

Militaire Aardobservatie

*Henk H.F. Smid
ribs Space Consultancy & Insurance*

Gedurende het grootste gedeelte van de Koude Oorlog hebben de Verenigde Staten (VS) en de Sovjet-Unie (SU) gebruik gemaakt van (observatie) satellietssystemen voor strategische planning en inlichtingen. Zij ontwikkelden deze systemen om ieders raketontwikkelingen, -productie en -plaatsing te kunnen waarnemen. Gedurende meer dan drie decennia werd deze capaciteit ingezet ten behoeve van een scala aan militaire toepassingen. Zowel de VS als de SU gebruikten de met behulp van satellieten vergaarde informatie niet alleen ten behoeve van (het monitoren van) de voorbereiding van mogelijke nucleaire of conventionele conflicten, maar tevens voor het beoordelen van wederzijdse militaire capaciteiten en activiteiten.

Inleiding

Militaire satellieten, waaronder die voor communicatie, navigatie, meteorologie, vroege waarschuwing voor raketlanceringen en - misschien wel het belangrijkste - strategische inlichtingen, werden vanaf 1960 door de VS en de SU ontwikkeld en in de ruimte gebracht. Mogelijk is de ontwikkeling van in de ruimte gestationeerde informatie vergaande satellietssystemen wel de belangrijkste militairtechnologische ontwikkeling sinds de uitvinding van de atoombom. Immers, in de praktijk bleken satellieten onkwetsbaar voor aanvallen. Satellieten werden tevens de *National Technical Means* (NTM) voor het controleren van de naleving van gesloten wapenverdragen tussen de VS en de SU. Gedurende de Koude Oorlog vond zo het eerste begin van vertrouwenwekkende maatregelen en het uitwisselen van informatie tussen de VS en de SU zwijgzaam en eenzijdig plaats met behulp van satellieten. Beide grootmachten waren het er over eens dat deze middelen belangrijk bijdroegen aan stabiliteit en vertrouwen. In de in het begin van de zeventiger jaren gesloten SALT en ABM verdragen stemden beide kanten er dan ook formeel mee in dat zij ieders NTM met rust zouden laten.

In tegenstelling tot vroeger, waarbij het voornamelijk ging om strategische inlichtingen, worden informatie vergaande satellietssystemen tegenwoordig meer en meer gebruikt voor tactische inlichtingen die van invloed zijn op regionale conflicten. Er zijn rapporten

verschenen waarin wordt beweerd dat de VS gedurende de Falkland Oorlog in 1982 satellietinformatie aan het Verenigd Koninkrijk heeft doorgespeeld. Gedurende de Golfoorlog in 1991 en in het Balkanconflict werd door de VS en haar (NAVO) bondgenoten veelvuldig gebruik gemaakt van dit soort informatie. Er zijn echter nog veel beperkingen op het gebied van het tactisch gebruik van satellietinformatie, hetgeen in de Golfoorlog en in het Balkanconflict duidelijk is geworden. De gebruiksmogelijkheden van tactische satellietinformatie nemen met het voortschrijden van de techniek echter hand over hand toe.

Militaire observatie van de aarde wordt in een tweetal groepen ingedeeld: *Imagery Intelligence* (Imint) en *Signals Intelligence* (Sigint). Sigint behelst alle informatieverwerking uit elektronische signalen die door de te observeren partij worden uitgezonden en wordt onderverdeeld in *Communications Intelligence* (Comint) en *Electronic Intelligence* (Elint). Comint is het verwerven van informatie uit al het elektronisch dataverkeer dat niet via kabels plaats vindt en Elint houdt zich bezig met de verwerving en analyse van informatie uit de rest van de door de te observeren partij uitgezonden (elektrische) energie. Hieronder moeten bijvoorbeeld radarsignalen en telemetrie van raketten en satellieten worden verstaan. Imint houdt zich bezig met het verwerven van informatie uit beelden, in wat voor vorm dan ook. In dit artikel wordt alleen het Imint gedeelte van militaire aardobservatie behandeld.

Imint

Decennia lang was hoge resolutie satelliet beelddata het domein van de VS, de SU en later van nog een paar landen zoals China, Frankrijk, Israël en India. Deze beperking in het aantal landen is voornamelijk het gevolg van de technologische complexiteit en de daarmee samenhangende extreem hoge kosten. In eerste instantie werd de technologie dan ook ontwikkeld voor militair gebruik en bekostigd uit (zwarte) militaire budgetten.

Gedurende de Koude Oorlog zorgden de VS en de SU er voor dat hoge resolutie beelddata alleen voor militaire doeleinden werd gebruikt. De mate van geheimhouding was extreem hoog en door de technologie alleen voor militaire doeleinden te bestemmen, werd ieder ander gebruik (ook commercieel) voorkomen. Onder resolutie wordt verstaan dat bij een resolutie van één meter het systeem geen onderscheid kan maken tussen objecten die dicht bij elkaar liggen dan één meter. Onder hoge resolutie wordt hier een zodanige resolutie verstaan dat de beelden voor militaire toepassingen konden worden gebruikt (zie tabel). De mate van geheimhouding zorgde er voor dat niet-militairen – maar ook de meeste militairen – eigenlijk geen idee hadden wat er nu eigenlijk mogelijk was met satellietbeelden. Kon je nu wel of niet de krantenkoppen in de straat lezen? Verderop zal hier nader op worden ingegaan.

Ondanks de geheimhouding van de militaire satellietverkenningprogramma's is er rede-

lijk veel bekend geworden omdat de Amerikanen bijvoorbeeld over de Russische mogelijkheden vertelden in hun dreigingsanalyses en zeer goede analisten (o.a. van de Kettering Group) over het Sovjet-Russische ruimtevaartprogramma publiceerden. Amerikaanse programma's werden veelal bekend door Amerikaanse analisten/publicisten die zich specialiseerden om juist die programma's uit de geheimzinnigheid te halen. Volgend is een korte samenvatting van (landen met) militaire satellietverkenningprogramma's.

Verenigde Staten

Het Amerikaanse, in de ruimte gestationeerde, optische verkenningprogramma is altijd omgeven geweest met uiterste geheimhouding. Toch is deze geheimhouding in de loop der tijd meerdere keren geschonden. Er kwamen per ongeluk (nadat hierover was gerapporteerd in het Huis van Afgevaardigden) of door spionageactiviteiten, ruimtevaartfoto's bij de pers terecht en in 1977 werd zelfs een gebruikershandboek voor de KH-11 satelliet voor \$ 3000 aan de Sovjets verkocht.

De basis van het Keyhole (KH) satelliet verkenningprogramma vindt zijn oorsprong aan het einde van de jaren vijftig met de introductie van het Discovery programma. Dit programma was opgezet als een onderzoeks- en ontwikkelingsprogramma, maar diende als dekmantel voor het satelliet verkenningprogramma van de CIA, genaamd Corona. Door de opheffing van de rubricering van dit programma en van de Argon en Lanyard programma's in 1997 en het vrijgeven van zo'n

Doel	Waarnemen	Algemeen Identificeren	Nauwkeurig Identificeren	Beschrijven	Technische Analyse
Bruggen	6	4,5	1,5	1	0,3
C ² Hoofdkwartieren	3	1,5	1	0,15	0,09
Havens (faciliteiten)	30	15	6	3	0,3
Mijnenvelden	3-9	9	1	0,03	–
Oppervlakteschepen	7-15	4,5	0,6	0,3	0,045
Radarinstallaties	3	1	0,3	0,15	0,015
Raketinstallaties	3	1,5	0,6	0,3	0,045
Raketten en Artillerie	1	0,6	0,15	0,05	0,045
Soldaten	6	2	1,2	0,3	0,15
Spoorwegen (faciliteiten)	15-30	15	6	1,5	0,4
Vliegtuigen	4,5	1,5	1	0,15	0,045
Vliegvelden (faciliteiten)	6	4,5	3	0,3	0,15
Voertuigen	1,5	0,6	0,3	0,06	0,045
Wegen	6-9	6	1,8	0,6	0,4

Geschatte grondresolutie in meters van ruimtefoto's waarmee (militaire) doelen kunnen worden waargenomen, geïdentificeerd, beschreven of geanalyseerd. [Reconnaissance Handbook, Mc Donnell-Douglas Corp.]

38 000 foto's en technische details, is er nu veel bekend over dit programma. In 1961 beschikten de Amerikanen al over goede ruimtefoto's. Het eerste echte verkenningsprogramma was Samos (1960) maar dit programma kon niet op grote resultaten bogen. Als eerste operationele programma wordt Samos ook wel KH-1 genoemd. Juist door de geheimzinnigheid waarmee de lanceringen in het Keyhole programma werden omgeven, werd voor analisten snel duidelijk welke Amerikaanse satellieten feitelijk spionagesatellieten waren. Meer dan 200 satellieten werden zo geclassificeerd.

Op 25 augustus 1960 werd het National Reconnaissance Office (NRO) formeel in het leven geroepen, maar het bestaan ervan werd pas op 18 september 1992 officieel toegegeven door het Amerikaanse Ministerie van Defensie. Het NRO moest alle verkenningsoperaties, dus ook die via satellieten werden uitgevoerd, coördineren. In 1996 kreeg het NRO, dat tot dan toe in het Pentagon was gehuisvest, eigen onderkomen vlakbij het Dulles vliegveld bij Washington. Tegenwoordig is het NRO ontwerper, eigenaar en operateur van alle Amerikaanse spionagesatellieten. Iedere keer als er een codenaam van spionagesatellieten op de een of andere manier openbaar werd, kreeg de betreffende satelliet een nieuwe codenaam. In de loop van de tijd werden zo een groot aantal verschillende programma's geanalyseerd die allen de naam Keyhole met een volgnummer kregen. Tot nu toe zijn er elf definitieve programma's met duidelijke kenmerken geanalyseerd. Er zijn bibliotheken volgeschreven over de Amerikaanse ruimtevaart verkenningsprogramma's maar toch komen steeds weer nieuwe zaken in de openbaarheid.

In het begin werden de belichte foto's in capsules naar de aarde teruggestuurd en opgevangen door vliegtuigen met een sleepnet of uit het water gevist. Pas met KH-11 (1976, codenamen Kennan en Cristal) kwam de definitieve puur elektro-optische satellietverkenning in zwang. De beelden werden met een TV camera opgenomen en naar de aarde gezonden. De resolutie was weliswaar minder dan bij de fotoverkenners, maar het direct beschikbaar zijn van de beelden vergoedde veel. Er is sindsdien ongetwijfeld een verbe-

terde versie van de KH-11 in de ruimte gebracht (door sommigen KH-12 gedoopt), maar daar is nog weinig over bekend. Aangenomen wordt dat deze nieuwe satelliet zowel optische- als radarsensoren aan boord heeft. Hij is in ieder geval zo zwaar (13 ton) dat een Titan 3 nodig is om deze satelliet te lanceren.

Een andere satelliet voor militaire spionage is de Lacrosse radarsatelliet. Van deze zijn er sinds 1988 in ieder geval vier gelanceerd. Analyses tonen aan dat deze satelliet zo'n 18 ton weegt (hij wordt met een Titan 4 gelanceerd) en in de ruimte 30 meter breed is. Zowel de verbeterde KH-11 als de Lacrosse zijn ontworpen om door de space shuttle te worden bevoorrad (stuwstoffen) en eventueel gerepareerd, maar sinds het Challenger ongeluk zijn er geen militaire shuttle vluchten uitgevoerd die dit gedaan zouden kunnen hebben.

Sovjet-Unie

In de meer dan 38 jaren sinds de Sovjet-Unie haar eerste fotoverkenningssatelliet in 1962 lanceerde, een Zenit met de codenaam Kosmos 4, heeft dit land meer satellieten voor dit doel gelanceerd dan welk land dan ook. Het totaal aan gelanceerde fotoverkenningssatellieten haalt de 800. Russische satellieten worden in westerse boekwerken meestal in generaties ingedeeld en zo beredeneerd hebben zeven generaties het licht gezien. De eerste drie generaties werden gevormd door de Zenit, een door Sergey Korolev ontwikkelde machine die in de Vostok satelliet paste en die steeds werd veranderd en verbeterd. De belichte foto's werden op het einde van de missie geborgen door de satelliet, precies zo als bij bemande Vostok vluchten, naar de aarde te laten terugkeren. Tot in de tachtiger jaren lanceerden de Russen 30 tot 35 van deze satellieten per jaar. Waar de Amerikanen zich toelegden op langdurige optische verkenningssmissies (16 missies in de periode 1980-1989) baseerden de Sovjets zich op kortdurende missies en lanceerden in die periode zo'n 320 satellieten.

De vierde generatie bestond uit de Yantar en Kometa series. Ongeveer gelijk met de Amerikanen (1974) begonnen de Sovjets met fotografie uit de ruimte met zeer hoge resolutie voor analyse doeleinden. De satellieten wa-

ren gebaseerd op het Soyuz ontwerp en gedurende de langer durende missies werden belichte foto's met capsules naar de aarde teruggehaald en een gedeelte van de foto's aan het einde van de missie. Er was altijd een Yantar in de ruimte tot in 1994 onder invloed van de veranderingen in de Sovjet-Unie hier blijkbaar geen geld meer voor was. Wel werd de operationele levensduur van deze generatie satellieten steeds meer verlengd. Een vijfde generatie satellieten werden in 1995 door de Sovjets aangeduid met Resurs-Spektr-V maar lanceringen van deze zware satellieten stopten toen de fabriek die een speciale stuwstof voor de Soyuz U2 draagraket maakte de productie hiervan staakte. De gewone Soyuz U kan deze satellieten blijkbaar niet lanceren. De zesde generatie leek op de vierde generatie gezien de manier waarop hij werd gebruikt, maar was geen lang leven beschoren. Waarschijnlijk vanwege de economische veranderingen in Rusland kon deze generatie niet tot volle ontwikkeling komen.

Met de lancering in 1994 van de zeer zware (10 ton) Kosmos 2290 door een Zenit draagraket werd een nieuwe generatie verkenningssatellieten ingeluid. Codenamen als Orlets en Don deden de ronde. De manoeuvres van de satelliet leken erg op die van militaire verkenningssatellieten. Hij zou extreem lang in de ruimte kunnen blijven, maar werd al na 221 dagen naar de aarde teruggehaald en de veronderstelling was dat hij defect was geraakt. Een nieuwe satelliet van de zevende generatie liet lang op zich wachten. Pas onlangs, in september 2000, werd de tweede in deze serie in de ruimte gebracht.

China

In de Volksrepubliek China (VRC) bestaat er geen duidelijk verschil tussen civiele en militaire aardobservatie. Sinds 1975 heeft de VRC 17 Fanhui Shi Weixing (FSW = Terugkeer Testsatelliet) satellieten gelanceerd. Behalve dat deze satellieten meestal een microzwaartekracht (μg) lading meevoeren, was er



Frankrijk was het eerste en enige Europese land dat in staat was zelfstandig een observatiesatelliet te bouwen die wordt gebruikt voor militaire doeleinden. Er zijn twee van deze satellieten, Helios genaamd, in de ruimte gebracht. [Matra]

altijd een fotosysteem en een TV-systeem aan boord. De belichte foto's werden tezamen met de μg resultaten aan het einde van de missie naar de aarde teruggehaald. De gelanceerde FSW satellieten worden in twee generaties verdeeld. De tweede generatie lanceringen begonnen in 1992. De resolutie van door het TV-systeem naar de aarde gezonden beelden is ongeveer 50 meter. Van de op aarde ontwikkelde foto's is de resolutie ongeveer 10 meter. Voor 1997 werd door de VRC een derde generatie FSW lancering aangekondigd met een beeldresolutie van ongeveer 1,5 meter. Sinds 1996 zijn door de VRC echter geen FSW of vergelijkbare satellieten meer gelanceerd.

Frankrijk

Frankrijk schaarde zich met de lancering van de Helios 1A in 1995 in het rijtje van landen die aardobservatie voor militaire doeleinden d.m.v. eigen satellieten konden realiseren en werd daarmee, na Amerika, Rusland en China, het vierde land ter wereld met onafhankelijke militaire verkenning vanuit de ruimte. Helios 1 is ontwikkeld uit de civiele SPOT aardobservatiesatelliet die panchromatische beelden met een resolutie van 10 meter kan maken. Helios 1 kan beelden met een resolutie van 1 meter maken. Italië en Spanje delen in een gedeelte van de kosten van het Helios programma en krijgen daarvoor een verhoudingsgewijze opnametijd met de satelliet. Er bestaat ook een samenwerkingsverband met het Satellietcentrum van de Western European Union (WEU). Duitsland heeft een poosje interesse getoond in deelname in het Helios project maar heeft uiteindelijk, hoogstwaarschijnlijk om financiële redenen, afgehaakt. De opgegeven levensduur van vier jaren voor de Helios 1 satelliet werd bevestigd door de lancering van de tweede satelliet, Helios 1B, in 1999.

Israël

In het instabiele Midden-Oosten is Israël het enige land dat kan beschikken over eigen verkenningbeelden vanuit de ruimte. De oorspronkelijke Ofeq (Horizon) satelliet die in 1988 werd gelanceerd, werd officieel ontwikkeld als testsatelliet voor het Israëliëse ruimtevaartagentschap maar bleek uiteindelijk een militair programma te zijn. Israël heeft nooit willen vertellen wat de lading was

van de eerste Ofeq satellieten, maar analisten nemen aan dat die satellieten werden gebruikt om een militaire spionagesatelliet te ontwikkelen. De eerste van de tweede generatie Ofeqs werd gelanceerd in 1995 en wordt een resolutie van beter dan 2 meter toegedacht. Deze satelliet vliegt een perfecte baan voor aardobservatie onder goede lichtcondities in de regio van het Midden-Oosten. Israël toont met de lancering (eind 2000) van de civiele/commerciële EROS (Earth Remote Observation System) satelliet aan dat het de technologie meester is. EROS wordt geadverteerd met een 1,8 meter panchromatische en 3,3 meter multispectrale resolutie.

India

Nadat India in het voorjaar van 1999 door een inval van door Pakistan gesteunde rebellen in het Kasjmir conflict werd verrast, werden er in het parlement vragen gesteld waarom de eigen IRS satellieten dit niet hadden opgemerkt en waarom India geen eigen militaire verkenningssatellieten had die dat dan misschien wel opgemerkt zouden hebben. De Indian Remote Sensing satellieten hebben een panchromatische resolutie van 5-10 meter en de voor een lancering in het eerste kwartaal van 2001 geplande Cartosat zou een panchromatische resolutie van 2,5 meter krijgen. Onlangs werd echter informatie verstrekt dat India een Test Evaluation Satellite (TES) heeft ontwikkeld met een panchromatische resolutie van 1 meter voor "militair gerelateerde aardobservatie". Deze satelliet zou nog in 2000 worden gelanceerd. Uiteindelijk zou de militaire observatiecapaciteit van India gaan bestaan uit een constellatie van zes TES-achtige satellieten.

(Natuurkundige) beperkingen van Imint

In films worden de mogelijkheden van spionagesatellieten vaak sterk overdreven. In de afgelopen zomer bestuurden in de film *Mission Impossible 2* de goeierds een spionagesatelliet waarmee ze de slechteriken konden lokaliseren. Turend naar een computerscherm zien ze hoe een terrorist zijn ex-vriendinnetje kust terwijl de satelliet daar als een Zeppelin boven blijft hangen. Ontwerpers en operators van dit soort satellieten zouden

niets liever willen dan dat dit mogelijk was. Helaas het is onmogelijk. De satellieten die in MI2 werden getoond, bestaan dan ook alleen maar in de film waarin natuurwetten niet van toepassing zijn en de satellieten meer *Star Trek* dan *Silicon Valley* gehalte hebben. Spionagesatellieten komen in films steeds vaker voor, maar Hollywood komt zelden in de buurt van een correcte voorstelling van hoe die satellieten werken, laat staan hoe de militaire inlichtingengemeenschap daar in werkelijkheid mee omgaat.

Satellieten kunnen niet boven een bepaalde plaats blijven zweven. Spionagesatellieten als de Amerikaanse KH-11 of de Russische Yantar bewegen zich in lage (150 tot 250 km), iets elliptische banen waarbij ze er ongeveer 1½ uur over doen om een volledige baan om de aarde te maken. De satellieten worden zo geprogrammeerd dat het laagste punt van de baan (perigeum) in principe loodrecht boven het doelgebied (zenit) ligt. Echter, op dat punt heeft de satelliet – volgens de wetten van Newton en Kepler – zijn groot-

ste snelheid. Ze zien het doel dus slechts eventjes voordat ze weer buiten het gezichtsveld raken. Als je in een vlakke polder staat en een satelliet volgt vanaf het moment dat hij boven de horizon uitkomt tot aan het punt waar hij, aan de andere kant, weer achter de horizon verdwijnt, duurt dat minder dan 15 minuten.

Snelheid is echter niet de enige factor die hier meespeelt. Als de satelliet naar jou in de polder kijkt wanneer hij juist boven de horizon uitkomt, dan moet hij door een veel dikkere laag atmosfeer heenkijken dan wanneer hij recht boven je hangt. In feite zal de atmosferische sluier het zicht van de satelliet tot zo'n tien graden boven de horizon beletten. (Deze sluier zorgt er ondermeer voor dat de zon rood kleurt als hij onder gaat). Ook zal de grotere afstand tussen de satelliet en jou, ten opzichte van de loodrechte afstand, de resolutie van het beeld dat de satelliet kan zien, verminderen. Als we aannemen dat moderne satellieten alleen goede beelden kunnen maken binnen 45° van hun zenit, dan duurt dat



Het centrum van Amsterdam wordt hier getoond op een foto die is gemaakt door de IRS-1D satelliet van India. Deze 5 meter resolutie foto toont perfect de haveninfrastructuur van Amsterdam en kan dat natuurlijk van elke haven ter wereld. [Space Imaging]

'raam' slechts drie minuten. Gedurende de omlooptijd van 1½ uur van de satelliet kan die, bij optimale omstandigheden, boven het doelgebied maar drie minuten foto's maken. In de praktijk zal dat minder dan één minuut zijn. Het is dus zeker geen Zeppelin.

Spionagesatellieten hebben in nog veel meer films rollen van betekenis gespeeld. In 1997 waren dat bijvoorbeeld 'The Peacemaker' en 'Shadow Conspiracy'. In deze films zijn de satellieten z.g. 'cheats', een manier voor luie scriptschrijvers om een gat in hun verhaal te maskeren of om spanning aan het verhaal toe te voegen. In het absurde 'Shadow Conspiracy' kan de slechte NSA agent de Witte Huis adviseur Charlie Sheen vinden door het nummerbord van zijn auto te lezen. Satellieten nemen hun beste plaatjes als ze recht boven het doel zijn en dan kun je een nummerbord niet zien. Als de satelliet onder de juiste hoek naar de nummerborden zou hebben gekeken, zou hij de letters en cijfers niet kunnen onderscheiden vanwege de grotere afstand. De beste Amerikaanse spionagesatellieten zouden in het gunstigste geval een resolutie hebben van 5 tot 7 cm (zaken kunnen onderscheiden die zich minstens 5 tot 7 cm uit elkaar bevinden). Dat betekent dus dat nummerborden vanuit de ruimte niet gelezen kunnen worden.

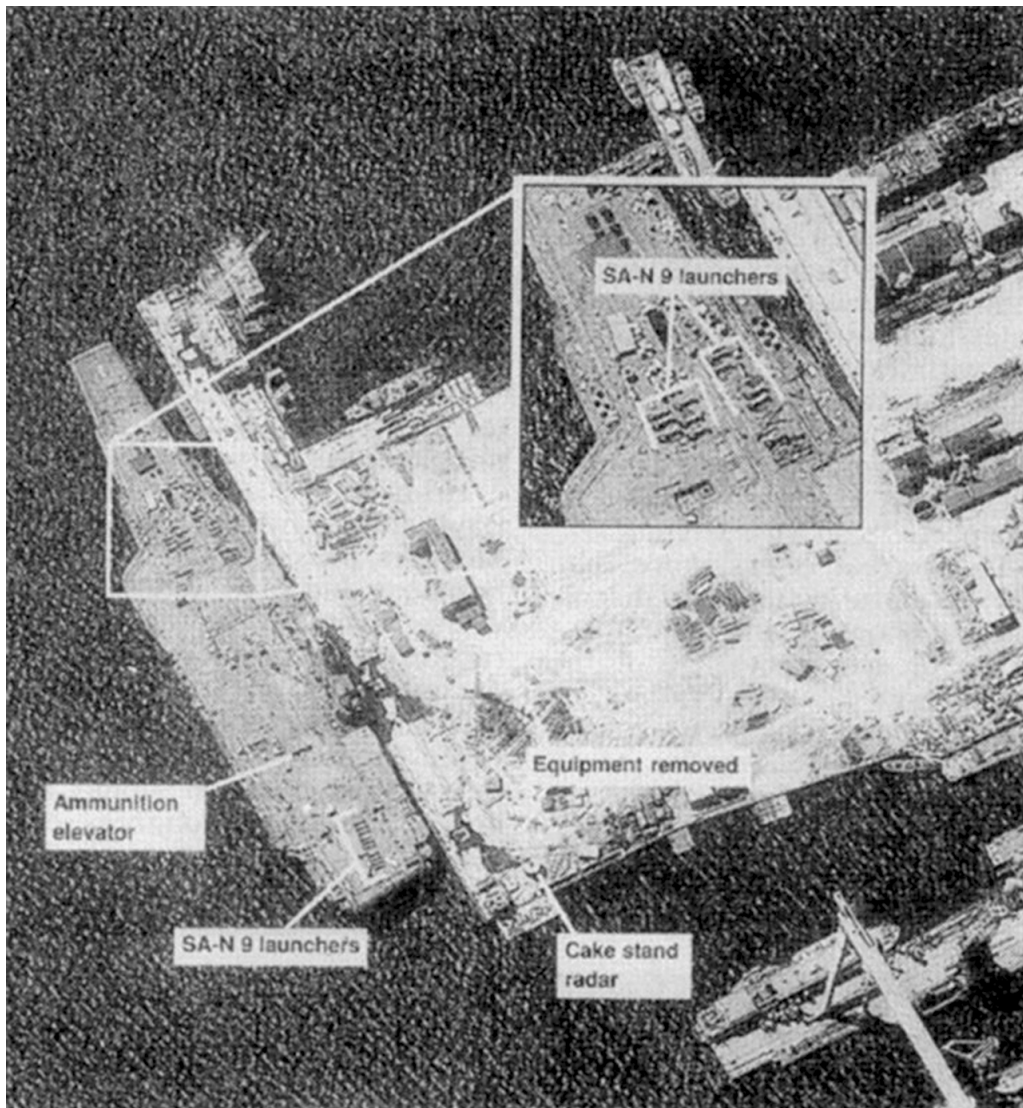
De satellieten in films zien er niet eens goed uit. Spionagesatellieten lijken nog het meeste op de Amerikaanse Hubble ruimtetelescoop of de Russische Arkon, met een grote opening die naar de aarde is gericht. Ze maken gebruik van grote spiegels die het beeld uiteindelijk op de *charge coupled device* (CCD) sensor in het brandpunt brengen. CCDs zitten ook in home video camera's en digitale fotocamera's. De CCDs in satellieten werken in principe zoals die in digitale camera's. Ze nemen stilstaande beelden op, geen bewegende beelden. Ze hebben daarbij ernstige tekortkomingen. Een daarvan is de uitleessnelheid van de CCD in de computer die zich aan boord bevindt. Alle miljoenen individuele beeldelementen moeten van de CCD chip naar de processor worden overgebracht. Dit kan niet zo snel gebeuren dat er videoachtige beelden opgenomen en verzonden kunnen worden zoals in MI2 werd vertoond. De CCD op de zeer krachtige, drie miljard gulden kostende Chandra-X telescoop die vorig jaar

werd gelanceerd, doet er ongeveer drie seconden over om het beeld dat op de CCD is geprojecteerd, uit te lezen. Er is geen reden om aan te nemen dat spionagesatellieten dat (veel) sneller kunnen.

Er zijn nog andere beperkingen. Een daarvan is de beschikbare bandbreedte die bepaalt hoe snel een beeld direct of via een datasatelliet naar de grond kan worden verzonden. Een gemiddeld (hoge resolutie) verkenningbeeld zal, na te zijn gecomprimeerd en gecijferd, 30 tot 100 Megabyte aan informatie bevatten. Hoe snel spionagesatellieten beelden kunnen verzenden is geheime informatie, maar het is niet zo moeilijk daar een goede schatting van te maken. Een transponder op een satelliet kan 1,544 Megabyte per seconde aan data doorgeven. Dat is snel vergeleken met een hoge snelheid telefoon modem, maar het betekent wel dat over een 30 Megabyte beeld, bijna 20 seconden wordt gedaan om het te verzenden. Dus terwijl het eerste beeld wordt verzonden, worden er drie andere aangeemaakt en opgeslagen in massageheugens of datarecorders. Deze beelden zullen worden verzonden als de satelliet zich, later, bijvoorbeeld boven de oceanen bevindt en verliezen daarmee hun tijdloosheid (near-real-time). In tegenstelling tot digitale camera's zijn spionagebeelden in zwart-wit en niet in kleur en worden hoogstens door infrarood beelden ondersteund. De voornaamste redenen om voor zwart-wit te kiezen, zijn dat ze gemakkelijker te maken zijn, minder Megabytes groot zijn, hogere resolutie kunnen hebben en gemakkelijker zijn op te slaan, te verzenden en te bewerken.

Militaire aardobservatie in de toekomst

Spionagesatellieten kunnen beelden van z.g. *denied territory* maken en vormen zo een belangrijk onderdeel in het totale militaire inlichtingenproces. Het is echter allang niet meer zo dat alleen militaire (spionage)satellieten daarvoor worden gebruikt. De eerder in dit artikel genoemde landen maken behalve van hun (semi)militaire satellieten ook meer en meer gebruik van civiele aardobservatiesatellieten. Landen die zich geen militaire sa-



Tot grote ergernis van Amerikaanse veiligheidsdiensten verscheen deze foto in januari 1997 in de *Washington Times*. De foto van een verbeterde KH-11 toont een opname van het Russische vliegkampschip Varyag in een scheepswerf in de Oekraïne. De foto komt uit een gedetailleerd CIA rapport maar werd vóór publicatie met opzet vaag gemaakt. [FAS]

tellieten kunnen veroorloven, maken ook veel gebruik van dit soort satellieten. In navolging van het WEU satellietcentrum in Spanje worden door kleinere landen militaire (kleine) equivalenten opgericht met het doel onafhankelijk van de grote landen te kunnen beschikken over eigen ruimtevaartfotografie. Juist door gebruik te maken van nieuwe verwerkingstechnologieën zoals *fuzzy technology* en *fusing* of van de nieuwe mogelijkheden binnen de multispectraaltechnologie,

worden problemen als gevolg van slechtere resolutie van civiele systemen gedeeltelijk weggenomen en zijn bewonderenswaardige resultaten bereikt. Door de combinatie van betere commerciële resolutie (Ikonos en gelijksoortige satellieten) en nieuwe technologieën zullen veel meer dan voorheen militairen over de hele wereld de beschikking krijgen over tijdige en kwalitatief goede ruimtevaartfotografie.