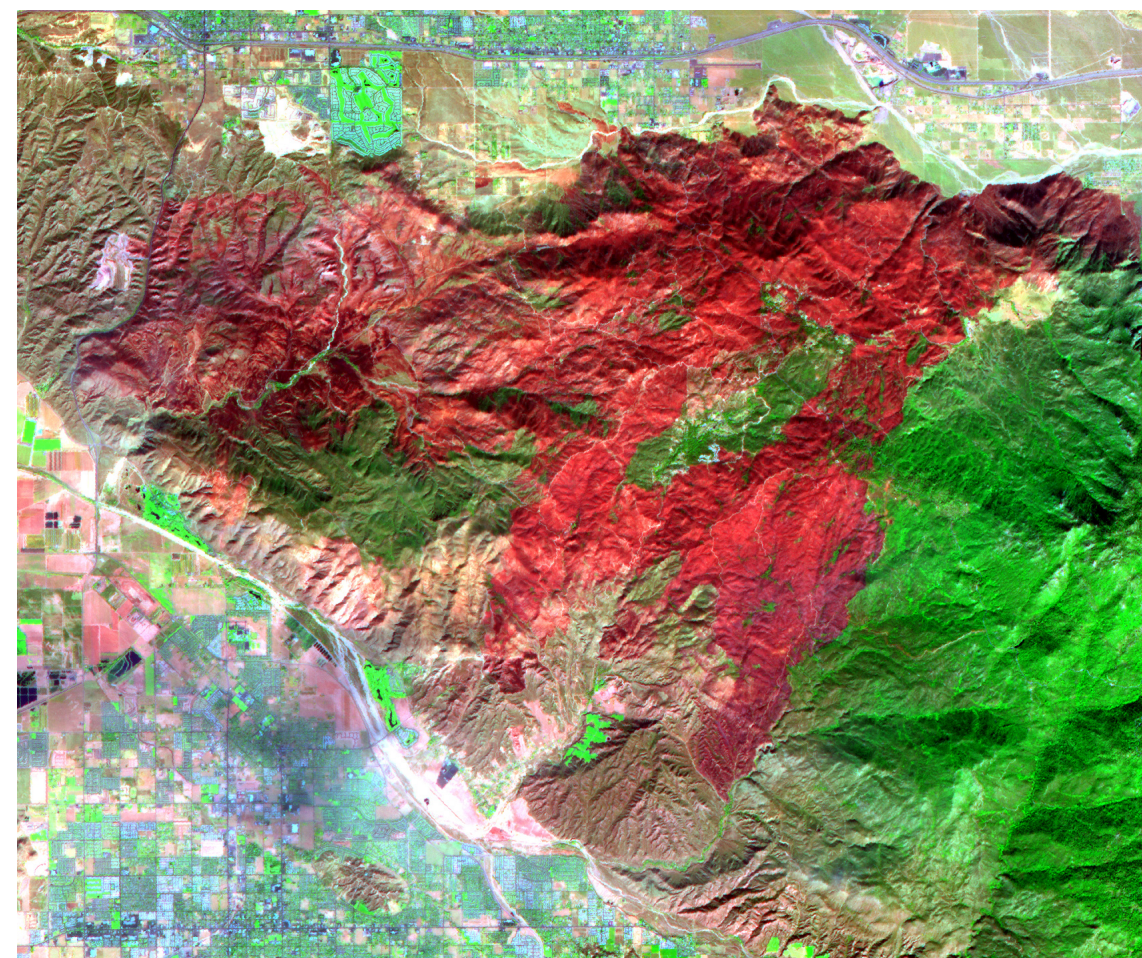


KERSTIN CASTENFORS, LARS HÖSTBECK, JOHN RYDQVIST



FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.

Image credit:
NASA/GSFC/METI/ERSDAC/JAROS, and U.S./Japan ASTER Science Team

Omslagsbilden föreställer eldsvådan *Esperanza* som startade den 26 oktober 2006 nära Palm Springs i Kalifornien. Sex dagar senare hade elden slukat 40200 tunnland och förstört 34 hem och 20 uthus. Bilden togs med hjälp av instrumentet ASTER på satelliten Terra. Bilden är tagen i 14 spektralband från synligt till termiskt infraröd våglängd, nedbrända områden visas som röda områden, vegetation är grön, brun vegetation är brun medan asfalt och betong är blågråa områden. Spatial upplösning är 15 till 90 meter.

Kerstin Castenfors, Lars Hstbeck, John Rydqvist

Informationsinhämtning och satellitbilder i den svenska krisledningsorganisationen

Titel	Informationsinhämtning och satellitbilder i den svenska krisledningsorganisationen
Title	Information Collation and Satellite Images in the new Swedish Crisis Management System
Rapportnr/Report no	FOI-R--2391--SE
Rapporttyp Report Type	Användarrapport User report
Månad/Month	Februari
Utgivningsår/Year	2008
Antal sidor/Pages	49 p
ISSN	ISSN 1650-1942
Kund/Customer	Försvarsmakten
Forskningsområde Programme area	4. Sensorer och signaturanpassning 4. Sensors and Low Observables
Delområde Subcategory	44 Rymdfarkostteknik 44 Space Vehicle Technology
Projektnr/Project no	E20609
Godkänd av/Approved by	Nils Olsson
FOI, Totalförsvarets Forskningsinstitut	FOI, Swedish Defence Research Agency
Avdelningen för Försvars- och säkerhetssystem	Defence & Security, Systems and Technology
164 90 Stockholm	SE-164 90 Stockholm

Sammanfattning

Syftet med denna rapport är att göra en bedömning av om och hur information från satellitbilder kan utnyttjas i det nya svenska krishanteringssystemet. Inom ramen för den övergripande frågan berörs vad information från satellitbilder skulle kunna tillföra i upprättandet av den svenska lägesbilden samt hur denna information skall hämtas till och användas vid den nya funktionen. I rapporten görs en genomgång av befintlig kapacitet i Sverige och Europa samt hur den påverkar möjligheten att skapa relevant information baserad på satellitbilder.

För krisberedskap, dvs. innan en kris uppstår, har högupplösta satellitbilder en roll när det gäller att fastställa en ”normallägesbild” över ett visst område. Vid krishantering, dvs. under pågående kris, finns behov av att snabbt få aktuella bilder. För att garantera tillgång till bilder krävs en satellit som Sverige kan kontrollera. Alternativt kan behovet täckas genom välvilliga satellitoperatörer såsom skedde vid Tsunamin 2004. Kravmässigt bör satellitbilder för akut krishantering jämföras med satellitbilder för taktiska/operativa militära behov vilket innebär att snabb leverans och snabb professionell analys prioriteras före hög upplösning.

Sverige har idag genom SPOT-samarbetet med Frankrike och Belgien tillgång till bilder som har en upplösning på fem meter. Samarbetet är nationellt, men har inte nyttjats av staten utan överlåtits till kommersiella försäljning. Idag ligger rättigheterna till bilderna i Lantmäteriets kommersiella bolag Metria som säljer bilder och analyser baserade på bilderna. Svenska institutioner och företag har haft goda möjlighet till metodutveckling kopplad till SPOT-bilderna och det finns idag ett betydande antal tillämpningar av dessa. Sverige fortsätter samarbetet med Frankrike och andra i Pléiades-systemet vars första satellit skall skjutas upp 2009. Upplösningen blir under en meter (pankromatiskt) varför de producerar en helt annan typ av bilder än SPOT. Möjligheten att nyttja dessa bilder utanför den militära sfären är till en början begränsad. Det civila

krishanteringssystemet har stora möjligheter att nyttja dessa bilder men behöver för det såväl metodutveckling som tolkningshjälp.

Avgörande för alla informationssystem är hur informationen tolkas och sammanställs för att fungera som beslutsunderlag. Kraven på informationsinhämtning med hjälp av satellitbilder är stora eftersom bilderna bara blir användbara med hjälp av professionell tolkning. För beslutsfattaren innebär detta att en organisation för tolkning måste skapas eller en befintlig sådan användas.

Avsaknaden av central funktion med ansvar för teknik och infrastruktur för den civila krishanteringen och dess informations- och underrättelsebehov försvårar alla "nationella" satsningar, oavsett om det handlar om bildtolkning och analys, en nationellt nyttjad svensk satellit eller annan "sektorsövergripande" teknik.

Det viktigaste som Sverige kan göra för att säkra tillgången till bilder och bildinformation för krishanteringssystemet är att se till att frågan ägs av någon instans i Regeringskansliet eller på någon myndighet.

Nyckelord: satellitbilder, kris, tillgång, upplösning

Summary

In this report a preliminary assessment of how satellite imagery can be used as a source of information in the new Swedish crisis management system is presented. An assessment of how such information can contribute to the overall situational awareness within the crisis management system is described. In the report the present imagery capacity in Sweden as well as in Europe is also introduced. Finally there is an assessment of the impact that present and planned future systems have on the ability of the new Swedish crisis management organisation.

In the every day work of the crisis management system, imagery can be used to establish patterns of normality and deviation making it useful as one out of several tools for early warning. In an ongoing crisis imagery can be used to quickly establish a situational picture and assessment of the extent of, for example, a natural disaster such as a tsunami. The use of imagery in an ongoing crisis requires quick reaction times. Images need to be received, analysed and information disseminated in a matter of hours rather than days. This puts high demands on the capacity of an imagery system. To achieve robust and reliable crisis information Sweden would need to have access to a surveillance satellite that can be controlled from Sweden. The alternative is for the crisis management system to rely on the goodwill of image providers as was the case during the 2004 Tsunami.

Today Sweden cooperates with France and Belgium on the SPOT-system. It produces images in the 5 meter resolution range. Sweden has chosen not to use these images as a national asset but has given exclusive rights to the company Metria to exploit the images commercially. There has been a significant development of applications in which SPOT images are used both in private businesses and in academia. Sweden continues its cooperation with France et al in the Pléiades programme and the first satellite is to be launched in 2009. Pléiades will produce images of a resolution better than one meter. Even though

the images are suitable for crisis management, there will be few applications of these images outside the military and intelligence community at the time of launch. The crisis management system will be needing assistance with both development of methods for exploiting high resolution images and interpretation of the images.

Crucial for all information collection and collation organisations is who should be responsible of and how should they collate, assess and disseminate the information. Assessment of satellite imagery requires specialists to process and extract information from the images. For a new Swedish crisis management system this presents a key challenge since such function would need to be created or an existing one coupled to the office.

There is today no central body responsible for support systems and technical infrastructure needs in the Swedish civilian crisis management system. This makes work towards “national” programs aimed at securing Swedish IMINT difficult.

The single most important measure Sweden can take to secure access to images and image extracted information for the Swedish crisis management system is to make sure that some body within the Swedish Government Office or within one of the Swedish agencies has overall responsibility for the issues.

Keywords: satellite images, crisis, assets, resolution

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
Summary	5
Innehållsförteckning	8
1 Inledning	10
2 Svenska civila krishanteringsaktörers behov av satellitproducerad omvärldsanalys	14
2.1 Ny svensk krishanteringsfunktion i Regeringskansliet.....	14
2.2 Resultat av intervjuerna	15
2.3 Kommentarer och slutsatser	18
3 Dagsläget i Sverige	22
3.1 Upplösning på satellitbilder	22
3.2 Behov och nyttjande av satellitbilder.....	23
4 Produkter på marknaden	26
4.1 Kommersiella aktörer	27
4.1.1 Sverige.....	28
4.1.2 Europa.....	28
<i>Italienska Eurimage</i>	29
4.1.3 USA.....	30
4.1.4 Övriga världen.....	31
4.2 Internationella aktörer tillgängliga för samarbete.....	31
4.3 Vad kostar en satellitbild?	33
5 Slutsatser	35
Bilaga 1 Google Earth	36
Google Earth är <i>Freeware</i>	36
Data som används.....	36

GE använder flera olika typer av grunddata. Tre viktiga typer är:	36
Användning av <i>Lager</i>	38
Bilaga 2 Sammanfattning om satellitbilder	39
Optik och radar – Två olika tekniker	39
Upplösning	39
Yttäckning	40
Färg eller svart/vit	40
Andra viktiga faktorer	41
Bilaga 3 Svenskt delägande av jordobservationssatelliter	43
Bilaga 4 Sammanställning av prestanda hos kommersiellt tillgängliga satellitsystem	45
Litteraturlista	48
Intervjuer	49

1 Inledning

Det som är styrande för samhällets syn på risk och sårbarhet är övergående från ett förhållningssätt som fokuserar på förebyggande åtgärder till ett med fokus på skademinimering, *mitigation*¹. Likaledes har insikten om att krisers efterverkningar är mycket större än vad som tidigare uppskattats och antagits skapat ett behov av politiska verktyg för att komma åt sårbarhetens rötter. Att skapa en integrerad risk- och hanteringsstrategi, som länkar samman riskhantering med utrymme för innovation och hållbar utveckling på det internationella området, är en nödvändighet för att möta de nya hot och risker som det globala samhället ger upphov till.

En framgångsrik krishanteringsstrategi kräver tillgång till underrättelser av hög kvalitet under lång tid. Syftet är att skapa normalbilder och att i rätt tid identifiera en avvikelse från normalbilden som indikerar en kris. Det moderna samhällets globala karaktär leder till behov av underrättelsesystem med global förmåga. Detta leder i sin tur till ett behov av en insamlingsstrategi som skapar global täckning med en väl avvägd detaljrikedom. En komponent i uppbyggnaden av en sådan insamlingsstrategi är användandet av fotospaning med satellit.

Syftet med denna rapport är att göra en bedömning av om och hur information från satellitbilder kan utnyttjas i det nya svenska krisledningssystemet som upprättas inom regeringskansliet. Inom ramen för den övergripande frågan berörs vilket mervärde information från satellitbilder skulle kunna tillföra i upprättandet av den svenska lägesbilden, hur denna information ska införskaffas och användas vid det nya krisledningssystemet. Rapporten gör en genomgång av befintlig kapacitet i Sverige och Europa samt hur den påverkar möjligheten att få information baserad på satellitbilder.

Rent generellt ökar användningen av geospatial information, dvs. information hämtad från satellitbilder men även från kartor, flygbilder etc. Det är en följd av flera fenomen. Ett sådant är att tillgången ökar i och med att fler avbildande satelliter skickas upp, ett annat är det globala samhällets natur med ett informationsbehov som både är globalt och önskas tillfredsställas i så nära realtid som möjligt. Från att ha varit en närmast strikt militär angelägenhet, är nyttjandet av satellitbilder nu utbrett i många sektorer i samhället.

¹ *Toward a Network Enabled Approach to Disaster Risk and Humanitarian Crisis Management R&D Status and Future Trends*. Presentation by Guy Weets, Managing Director, DRMC-Europe. Conference on International Security and Emergency Response Management, Brussels, November 2007.

Även inom området civil krishantering finns sannolikt behov av att kunna utnyttja denna typ av teknik för att tidigt få information om händelser som kan utveckla sig till såväl en svensk som internationell kris. Hade exempelvis Sverige haft en egen satellit med tillhörande analys och delgivning av underrättelser, hade sannolikt den svenska regeringen kunnat agera snabbare i samband med flodvågskatastrofen i Thailand 2004. I dag begränsas den svenska möjligheten att använda satellitbilder för information och beslutsunderlag av både tekniska, organisatoriska och ekonomiska faktorer. Sverige har idag ingen egen fotospaningssatellit utan litar i sin bildförsörjning på kommersiellt köpta bilder. Det långvariga samarbete som Sverige har haft med Frankrike avseende SPOT-programmet har lett till en omfattande kunskapsuppbyggnad i Sverige kring satellitsystem, men de bilder som Sverige fått tillgång till genom samarbetet har inte nyttjats av staten utan säljs istället kommersiellt genom Metria.

Europeiska satellitspaningsprogram omfattar såväl optiska spaningssatelliter som radarsatelliter. Frankrike är den ledande nationen i Europa inom området. Men de allra flesta europeiska satellitprogram, även de franska, bygger på samarbetsavtal mellan främst Västeuropeiska länder. De samarbeten Frankrike driver och deltar i har ekonomiska kopplingar till det franska försvaret. De franska samarbetsprojekten fungerar enligt principen att var och en som bidrar ekonomiskt till nya system, har viss möjlighet att påverka utnyttjandet av systemen. För Sveriges vidkommande innebär detta att det eventuellt skulle kunna finnas möjlighet att dels få del av befintlig satellitkapacitet mot ekonomisk ersättning samt även samarbeta om den nya generationens spaningssatellit givet att svenska ekonomiska garantier för samarbetet ställs. Här avses specifikt Helios-systemet och MUSIS-samarbetet, *Multifunctional Space Imaging System*.

En tidigare genomgång av de europeiska spaningssatellitsystemen visar att den europeiska förmågan att producera mellanupplösta optiska bilder (10-30 meters upplösning) minskar kraftigt eller upphör helt cirka 2008-10.² Det beror på att livslängden hos SPOT-satelliterna, som idag levererar dessa produkter, är begränsad till denna tidpunkt. Någon direkt efterträdare är inte planerad. Det närmaste en efterföljare till SPOT-serien, som vi idag ser i den europeiska planeringen, är de så kallade *Sentinellerna* inom GMES, *Global Monitoring for Environment and Security*. De förväntas inte skjutas upp förrän 2011-14. Eftersom många civila tillämpningar bygger på dessa bilder, kan detta bli ett allvarligt problem. Däremot kommer det att finnas ett överskott på satellitradarbilder (ej högupplösta) från 2007 och framåt. SPOT-systemet, *Système Pour l'Observation de la Terre*, som är en produkt av ett

² Rydqvist, J. & Höstbeck, L.: *Fotospaning med satelliter: organisation, funktion och behovsanalys*. FOI-R--2159--SE. ISSN 1650.1942, April 2007.

franskt/belgiskt/svenskt samarbete, har tillgodosett det svenska civila behovet av mellanupplösta bilder. Den forskning och utveckling som har bedrivits i Sverige har som en följd av tillgången från SPOT inriktats på att exploatera mellanupplösta bilder. Svenska intressen av tillgången till mellanupplösta bilder återfinns bland annat inom skogsverksamhet innefattande kartering.

Genomgången visar vidare att tillgången på mellanupplösta bilder inom det civila SPOT-programmet hittills har täckt det civila svenska behovet samt att svenska civila myndigheters framtida behov av högupplösta satellitbilder är mycket svårt att avgöra.

Bedömningen är att svenska civila myndigheters behov av högupplösta bilder i dagsläget inte uppgår till mer än några hundra bilder årligen. Extremt högupplösta bilder³ börjar även de bli tillgängliga utanför den militära sfären vilket innebär att vi kan vänta oss en satsning inom den civila sektorn på forskning och metodutveckling riktad även mot denna typ av satellitbilder. Därmed bör också efterfrågan på dessa bilder öka såväl nationellt som internationellt.

Behovet av en svensk fotospaningssatellit har diskuterats men inga beslut har fattats. Samtidigt är det fortfarande oklart hur den svenska tilldelningen från det redan etablerade fransk/belgisk/svenska Pléiades-samarbetet skall nyttjas i Sverige. Motsvarande tilldelning för SPOT överlämnades till en kommersiell aktör för att säljas på marknaden. Pléiades är dock ett system som enbart kan leverera högupplösta bilder och detta först efter 2009, då den första av två planerade satelliter förväntas skjutas upp. De behov av högupplösta bilder, som exempelvis svenska civila krishanteringsmyndigheter kan tänkas få på sikt, skulle kunna säkerställas genom ett svenskt deltagande i det franskledda MUSIS-samarbetet och den optiska komponent som planeras inom ramen för MUSIS. Denna kommer dock inte att kunna nyttjas före 2013.

Alternativet till egen satellit, tillgång till Pléiades (efter 2009) och tillgång till MUSIS (efter 2013) är att köpa bilder kommersiellt. Högupplöst bildmaterial av denna typ kan dock bli dyrt att utnyttja för svenska civila myndigheter och krishanteringsorgan om bilderna skall köpas styckevis på den öppna marknaden.

I dagsläget är behovet av högupplösta bilder inom den svenska krishanteringssfären inte kartlagt. Tänkbart är att det nya kansli för krishantering som inrättats i Regeringskansliet har behov av och intressen i att nyttja högupplösta bilder i den *situation room*-funktion som kommer att inrättas i kansliet. Detta behov kommer att i denna rapport redovisas med hjälp av

³ Upplösning bättre än 1 m.

intervjuer med företrädare för kansliet samt med företrädare för Krisberedskapsmyndigheten.

2 Svenska civila krishanteringsaktörers behov av satellitproducerad omvärldsanalys

För att undersöka i vad mån svenska civila krishanteringsfunktioner har behov av underrättelser i form av satellitproducerade högupplösta bilder har två personer intervjuats: den ena knuten till det nya kansliet för krishantering i Regeringskansliet och den andra till Krishanteringsmyndigheten. Nedan följer en beskrivning av den nya svenska krishanteringsfunktionen samt dess behov av satellitbilder baserat på dessa intervjuer. De personer som intervjuats framgår av appendix.

2.1 Ny svensk krishanteringsfunktion i Regeringskansliet

Inrättandet av en svensk krishanteringsfunktion i Regeringskansliet är ett uttryck för statsmakternas ambition att stärka den svenska förmågan till höjd samhällssäkerhet.

Den utredning som ligger till grund för inrättandet av denna funktion lyfter fram två övergripande uppgifter: Att säkerställa effektiv krishantering och att i rätt tid och med rätt information kunna kommunicera med media och allmänhet.⁴ Den senare uppgiften har aktualiserats bland annat genom bristen på tidig och trovärdig information i samband med flodvågskatastrofen 2004 vilket ledde till en svensk förtroendekris. I utredningen lyfts alarmeringsfunktioner, informations-inhämtning och informationsbearbetningsförmåga fram som nyckelbegrepp för att höja samhällets krishanteringsförmåga. Till detta läggs förmågan till diagnos och analys och inte minst framåtblickande analyser av hot och risker. Analyserna kan ligga till grund för förberedelser inför hotande situationer eller händelser. Ett exempel på den typen av förberedelser är pandemiplaneringen⁵ (genomförs av Socialdepartementet). Förmågan till omvärldsanalys lyfts följaktligen fram som den styrande och avgörande faktorn för att råda bot på tidigare brister i krishanteringsförmågan.

⁴ *Krishantering i Regeringskansliet*: Rapport från utredaren Christina Salomonson om inrättandet av en nationell krishanteringsfunktion i Regeringskansliet, oktober 2007.

⁵ Pandemi = epidemi som drabbar och får spridning över stora delar av världen.

Tanken är att kansliet under normala förhållanden skall bedriva kontinuerlig omvärldsbevakning för regeringens och Regeringskansliets behov och i händelse av kris upprätta en för Regeringskansliet gemensam lägesbild. För detta krävs omvärldsbevakning 24 timmar per dygn året runt. Syftet med en gemensam omvärldsbevakning är att säkerställa att information från olika källor fångas upp och delges. Den omvärldsbevakning som EBA, *Enheten för Beredskap och Analys*, i Regeringskansliet bedriver kan utgöra utgångspunkt för detta.

Sammanfattningsvis kan konstateras att kansliets analysverksamhet är beroende av att alla typer av relevant information kan användas tillsammans, samtidigt som kansliet måste kunna få ta egna kontakter i krissituationer via direkta informationskanaler.

2.2 Resultat av intervjuerna

Den intervjuade företrädaren för det nya kansliet för krishantering i Regeringskansliet uppgav att kansliet inte ersätter modellen med krisledande myndigheter, utan skall vara ett stödorgan till regeringen. Praktiskt/operativt krishanteringsarbete ligger på myndighetsnivå. Kansliet är en stödfunktion till regeringen och dess verksamhet bygger på tre delar:

1. Den tidigare omvärldsbevakningsfunktionen inom EBA, de tekniska system som etablerats av EBA kommer att utnyttjas av kansliet.
2. Praktiskt stöd till Regeringskansliet i krissituationer.
3. Förstärkt analysfunktion i form av utökade mandat för att primärt kunna utnyttja andra aktörers system och funktioner, exempelvis MUSTs system, liksom utökat externt/internationellt samarbete.

Att koppla upp sig mot system och ta vissa typer av kontakter i krissituationer har tidigare varit förbehållet fackdepartementen. I och med att kansliet inrättas, ändras detta och kansliet får nu rätten att ta denna typ av kontakt, liksom rätten till direkt systemutnyttjande. Kontakterna med MUST är idag inte så livaktiga som man önskar sig, både från kansliets sida och från MUSTs sida. Det handlar med andra ord om att stärka och utveckla redan befintliga kontaktkanaler istället för att skapa nya i kansliets regi.

Den första mars 2008 kommer en miniversion av kansliets funktioner att vara på plats där det grundläggande stödet till regeringen i händelse av kris skall kunna ges. Arbetet med utökad omvärldsbevakning och former för informationsinhämtning inleds därefter, liksom arbetet med att identifiera relevanta experter för genomförandearbetet. Den intervjuade uttrycker att tillgången till information från satellitbilder på flera sätt kan höja kansliets krishanteringskapacitet, dels vad

gäller tidig varning, dels för omvärldsbevakning, dels för framåtsyftande analysverksamhet. Exempelvis i samband med naturkatastrofer kan information från satellitbilder vara till stor nytta genom att lägesbilder kan göras tillgängliga för kansliet. De kan ligga till grund för bedömningar av förebyggande åtgärder, exempelvis pandemiplanering, samt som underlag för analyser av en händelses långsiktiga konsekvenser utifrån svenska regeringens perspektiv.

Den intervjuade på Sektionen för Beredskap på KBM:s Krishanteringsenhet uppgav att ledningscentralen på KBM har som uppgift att presentera sektorsövergripande lägesbilder till regeringen. I uppgiften ingår att begära in underlag från sektorsmyndigheter och länsstyrelser i samband med olika typer av påfrestningar som drabbar samhället, exempelvis avbrott i elförsörjningen. Dessa underlag sammanställs och sammanvägs sedan i form av analyser som vidarebefordras till regeringen och Regeringskansliet. Utgångspunkten för analysen av den sektorsvisa informationen är de samhällskonsekvenser som en aktuell händelse kan medföra. Mottagare av informationen är Försvarsdepartementet samt på sikt det nya kansliet för krishantering i Regeringskansliet.

På KBM:s ledningscentral har man fört resonemang kring behovet av högupplösta satellitbilder som stöd för den typ av omvärldsanalys som centralen bedriver. Det framgår av intervjun att tillgången till kartor och mixade bilder är knapp och att ökad tillgång till detta idag diskuteras inom myndigheten. Under stormen Gudrun, som drabbade Sydsverige 2005, hade ledningscentralen enbart karteringsbilder över stormfälld skog att bygga analysen på. Det medium som man utnyttjar idag för att tillgodose behovet av bildpresentationer är främst Google Earth, för en djupare beskrivning av Google Earth se Bilaga 1 Google Earth. Att använda Google Earth tillgodoser behovet av översiktsbilder som ger en historisk bild av området där en händelse inträffat. I Google Earth finns också lager där olika organisationer presenterar specifik information. Genom att nyttja dessa lager kan i någon mening även lägesbilder sägas vara tillgängliga i Google Earth, men med begränsningen att en lägesbilds kvalitet ofta är osäker avseende bland annat ålder och exakt källa.

Den intervjuade menade att det visserligen är väsentligt att ha tillgång till bilder av den typ man kan få via Google Earth, men för att kunna göra lägesbedömningar krävs en betydligt mer preciserad bild både tidsmässigt och med högre upplösningskapacitet. Att kunna få fram en bild av hur en stadskärna såg ut före en jordbävning och samtidigt få info om lägesutveckling, skulle höja analyskapaciteten väsentligt.

Om sådan teknik funnits tillgänglig, hade man exempelvis kunnat hantera situationen med jordskredet i Munkedal hösten 2006 mer effektivt, menade den

intervjuade. För att denna nya teknik skall kunna nyttjas helt och fullt behövs GIS-expertis, *Geografiskt InformationsSystem*, och annan expertkompetens för tolkningen. Även här är tillgången begränsad och behöver förstärkas på sikt. Den intervjuades åsikt är att med tillgång till högupplösta bilder kan insatser prioriteras på bättre sätt. Om sådant bildmaterial ej finns tillgängligt, får man skaffa information med hjälp av överflygningsbilder, vilka inte alltid är möjliga att skaffa.

På frågan om vilket svenskt behov som finns av övervakning av internationellt territorium, blev svaret att man definitivt har behov av internationell övervakning. Som exempel på detta gavs att vid varje given tidpunkt är en svensk population motsvarande en större svensk stad ute och reser och att under jul- och nyårshelgerna kommer ett stort antal svenskar att vistas utomlands. Efter flodvågskatastrofen 2004 finns dock möjligheter för KBM att koppla upp sig direkt mot hydrologiska stationer på Hawaii och få uppdaterade bilder. Inga dynamiska förlopp kan dock studeras med hjälp av detta. Den intervjuade uppgav även att Räddningsverket är intresserade av ökad kapacitet av omvärldsbevakning för att kunna göra insatsanalyser exempelvis i samarbetet med UD. Tillgång till högupplösta satellitbilder skulle öka denna kapacitet.

I intervjun togs även frågor upp om vilka nivåer i det svenska krishanteringssystemet som har tillgång till bildmaterial idag och i framtiden. I det nya kansliet för krishantering i Regeringskansliet finns höga ambitioner när det gäller omvärldsanalys och tolkningskapacitet men frågan är, menade den intervjuade, om tillgången till exklusivt bildmaterial kommer att stanna på denna nivå. Det primära ansvaret ligger ju ute på kommunerna medan de centrala myndigheterna ligger långt upp i informationskedjan. För att kansliet skall kunna få tillgång till god och trovärdig omvärldsanalys måste samtliga nivåer i systemet kunna bidra och tolkningskapacitet måste finnas på varje nivå. Det ställer stora krav på tolkningskapacitet.

I intervjuerna framkom vidare att det är väsentligt för det decentraliserade svenska krishanteringssystemet att material delas mellan nivåerna i systemet så att inte tio olika lägesbilder och bedömningsunderlag finns när en situation som kan vara kritisk för samhällssäkerheten skall bedömas av ansvariga beslutsfattare. Den kritiska punkten är idag länsstyrelsernas begränsade roll som knutpunkt mellan lokal och central nivå i krishanteringssystemet.

Skulle den befintliga tekniken, d.v.s. tillgången till det bildmaterial som Google Earth står för tillsammans med meteorologiska och hydrologiska data, kunna kopplas till tillgången på högupplösta satellitbilder, skulle exempelvis KBM kunna bygga upp en egen informationsbas som kan hållas inom myndigheten. Det är den intervjuades syn att KBM behöver mer information som inte är öppen.

Högupplösta bilder skulle exempelvis kunna bidra till att studera flodutbredning, folksamlingar, förflyttningstrender och avspärningseffekter. Detta skulle kunna vägas samman med närspaning och på så sätt ge ett mervärde, d.v.s. man skulle med hjälp av högupplösta bilder kunna zooma in och detaljstudera händelser för uppskattning av skador på omgivningen.

Tillgång till högupplösta bilder skulle sammanfattningsvis kunna tjäna som verktyg inom det civila krishanteringssystemet både inom området för tidig varning och rent operativt vid skadebekämpning och insatsbedömning samt som korrelerat till historiska bilder som hjälpmedel för att studera trender och utveckling av händelser. Högupplösta satellitbilder skulle dessutom bidra till att ge underlag för konsekvensanalyser av krishändelser utifrån svenska regeringens perspektiv.

Nya hotbilder som exempelvis rondellhundsincidenten sommaren 2007, kräver dessutom samarbete på tolkningssidan med den militära underrättelsesfären. Problemet är, menade den intervjuade, att nuvarande underrättelsesystem är anpassade till den militära sektorn och att de bedömningar som görs inom den militära sfären inte har det underrättelsevärde som den civila krishanteringen har nytta av. Många potentiella avnämare finns idag på den civila marknaden. Det är den intervjuades åsikt att det med andra ord är dags att införa en civil underrättelsetjänst i syfte att täcka de behov som globaliseringen ger upphov till. Denna åsikt delas, enligt den intervjuade, även av MUST, vilket avslutningsvis tyder på att nya och utökade samarbetsformer inom det svenska underrättelsesystemet i stort bör introduceras.

2.3 Kommentarer och slutsatser

Det finns anledning att direkt kommentera några delar av intervjun och dra några slutsatser.

Den allmänna tillgången till satellitbilder genom Google Earth har i viss mån trivialiserat satellitbilder som informationskälla. Det har sannolikt också förskjutit fokus från den analysprocess som är avgörande för att skapa information eller underrättelser med hjälp av en bild till bilden i sig.

GE är en gratis programvara som vem som helst kan ladda ner och installera på sin dator. Google Earth får sina bilder genom köp eller avtal med olika satellitoperatörer och flygbildsleverantörer. De köpta bilderna är, troligen av prisskäl, arkivbilder. I normalfallet är bilderna därför mer än ett år gamla. Samtidigt finns det exempel på bilder som är mer aktuella eller särskilt

detaljerade. Det kan vara en indikation på att Google tillmötesgår olika sårintressen genom att lägga ut bilder med specifikt innehåll.⁶ Det är ett problem då informationen om bilddatas ursprung inte är lättillgänglig. Bristen på transparens kompletteras med omöjligheten att ställa frågor. I slutändan är det helt enkelt omöjligt att värdera vad det är man ser för bilder, när de är tagna och varför de finns på Google Earth.

Det finns också s.k. lager⁷ som kan nyttjas i Google Earth. Dessa lager visar t.ex. var det finns sevärdheter, restauranger och museer. Men det finns också lager som tydliggör aktuella säkerhetsproblem. Dessa lager har ofta gjorts tillgängliga i samarbete mellan Google Earth och en intressepart. Även om intresseparten går att identifiera är det omöjligt att säga något om lagerinformationens korrekthet. I bästa fall ger lagren en antydning om ett problems art. I värsta fall är informationen vilseledande.

En satellitbild är bara råa data. Genom att tolka bilden erhålls information. Denna information analyseras tillsammans med annan information från andra källor för att i sitt sammanhang bidra till att skapa information på aggregerad nivå eller underrättelser. Denna underrättelse delges sedan till en beslutsfattare som fattar något beslut. I många fall följer satellitbilden med underrättelsen till beslutsfattaren. Det är viktigt att förstå att bilden då bara är en illustration inte underrättelsen i sig. Det är viktigt att poängtera att inköpta och aktuella satellitbilder över ett krisområde inte skapar mervärde utöver Google Earth bara genom att de är färskare. Det krävs hela cykeln av tolkning, analys och delgivning för att satellitbilderna skall bli värdeskapande för krishanteringssystemet.

Man skall dock inte underskatta det värde bilder har som pedagogiskt och förtydligande instrument i beslutscykeln. En bild säger mer än 1000 ord brukar det heta och användandet av råa bilder i kombination med en samlad underrättelse skulle kunna vara till hjälp för att inskräpa krisens omfattning och leda till snabbare beslut. Men satellitbildens primära värde ligger i den data som kan extraheras och tolkas.

Det är viktigt att notera att krishanteringskansliet inte skall ta över de krisledande myndigheternas operativa ansvar. När en händelse väl har inträffat är informationsinsamling för framtida analys lika viktig som information för beslut i nära realtid. Det är därför rimligt att anta att kansliet på sikt kan ha mer nytta av

⁶ Enligt Google Earth nedladdad 08-02-04. Volkels koordinater är 51 39'24,65'' N 5 41'28,04''E. Jämför med det brittiska flygfältet Lakenheath (52 24'26,75'' N 0 33'46,37'' E) där amerikanska taktiska kärnvapen också skall förvaras. Flygfältet presenteras med god upplösning.

⁷ Se Bilaga 1 Google Earth.

information från satellitbilder än vad de rent operativa myndigheterna kan. De senares nytta begränsas av långa leveranstiden för bilderna på ett helt annat sätt än vad en långsiktig analysfunktion begränsas av leveranstider.

Det finns ett antal distinktioner som är kopplade till kameraplattform och vilken plats på jorden man vill avbilda. En av de första drivkrafterna bakom fotospaningssatelliter var att de till skillnad från flygplan "legalt" kunde passera över andra länders territorium. Detta gäller fortfarande idag. Om man har behov av aktuella bilder med hög upplösning över Sverige är det i dagsläget enklare att begagna sig av flygbilder. Det finns ett antal flygburna kameror nationellt vars reaktionsförmåga och bildkvalitet är bättre än de satelliter vi kan köpa bilder från. Flygfoto har dessutom den fördelen mot optiska spaningssatelliter att de kan ta bilder under molnen, en mycket relevant faktor i ett molntäckt land som Sverige.

I utlandet däremot har vi generellt sett liten möjlighet att kunna använda flygfoton. Därför utgör satellitbilder det bästa och snabbaste sättet att skaffa sig överblick över katastrof- eller insatsområden. Endast när vi har laglig rätt att genomföra flygningar i luftrum kan flygfoto från bemannade eller obemannade flygplan utnyttjas.

Ansvarsprincipen⁸ och den decentraliserade uppbygganden av den operativa krishanteringens är sannolikt en förutsättning för att krishanteringens skall fungera effektivt. Samtidigt leder dessa till att det finns många intressenter, vilket försvårar uppbyggnad av gemensam infrastruktur. Som intervjun med KBM visar är krishanteringssystemets samlade struktur för GIS inte bättre än gratisversionen av Google Earth, vilket väl kan sägas vara ett symptom på att en decentraliserad organisation har svårt att skaffa gemensamma system. Detta är ett problem när vi diskuterar högupplösta satellitbilder.

Högupplösta satellitbilder har ett värde vid krishantering, vilket framgår av genomförda intervjuer. Detta värde kan vara både under krisens utveckling och vid analys efter en kris. Däremot är det knappast försvarbart från ett ekonomiskt perspektiv att varje aktör i krishanteringssystemet skaffar sig en egen bildtolkningsförmåga, än mindre separata avtal om tillgång till satellitbilder. Tyvärr finns det inte en självklar central funktion i systemet som har ansvar för att utveckla teknik och infrastruktur för den civila krishanteringens och dess informations- och underrättelsebehov.

⁸ Ansvarsprincipen säger att den myndighet/organisation som har ansvar för en viss fråga i normalfallet också har ansvar i kris.

I Försvarmaktens särskilda redovisning 2005, SR78 och 2006, SR 79 framgår tydligt att svensk satsningar på högupplösande satelliter, egen eller i samverkan med andra, är en nationell fråga och inte en rent militär. För att detta skall gå att realisera måste det finnas flera tydliga intressenter än Försvarmaktens om kan utgöra grunden för en nationell satsning. En självklar sådan är det civila krishanteringssystemet, men avsaknaden av central funktion med ansvar för teknik och infrastruktur för den civila krishanteringen försvårar alla ”nationella” satsningar, oavsett om det handlar om satelliter eller annan ”sektorsövergripande” teknik.

3 Dagsläget i Sverige

Sverige är sedan många år en framstående rymdnation på forskningssidan med flera framgångsrika forskningssatelliter och med ett trettioårigt deltagande i det multinationella SPOT-programmet för jordobservation. Esrange med sitt läge norr om polcirkeln är en civil resurs för såväl svenska nationella behov som en komponent i internationellt samarbete, framförallt avseende jordobservations-satelliter då dessa ofta går i polära banor.

3.1 Upplösning på satellitbilder

Det är alltid den tilltänkta användningen av data från rymdtjänsten som styr vilka kvaliteter aktörerna har behov av, fördjupad information fås i Bilaga 2 Sammanfattning om satellitbilder. Alla har inte behov av samma typer av bilder, eller ens av bilder producerade under liknande förutsättningar. För att kunna jämföra olika aktörers behov och vilka tjänster som kan uppfylla behovet bör man först beskriva hur tjänsterna ser ut i stora drag:

- Meteorologiska bilder. Dessa täcker stora ytor och har en upplösning som kan räknas i tusentals meter. De stora ytorna är en fördel vid avbildning av t.ex. molnformationer.⁹
- Översiktsbilder. Dessa kallas ibland mellanupplösta bilder. Upplösningen ligger mellan 10 och 30 meter. Dessa bilder är oftast multispektrala, dvs. i färg, och visar stora ytor, men inte detaljer. Landsat 7, som är ett exempel på en satellit för mellanupplösta bilder, ger bilder med 30 meters upplösning och en stråkbredd på 185 km.
- HR-bilder, *High Resolution*, är kommersiellt högupplösta bilder och har en typisk upplösning på 1-5 meter. De täcker dock betydligt mindre ytor. Ett exempel är SPOT-5 som kan producera pankromatiska, dvs. svart/vita, bilder med 5 meters upplösning och en stråkbredd på 60 km.
- VHR-bilder, *Very High Resolution*, var tidigare förbehållet militära system men börjar nu bli tillgängliga kommersiellt. Dessa system producerar bilder med upplösning bättre än en meter, men täcker ganska små ytor. QuickBird som ger bilder med 0,61 m upplösning och 16,5 km stråkbredd är ett exempel.

⁹ METEOSATs *High Resolution Image*, HRI, har en upplösning på 2500 m i det synliga bandet och 5000 m i infrarött. *Meteosat High Resolution Image Dissemination – Technical Description*, EUMETSAT, EUM TD 02, Rev 6.1, Juni 2002.

- EHR-bilder, *Extremely High Resolution*, finns ej tillgängliga kommersiellt utan är idag endast förbehållna militära system. Upplösningen ligger under en halvmeter.

En viss försiktighet måste tillrättas. Begrepp som högupplöst och extremt högupplöst är ofta kontextberoende och för att vara säker på vad som avses bör man för varje sammanhang kontrollera vad som avses genom att söka ett kvantitativt mått på den beskrivna upplösningen.

3.2 Behov och nyttjande av satellitbilder¹⁰

Nyttjandet av satellitbilder i Sverige på myndighetssidan är ganska väl utbrett men begränsat i volym. Det är ofta enstaka bilder per år, eller information extraherad ur enstaka bilder per år, som efterfrågas och utnyttjas. Framförallt efterfrågas tjänster som bygger på bilder motsvarande SPOT-bildernas egenskaper. Man kan grovt urskilja tre typer av användningsområden:

- Forskning och metodutveckling
- Förädling och försäljning av förädlade produkter
- Nyttjande av information baserade på satellitdata

Sedan cirka trettio år är Sverige del i en multilateral satsning på avbildande system i och med det svenska delägarskapet i SPOT. Frankrike är den största intressenten i SPOT-programmet med mindre andelar för Sverige och Belgien. I och med den nu aktiva SPOT-5 avslutas SPOT-programmet och någon direkt ersättare med samma funktion är inte planerad. För mer information se Bilaga 3 Svenskt delägarande av jordobservations satelliter.

Samarbetet går vidare i och med Pléiadessystemet, men dessa satelliter har helt andra karaktäristika än SPOT och kan därför förväntas få helt andra nyttjare. Som framgår av den korta sammanställningen nedan finns idag ett ganska svagt intresse utanför den militära sektorn och underrättelsesektorn för de HR/VHR-bilder som Pléiades kan leverera. Produkter från Pléiadessystemet kan sägas vara mer användbara som stöd till krishantering än vad SPOT har varit. Nedan följer en sammanfattning av olika svenska användares behov och nyttjande av satellitbilder:

¹⁰ Detta underlag utgör en sammanfattning av kapitel fyra i Høstbeck och Rydqvist, *Fotospaning med satelliter: organisation, funktion och behovsanalys*, FOI-R--2159--SE, April 2007.

- Kustbevakningen, användare av satellitbilder, men då i första hand SAR-bilder, *Syntetisk AperturRadar*, för miljöövervakning. Mest intressant är översiktsbilder över utsläpp mm.
- Lantmäteriet, arbetar såväl nationellt som internationellt och har tillgång till en flygburen digital kamera som nationellt levererar samma eller bättre tjänster än HR-satelliter. Har visst behov av HR-bilder vid internationellt samarbete.
- Metria, formellt är Metria den del av Lantmäteriet som bedriver uppdragsverksamhet. Metria beskrivs mer i detalj nedan under avsnittet om kommersiella aktörer.
- SIDA, inom ramen för olika internationella projekt är SIDA en stor nyttjare av satellitdata.¹¹
- Skogsstyrelsen, en av de största och mest initierade svenska civila nyttjarna av satellitdata.¹² Idag använder Skogsstyrelsen multispektrala mellanupplösta bilder för inventering och övervakning av skogsbestånd.
- SMHI, basproduktionen ligger i att ta fram väderprognoser grundade på bland annat vädersatelliter. SMHI har också ett uppdrag att hålla en beredskap vid olika olyckor som medför risker för spridning av farliga ämnen och kommer då i kontakt med högupplösta satellitbilder.
- Statens Kärnkraftsinspektion, SKI, visst behov av bilder av egna kärntekniska anläggningar, vid olyckor vid kärnanläggningar i närområdet samt möjligen som stöd till IAEA vad gäller bilder över kärntekniska anläggningar i andra delar av världen.
- Statens strålskyddsinstitut, SSI, har tillsynsansvar avseende alla typer av miljö- och hälsoaspekter på strålning. Även händelser i närområdet, såsom nukleära olyckor eller risker, analyseras av SSI. Vid sådana olyckor är uppgifterna närmast av underrättelsekaraktär och man har då samma behov av information som andra delar av underrättelsekollektivet. Under 2008 förväntas SKI och SSI slås samman till en gemensam myndighet.
- Sveriges Geologiska Undersökning, SGU, nyttjandet av satellitinformation är idag ganska litet. Lantmäteriet är en viktig partner i dessa sammanhang.
- Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU, är både användare av satellitdata i operativa termer och bedriver en omfattande forskning kring hur satellitbilder kan nyttjas. Sedan IKONOS-bilder med en meters upplösning blivit

¹¹ Enligt uppgift från Rymdstyrelsen.

¹² Enligt uppgift från Rymdstyrelsen.

tillgängliga har viss forskning kommit att inriktas mot nyttjande av högupplösta bilder.

- Totalförsvarets Forskningsinstitut, FOI, är i sig ingen nyttjare av satellitbilder, men samarbetar med andra myndigheter när det gäller bland annat spridningsmodellering. Vid FOI bedrivs också forskning kring såväl bildbehandling som SAR-processering.

Bland dessa myndigheter sker alltså forskning och metodutveckling vid SLU och FOI. SMHI och Metria erbjuder förädling och försäljning av förädlade produkter medan övriga, inklusive SLU, i huvudsak är användare av information som hämtas bland annat från satellitbilder. Det senare har en viktig implikation och det är att användaren inte nödvändigtvis vet om, eller bryr sig om, varifrån data kommer. Det är sannolikt så att frågan om tillgång till just satellitbilder i sig inte är intressant för det stora flertalet av användare. Det som är viktigt är tillgång till information i rätt tid, hur leverantören tar fram data är av underordnad betydelse.

De bilder som nyttjas är bilder som köps kommersiellt och SPOT-systemet har varit en viktig leverantör av medelupplösta bilder. Högupplösta bilder köps där de har varit tillgängliga, vilket har varit från satelliterna IKONOS sedan år 2000, QuickBird sedan 2002 och OrbView-3 mellan 2003 och 2007.¹³

¹³ OrbView-3 råkade ut för problem i mars 2007 och verkar inte ha fungerat sedan dess. Information om satelliten är borttagen från GeoEyes hemsida, kontrollerad 2007-12-13.

4 Produkter på marknaden

Satelliten IKONOS som ägs av GeoEye (tidigare SpaceImaging) var först med att erbjuda bilder med en meters upplösning kommersiellt. Satellitens förmåga var högre än så men eftersom SpaceImaging var ett amerikanskt företag var produkterna föremål för amerikanska restriktioner. Dessa innebar bland annat att den bästa upplösning som fick säljas var en meter och det snabbaste som en bild fick levereras till en icke-amerikansk kund var efter 24 timmar. Detta var för att förhindra att bilder användes i militära syften mot amerikansk trupp.

Amerikanska kommersiella satelliter tillverkas av samma grupp av företag som de hemliga amerikanska spanings satelliterna. Det innebär att tillverkaren har tillgång till teknologi som är långt bättre än vad kommersiella system normalt nyttjar. Vidare finansieras amerikanska kommersiella satelliter delvis genom garantier om viss volym av uppdrag till amerikanska staten. Det är därför fullt rimligt att anta att satelliterna har två olika ”produktlinjer” varav en är för amerikanska staten och en är för övriga kunder.

Den s.k. Rumsfeldkommissionen skrev år 2001 att amerikanska staten bör investera i teknologi som tillåter att deras system ligger en generation före det som är kommersiellt tillgängligt, samt uppmuntra amerikanska kommersiella företag att driftsätta system som ligger en generation före (icke amerikanska) konkurrenter.¹⁴

Denna *uppmuntran* utgörs praktiskt av den teknologiöverföring som sker vid utveckling av kommersiella system och det faktum att de stöds finansiellt genom en garanterad försäljningsvolym. Genom att sedan lägga restriktioner på vad som görs kommersiellt tillgängligt uppnår man målet om att amerikanska staten skall ha tillgång till bättre bilder än kommersiella kunder. Samtidigt skapar man sig en flexibilitet att möta konkurrens genom att, om så behövs för att stärka de amerikanska företagens konkurrenskraft, släppa på restriktionerna.

Vi ser en stadig prestandaökning på amerikanska satelliter som följer mönstret som Rumsfeldkommissionen anger. År 1999, när IKONOS sköts upp, var den tekniskt tillgängliga upplösningen hos en kommersiell satellit 82 cm medan den kommersiellt tillgängliga var 1 meter. År 2002, när Quickbird sköts upp, var bägge värdena ca 60 cm och 2008, när GeoEye-1 planeras att skjutas upp, kommer det att vara bättre än 40 cm respektive 50 cm. I Bilaga 4 Sammanställning av prestanda listas fler tekniska parametrar för de satelliter som

¹⁴ Det fullständiga namnet på kommissionen och dess rapport är *Report of the Commission to Assess United States National Security Space Management and Organization*, 11 januari 2001, s 40.

nämns i rapporten. Detta innebär att de kommersiella satelliterna snabbt närmar sig de militära satelliterna. De senare antas ha förmågan att producera bilder med en upplösning på 10-15 cm. Med Rumsfeldkommissionens inriktning bör det innebära att utvecklingen på den kommersiella sidan bromsas upp efter en till två ytterligare generationer satelliter. Under antagandet att utvecklingen av de militära satelliterna inte förbättras avsevärt.

4.1 Kommersiella aktörer

Det finns ett flertal kommersiella aktörer som erbjuder satellitbilder. Gemensamt för många av dem är att de i grunden är *outlets* för olika staters nationella system, dvs. i praktiken kanaler för att sälja överkapacitet på satelliter som ursprungligen tagits fram av nationella skäl. En skillnad ligger i att vissa av aktörerna som erbjuder kommersiella bilder också är satellitoperatörer, medan andra enbart är försäljningskanaler. Det innebär också att det finns olika politiska implikationer med de olika systemen.

Amerikanska företag, såsom DigitalGlobe och GeoEye (det senare en sammanslagning av före detta SpaceImaging och OrbImage), är satellitoperatörer och antas få ekonomisk uppbackning genom att de garanteras en viss volym beställningar från amerikanska staten. Samma sak gäller det i grunden israeliska men västindienregistrerade ImageSat som marknadsför bilder från de israeliska satelliterna i EROS-serien.

OrbImage gick igenom en finansiell kris under 2003 och efter konkurs och omorganisation fortsatte man verksamheten under nära överinseende från långivarna i en ny struktur från 2004. Under 2005 fanns tre amerikanska kommersiella satellitoperatörer (SpaceImaging, DigitalGlobe och OrbImage) som tävlade om två kontrakt med amerikanska staten, mer precist National Geospatial Agency (NGA), om att få leverera högupplösta bilder. De två avtalen gick till DigitalGlobe och OrbImage vilket ställde SpaceImaging i en besvärlig position. Genom köpet och bildandet av GeoEye omstrukturerades marknaden med två avtal och två kommersiella aktörer som bägge erbjuder i grunden samma produkter och har liknande utvecklingsplaner.

Det franska SpotImage är en försäljningskanal för bilder från i första hand SPOT-satelliterna, och i framtiden Pléiades, som är finansierade av i huvudsak franska staten, med bidrag från bland annat svenska skattebetalare. Samma sak gäller italienska Eurimage som marknadsför bilder från i första hand ESA-satelliter.

4.1.1 Sverige

Metria

Metria är svenska Lantmäteriverkets kommersiella gren. Rättigheterna till den svenska tilldelningen av SPOT-bilder ligger idag hos Metria efter övertagande från Satellitbild i Kiruna/Satellus. Metria har också ensamrätt att vara leverantör av SPOT-bilder i Norden. Metrias viktigaste roll är dock sannolikt inte som försäljare av satellitbilder utan som leverantör av förädlade produkter byggda på satellitbilder. Till olika kunder, varav många är svenska myndigheter, levererar METRIA dataset som bygger på satellitbilder och kunskap som hämtats ur satellitbilder. Detta innebär att Metria också kan agera agent för andra myndigheter vid inköp av bilder från andra källor än SPOT.

4.1.2 Europa

Franska SpotImage

SpotImage är det franska företag som hanterar SPOT-satelliterna. SpotImage ägs till 41 % av franska staten genom CNES och till 40 % av EADS Astrium. Bland de övriga ägarna som har mindre aktieposter finns svenska Rymdbolaget med 6,7 %.¹⁵ SpotImage arbetar globalt med fem dotterbolag i Australien, Kina, USA, Japan och Singapore, samt försäljningskontor i Brasilien, Mexico och Peru. Utöver dessa har man ett stort antal partners med olika status som agerar försäljningskanaler för SpotImages produkter. Svenska Metria är en sådan kanal.

SpotImage säljer idag produkter från de ”egna” satelliterna SPOT-2, SPOT-4 och SPOT-5 samt arkivbilder från SPOT-1 och SPOT-3. Utöver det agerar man också försäljningskanal för produkter från de nationella satelliterna FORMOSAT-2 som ägs av Taiwan och Kompsat-2 som ägs av Sydkorea. SpotImage kommer med all sannolikhet också att bli kommersiell återförsäljare för produkter från de kommande Pléiadessatelliterna.

Genom avtal med andra aktörer erbjuder SpotImage även bilder från andra satelliter. Bland dessa finns högupplösta optiska bilder från IKONOS, QuickBird, EROS och den ryska Cosmos/KVR 100. Eftersom Eurimage (se nedan) har ensamrätt på QuickBird-bilder i Europa måste man sannolikt se SpotImage mest som en mellanhand som i sin tur köper in bilder från andra leverantörer. SpotImage kan också förmedla bilder från radarsatelliter som TerraSAR-X, ENVISAT och kanadensiska RADARSAT.

¹⁵ www.spotimage.fr/ kontrollerad 2007-12-16.

Italienska Eurimage

Eurimage är ett italienskt företag som ägs av Telespazio (Italien) och EADS Astrium (Tyskland). Företaget opererar inga egna satelliter utan fungerar som försäljningskanal för data från ett antal olika satelliter, i första hand ESAs satelliter ENVISAT, ERS-1 och ERS-2 men även kanadensiska RADARSAT. Eurimage har också en exklusiv rätt att sälja produkter från DigitalGlobes satellit QuickBird i Västeuropa och runt Medelhavet, vilket är de enda högupplösande bilddata som Eurimage kan leverera just nu. Dock följs sannolikt avtalet om QuickBird av ett motsvarande avtal avseende satelliten WorldView-1 som sköts upp den 9 september 2007. Bilder från Worldview-1 antas vara tillgängliga kommersiellt från januari 2008.¹⁶

Avtalen mellan Eurimage och DigitalGlobe gör Eurimage till en av nyckelaktörerna på den kommersiella marknaden i Europa avseende högupplösta bilder där QuickBird har en upplösning på 60 cm och WorldView-1 en upplösning på 50 cm.

Nederländska ImageSat International

Nederländska Antillerna i Västindien är det officiella hemlandet för ImageSat International, men i realiteten är det ett israeliskt företag som är ägare och företaget är en försäljningskanal för bilder från de israeliska EROS-satelliterna, EROS-A uppskjuten år 2000 och EROS-B uppskjuten 2006. EROS-satelliterna är kommersiella varianter på de nationella israeliska Ofek-satelliterna¹⁷. EROS-A har en upplösning på 1,9 meter och en stråkbredd på 14 km, medan EROS-B erbjuder 0,7 meters upplösning och en stråkbredd på 14 km.

Förutom enskilda satellitbilder erbjuder ImageSat ett antal olika partnerskapsprogram där man kan köpa rättigheter till framtida bilder. Ett exempel på det är det så kallade SOP, *Satellite Operating Partner Program*, som erbjuder exklusivt nyttjande av en EROS-satellit under tiden då satelliten är inom räckhåll för en bestämd markstation. Tillämpat på svenska förhållanden skulle ett sådant avtal innebära en fullständig rättighet att nyttja en satellit i vårt närområde, så länge den har kontakt med Erange. Det marknadsförs av ImageSat som ett alternativ till ett nationellt rymdprogram, men missar det viktiga faktum att ett land som Sverige lika mycket, eller mer, behöver tillgång till satellitbilder från områden långt bort från svenskt territorium.

¹⁶ <http://www.eurimage.com/index.html>, kontrollerad 2007-11-28.

¹⁷ Israeliska fotospanings satelliter

4.1.3 USA

GeoEye

GeoEye är ett amerikanskt börsnoterat företag som bildades hösten 2005 genom att företaget Orbimage (Orbview-satelliterna) köpte SpaceImaging (IKONOS-satelliten). I samband med köpet bytte man också namn till GeoEye.

GeoEye opererar idag den högupplösande satelliten IKONOS med 82 cm upplösning och 11,3 km stråkbredd, samt en satellit för översiktsbilder, OrbView-2 med 1 km upplösning. Den tidigare satelliten Orbview-3 verkar efter ett haveri i mars 2007 inte ha gått att få i drift igen.

I framtidsplanerna ligger närmast satelliten GeoEye-1 som är en högupplösande satellit som kan producera bilder med 0,41 meters upplösning och en stråkbredd på 15,2 km. Det är sannolikt att den amerikanska lagstiftningen och licensieringsreglerna innebär att de produkter som blir kommersiellt tillgängliga ändå som bäst kommer att ha 50 cm upplösning och 24 timmars leveranstid. Uppskjutning är planerad till 2008. Därmed ligger GeoEye cirka sex månader efter DigitalGlobe (se nedan).

DigitalGlobe

DigitalGlobe är ett privat amerikanskt företag som anger bland annat banker och rymdindustrin som finansiärer. Man spårar sin historia tillbaka till 1992/93 och bildandet av företaget WorldView. Efter en serie misslyckande uppskjutningar placerades 2001 satelliten QuickBird-2 i bana. QuickBird-2 producerar bilder med en upplösning på ca 60 cm och en stråkbredd på 16,5 km.

I september 2007 följdes QuickBird av satelliten WorldView-1 som erbjuder kommersiella bilder med en upplösning på 50 cm. Implikationen av detta är att kontraktet med NGA (se ovan) ger bättre bilder än så till amerikanska staten, oklart dock hur bra. Stråkbredden på WorldView-1 anges till 17,6 km. Efter WorldView-1 följer WorldView-2 med planerad uppskjutning "no later than 2008".¹⁸ WorldView-2 skall erbjuda ungefär samma upplösning pankromatiskt och 16,4 km stråkbredd. Den stora skillnaden mellan Worldview-1 och -2 är att WorldView-2 ska erbjuda åtta spektralband medan Worldview-1 enbart erbjuder pankromatiska bilder.

¹⁸ <http://www.digitalglobe.com/about/worldview2.html>, kontrollerad 2007-12-16.

4.1.4 Övriga världen

Från såväl ryska som indiska nationella satelliter finns eller har funnits bilder på marknaden. Kontinuitet i service från dessa är inte lika självklar som från de kommersiellt inriktade tjänsterna som beskrivs nedan. Dock använder även Ryssland och Indien försäljningskanaler i väst för att sälja överkapacitet på sina nationella satelliter.

4.2 Internationella aktörer tillgängliga för samarbete

Ett alternativ till att köpa satellitbilder kommersiellt är att ingå i samarbete med någon som utvecklar satellitsystem. Sverige har sedan det första avtalet skrevs på i mitten av 1970-talet samarbetat med Frankrike, dock med inriktningen att sälja den nationella tilldelningen av SPOT-bilder kommersiellt och inte nyttja dem för statliga behov.

Det går inte att komma ifrån att alla högupplösande satelliter i grunden byggs för nationella behov. Även de amerikanska GeoEye-1 och WorldView-1 och -2 som vid första anblicken verkar vara kommersiella är, när man sätter dem i sitt sammanhang, resultat av en överenskommelse mellan satellitägarna och amerikanska staten. Om Sverige som nation skall skaffa en stadig tillgång till satellitbilder är det med en annan nation som det är aktuellt att ta upp ett samarbete.

Nedan beskrivs i mycket övergripande ordalag de teoretiskt möjliga samarbetspartners med egen erfarenhet av rymdsystem som finns i Europa. Att urvalet prioriterar europeiska länder är en logisk följd dels av det svenska medlemskapet i EU och den pågående uppbyggnaden av EUs krishanteringsförmåga inom ESDP, dels som en följd av den inriktning som Sveriges regering gav i RB05 för Försvarsmakten, SR78, där det framgår att det är rymdsamarbete ur en europeisk kontext som skall prioriteras. Vidare är det rationellt att avgränsa samarbetet till nationer med omfattande kunskap då vi på det sättet kan uppnå ett avsevärt mervärde av vår satsning och förhoppningsvis få en kunskaps- och teknologiöverföring till Sverige. Med dessa kriterier är det rimligt att även inkludera Israel som har en omfattande egen kunskap och är öppna för samarbete.

Det finns givetvis en möjlighet att samarbeta kring högupplösande rymdsystem med vilket europeiskt land som helst, som idag inte har egna system. Dock är det tveksamt hur ett sådant samarbete skulle gynna Sverige. Med vår långa bakgrund avseende civila rymdprogram skulle Sverige med största säkerhet bli den seniora

parten i ett sådant samarbete, som då skulle få ta huvuddelen av kostnaderna och stå för det mesta av *know-how*, samtidigt som vi i operativa sammanhang skulle behöva ta omfattande operativa hänsyn till vår juniora partner. Ur ett sådant perspektiv är det sannolikt mer rationellt att utveckla ett system helt på egen hand.

Frankrike

Sverige och Frankrike har samarbetat kring SPOT och samarbetar kring Pléiades. Pléiades har ett komplicerat samarbetsmönster där Frankrike operativt samarbetar med Italien samtidigt som man tekniskt samarbetar med Sverige. Vidare anges Pléiades vara *dual use* med implikationen att det finns både en militär och en civil del av systemet. Det antas här att Sverige äger en 3 % andel i den civila delen av systemet av det svensk-franska samarbetet kring Pléiades, baserat på svenska statens bidrag i programmet.

Därmed finns det en möjlighet att utveckla Pléiadessamarbetet även till den militära sidan, och fyra olika sådana modeller presenterades av Frankrike för Sverige vid ett besök vid den franska flygbasen Creil i januari 2006.

Tillsammans med Tyskland, Italien, Spanien, Belgien och Grekland studerar Frankrike nästa generations Europeiska satelliter som förutsätts samverka i ett gemensamt system. Arbetet är det tidigare nämnda MUSIS. Sverige har inbjudits att delta men har ännu inte (december 2007) svarat. MUSIS förväntas bestå av en kombination av extremt högupplösande satelliter, med en upplösning bättre än 50 cm, yttäckande satelliter och radarsatelliter.

Italien

Med början 2007 har Italien placerat sitt system Cosmo-SkyMED i omloppsbanan. Systemet ska när det är fullt utbyggt bestå av fyra SAR-satelliter i en och samma polära bana. Cosmo-SkyMED är Italiens bidrag till samarbetet med Frankrike om Pléiades, men Sverige har inte någon del i Cosmo-SkyMED idag. Dock är det sannolikt att Sverige, om vi så önskar, skulle kunna ta upp en diskussion med Italien om ett sådant samarbete. Enligt uppgifter som presenterades på konferensen *Military Space: Questions in Europe* i september 2007 har Italien påbörjat studier avseende nästa generation av Cosmo-SkyMED och om Sverige är intresserat av att vara med i denna utveckling och binder upp sig tidigt är det mycket sannolikt att vi även kan få tillgång till data från den nuvarande generationen av Italiens radarsatelliter.

Spanien

Spanien har utvecklat egna kommunikationssatelliter men inte avbildande satelliter. Dock har Spanien under 2007 annonserat att man avser att utveckla

nationella satelliter med såväl konventionella kameror som SAR i kunskapsuppbyggande syfte. I och med det och att Spanien också är med i MUSIS-samarbetet är Spanien en potentiell partner för ett land som Sverige.

Tyskland

I Tyskland har två olika SAR-system utvecklats och tagits i drift under 2007. Det är dels det nationella SAR-Lupe i en konstellation av fem små SAR-satelliter som i huvudsak är specificerade för underrättelseändamål, dels den kommersiella TerraSAR-X som hittills bara är en satellit men som förväntas följas av en andra satellit om några år. Detta tillsammans med det faktum att Tyskland är ett MUSIS-land innebär att det finns nationell kunskap i Tyskland som kan vara intressant om Sverige söker en internationell samarbetspartner.

Israel

Israel har nationellt utvecklat såväl SAR-satelliter som satelliter med optiska kameror. Det innebär att det finns en omfattande kunskap i Israel som Sverige skulle kunna ha nytta av. Huruvida Israel är intresserade av ett samarbete är en annan fråga, men man bör inte från ett tekniskt perspektiv utesluta Israel som en potentiell partner.

4.3 Vad kostar en satellitbild?

Priset på en satellitbild beror helt på bildens egenskaper. Tre parametrar som kan sägas vara alternativskiljande är

- Arkivbild eller tagen på beställning
- Normal service eller *express*
- Nivå på efterbehandling

Exemplen nedan är hämtade från SpotImage och Eurimage som bägge är försäljningskanaler i Europa och som sammantaget erbjuder produkter från de flesta idag tillgängliga satelliter.

De flesta operatörer och återförsäljare erbjuder beställaren att köpa bilder ur det befintliga bildarkivet. Dessa bilder går i allmänhet tillbaka till operatörens början i branschen, till exempel i fallet SPOT till 1986. Att köpa en bild ur arkivet innebär sannolikt ganska lite arbete för leverantören och bilden kan oftast levereras omgående, vilket för SpotImage betyder inom tre arbetsdagar. Att köpa en SPOT-bild från perioden 1986-2004 kostar i storleksordningen 10 000 SEK per bild. Det avser då en full scen på 60 x 60 km med en upplösning på 10 meter pankromatiskt.

Vill man ha en pankromatisk bild från QuickBird och nöjer sig med en arkivbild får man betala som lägst 16 USD per kvadratkilometer. Det kan låta billigt men en full scen på 16,5 km i kvadrat kostar då 4356 USD eller med en dollarkurs på 6,50 SEK ca 28 300 SEK.

Vill man istället ha en nytagen bild, det som kallas en programmerad bild (det syftar på att satelliten programmeras specifikt för att ta den önskade bilden) går priset upp betydligt. Beroende på önskad upplösning varierar det mellan ca 25 000 SEK och 55 000 SEK för SPOT-bilder. För en bild från QuickBird med normal prioritet får man betala 21 USD per kvadratkilometer vilket blir ca 37 100 SEK.

Har man bråttom och vill ha sin bild extra fort, eller få högre prioritet vid programmeringen kostar det mer. SpotImage erbjuder produkter från sitt arkiv med leverans inom tre dagar till normalt pris, men erbjuder också *rush delivery* inom 24 timmar men då till en extra kostnad om 600 € eller ungefär 5500 SEK. Vill man ha en programmerad produkt med högre prioritet kostar det 3 100 € extra, eller ca 28 000 SEK. Ett extremfall från SpotImage skulle vara en bild med 2,5 meters upplösning och högsta prioritet. En sådan skulle kosta 12 000 € eller ungefär 110 000 SEK.

Vill man ha en fullständig scen från QuickBird med s.k. *rush tasking* får man betala 41 USD per kvadratkilometer, eller ungefär 73 000 SEK. Till detta kommer problemet med *molngaranti*.

DigitalGlobe erbjuder en molngaranti som innebär att programmerade bilder som täcks till mer än 20 % av moln kommer att omprogrammeras till ett senare tillfälle. Det innebär givetvis också att leveranstiden kan bli lång. Kunden kan själv bestämma hur långt tidsintervall som man är beredd att ha, men DigitalGlobe rekommenderar 90 dagar. Sammantaget innebär detta att man som kund vid en normal beställning får den första bilden som tas med mindre än 20 % moln, eller den bästa bilden som tas, inom 90 dagar. Väljer man *rush tasking* ser reglerna annorlunda ut. Tidsintervallet är begränsat till 14 dagar och man får den första bilden som går att ta, oavsett molntäcket.

Som en tredje parameter som avgör priset så finns graden av efterbehandling. Varje bild som tas måste efterbehandlas för att kompensera för sådant som att bilden är tagen snett från sidan och att jordytan faktiskt kröker sig under kameran. Som kund kan man välja att köpa rådata utan behandling och själv göra nödvändiga bearbetningar, eller att köpa en färdig bild med olika grader av efterbehandling. Ju mer avancerad efterbehandling man köper, desto dyrare blir bilden.

5 Slutsatser

Det kända svenska civila behovet av högupplösta satellitbilder är idag ganska litet men kan förväntas öka vartefter metoder för att nyttja dem utvecklas. För krisberedskap, dvs. innan en kris uppstår har högupplösta satellitbilder en roll när det gäller att fastställa en *normallägesbild* över ett visst område. För detta kan man med fördel nyttja kommersiellt tillgängliga bilder och då specifikt bilder från satellitoperatörernas arkiv. Skulle det vara så att arkivbilder inte kan tillfredsställa behoven finns möjligheter att köpa programmerade produkter på ett strukturerat och kostnadseffektivt sätt.

Vid krishantering, dvs. under pågående kris, finns behov av bilder snabbt och med hög prioritet. Detta kan inte hanteras med *normala* beställningsförfaranden som innebär att programmering skall ske några dygn i förväg och bilden kan levereras flera månader senare. För detta krävs tillgång till programmeringsrätt på en satellit, eller att behoven möts av välvilja från satellitoperatörerna såsom skedde vid Tsunamin 2004.

Kravmässigt bör satellitbilder för krishantering jämföras med satellitbilder för taktiska/operativa militära behov vilket innebär att snabb leverans och bild i rätt tid prioriteras före hög upplösning. Om Sverige vidtar åtgärder för att säkra tillgång till satellitbilder för krishantering är krav på programmeringsrättigheter och nedtagning i nära realtid ett måste. Sannolikt är integritetskravet lägre eftersom civila kriser oftast är väl kända genom media och det faktum att Sverige som nation tittar på en pågående civil kris sannolikt inte är sekretessbelagt.

De system som producerar produkter som säljs kommersiellt har alltid en nationell aktör bakom sig. Ikonos, QuickBird, Worldview-1/-2 och GeoEye-1 har alla amerikanska staten som sponsor. SPOT och Pléiades har franska, svenska och belgiska staten, Cosmo-SkyMED har italienska staten, SAR-Lupe och TerraSAR-X finansieras av Tyskland osv. Ur ett svenskt krishanteringssystemperspektiv är det sannolikt bättre att söka samarbete med den nation som sponsrar ett system än att säkra tillgång till det genom ett kommersiellt avtal med systemets försäljningskanal.

Det viktigaste som Sverige kan göra för att säkra tillgången till bilder för krishanteringssystemet är att se till att frågan tydligt ägs av någon instans i Regeringskansliet eller på någon myndighet.

Bilaga 1 Google Earth

Google Earth (GE) har sedan introduktionen sommaren 2005 fått en stor spridning och även om det kanske i första hand är avsett som ett pedagogiskt hjälpmedel eller kanske till och med underhållning så nyttjas GE många fall som ett beslutsstödssystem. Det finns därför all anledning att fundera över när GE ger tillräckligt bra information och när det krävs geografisk information från andra källor.

Google Earth är *Freeware*

GE är en gratis programvara som vem som helst kan ladda ner och installera på sin dator. Programvaran kommunicerar sedan via Internet med Googles databas för att hämta data över det område som användaren vill se. I och med detta behov av att hämta data fungerar GE bara om man ständigt är uppkopplad och sannolikt krävs bredband.

Förutom gratisversionen finns det en version kallad GE Plus som kostar USD 20 per år och en version kallad GE Pro som kostar USD 400 per år. Det som skiljer versionerna i första hand är möjligheten att spara och skriva ut bilder samt stöd för att importera och exportera GPS-data. Det är precis samma bilddata som visas i alla tre versionerna.

För gratisprogramvaran finns inget användarstöd. Om man köper GE Plus eller GE Pro får man tillgång till olika nivåer av stöd. Som användare av en gratisprogramvara har man små möjligheter att ställa krav och frågor till leverantören. För ett program som Google Earth är det ett problem då informationen om bilddatats ursprung inte är lättillgänglig, och det finns inte möjlighet att ställa frågor. Man vet helt enkelt inte precis vad det är man ser.

Data som används

GE använder flera olika typer av grunddata. Tre viktiga typer är:

- Bilddata
- Terrängdata
- Vektordata

Ovanpå dessa tre grunddata finns en mängd olika lager, *Layers*, som innehåller olika datamängder, framförallt positioner. Det är dessa lager som innehåller information om sådant som hotell och restauranger.

Bilddata är det man först tänker på när man talar om GE. Även om GE oftast associeras med satellitbilder så använder GE i verkligheten alla möjliga bilder, oavsett plattform. Högupplösta bilder över stadskärnor är i många fall flygfoton.

Google har ingen egen satellit. De bilder som finns i Google Earth är köpta från olika bildleverantörer såsom SpotImage och DigitalGlobe.¹⁹ Även bland annat NASA bidrar med bilder. De flesta bilder är äldre än ett år. Detta hänger ihop med att de bilder som Google köper är arkivbilder som Google kan få till rabatterat pris. Ett exempel är den bild som i januari 2008 finns tillgänglig i GE över södra Stockholm, mer specifikt Årstaviken.²⁰ Att döma av hur långt man kommit med Årstabron och Årstabergets pendeltågsstation så är bilden tagen sommaren 2005.

Endast vid mycket speciella tillfällen läggs aktuella bilder in, och då inte nödvändigtvis direkt på ”jordgloben” utan i form av tilläggsinformation i separata lager. Exempel på det är orkanen Katrina som drabbade New Orleans 2006. (GE släpptes i sin första version ca sex månader efter Tsunamin så bilder från den händelsen lades inte ut via GE).

När man zoomar in från en bild av hela jordklotet till att se ett specifikt träd så används en serie olika bilder med olika upplösning. För stora delar av världen så är den bästa upplösning man kommer ner till ca 30 meter vilket räcker för att skilja ut skog från öppen mark och vatten, men inte enskilda hus, eller träd. Över tätorter har bilderna ofta högre upplösning, sannolikt i storleksordningen 2,5 meter vilket motsvarar en multispektral QuickBird-bild eller en förbättrad SPOT 5-bild.

Terrängdata gör det möjligt att representera höjdkurvor. Det är denna funktion som tillåter en användare att ”flyga” i bergsområden och att titta ”från sidan” på objekt. De terrängdata som används kallas SRTM och kommer från NASA. SRTM står för *Shuttle Radar Topography Mission* och har sitt ursprung i en mission med rymdfärjan Endeavour år 2000. SRTM-data täcker landområden mellan 60° N och 56° S²¹, dvs halva Sverige är platt i GE och de svenska fjällen upplevs inte ha någon höjd medan Alperna har det. I grunden har SRTM en upplösning på 30 meter i sida och 16 meter i höjd. Dock använder Google Earth

¹⁹ Google Earth har fått så stort genomslag att när DigitalGlobe sköt upp sin satellit WorldView-1 i september 2007 fick det på vissa håll rubriker i stil med ”Ny satellit för Google Earth”. Se till exempel

<http://www.reuters.com/article/technologyNews/idUSN1445933620070914?feedType=RSS&feedName=technologyNews>

²⁰ Kontrollerad 2008-01-24

²¹ Om det finnes land mellan 56° och 60° S skulle även det ha täckts av SRTM.

bara var tredje bildpunkt och får alltså en upplösning på 90 meter i sida, men fortfarande 16 m i höjd.²²

Vektordata är punkter, streck, ytor och volymer som markeras av ett eller annat skäl. Ett bra exempel är de 3D-vyer över vissa, företrädesvis amerikanska, städer som går att få fram. I dessa vyer avbildas byggnader i höjdlid som en serie gråa kuber, vilket är vektordata.

Användning av Lager

Lager representerar datamängder som användaren kan välja att se eller inte se. I många fall är ett lager ett samarbete mellan Google Earth och någon annan organisation om att presentera en viss information, t ex ESAs lager *Phenomena seen from space*. Detta lager är satellitbilder av olika fenomen, t ex algblomning eller ett snötäcke över Skandinavien. Bilderna ersätter inte den ordinarie bilden i GE. Istället kommer en markör upp som man får klicka på. Detta öppnar ett pop-up fönster där den särskilda bilden visas.

Ett annat lager är *USHMM: Crisis in Darfur*.²³ Detta lager innehåller vektordata i form av Darfurs gränslinjer och markörer för bland annat byar som förstörts helt eller delvis. Klickar man på markörerna får man upp information om byarna och ”vanliga” foton tagna i området.

Dessa lager har potentialen att snabbt ge betydligt mer information än vad enbart kartdata kan ge, men med den begränsningen att man som användare i princip inte har någon aning om kvaliteten på data, vare sig avseende dess ålder, dess fullständighet eller om det manipulerats på något sätt.

²² Se *Google Earth Study – Impacts and uses for Defence and Security*, EADS Fleximage, september 2005, sid. 46.

²³ USHMM står för United States Holocaust Memorial Museum.

Bilaga 2 Sammanfattning om satellitbilder

En satellitbild är inte en annan lik. Förutom att vyerna skiftar så finns olika tekniker och olika system som alla är optimerade för olika syften. Vilken typ av bild en satellit kan producera är helt beroende på dess konstruktion.

Eftersom olika användare har olika behov och skall använda bilder på olika sätt så vill inte alla ha samma typ av bilder. Av detta följer att alla inte kan samsas om bilder från samma satellit. Några exempel på olika typer av bilder och dess användning finns i Tabell 1 nedan.

Det finns en mängd olika egenskaper som skiljer satellitbilder åt. Nedan beskrivs några av de viktigaste som krävs för att skapa en fördjupad insikt i de problem och frågeställningar som beskrivs i denna rapport.

Optik och radar – Två olika tekniker

Man kan idag ta bilder med två olika tekniker. Den första är en traditionell kamera med optik som tar ett fotografi. Detta kräver ljus vilket innebär att foton bara kan tas där solen lyser på jordytan. De första spaningsatelliterna från 1960-talets början tog foton med traditionell film som sedan togs ner på Jorden. Idag använder sannolikt alla fotospaningsatelliter digitala kameror som sänder bilden till Jorden med radio.

Den andra tekniken är så kallad syntetisk aperturradar, SAR. Detta innebär att en bild byggs upp genom en matematisk processering av radarsignaler som studsar mot jordytan. Dessa bilder ser helt annorlunda ut än optiska bilder och visar delvis andra saker. En fördel med radar är att eftersom satelliten sänder ut och sedan *lyssnar* på sin egen signal är den inte beroende av dagsljus och fungerar därför även i mörker. Till viss del ser man också genom moln med en SAR. En nackdel är att radarn kräver mer energi.

Upplösning

Begreppet upplösning används för att beskriva hur små saker som syns på bilderna. Den tekniskt mer korrekta definitionen är hur nära varandra två föremål kan vara samtidigt som man uppfattar att det är två mindre föremål och inte ett större. Upplösningen mäts i allmänhet i meter och hög upplösning betyder ett litet mätvärde. Ibland används förkortningen HR, *High Resolution* för högupplösta bilder, och ibland också förstärkta uttryck som VHR, *Very High*

Resolution och EHR, *Extremely High Resolution*. En viss försiktighet är på sin plats då definitionen av HR ofta är kontextberoende. Ett exempel på det är att i spaningssammanhang brukar HR-bilder antas ha upplösningar kring en meter medan i meteorologiska sammanhang sägs 1 km vara HR-bilder.

Denna rapport behandlar spaningssatelliter och i den mån uttrycken används så antas HR betyda upplösning kring en meter, VHR upplösningar mellan en halv och en meter och EHR upplösning bättre (dvs. mindre) än en halv meter. Kommersiellt tillgängliga bilder får stadigt bättre upplösning. För tio år sedan var ca fem meter bästa tillgängliga upplösning på en kommersiell bild. För fem år sedan var motsvarande gräns cirka en meter och idag är den nära en halv meter. Militära spaningssatelliter, specifikt de amerikanska antas idag ha en upplösning på ca 15 cm.

Yttäckning

Yttäckningen är en beskrivning av hur stort område på jorden som en satellitbild täcker. Normalt anger man inte yttäckningen som en yta i kvadratkilometer utan som stråkbredd vilket är ett mått på hur bred bild satelliten tar vinkelrät mot satellitens rörelseriktning. I allmänhet mäts stråkbredd i kilometer. För en satellit som producerar kvadratiske bilder blir bildens längd givetvis densamma som dess bredd, men det går också att konstruera satellitkameror som tar bilder som är rektangulära.

Upplösning och stråkbredd hänger ihop på så sätt att en satellit med stor stråkbredd har låg upplösning och en satellit med hög upplösning har liten stråkbredd. En högupplösande satellit kan antas ha en stråkbredd på 15-20 km medan en satellit med stråkbredd på 180 km har en upplösning på 30 m. Som användare tvingas man prioritera mellan upplösning och yttäckning och i vissa sammanhang vill man ha hög upplösning och vissa stor yttäckning. Detta betyder att ur ett användarperspektiv är det intressant att skaffa tillgång till bägge. Ett exempel på det är den franska Helios 2a som har två olika kameror, en som ger bilder med stor yta och som ger bilder med hög upplösning.

Färg eller svart/vit

Satellitbilder förekommer både i färg och i svart/vitt. På fackspråk kallas de multispektrala (färg) respektive pankromatiska (svart/vit). Begreppen kommer ur det faktum att synligt ljus är elektromagnetisk strålning som täcker ett våglängdsspektrum från ungefär 400 nanometer vilket är blått till ungefär 700 nanometer vilket är rött. Våglängder större än 700 nanometer är infraröda, IR.

Färgbilder tas genom att satellitens kamera läser av ljusspektrats intensitet i normalt fyra separata spektralband vilka sedan läggs ihop till en färgbild. Det vanligaste är tre band i det synliga området och ett band i det infraröda. Pankromatiska bilder tas genom att intensiteten i ljuset mäts över hela det synliga spektrat och ibland även en bit in i det infraröda.

En tredje variant är det som kallas för hyperspektral avbildning. Det innebär att ljusspektrat delas upp i många, ofta hundratals, väldigt smala spektralband. Med denna teknik kan man inte bara se på bilden hur det avbildade ser ut, utan delvis också mäta vilka material och ämnen som avbildats.

Andra viktiga faktorer

De egenskaper som beskrivs ovan är de vanligaste och i någon mening viktigaste för att beskriva en satellits tekniska egenskaper. För den som är slutanvändare av satellitdata finns också andra parametrar som inte nödvändigtvis följer av satellitens konstruktion utan av andra egenskaper i det system som skall leverera en bild och där satelliten endast utgör en del. Några exempel på sådana egenskaper²⁴ är:

- Tillgänglighet, går det som kund att beställa programmering av satelliten, att ta en bild vid ett bestämt tillfälle (en bestämd passage) eller är man hänvisad till att köpa bilder ur ett arkiv.
- Inriktningsmöjlighet, hur sent kan man som kund definiera vad man vill ha fotograferat, alternativt uttryckt hur lång tid behöver satellitoperatören på sig från beställning till att ett foto tas.
- Prioritet, vilken prioritet har man som kommersiell kund jämfört med andra kunder? I de fall då en satellit delas mellan nationella militära användare och ett kommersiellt företag som säljer satellitens lediga kapacitet är det ganska säkert att en kommersiell kund inte kan garanteras prioritet i alla lägen.
- Integritet, skyddas man som kund avseende vem man är och vad man är intresserad av eller finns det risk att den informationen läcker ut?
- Återbesöksfrekvens, hur ofta återkommer satelliten till en sådan position att den kan ta en ny bild av samma område?
- Nära-realtidskapacitet, hur snabbt från fototillfället kan en bild nå beställaren?

²⁴ De flesta av dessa parametrar beskrivs mer noggrant i Høstbeck och Oredsson, *Rymdstrategi för försvar och säkerhet*, FOI-R--1772—SE, November 2005.

Tabell 1 Exempel på satelliter och deras grundläggande prestanda.

Satellit	Upplösning	Yttäckning/ stråkbredd	Exempel på användning
Meteosat-9	1 000 m	Synliga jordytan	Väderleksprognoser
Landsat 7	30 m	180 km	Kartering, miljöskydd
SPOT 5	5 m	60 km	Skogsinventering
EROS 1A	2 m	14 km	Samhällsplanering, krishantering
KH-12 ²⁵	0,15 m	?	Strategisk underrättelsetjänst

²⁵ Syftar på de amerikanska, hemliga spaningssatelliterna vars prestanda endast är uppskattningar. Satelliterna kallas ibland också *Advanced Kennan* eller *Improved Crystal*.

Bilaga 3 Svenskt deläggande av jordobservationssatelliter

Begreppet jordobservationssatelliter, *Earth Observation*, brukar användas som samlingsbeteckning på i första hand civila satelliter som på ett eller annat sätt mäter eller avbildar jordytan. Det kan vara med kamera, med radar eller med något annat instrument som samlar in information. Begreppet fotospaningssatelliter brukar vara förbehållet militära satelliter.

Sverige har inte utvecklat eller helägt någon svensk jordobservationssatellit. Det närmsta vi kommer är forskningssatelliten Odin som skickades upp i februari 2001. Den har en tvådelad mission i och med att ett och samma instrument både gör astronomiska observationer och observerar jordens atmosfär. Ungefär halva tiden ägnas åt vardera missionen. Odin har inget instrument för att avbilda jordytan.

Sedan 1977 deltar Sverige i ett samarbete med Frankrike och Belgien kring SPOT. Sverige äger 4 % i SPOT medan Frankrike äger 90-95 % och Belgien återstoden.

Programmet har resulterat i fem satelliter, SPOT 1-5, uppskjutna mellan 1986 och 2002. Satelliterna är civila och Sverige tilldelas programmeringsrätter motsvarande vår fyraprocentiga andel i programmet. De svenska rättigheterna har överlåtits av Rymdstyrelsen till ursprungligen Satellitbild i Kiruna, men efter omorganisationer är det nu Lantmäteriets kommersiella gren Metria som säljer dessa bilder kommersiellt. Se Tabell 2 för mer information om SPOT-satelliterna.

Tabell 2 SPOT-satelliternas egenskaper. Samtliga satelliter har kunnat producera olika bildprodukter. I tabellen anges bästa prestanda för produkt med enbart "normal" efterbehandling.

Satellit	Uppskjuten	Ur tjänst	Upplösning	Stråkbredd
SPOT 1	1986	2003	10 m	60 km
SPOT 2	1990	I drift	10 m	60 km
SPOT 3	1993	1996	10 m	60 km
SPOT 4	1998	I drift	10 m	60 km
SPOT 5	2002	I drift	5 m	60 km

SPOT-programmet avslutades i och med SPOT 5 men det svensk-franska samarbetet fortsätter med Pléiadesystemet. Detta system kommer att bestå av två satelliter som är av helt annan typ än SPOT-satelliterna. Medan SPOT-satelliterna har producerat översiktsbilder kommer Pléiades att producera högupplösta bilder. Sverige äger 3 % i Pléiades medan Frankrike äger 89 %, Belgien 4 %, Spanien 3 % och Österrike 1 %.

På fransk sida anges Pléiades, till skillnad från SPOT, vara vad som populärt kallas *dual use*, dvs. både civila och militära. Det finns också en militär kvot av bilder, skild från den civila. I ett operativt samarbete kallat ORFEO samarbetar Frankrike med Italien avseende nyttjandet av Pléiades, medan man samarbetar med Sverige avseende utvecklingen av satelliterna. Samarbetet med Italien rör både den civila och den militära sidan av Pléiades medan samarbetet med Sverige rör enbart den civila. Se Tabell 3 för mer information om Pléiadesatelliterna.

Tabell 3 Information om Pléiades-satelliterna.

Satellit	Uppskjutning	Livslängd	Upplösning	Stråkbredd
Pléiades F1	2009	5 år	0,7 m	20 km
Pléiades F2	2010	5 år	0,7 m	20 km

Bilaga 4 Sammanställning av prestanda hos kommersiellt tillgängliga satellitsystem

Satellit	Teknik	Nation	Försäljningskanal i Europa/Sverige	Upplösning ²⁶	Stråkbredd ²⁷	Uppskjutningsår	Förväntad livslängd
Cosmo-SkyMED 1-4	Radar	Italien	Bilder ej tillgängliga ²⁸	1 m	10 km	2007-2009	5 år
ENVISAT	Radar	ESA	Eurimage	30 m	56 km	2002	5 år, satelliten fortfarande i drift.
EROS-A	Optik	Israel	ImageSat	1,9 m Pan	14 km	2000	10 år
EROS-B	Optik	Israel	ImageSat	0,7 m Pan	7 km	2006	10 år
FORMOSAT	Optik	Taiwan	SpotImage	2 m Pan 8 m MS	24 km	2004	5 år
GeoEye-1	Optik	USA	GeoEye	0,41 m Pan	15,2 km	2008	>7 år.

²⁶ Pan avser pankromatiskt, dvs svart/vita bilder. MS avser multispektralt, dvs färgbilder.

²⁷ Radarsatelliter har med anledning av tekniken som används en omfattande flexibilitet som innebär att man oftast kan välja för varje scen vilken stråkbredd man vill ha och därmed vilken upplösning man får. Hög upplösning följer av liten stråkbredd. I tabellen anges bästa upplösning och därmed minsta stråkbredd.

²⁸ Två av fyra CosmoSkyMED är uppskjutna idag (december 2007) och hela konstellationen är alltså inte operativ. Det är i skrivande stund oklart om och i så fall hur bilder från CosmoSkyMED görs tillgängliga kommersiellt.

					20 m MS							
SPOT-5	Optik	Frankrike	SpotImage/Metria		2,5 m Pan ²⁹ 10 m MS	60 km	2002			5 år		
TerraSAR-X	Radar	Tyskland	Infoterra		1 m	5 km	2007			5 år		
WorldView-1	Optik	USA	Eurimage		0,5 m Pan	17,6 km	2007			Bränsle för 7 år		
WorldView-2	Optik	USA	Eurimage (?)		0,46 m Pan 1,8 m MS	16,4 km	2008			Bränsle för 7 år		

²⁹ 2,5 m produkten från SPOT-5 byggs på en efterbehandling av två femmetersbilder.

Litteraturlista

Höstbeck, L., Rydqvist, J.: *Fotospaning med satelliter: organisation, funktion och behovsanalys*, FOI-R--2159--SE. ISSN 1650.1942, (April 2007)

Höstbeck, L., Oredsson, M.: *Rymdstrategi för försvar och säkerhet*, FOI-R--1772--SE, (November 2005)

Krishantering i Regeringskansliet: Rapport från utredaren Christina Salomonson om inrättandet av en svensk krishanteringsfunktion i Regeringskansliet, Regeringskansliet, (4 oktober, 2007)

Meteosat High Resolution Image Dissemination – Technical Description, EUMETSAT, EUM TD 02, Rev 6.1, (Juni 2002)

Report of the Commission to Assess United States National Security Space Management and Organization, 11 januari (2001)

Weets, G. (Managing Director, DRMC-Europe): *Toward a Network Enabled Approach to Disaster Risk and Humanitarian Crisis Management R&D Status and Future Trends*, Conference on International Security and Emergency Response Management, Brussels, (November 2007)

www.spotimage.fr, kontrollerad 2007-12-16

www.digitalglobe.com/about/worldview2.html, kontrollerad 2007-12-16

www.eurimage.com/index.html, kontrollerad 2007-11-28

www.geoeye.com, kontrollerad 2007-12-13

Intervjuer

Intervjupersoner:

1. Annika Brändström, Kansliråd, Etablering av Nationell Krishanteringsfunktion i Regeringskansliet
2. Kjell Mo, Sektionen för Beredskap, Krishanteringsenheten, Krisberedskapsmyndigheten, KBM

Intervjuare:

1. Kerstin Castenfors, Forskningsledare, Försvarsanalys, FOI