man ser de största skillnaderna mellan testflygningarnas ytmodeller och Swescans ytmodell.



Figur 16 Detaljbild över den branta slänten, varifrån lemassorna har släppt. Här finns både skymmande träd uppe på höjden och träd nere i själva skredområdet som lutar in över slänten, vilket gör det mycket svårt att fånga skredets bakkant. Spridningstillstånd drönardata Dnr LM2020/003327.

En annan sak som påverkar jämförelsen är att flygningarna gjordes vid olika tillfällen (Swescans i februari 2020 och testflygningarna i april 2020). Själva marken har troligen inte rört på sig nämnvärt, men vegetationen är påverkad. I bildmosaikerna ser man till exempel att några träd har fallit mellan de två flygtillfällena.

Vid testflygningarna var det stark sol och ljuset föll tyvärr på så sätt att stora delar av det mest intressanta området låg helt i skugga. Detta kan också ha påverkat fotogrammetrin och därmed också bildmosaiker och ytmodeller.

Även om de framtagna ytmodellerna innehåller en del osäkerheter utgör de ett mycket värdefullt underlag i inledningskedet av en insats, inte minst för att snabbt kunna göra överslagsberäkningar av markstabilitet och för att på ett tidigt stadium kunna rikta in ytterligare geotekniska undersökningar i fält.

6 Slutsatser samt förslag till fortsatt arbete

Det framtagna processflödet sparar tid i det akuta skedet. Processen från flygstart till färdig ytmodell/bildmosaik tog i testerna under 1 timma.

Den framtagna bildmosaikerna är en mycket värdefull hjälp för att detektera visuella förändringar, såsom marksprickor, lutande träd mm. I synnerhet i de fall då SGI inte har möjlighet att själva ta sig ut på plats och göra en okulär besiktning inom de närmsta timmarna efter raset/skredet, eller då det på grund av omständigheterna på plats är svårt att göra en okulär besiktning av området.

De framtagna ytmodellerna är ett mycket värdefullt underlag i inledningskedet av en insats, inte minst för att snabbt kunna göra överslagsberäkningar av markstabilitet och för att på ett tidigt stadium kunna rikta in vidare geotekniska undersökningar i fält.

Kvalitetsmässigt håller de framtagna bildmosaikerna/ytmodellerna inte samma nivå som en systematisk flygning med lodbilder (med inmätning av Ground Control Points) eller en professionell flygning. Den stora vinsten med det framtagna flödet är istället den tidsbesparing som görs i det akuta skedet. Genom att effektivisera hanteringen av data som redan samlas in av Räddningstjänsten på plats förbättrar man avsevärt utgångsläget vid en akut ras- eller skredhändelse. En föreslagen arbetsgång för SGI är att i första hand nyttja Räddningstjänstens data via det framtagna flödet, att i andra hand (beroende på transportsträcka till skadeplats) utföra systematisk flygning i egen regi och i tredje hand beställa flygning av professionell drönarpilot.

Sammanfattningsvis har det framtagna processflödet goda förutsättningar att effektivisera SGI:s stöd till räddningstjänsten vid akuta ras- och skredhändelser, i synnerhet i de fall då SGI inte har möjlighet att snabbt komma ut på plats för en bedömning.

Resultaten är allmänt tillämpbara i den mening att alla organisationer inom totalförsvaret som använder drönare kan ha användning av det framtagna och dokumenterade processflödet, även om tillämpningen här är ras och skred. Ju noggrannare och snabbare man kan göra terrängmodeller/ytmodeller desto tillförlitligare analyser kan utföras. Det kan tillämpas i andra akuta situationer och på ledningsplatser med snabbt föränderlig geometri såsom översvämningar, skyfall och annat som kan hota kritisk infrastruktur.

En förutsättning för att flödet ska kunna effektivisera SGI:s stöd till Räddningstjänsten är att man lyckas implementera en bred användning hos landets räddningstjänster. För att kunna förankra, utvärdera och förbättra det framtagna processflödet föreslås därför en utbildningsinsats som riktar sig till både räddningstjänster och SGI:s TiB-funktion. Förslagsvis genomförs denna insats i form av gemensamma övningar under 2021.

En annan tänkbar fortsättning på projektet är att FOI och SGI tillsammans utvecklar en egen app för strömning av drönarvideo. Detta är dock ett omfattande projekt som kräver en punktfinansiering för själva utvecklingen av en sådan app, samt en långsiktig finansiering för förvaltningen av densamma.

Det pågår i skrivande stund två projekt som har beröringspunkter med detta projekt, UAS 2.0 och BeVIS. Det är fortsatt viktigt att hålla kontakten med dessa projekt, för att dra nytta av varandras erfarenheter.

Referenser

1. Öberg, M 2018, GIS-verktyg och bearbetning av drönardata för generering av markprofil och överslagsberäkning av markstabilitet för riskminskande åtgärder, Stöd till räddningstjänsten i akuta ras- och skredsituationer, Statens geotekniska institut, SGI, Linköping, 2018-12-20.
2. Verktyg för generering av profil och överslagsberäkning av markstabilitet/säkerhetsfaktorn F_c finns bl a dokumenterat på <https://gis3.swedgeo.se/fc/>
3. Räddningstjänstportalen, <http://gis.swedgeo.se/rtj/>
4. Processing Drone Imagery Using ArcGIS API for Python, ESRI Developer Summit 2019, <https://www.youtube.com/watch?v=WZZG4qIj5jQ>
5. Personlig kommunikation med Arne Bergquist, Lantmäteriet, 2019-09-19.

Bilagor

1. Bilaga – Lantmäteriets information till Sveriges Räddningstjänster avseende tillståndsplikten



Information till Sveriges Räddningstjänster avseende tillståndsplikten för spridning av fotografier och liknande registreringar från luftfarkost.

Inledning

Lantmäteriet vill med denna information upplysa att Sveriges alla kommunala räddningstjänster och räddningstjänstförbund som avser att använda foton, film, värmekamera etc. i sin verksamhet har möjlighet att ansöka om ett särskilt spridningstillstånd.

Bakgrund

Enligt lag (2016:319) och förordning (2016:320) om skydd för geografisk information är spridning av sammanställningar av geografisk information i form av flygfotografier och liknande registreringar från luftfarkost tillståndspliktig.

Lantmäteriet är enligt regleringen utpekad som ansvarig myndighet för tillståndsgivning avseende svenskt landterritorium.

Lantmäteriet får också enligt regleringen utfärda tillstånd med villkor om att informationen endast får användas för ett visst ändamål eller efter iakttagande av särskilda säkerhetsåtgärder.

Generellt villkorat spridningstillstånd för Räddningstjänsten

Lantmäteriet har tagit fram en mall för ett generellt villkorat spridningstillstånd för räddningstjänst. Arbetet har bedrivits i samråd med Räddningstjänsten Syd, Höglandets Räddningstjänstförbund, Västerviks Räddningstjänst, SÄPO och Försvarsmakten.

Spridningstillståndet innehåller villkor om iakttagande av vissa säkerhetsåtgärder vad avser hanteringen av sådant material som inte är granskat av tillståndsgivande myndighet.

"Säkerhetsåtgärder"

Geografisk information som inhämtats från luftfartyg får endast spridas till räddningsledaren och eventuell övrig medverkande personal inom räddningstjänstens ledningsfunktion samt till samverkande offentliga aktörers (stat och kommun) ledningsfunktioner enligt lagen (2003:778) om skydd för olyckor. Nytt spridningstillstånd behövs om spridningen ska ske till annan aktör som deltar i en räddningsinsats.



Försvarmakten ska meddelas innan en operativ insats med tillhörande realtidsöverförd information påbörjas via berörd Militärregions vakthavande befäl.

Räddningstjänstpersonal och samverkande aktörer ska informeras om att de efter att den operativa insatsen är avslutad inte får sprida materialet vidare och – inom ramen för gällande lagstiftning – radera/förstöra sådant material de sparar ned digitalt eller fått ut på papper och som härrör från insamling från luftfarkost.

Sökanden ska säkerställa att bestämmelserna om informationssäkerhet i säkerhetsskyddslagstiftningen samt Säkerhetspolisens och Försvarmaktens föreskrifter följs när det gäller spridning och övrig hantering av sådana uppgifter som omfattas av dessa författningar.

Sökanden ska säkerställa att informationen inte i efterhand röjs för obehöriga inom sökandens egen organisation.”

Om insamlat material i efterhand ska användas för övning eller spridas på annat sätt än ovan beskrivet krävs att räddningstjänsten söker ett nytt spridningstillstånd så att materialet kan granskas innan det sprids publikt.

Ansökan om spridningstillstånd

Ansökan görs enklast genom skicka en förfrågan om särskilt spridningstillstånd för räddningstjänst via e-post till tillstandsarenden@lm.se Vi skickar då en förenklad ansökningsblankett som ni fyller i och skickar tillbaka som svar på det e-postmeddelandet. Handläggningstiden ligger i normala fall på några dagar.

Har ni frågor angående ovanstående information kan ni skicka dessa via e-post till tillstandsarenden@lm.se

Med vänliga hälsningar

Kart- och bildsekretessamordnare

Arne Bergquist

2. Bilaga – Processbeskrivning – Systemadministratör

Optimering av processflöde vid Räddningstjänsts videofilmning med drönare

Processbeskrivning på systemnivå

Översikt

Det här dokumentet beskriver på systemnivå hur videodata från drönare (främst av märket DJI) tas om hand av SGI för geoteknisk bedömning. Detta dokument är avsett som en beskrivning av processen och som ett stöd för systemadministratören.

1 Övergripande struktur

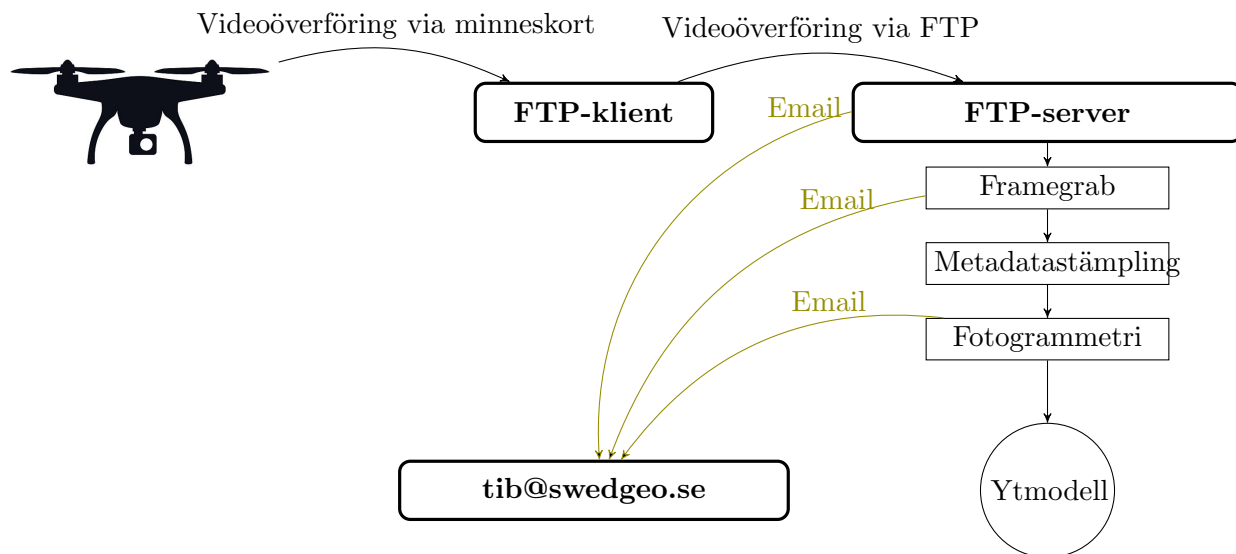
Flödesschemat i figur 1 visar översiktligt hur den semi-automatiserade processen att konvertera videodata från UAV ser ut. Första steget är att flyga och samla in videodata över det intressanta området, se processbeskrivningen för drönaranvändare för mer detaljer och instruktioner. Videodatan sparas på minneskort och överförs sedan till en dator med mjukvara som stödjer dataöverföring via FTP, t.ex. med hjälp av FileZilla. Servern tar emot videodatan tillsammans med positionsdata och använder det för att skapa en 3D-modell av det aktuella området. Statusuppdateringar skickas automatiskt från servern när delmål är uppnådda.

2 Serverns mjukvara

Följande sektion beskriver i detalj hur servern tar emot och automatiserar dataprocessningen från video till geoteknisk bedömning. Programmeringsspråket Python har använts för att utveckla den automatiserade processen, för en detaljerad lista av beroenden och versionshantering se README-filen som finns bifogad med mjukvaran.

2.1 FTP server

FTP-servern är skapad med hjälp av python-biblioteket *pyftplib*. Servern är tänkt att fungera som en passiv FTP-server. Callback-funktioner är implementerade för att starta sub-processer vid olika händelser.



Figur 1: Grafiskt flödesschema av dataförflyttningar.

2.2 Framegrab

För att kunna skapa en 3D-modell från video krävs att video konverteras till stillbilder. Denna process kallas för "framegrab". En mjukvara som heter *ffmpeg* (<https://www.ffmpeg.org/>) används för detta steg. *ffmpeg* är en open-source mjukvara för att konvertera och manipulera video och ljud.

En videofil kan vara inspelad med olika bildhastighet, en vanlig hastighet är 30 bilder per sekund. En sådan hög hastighet krävs inte för denna tillämpning och skulle generera stora mängder bilder, därför sker en nedsampling vid konvertering till stillbilder. Defaultläget är en bild per sekund men detta kan enkelt ändras i konfigurationsfilen *photogrammetryParams.conf*, där bildfrekvensen kan ställas till vad som önskas.

2.3 Metadata för bilder

För att kunna bestämma var någonstans i världen den framräknade 3D-modellen befinner sig krävs att alla bilder som används har GPS-positioner i sin metadata. Denna data finns generellt sett inte med en videofil, endast positionen då videon startades finns med i videofilens metadata. För att komma runt detta problem kan man använda sig av en funktion som sparar GPS positioner tillsammans med annan data som en tillhörande undertext (subtitle). Denna funktion finns inbyggd i drönare från DJI, men måste aktiveras innan inspelningen börjar (se processbeskrivningen för drönaranvändare för mer detaljer). I undertexten sparas GPS-positionen en gång i sekunden tillsammans med en tidsstämpel som används för att matcha en stillbild till rätt GPS-position.

Utöver GPS-position krävs information om kameran för att en så korrekt 3D-modell som möjligt ska kunna skapas, exempel på sådana metadata är fokallängd och sensorstorlek. Denna information måste också manuellt läggas till i metadata och hämtas från en konfigurationsfil, se sektion 3.3.

Mjukvaran som används för att stämpla bilder med metadata kallas *exiftool* (<https://exiftool.org/>) och är ett open-source verktyg för att läsa och manipulera metadata i video, bilder och ljud-filer.

2.4 3D-rekonstruktion från bilder

Utifrån stillbilder kan en 3D-modell skapas genom fotogrammetri. Det finns en rad olika mjukvaror som genomför detta relativt komplexa problem på automatisk väg. Den mjukvara som används i det här

projektet är AgiSofts Metashape professional edition. Denna mjukvara måste alltså vara installerad på den dator som servern ska köras på.

3 Konfiguration av servern

För att kunna använda servern krävs att den konfigureras beroende på vilka omständigheter den ska användas under. All konfiguration sker via de konfigurationsfiler som finns bifogade med mjukvaran under mappen "config". Filerna är på JSON-format.

3.1 Konfiguration av användare

I konfigurationsfilen FTPusers.conf finns en lista med användare och lösenord som bestämmer vilka som kan logga in på servern.

3.2 Konfiguration av nätverksuppkoppling

I konfigurationsfilen networkParams.conf finns diverse inställningar för FTP-serverns nätverksuppkoppling. I tabell 1 finns de möjliga inställningarna beskrivna.

Parameternamn	Beskrivning	Default
<i>receiver_email_address_list</i>	Mottagaradresser för statusuppdateringar i en lista	-
<i>sender_email_address</i>	Namnet på sändaradress, kan vara vilken adress som helst.	drone@swedgeo.se
<i>smtp_server</i>	Namnet på den SMTP server som ska användas för statusuppdateringar	smtp@swedgeo.se
<i>masquerade_ip_address</i>	Den IP-adress som servern har utåt sett om den befinner sig bakom en NAT	-
<i>passive_ports</i>	De portar som skall användas vid passiv FTP (måste vara öppna i brandväggen)	60001-60016
<i>smtp_port</i>	Den port som ska användas av SMTP protokollet (måste vara öppen i brandväggen)	25

Tabell 1: Konfigurationsparametrar för FTP-serverns nätverksuppkoppling.

3.3 Konfiguration av drönarmodeller

I konfigurationsfilen droneParams.conf finns de kameraparametrar som kan behövas för att fotogrammetrimjukvaran ska kunna konstruera en 3D-modell. I tabell 2 finns alla parametrar beskrivna.

Anledningen till att dessa parametrar behöver sättas manuellt är att de generellt sett inte finns med i video-metadata och därför inte följer med den uppladdade filen. Om en ny drönare skall användas bör konfigurationsfilen kompletteras med data från drönarens kamera. Aktuell data hittas på enklaste sätt genom att ta en stillbild och leta upp parametrarna i bildens metadata.

Parameternamn	Beskrivning
<i>id</i>	Internt namn på drönarmodellen
<i>Model</i>	Kamerans ID
<i>FocalLength</i>	Fokallängden på kamerans lins
<i>FocalLengthIn35mmFormat</i>	Fokallängd i 35 mm format

Tabell 2: Konfigurationsparametrar för drönarens kamera.

3.4 Konfiguration av fotogrammetriparametrar

I konfigurationsfilen `photogrammetryParams.conf` finns parametrar som bestämmer hur den uppladade videon konverteras till en 3D-modell. I nuvarande versionen finns bara en parameter, den sätter bildhastigheten när videon görs om till bilder.

3. Bilaga - Processbeskrivning – Räddningstjänst/SGI:s TiB-funktion

Optimering av processflöde vid
Räddningstjänsts
videofilmning med drönare

Processbeskrivning för drönaranvändare och SGI:s TIB-personal

Översikt

Det här dokumentet beskriver hur videodata från en DJI UAS tas om hand och skickas till SGI på automatisk väg för en geoteknisk bedömning. Detta dokument är avsett att användas som ett stöd under den operativa insatsen av Räddningstjänst/SGI:s TiB. För en mer detaljerad beskrivning av hur systemet fungerar hänvisas till processbeskrivningen på systemnivå (Diarienummer 1903-0220, bilaga 2).

1 Före räddningsinsatsen

1.1 Utrustning

Det som behövs för att ladda upp videofiler på SGI:s beräkningsserver är,

- en DJI drönare med videoinspelningsmöjlighet och minneskort
- en mobil eller surfplatta för att använda DJI GO applikationen
- en dator med minneskortsläsare, alternativt en minneskortsläsare till mobil eller surfplatta
- internetuppkoppling till datorn/mobilen/surfplattan.

1.2 Installation av FTP program

För att kunna ladda upp en videofil till SGI:s server krävs ett program för att ladda upp filer över FTP (File Transfer Protocol). Under avsnitt 1.2.1 finns instruktioner för installation av ett program som heter FileZilla på en Windows PC. Om man har tillgång till en minneskortsläsare för mobil/surfplatta går det även bra att ladda upp till FTP-servern via den. Lämpliga applikationer för FTP-uppladdning är t.ex. *AndFTP* till Android eller *FTPManager* till iOS.

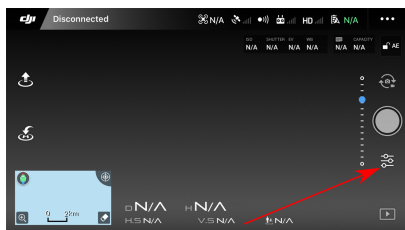
1.2.1 Installation av FileZilla på PC

- Gå in på hemsidan <https://filezilla-project.org/>
- Tryck på Download FileZilla Client och ladda ner programvaran för ditt operativsystem, välj standardversionen.
- Starta installationen genom att klicka på den nedladdade filen och följ sedan instruktionerna.

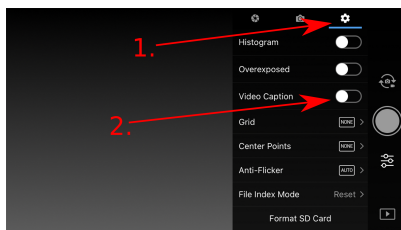
2 Under räddningsinsatsen

2.1 Innan flygning

1. Starta DJI GO applikationen och koppla upp den till drönaren
2. När drönaren är uppkopplad, gå in under inställningar för videoinspelning (se figur 1a)
3. I videoinställningar, klicka på kugghjulet (pil 1 i figur 1b), här ska fliken som heter "Video Caption" vara aktiverad (se pil 2 i figur 1b). Denna inställning kommer göra att bl.a. GPS-data sparas för din video. Om din drönarmodell är en DJI Phantom 3 eller äldre kommer informationen finnas i en separat fil med en ".srt" ändelse, annars kommer den vara inbäddad i video-filen.



(a) Startskärmen i DJI GO



(b) Videoinställningar i DJI GO

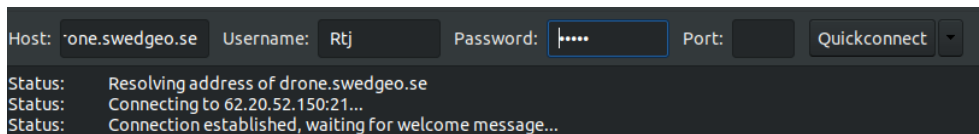
Figur 1

2.2 Under flygning

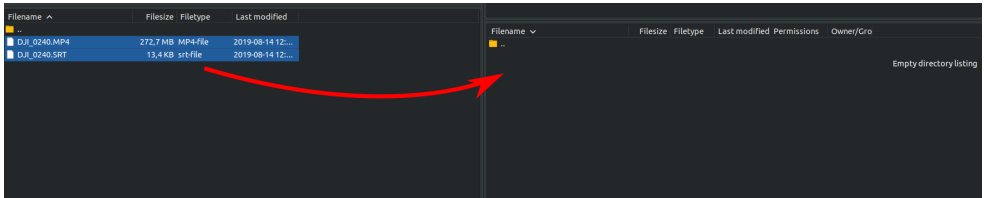
- Flyg över området som ska undersökas och starta videoinspelningen med den vanliga "record"-knappen, försök att täcka in hela området så nogga som möjligt.
- Låt kameran titta rakt neråt (vinkelrät mot horisontalplanet) när drönaren filmar för att generera så kallade lodbilder.
- Börja filma först när drönaren är i luften över området som ska undersökas, stäng av videoinspelningen när drönaren fortfarande är över området (filma alltså inte start och landning).
- Det är bättre att flyga på lägre höjd och filma längre tid, än att flyga på hög höjd och försöka få med sig större yta på kort tid.
- Försök att inte flyga för snabbt, ca 5-10 m/s är lagom.

2.3 Efter flygning

1. Plocka ut minneskortet ur drönaren efter landning.
2. Stoppa in minneskortet i en minneskortsläsare på en dator eller mobil/surfplatta.
3. Starta upp det FTP-program du har installerat (se avsnittet "Före räddningstjänstinsatsen")
4. Skriv in följande information i respektive fält och tryck på "connect". I figur 2 illustreras hur det ser ut i FileZilla.
 - **Host:** drone.swedgeo.se
 - **Username:** Rtj
 - **Password:** 12345
5. Leta upp den videofil du vill ladda upp och dra över den till servern (se figur 3). Mappar kommer att skapas automatiskt när filen har laddats upp. Om det finns en ".srt" fil som tillhör videofilen ladda även upp den, den kommer heta likadant som videofilen bortsett från ändelsen och den kommer ligga bredvid videofilen.
6. Om uppladdningen lyckades kommer videofilen att automatiskt börja processeras.
7. Räddningsledare meddelar SGI:s TiB att data har förts över till SGI:s server (sker även via automatiskt genererade mail från servern).
8. TiB SGI ritar ut bedömd skredutbredning, säkra zoner, justering av avspärning med datum och detta läggs upp i RTJ Fält samt i Geostab.



Figur 2: Inloggningsuppgifter till FTPn och hur de anges i FileZilla



Figur 3: Överföring av filer från den lokala datorn till servern

3 Efter räddningsinsatsen

- Efter avslutad räddningsinsats hålls erfarenhetsåterföringsmöten mellan RTJ Räddningsledare och SGI:S TIB.
 - vad fungerade bra?
 - vad fungerade inte alls?
 - förbättringsförslag
 - en handlingsplan tas fram för åtgärder.



Statens geotekniska institut

581 93 Linköping

www.sgi.se

E post: sgi@sgi.se

Växel: 013-20 18 00