

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Jakopin, V., 2014. Analiza tehnologij in tržišča komercialnih satelitov visoke ločljivosti za opazovanje površja Zemlje. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentorica Kosmatin-Fras, M., somentor Grigillo, D.): 37 str.

Datum arhiviranja: 21-10-2014

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Jakopin, V., 2014. Analiza tehnologij in tržišča komercialnih satelitov visoke ločljivosti za opazovanje površja Zemlje. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Kosmatin Fras, M., co-supervisor Grigillo, D.): 37 pp.

Archiving Date: 21-10-2014

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

**UNIVERZITETNI ŠTUDIJ
PRVE STOPNJE GEODEZIJA
IN GEOINFORMATIKA**

Kandidat:

Diplomska naloga št.: 51/GIG

Graduation thesis No.: 51/GIG

Mentorica:

Somentor:

Predsednik komisije:

prof. dr. Bojan Stopar

Ljubljana, 24. 06. 2014

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVE

Podpisani VID JAKOPIN izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom: »Analiza tehnologij in tržišča komercialnih satelitov visokih ločljivosti za opazovanje površja Zemlje«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, 22. 5. 2014

Vid Jakopin

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	528.2:629.783(043.2)
Avtor:	Vid Jakopin
Mentorica:	doc. dr. Mojca Kosmatin Fras
Somentor:	asist. dr. Dejan Grigillo
Naslov:	Analiza tehnologij in tržišča komercialnih satelitov visokih ločljivosti za opazovanje površja Zemlje
Tip dokumenta:	Diplomska naloga - univerzitetni študij
Obseg in oprema:	37str., 8 pregl., 11 sl., 2 pril.
Ključne besede:	visokoločljivostni sateliti, sodobne tehnologije snemanja, ponudniki satelitskih posnetkov, razmere tržišča

Izvleček

Opravljen je bil podroben pregled delovanja in tehnoloških zmožnosti optičnih satelitov s trenutno najvišjimi prostorskimi ločljivostmi. Zbrani so bili tehnični podatki obravnavanih satelitov, med katerimi so najbolj dovršeni sateliti operaterja DigitalGlobe.

V kontekstu zgodovinskega razvoja, so v drugem delu obravnavane storitve, ki jih vršijo obravnavani ponudniki visokoločljivostnih posnetkov. Poleg nakupa osnovnega posnetka, ima danes uporabnik na voljo široko paleto specifičnih produktov in storitev, glede na njegove potrebe v zvezi z kvaliteto, časom dostave posnetkov itd. Opravljena je primerjava cen in širok spekter tipov naročil, katerih se lahko poslužujemo.

Na koncu je predstavljeno trenutno stanje industrije visokoločljivostnega daljinskega zaznavanja. Trendi, ki se pojavljajo zaradi tehnološkega napredka, vključevanja novih ponudnikov in zmanjšanega državnega financiranja botrujejo k večjemu naboru ponudbe storitev, večji ažurnosti in boljši ločljivosti posnetkov.

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDC: 528.2:629.783(043.2)

Author: Vid Jakopin

Supervisor: Asist. Prof. Mojca Kosmatin Fras, Ph.D.

Co-advisor: Assist. Prof. Dejan Grigillo, Ph.D.

Title: **Analisis of technologies and marketplace of commercial high-resolution Earth observation satellites**

Document type: Graduation thesis – University studies

Notes: 37p., 8 tab., 11 fig., 2 ann.

Key words: **high-resolution satellites, modern acquisition technologies, satellite imagery providers, market conditions**

Abstract

A detailed review of technological features and capabilities of currently most advanced optical satellites in terms of spatial resolution was done. Technical data of selected satellites was gathered among which, the most advanced ones are operated by company DigitalGlobe.

In the second part of this analysis we reviewed the available services of individual high-resolution imagery providers in the context of historical development. Besides purchase of basic images, a user can choose among a wide variety of different products and services, depending on his needs in terms of quality and delivery of images etc. A comparison of prices and different types of orders available to the end user was made.

In the last part, a review of current state of high-resolution remote sensing market is made. Trends that are occurring due to technological advancements, participation of new service providers and a decrease in governmental financing, is contributing to wider range of available services, faster delivery and better accuracy of imagery.

ZAHVALA

Iskrena zahvala mentorici doc.dr. Mojci Kosmatin Fras in somentorju asist. dr. Dejanu Grigillu za njuno pomoč in podporo v času nastajanja diplomskega dela in v času študija.

Hvala tudi doc. dr. Dušanu Petroviču in drugim sodelavcem za pomoč in podporo v času mojega vzporednega športnega udejstvovanja.

KAZALO VSEBINE

STRAN ZA POPRAVKE.....	III
IZJAVE	IV
BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK.....	V
BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK.....	VI
ZAHVALA.....	VII
1 UVOD.....	1
1.1 Pregled teme	1
1.2 Komercializacija daljinskega zaznavanja.....	2
2 PREGLED TRENUTNO NAJZMOGLJIVEJŠIH SISTEMOV DALJINSKEGA ZAZNAVANJA.....	5
2.1 Pregled aktualnih optičnih satelitov.....	5
2.1.1 WorldView-1	5
2.1.2 WorldView-2	6
2.1.3 WorldView-3	6
2.1.4 Geoeye-1.....	6
2.1.5 GeoEye-2.....	6
2.1.6 Pleiades-1a in Pleiades-1b.....	7
2.1.7 Resurs-P	7
2.1.8 Cartosat-2 in Cartosat-3.....	7
2.1.9 EROS-B.....	7
2.1.10 KOMPSAT-3 in KOMPSAT-3A.....	7
2.2 Opis tehnologij.....	11
2.3 Gibljivost.....	13
2.4 Konstelacije.....	15
3 DOSTOPNOST IN NAČINI NAROČANJA POSNETKOV	17
3.1 DigitalGlobe	18
3.2 EADS Astrium.....	21
3.3 Ostali operaterji in ponudniki.....	24
3.3.1 Resurs-P	25
3.3.2 Cartosat-2	25
3.3.3 EROS-B.....	26

3.3.4	KOMPSAT-3.....	26
3.4	Primerjava storitev.....	27
4	DEJAVNIKI RAZVOJA DALJINSKEGA ZAZNAVANJA.....	28
4.1	Opis trga.....	28
4.2	Financiranje.....	29
4.3	Borba za preživetje.....	30
4.4	Letalski posnetki.....	31
5	ZAKLJUČEK.....	32
	VIRI.....	35

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Primerjava lastnosti obravnavanih optičnih satelitov.....	9
Preglednica 2: Primerjava lastnosti obravnavanih optičnih satelitov.....	10
Preglednica 3: Pregled cen arhivskih posnetkov satelitov podjetja DigitalGlobe.....	20
Preglednica 4: Pregled cen novih posnetkov satelitov podjetja DigitalGlobe.	20
Preglednica 5: Pregled cen arhivskih posnetkov satelitov podjetja EADS Astrium.	23
Preglednica 6: Pregled cen novih posnetkov satelitov podjetja EADS Astrium.....	23
Preglednica 7: Pregled cen arhivskih posnetkov satelitov ostalih operaterjev.	24
Preglednica 8: Pregled cen novih posnetkov satelitov ostalih operaterjev.....	25

KAZALO SLIK

Slika 1: Senzor Thematic Mapper vgrajen v satelite Landsat 4 (1982), 5 (1984), 6 (ni dosegel orbite), in 7 (1999).	2
Slika 2: Shematski prikaz principov zajemanja posnetkov.....	11
Slika 3: Pankromatski senzor satelita tipa Pleiades.	12
Slika 4: Multispektralni senzor satelita tipa Pleiades.	12
Slika 5: Spektralni pasovi satelita WorldView-3.....	13
Slika 6: Prikaz štirih žiroskopov.....	14
Slika 7: Načrtovana konstelacija satelitov podjetja Astrium.	15
Slika 8: Spletni brskalnik ImageFinder je namenjen za iskanje po arhivu in omogoča.....	19
Slika 9: Spletni iskalnik GEOSTORE	22
Slika 10: Prikaz pretekle globalne prodaje komercialnih posnetkov in napoved prihodnje rasti po analizi objavljeni v vestniku Earth Imaging Journal z dodanim dejanskim stanjem za leto 2012 in tremi alternativnimi projekcijami.....	29
Slika 11: Analiza potreb ločljivosti uporabnikov iz poročila o pregledu industrije leta 2011 opravljen s strani organizacije ASPRS.....	31

1 UVOD

V uvodu bom predstavil vsebino naloge, povedal kaj je namen naloge in kakšna je bila metodologija dela. Cilj naloge je opraviti analizo, ki obsega področje najnaprednejših elektro-optičnih komercialnih satelitov (stanje do avgusta 2013), vpogled v raznolikost ponudbe satelitskih posnetkov in stanje trga daljinskega zaznavanja. V hitro razvijajočem sektorju, bom z namenom transparentne predstavitve, analiziral stanje komercialnega trga daljinskega zaznavanja. Primerjalno in opisno bom prikazal tehnološko razvitost izbranih satelitov. Predstavil bom aktualne ponudnike in operaterje satelitskih omrežij daljinskega zaznavanja, njihovo ponudbo in uporabniške možnosti pri nakupovanju posnetkov.

Za izvedbo omenjenih analiz in opisov, bom zbral ustrezne strokovne članke, ki opisujejo stanje trga, moderne tehnologije današnjih satelitskih sistemov daljinskega zaznavanja (v nadaljevanju DZ). Iz ustreznih internetnih virov bom poskušal zbrati cene ponudnikov in karakteristične opise posameznih modelov satelitov. Primerjalno bom ocenil kvaliteto storitev ponudnikov in tehnološko dovršenost izbranih satelitov. Na koncu bom vse skupaj povezal v smiselno celoto in opisal, ter navedel razloge za dejansko stanje komercialnega trga DZ.

Naloga bo s podrobnim opisom tehnologij podala informacije o zmožnostih najnovejših satelitih visoke ločljivosti. Na podlagi primerjave cen in obsega ponudbe največjih ponudnikov na trgu, bo mogoče objektivno razbrati, kakšna je kvaliteta analiziranih ponudnikov. Z analizo zgodovine in trenutnih dejavnikov, ki vplivajo na trende v industriji, pa bo mogoče razbrati smernice razvoja DZ v prihodnjih letih.

1.1 Pregled teme

Opazovanja zemeljskega površja danes predstavljajo pomemben doprinos širši javnosti na številnih področjih. Od prvotnih, striktno vojaških operacij obveščevalnih služb, danes uporabljamo satelitske sisteme DZ v namene opazovanja vremena, klimatskih sprememb, kartiranja, nadzorovanja naravnih katastrof, načrtovanja rabe površin, nadzorovanja kmetijskih dejavnosti, ohranjanja vodnih in naravnih rastlinskih sistemov in drugih dejavnosti. Dejanski doprinos teh sistemov na številnih področjih je težko opredeliti in kvalitativno ovrednotiti. Vendar ostaja dejstvo, da so se poskusi komercializacije, kljub razširjeni uporabi in pomembnosti aplikacij, ki se danes dnevno uporabljajo širom sveta, skozi zgodovino skoraj vedno neuspešno končali (Vedda, 2009). Razloge lahko med drugim iščemo v ogromnih finančnih vložkih potrebnih za izgradnjo, vzpostavitev in vodenje takšnih sistemov.

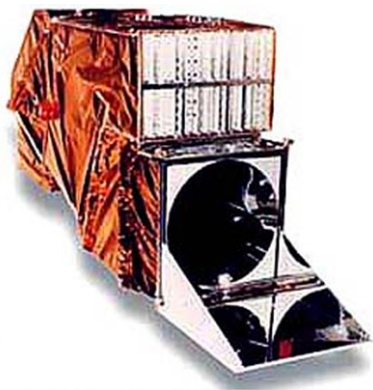
Prav tako je bila baza potencialnih uporabnikov premajhna, da bi upravljalna podjetja uspevala zgolj od povpraševanja komercialnega sektorja.

Poleg zgoraj naštetega, bom v nadaljevanju naloge podrobneje predstavil še druge dejavnike, ki vplivajo na razvoj in razširjanje uporabe satelitskih sistemov DZ. Primer takšne neuspešne prakse lahko opišemo na najuspešnejšem in najdlje trajajočem programu v zgodovini daljinskega zaznavanja: Landsat. Iz kronološko predstavljenega zaporedja dogodkov bomo nato lahko razumeli razloge za uspešen razmah visokoločljivostnih sistemov.

1.2 Komercializacija daljinskega zaznavanja

Človek se je že pred vstopom v vesolje zavedal velike pomembnosti opazovanja površja iz zraka. Z vstopom v vesolje, se je začela doba intenzivnega koriščenja optičnih satelitov v vojaške namene. Visokoločljivostni sistemi so bili predmet stroge zaupnosti in so igrali pomembno vlogo v smislu nacionalne varnosti zahodnega sveta (Green, 2006). Prvi komercialni sateliti za opazovanje Zemlje so bili tako vremenski sateliti nizke ločljivosti, medtem ko je bila raba podatkov visokoločljivostnih sistemov omejena samo na vojaško uporabo skoraj 40 let.

Najdlje trajajoči vesoljski program za opazovanje zemeljskega površja v zgodovini Landsat, kateri deluje že od leta 1972, se je v takratnem okolju razvil kot sistem, ki ni predstavljal resnih groženj državni varnosti Združenih držav Amerike in je svetu prvič ponudil širok spekter prostorskih podatkov. Z nadgrajevanjem serije in predstavitvijo novega senzora Thematic mapper (Williams et al., 2006)(Slika 1), se je izboljšala ločljivost, z razvojem računalnikov pa je bila adaptacija za uporabnike lažja.



Slika 1: Senzor Thematic Mapper vgrajen v satelite Landsat 4 (1982), 5 (1984), 6 (ni dosegel orbite), in 7 (1999). (Vir: FAS, 2013)

Kljub velikemu uspehu, pa je bil program ves čas podvržen političnim in ekonomskim interesom. S poskusi prenosa programa iz javnega v privatni sektor v začetku osemdesetih let (U.S. Public Law 98-365, 1984), so se pojavljale konstantne težave. Za kontrolo Landsata sta se takrat potegovali podjetji EOSAT in General Electric s partnerji, kjer je prvo dobilo pravice do trženja, distribucije in prodaje podatkov satelitov Landsat 4 in 5. EOSAT je moral sedaj podpirati svoje operacije iz lastnih prihodkov, kar se je odrazilo na cenah Landsatovih posnetkov, ki so narastle iz približno 300\$ na posnetek na 5000\$, kar je razburilo takratne uporabnike. Nove direktive tako niso doprinesle k razvijanju trga, saj so povzročale večje in bolj neučinkovito financiranje s strani ameriške vlade, kot pa če bi program v celoti deloval pod vladnim okriljem (Lauer, 1990). V času turbulentnih sprememb, ki jih je doživljal Landsat, je bil leta 1986 uspešno izstreljen prvi francoski SPOT satelit, zasnovan s strani Evropske vesoljske agencije (ESA), z namenom ponuditi storitve brez omejitev na globalnem nivoju in je omogočal 10-metersko ločljivost v nasprotju z Landsatovo, ki je znašala 30 metrov.

Komercializacija visokoločljivostnih sistemov se je pričela po koncu hladne vojne, kjer so američani, kot vodilna sila prisotna na področju vohunskih satelitskih sistemov, bili zaradi umiritve političnih razmer, sedaj pripravljene nameniti sredstva za vzpostavitev komercialnih sistemov, na podlagi tehnologij razvitih v vohunskih, do takrat strogo vojaških sistemih. Pričakovanja in projekcije potencialne rasti prihodkov so rezultirale v Predsedniški odločitveni direktivi številka 23 leta 1994 (The White House, 1994), katera je določala spremembo ameriške politike daljinskega zaznavanja. Direktiva je opisovala kontroliran dostop tujih držav do njihovih tehnologij daljinskega zaznavanja, pod pogojem, ki je dovoljeval ameriški vladi, da v primeru izrednega stanja zamrzne vse tovrstne komercialne operacije («Shutter control»). Tako je bil sklenjen kompromis med ameriški željami glede dominance na komercialnem trgu sistemov DZ in ohranitvijo delnega nadzora nad zbiranjem in širjenjem podatkov (Vedda, 2006). Rusije, kot druge največje sile prisotne v vesolju, ne omenjamo zato, ker je v vesolje svoj prvi nevojaški satelit namenjen daljinskemu zaznavanju poslala šele leta 2006.

Desetletje nepričakovano počasne rasti je podjetjem onemogočalo komercializacijo svoje dejavnosti. Podjetji Digitalglobe in Geoeye sta bili največji ponudnici na trgu z visokoločljivostnimi sateliti, vendar sta bili ves čas odvisni od pomoči vladnih organizacij, kot je National Geospatial-Intelligence Agency (NGA), ki preko finančnih pogodb ClearView in NextView podjetjema namenja sto-milionske finančne prilive v namen razvoja in hkrati zagotavlja zakup ogromne količine prostorskih podatkov v vojaške namene za dobo petih let.

Kljub oteženi uveljavitvi komercialnih podjetij, pa so se, s povečevanjem števila konkurenčnih sistemov DZ s prostorskimi ločljivostmi boljšimi od enega metra in na voljo za globalno uporabo, številne hitro razvijajoče države aktivirale in vse bolj množično začele uporabljati visokoločljivostne podatke v vojaške namene. Prav tako je ameriška politika na področju DZ spremenila smer in svoje vojaške potrebe po visokoločljivostnih posnetkih skuša, poleg svojih vojaških satelitov, zadovoljiti preko podjetij, katera upravljajo satelite z natančnimi primerljivimi vohunskim tehnologijam. Posebnost takšnega poslovnega modela je danes zbrisala črto med komercialno in vojaško rabo posnetkov in ohranja velik vojaški vpliv na ponudnike kot so Digital globe (Green, 2006). Primer takšnega vpliva smo videli pred nedavnim januarja 2013, ko je bila pogodba EnhancedView (še en finančni program ocenjen na 3,5 milijarde dolarjev) dodeljena samo podjetju DigitalGlobe in ne tudi podjetju Geoeye, kar je pomenilo hitro finančno krizo in prevzem slednjega s strani podjetja DigitalGlobe. Prav tako se je pred tem januarja 2006 enako zgodilo že podjetju Space Imaging, ki ni dobilo NextView pogodbe in ga je prevzelo podjetje OrbImage (kasneje poimenovano GeoEye). Ameriški DigitalGlobe tako ostaja največji operater zelo visokoločljivostnih elektro-optičnih satelitov, vendar se mu na trgu v zadnjem času približujejo še korporacije iz Evrope, Indije, Japonske, Izraela, Rusije in Koreje.

2 PREGLED TRENUTNO NAJZMOGLJIVEJŠIH SISTEMOV DALJINSKEGA ZAZNAVANJA

Današnji visokoločljivostni sistemi v glavnem sledijo štirim osnovnim parametrom: visoka pankromatska in multispektralna ločljivost, čim krajši čas ponovnega obiska, visoka zmogljivost manevriranja satelitov in hiter prenos podatkov. Kot rezultat elektrooptični komercialni sateliti dosegajo ločljivosti boljše od 50 centimetrov, zemeljsko površino snemajo v konstelacijah, so sposobni hitrega manevriranja z različnimi načini zajemov in hitrega pošiljanja podatkov.

Ta trenutek lahko privatni uporabnik izbira med večimi ponudniki posnetkov s prostorsko ločljivostjo boljšo od enega metra. Trenutno največjo ločljivost še vedno dosega satelit GeoEye-1 podjetja DigitalGlobe, ki znaša 41 cm, vendar pa ameriška zakonodaja še vedno zapoveduje prevzorčenje posnetkov boljših ločljivosti na 50 cm za komercialno uporabo. Glede na to, da je v tem trenutku DigitalGlobe edino podjetje zmožno zagotoviti posnetke takšnih ločljivosti, 50 centimetrov ostaja najboljša možna ločljivost dostopna komercialnim uporabnikom. Vseeno pa lahko velike spremembe nastopijo že v naslednjih dveh letih. Načrtovana sta namreč izstrela indijskega optičnega satelita Cartosat-3 s 25-centimetersko pankromatsko ločljivostjo in ameriškega satelita WorldView-3 z 31-centimetersko pankromatsko ločljivostjo. V primeru, da pride s strani regulatorjev trga do spremembe določil o maksimalnih ločljivostih prodajanih posnetkov, bodo na globalnem trgu dostopni satelitski posnetki 25-centimeterske ločljivosti.

2.1 Pregled aktualnih optičnih satelitov

Na kratko bomo predstavili vsakega od satelitov izbranih kot predstavnikov najzmogljivejših komercialnih optičnih satelitov in njihove karakteristike predstavili v tabeli (Preglednica 1, Preglednica 2). Od obravnavanih štirinajstih satelitov, trije še niso bili izstreljeni, ostalih enajst pa je trenutno delujočih.

2.1.1 WorldView-1

Satelit WorldView-1 je bil prvi komercialni satelit zmožen fotografiranja zemeljskega površja s pol-metersko pankromatsko ločljivostjo. Pod upravljanjem podjetja DigitalGlobe je bil izstreljen 18. septembra 2007. Izdelava satelita je bila omogočena na podlagi sredstev NextView pogodbe. WorldView-1, je zaradi takrat izredno napredne tehnologije

žiroskopskega premikanja in natančnega geolociranja, sposoben posneti 750.000 km² na dan.

2.1.2 WorldView-2

WorldView-2 predstavlja naslednjo generacijo DigitalGlobovih satelitov in je verjetno trenutno najbolj dovršen zelo visokoločljivostni komercialni satelit. Dosega 46-centimetersko pankromatsko ločljivost. Za razliko od samostojnega pankromatskega senzorja satelita WorldView-1, ima vgrajen tudi zmogljiv multispektralni senzor, ki omogoča zaznavanje v osmih spektralnih pasovih. Je zaenkrat edini od komercialnih satelitov, zmožen 8 pasovne spektralne ločljivosti, katero dosega z 1,8-metersko prostorsko ločljivostjo. Poleg standardnih štirih spektralnih pasov (modra-zelena-rdeča-IR), omogoča zaznavanje še dodatnih štirih pasov, ki dodatno pokrivajo valovne dolžine spektra EMV.

2.1.3 WorldView-3

Satelit tretje generacije WorldView-3, je načrtovan za izstrelitev v letošnjem letu. Po specifikacijah, ki so na voljo, bi naj pri DigitalGlobu še nadgradili tehnologijo že tako superiornega satelita WorldView-2. Poleg osmih spektralnih pasov, bo imel dodanih še osem kanalov, ki bodo zavzemali širše območje IR spektra. Prav tako bo imel izboljšano prostorsko ločljivost (0,31 metra – pankromatsko, 1,24 metra – RGB+IR, 3,7 metra – kratkovalovna IR).

2.1.4 Geoeye-1

Od svoje izstrelitve septembra 2008, Geoeye-1 še vedno premore snemanja z najvišjo prostorsko ločljivost med komercialnimi sateliti (41 centimetrov – pankromatsko in 1,65 metra - multispektralno). Podjetje Geoeye, ga je kot deležnik NextView pogodbe, upravljalo do januarja leta 2013. Zaradi precej nižje orbite, kot oba WorldView satelita, posledično zajema manjše površine in ima daljši čas ponovnega obiska.

2.1.5 GeoEye-2

GeoEye-2 je, tako kot satelit WorldView-3 še vedno v fazi izgradnje. Nadgradnja prvega modela bi naj izboljšala pankromatsko in multispektralno ločljivost. DigitalGlobe je po prevzemu podjetja GeoEye, pričelo pogovore z Arabskimi Emirati o morebitni prodaji satelita, vendar jih je pri pogajanjih prehitel evropski Astrium. Zaradi neuspešnih pogajanj so pri DigitalGlobu sporočili, da skoraj dokončanega satelita GeoEye-2 še ne bodo izstrelili, ampak bodo počakali, da zastara eden od njihovih že aktivnih satelitov.

2.1.6 Pleiades-1a in Pleiades-1b

Evropska predstavnika visokoločljivostnih komercialnih satelitov trenutno delujeta v konstelaciji s satelitom SPOT-6. Modela 1a in 1b sta po izgradnji identična. Njun sistem omogoča doseganje 50-centimeterske prostorske ločljivosti. S sistemom Pleiades-1 je evropski Astrium vstopil na trg zelo visokoločljivostnih satelitskih sistemov DZ. Modela Pleiades-1 satelitov odlikuje gibljivost in hitrost posredovanja informacij.

2.1.7 Resurs-P

Ruski civilni sistem treh načrtovanih satelitov vesoljskega podjetja Roskosmos, od katerih je bil prvi izstreljen 25. Junija 2013. Prvi od serije satelitov je multifunkcionalen satelit, z vgrajenim visokoločljivostnim sistemom (6 kanalov), sistemom s široko lečo za potrebe snemanja širših površin in hiperspektralnim senzorjem. Pomembna lastnost satelitov DZ je širina pasu snemanja, ki vpliva na časovno ločljivost satelita in pa na količino podatkov, ki jih je satelit zmožen zabeležiti. Širina pasu snemanja Resurs-P1 satelita je 38 kilometrov, kar je skoraj za 2 krat, pa tudi do 5 krat večji razpon kot ostali obravnavani sateliti.

2.1.8 Cartosat-2 in Cartosat-3

Cartosat-2A in Cartosat-2B sta dvanajsti in trinajsti model v indijski seriji satelitov DZ (Indian remote sensing - IRS). V obširni konstelaciji podjetja ISRO (Indian Space Research Organization), najvišje ločljivosti posnetkov omogočajo modeli serije Cartosat-2. Prav ti sateliti, bi naj v konstelaciji popolnoma zamenjali staro serijo IRS satelitov. Kot nadgradnjo, pa ISRO napoveduje izstrelitev satelita Cartosat-3, ki naj bi dosegal 25-centimeterske ločljivosti.

2.1.9 EROS-B

EROS sateliti izraelskega podjetja ImageSat International spadajo v razred manjših satelitov, saj tehtajo jo okoli 350 kilogramov. Kljub temu je Eros-B satelit zmožen dosegati ločljivosti do 70 centimetrov. Ob podrobnejšem pregledu in primerjavi z ostalimi vidimo, da satelit leti v precej nižji orbiti za doseg takšne prostorske ločljivosti, kar pomeni, da ima precej ožji pas snemanja (7 km)(Preglednica 2).

2.1.10 KOMPSAT-3 in KOMPSAT-3A

Korejski KOMPSAT-3 je večnamenski satelit z vgrajenim pankromatskim (0,7 m) in multispektralnim senzorjem (2,8 m). V tem letu nameravajo izstreliti še drugi satelit istega

modela. Korejska organizacija KARI se lahko pohvali z visoko dovršenim sistemom, ki jih v razredu zelo visokih ločljivosti, uvršča med zelo konkurenčne sisteme.

Preglednica 1: Primerjava lastnosti obravnavanih optičnih satelitov.

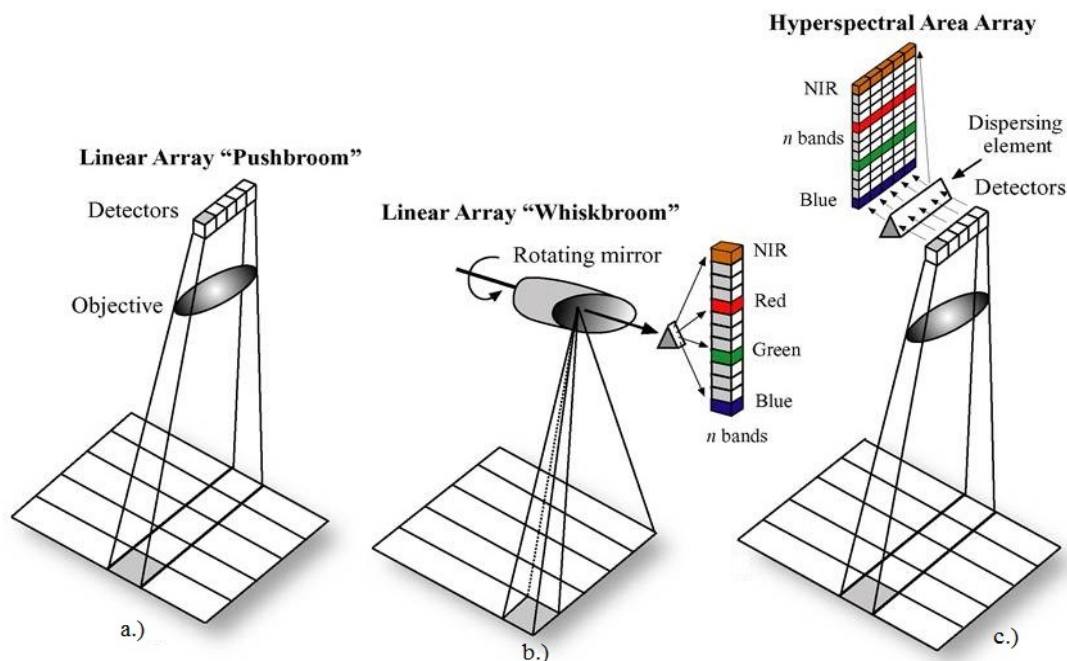
OPERATER	Digital Globe (ZDA)	Digital Globe (ZDA)	Digital Globe (ZDA)	Digital Globe (ZDA)	Digital Globe (ZDA)	EADS Astrium (EU)
IME SATELITA	WorldView-1	WorldView-2	WorldView-3	GeoEye-1	GeoEye-2	Pleiades-1
OPIS SATELITA						
Datum prve izstrelitve	18.sep.07	8.okt.09	2015-2016	6.sep.08	2014-2015	16.dec.11 - Pleiades 1a 2.dec.12 - Pleiades 1b
Kraj izstrelitve	Vandenberg, ZDA	Vandenberg, ZDA	Vandenberg, ZDA	Vandenberg, ZDA		Guiana Space Centre (Francija)
VIŠINA	496 km	770 km	617 km	684 km	681 km	694 km
Teža	2290 kg	2800 kg	2800 kg	1955 kg		970 kg
Doba operativnosti	10-12 let	7,25 let	10-12 let	15 let	10+ let	10+ let
Čas preleta	10:30	10:30	13:30	10:30	10:30	10:30
Frekvenca ponovnega obiska	1,7 dni (<1 m GSD), 5,4 dni (20° iz nadirja)	1,1 dni (<1 m GSD), 3,7 dni (20° iz nadirja)	1,0 dni (<1 m GSD), 4,5 dni (20° iz nadirja)	1,0 dni (<1 m GSD), 2,8 dni (28° iz nadirja)	3 dni ali prej	1,3 dni (<40°)
SENZOR						
Geometrija senzorja	linearna matrika (vzdolžni)	linearna matrika (vzdolžni)	linearna matrika (vzdolžni)	linearna matrika (vzdolžni)	linearna matrika (vzdolžni)	linearna matrika (vzdolžni)
Radiometrična ločljivost	11-bitov	11-bitov	11-bitov (PAN in MS) 14-bitov (IR-B)	11-bitov	11-bitov	12-bitov
Prostorska ločljivost (PANKROMATSKO)	0,50 m	0,46 m	0,31 m	0,41 m	0,34 m	0,5 m
Prostorska ločljivost (MULTISPEKTRALNO)	/	1,80 m	1,24 m (3,7 m - IR-B)	1,65 m	1,36 m	2 m
Širina pasu	17,7 km	16,4 km	13,1 km	15,2 km	14,5 km	20 km
Gibljivost	Multi-scan	Multi-scan	Multi-scan	Multi-scan	Multi-scan	Multi-scan
Maksimalen enkratni zajem	111 x 112 km (MONO) 51 x 112 km (STEREO)	96 x 110 km (MONO) 48 x 110 km (STEREO)	66,5 x 112 km (MONO) 26,6 x 112 km (STEREO)	50 x 300 km (MONO) 28 x 224 km (STEREO)		100 x 150 km (MONO) 20 x 280 km (STEREO) 20 x 175 km (TRISTEREO)

Preglednica 2: Primerjava lastnosti obravnavanih optičnih satelitov.

OPERATER	Roskosmos (RUS)	ISRO (IND)	ISRO (IND)	ImageSat Int. (IZR)	KARI (KOR)	EADS Astrium (EU)	USGS (ZDA)
IME SATELITA	Resurs-P	Cartosat-2	Cartosat-3	EROS-B	KOMPSAT-3	Spot-6	Landsat-8
OPIS SATELITA							
Datum prve izstrelitve	25.jun.2013 - Resurs-P1 2014 - Resurs-P2 2015 - Resurs-P3	28.apr.08 - Cartosat-2A 12.jul.10 - Cartosat-2B	2015-2016	25.apr.06	17.maj.2012 -K-3 2014 - K-3A	12.sep.12 - SPOT 6 2014 - SPOT 7	11.feb.13
Kraj izstrelitve	Baikonur Cosmodrome (Rusija)	Sriharikota (Indija)		Svobodny (Rusija)	Tanegashima Space Center (Japonska)	Satish Dhawan Space Center (Indija)	Vandenberg, ZDA
VIŠINA	475 km	630 km	630 km	510 km	685 km	694 km	705 km
Teža	6570 kg	630 kg	630 kg	350 kg	800 kg	712 kg	1512 kg
Doba operativnosti	5+ let	5 let		10 let	4 leta	10 let	5-10 let
Čas preleta			9:30	13:45		10:00	10:00
Frekvenca ponovnega obiska		4-5 dni (25° iz nadirja) 9 dni (13° iz nadirja)		3,7 dni (30° iz nadirja) 9,5 dni (15° iz nadirja)		1-3 dni	16 dni
SENZOR							
Geometrija senzorja	linearna matrika (vzdolžni)	linearna matrika (vzdolžni)		linearna matrika (vzdolžni)	linearna matrika (vzdolžni)	linearna matrika (vzdolžni)	
Radiometr. ločljivost		10-bitni		10-bitni		12-bitni	12-bitni
Prostorska ločljivost (PANKROMATSKO)	0,90 m	0,80 m	0,30 m	0,7 m	0,7 m	1,5 m	15 m
Prostorska ločljivost (MULTISPEKTRALNO)	3-4 m 25 m (hiperspektralno)	/		/	2,8 m	6 m	30 m
Širina pasu	38 km	9,6 km		7 km	16,8 km	60 km	185 km
Gibljivost	Multi-scan	Multi-scan		Multi-scan	Multi-scan	Multi-scan	
Maksimalen enkratni zajem	38 x 2000 km 100 x 300 km	9,6 x 260 km (MONO) 50 x 19,2 km (MONO)		7 x 480 km (MONO) 50 x 28 km (MONO) 7 x 140 km (STEREO)		60 x 600 km (MONO) 180 x 60 km (MONO) 60 x 60 km (STEREO)	185 x 170 km

2.2 Opis tehnologij

Cilj te naloge ni opisovanje vseh tehnologij elektro-optičnih satelitov, ampak izpostavitve tistih, katere omogočajo izdelavo najboljših satelitskih sistemov. Optični sateliti daljinskega zaznavanja, ki danes dosegajo najvišje ločljivosti, so praktično vsi prevzeli geometrijo kamere prvič uporabljeno na satelitih serije SPOT, kjer so CCD (angl. Charged Coupled Device) senzorji sestavljeni v linearne matrike. Vsak senzor zabeleži



Slika 2: Shematski prikaz principov zajemanja posnetkov. (Vir: Jensen, 2007)

odbito svetlobo od določenega dela površja v smeri senzorja. Tako v vrsti postavljeni senzorji omogočajo vzdolžno 'pometanje' (angl. Pushbroom) po površini, ki jo zajemamo. Vsaj dve veliki prednosti vzdolžnih senzorjev, ki sta se pokazali v primerjavi s prečnimi senzorji (angl. Whiskbroom), sta daljši čas svetlobne izpostavljenosti senzorja in ohranjanje geometrije pikslov. Na sliki 2 sta prikazana oba principa. Prikazan je princip zajema z vzdolžnim (a.) in prečnim skenerjem (b.). Zadnja slika (c.) prikazuje primer vzdolžnega skenerja z vmesnim optičnim elementom, ki omogoča razpršitev svetlobe na hiperspektralno matriko.

Predstavljeni modeli satelitov (Preglednica 1, Preglednica 2) vsebujejo na tisoče linearno nameščenih CCD senzorjev. Na primeru senzorja satelita Pleiades vidimo, da je pankromatski senzor (Slika 3) sestavljen iz petih matrik z 6000 zaporedno razvrščenimi CCD senzorji velikosti 13 mikrometrov v 20 vrsticah. S takšno razporeditvijo je mogoče doseganje zelo visokih ločljivosti. Zaradi geometrije senzorja smo sposobni reducirati mikro tresljaje, ter

s tehniko upoštevanja časovnih zamikov oz. Time Delay Intergration (TDI) sinhronizirati CCD senzorje, kljub velikim hitrosti premikanja platforme nad snemalno površino. S tehniko TDI je senzor sposoben zaznati vzorce nabojev in jih zamikati po matriki z namenom integracije večje količine svetlobe.

■ **TDI PA: 6000 columns x 20 lines, 13 μm**



Slika 3: Pankromatski senzor satelita tipa Pleiades.
(Vir: Gleyzes et al., 2012)

Multispektralni senzor (Slika 4) je sestavljen iz vrstic senzorjev za zaznavanje določenih pasov EM spektra, z 1500 CCD senzorji v posamezni vrstici (velikost enega sensorja je 52 mikrometrov).

■ **4-colour XS detector: 1500 columns, 52 μm**

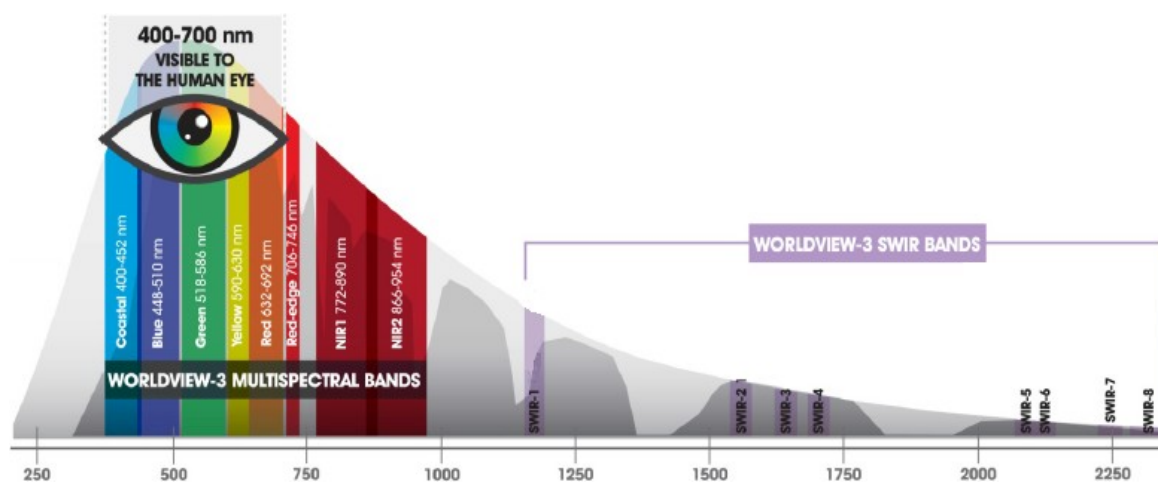


Slika 4: Multispektralni senzor satelita tipa Pleiades.
(Vir: Gleyzes et al., 2012)

Poleg gostote vgrajenih senzorjev, pa igra pomembno vlogo pri končni ločljivosti tudi oddaljenost platforme od površja, ki se pri takšnih sistemih po navadi giblje med 500 in 800 kilometri.

Satelita WorldView-2 in načrtovani WorldView-3 na trgu predstavljata veliko novost v smislu izboljšane spektralne ločljivosti. WorldView-2 poleg standardnih štirih spektralnih kanalov (modra, zelena, rdeča, bližnja IR-1) omogoča še štiri vmesne kanale (obalno modra, rumena, robna rdeča, bližnja IR-2)(Slika 5). Obalno modri spekter daje detajlnejši vpogled pri analizah

vegetacije zaradi absorpcije klorofila, ter omogoča študije površin pod vodo. Rumeni spekter bi naj zaznaval rumenkaste odtenke vegetacije. Robno rdeči in IR2 spekter pa pripomoreta k boljšemu razpoznavanju linij, kjer se meša vegetacija in voda. Pri primerjanju klasifikacij posnetkov narejenih s štirimi kanali s tistimi z osmimi, je bila ugotovljena 10% izboljšava tematske natančnosti (Tarantino et al., 2012).

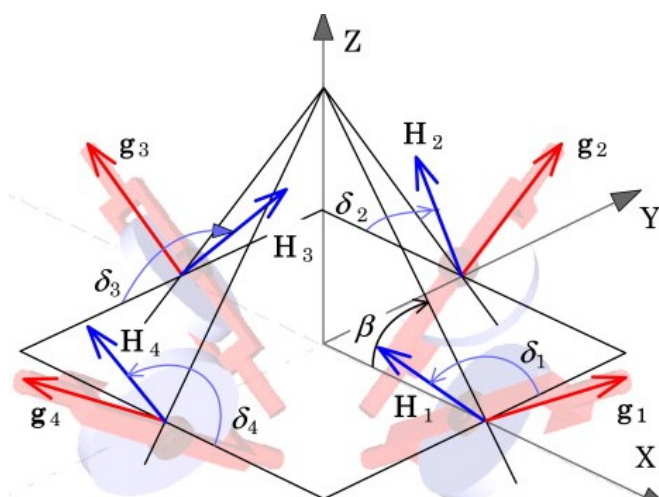


Slika 5: Spektralni pasovi satelita WorldView-3 (Vir: DigitalGlobe, 2013).

Poleg omenjenih štirih kanalov, pa DigitalGlobe načrtuje še ponudbo posnetkov z dodatnimi osmimi kanali v kratkovalovnem IR spektru, katere bo imel možnost zaznati še neizstreljeni satelit WorldView-3 (Slika 5). Pri podjetju DigitalGlobe navajajo, da bodo dodatni kanali namenjeni za opravljanje korekcij oblakov, aerosolov, vlage, ledu in snega (WorldView-3, 2013).

2.3 Gibljivost

Resolucija satelitov DZ je v glavnem funkcija optičnega sistema samega satelita in pa oddaljenosti senzorja od terena. Z dosegom ekstremnih prostorskih ločljivosti, ki jih dosegajo omenjeni sateliti, so le ti umeščeni v nizke orbite. Posledično to pomeni zmanjšano širino pasu, ki jo lahko satelit zajame. Da bi rešili težavo, lahko omogočimo satelitu premikanje in snemanje terena izven smeri leta, ali pa povečamo število satelitov.



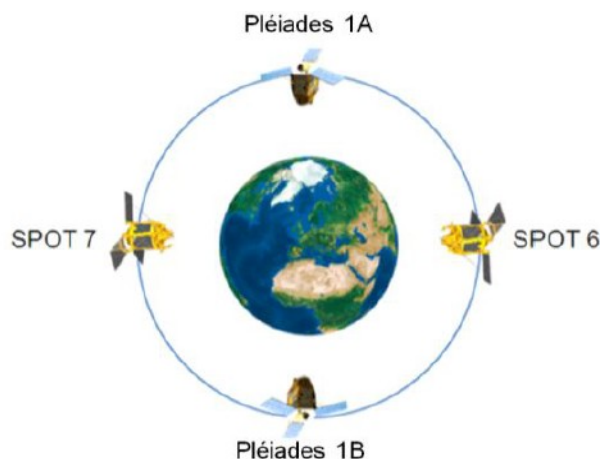
Slika 6: Prikaz štirih žiroskopov. Na podlagi premikanj njihovih vztrajnostnih osi, prenesejo sile na ogrodje, ki se premakne v željeni smeri. (Vir: Kojima, 2013)

Premike najnaprednejših snemalnih satelitskih sistemov omogočajo žiroskopi za kontrolo gibanja (angl. Control Moment Gyros), ki skupaj z dovršenimi algoritmi za navigiranje usmerjajo satelit (Slika 6). Zagon vztrajnika povzroči nastanek vrtilnega momenta. Nato se z uporabo sekundarnega motorja, povzroči nagib osi vztrajnostnega momenta. Z nagibom rotorja povzročimo navor, ki povzroči nagibanje satelita. Sistem večih žiroskopov je uporabljen za nagibanje satelita. Preko GPS platform v okolici, ter na podlagi orientacije po zvezdah satelitu določamo položaj, ter ga popravljamo z upravljanjem žiroskopov. Poleg orbitalne navigacije, pa sistem uporabljamo za obračanje satelita proti željenemu delu površja v fazi snemanja. S tovrstno tehnologijo dosežemo gibljivost v vseh smereh, kar omogoča:

- Kratke reakcijske čase sistemov za potrebe nujnih civilni nalog v času nevarnosti in za razne vojaške operacije, ki zahtevajo hitro odzivnost.
- Sposobnost sledenja linijam na površju, kot je na primer snemanje potekov obalnih linij ali rek. S tem načinom smo sposobni zreducirati veliko količino nepotrebnih podatkov.
- Sestavljanje mozaičnih posnetkov v času enega preleta. Satelit lahko posname več vzporednih pasov in ima možnost osredodočanja samo na izbran del površja (Velikosti območij zajemanja so navedene v tabeli 1 in tabeli 2 za posamezen satelit).
- Izvedbo kalibracij na podobah zvezd ali lune.

2.4 Konstelacije

Visoka časovna ločljivost satelitskih posnetkov je pomembna za številne uporabnike, ki potrebujejo informacije o spremembah na zemeljskem površju. Iz sprememb lahko ugotavljamo dejansko dogajanje in potek le tega. Ažurnost posnetkov je ključnega pomena v vojaških operacijah, v primerih naravnih katastrof in varnosti ali pa pri beleženju hitrih okoljskih sprememb. Trg visokoločljivostnih satelitov je tudi tukaj naredil velik korak naprej. Zadana strategija ponovnega obiska v roku 24 ur, vsaj enega od satelitov postavljenih v konstelacijo, se uresničuje. Ameriški DigitalGlobe že načrtuje izboljšanje pokritosti in uskladitev njihovih satelitov IKONOS, QuickBird, GeoEye-1, WorldView-1 in WorldView-2 v konstelacijo. Po združitvi z Geoeye, imajo namen dvigniti orbito satelita GeoEye-1, kar bo verjetno pomenilo nekoliko zmanjšanje njegove ločljivosti, vendar bo ta ostala pod 50 cm, kar ne bo pomenilo nobene spremembe glede na njihovo zakonodajo. Dvig orbite je načrtovan v letošnjem letu. Za uporabnike je bila novica pozitivno sprejeta, saj vzpostavitev konstelacije satelitov DigitalGlobe pomeni večjo pokritost in večjo ažurnost za njihove uporabnike. Evropski Astrium v 2014 namerava, z umestitvijo satelita SPOT-7, vzpostaviti končno konstelacijo, skupaj s sateliti SPOT-6, Pleiades-1a in Pleiades-1b (Slika 7).



Slika 7: Načrtovana konstelacija satelitov podjetja Astrium. (VIR: EADS Astrium, 2013)

Seveda pa zagotavljanje čim hitrejše dostave podatkov ne zavisi le od števila satelitov. Tako upravljalna podjetja, kot tudi večji prodajalci, s katerimi imajo le ti podpisana zastopništva, vzpostavljajo zemeljski segment sprejemnih postaj, ki zagotavljajo čim bolj učinkovito komunikacijo in prenos podatkov s satelitov. Z vgrajenimi moduli za kompresiranje podatkov, ter zmogljivimi antenami za oddajanje na samem satelitu, je mogoče izboljšati čas prenosa. Pri evropskem ponudniku EADS Astrium obljublajo direktno naročanje snemanj preko

spletnih naročil uporabnikov. V smislu učinkovitih visokoločljivostnih satelitskih sistemov DZ, gre napredek v smeri zgoščevanja omrežij sprejemnih postaj, razvijanja visokozmogljivostnih komponent za prenos podatkov, hitrega procesiranja in izboljševanja relacij geoinformacijskega omrežja.

3 DOSTOPNOST IN NAČINI NAROČANJA POSNETKOV

Zagotavljanje dostopnosti in širjenje ponudbe izdelkov in storitev je ključnega pomena za doseganje novih potencialnih uporabnikov. S primerjavo ponudbe in cen največjih ponudnikov na obravnavanem področju, bomo analizirali kakšne so možnosti uporabnikov in pod kakšnimi pogoji so le te zagotovljene. Izbran je bil enoten tabelaričen prikaz cen glede na obravnavane satelite in podjetja, ki z njimi razpolagajo. Podrobneje bomo pogledali ponudbo DigitalGloba in Astriuma, zaradi trenutno največjega obsega ponudbe, ki jo nudita. Primerjali bomo tudi ponudnike z omrežji ostalih satelitov in ostale zastopnike. Naš cilj bo ocena ponudbe posameznih podjetij in generalno celotnega trga zelo visokoločljivostnih satelitskih sistemov DZ.

Pri načrtovanju analize ponudbe vidimo, da lahko uporabimo primerjalni model na osnovi:

- Vrste posnetkov (NAVADNI – STEREO – TRI-STEREO),
- Nastanka posnetka (ARHIVSKI – NOV ZAJEM),
- Spektralne vrste posnetka (PANKROMATSKI – MULTISPEKTRALNI),
- Vrste izvedenih korekcij (RADIOMETRIČNI, GEOMETRIČNI POPRAVKI),
- Možnosti odstranjevanja oblačnosti,
- Možnosti izbire kota izvenj snemalne linije (OFF-NADIR),
- Možnosti minimalnih in maksimalnih naročil,
- Cen posnetkov in drugih storitev,
- Možnosti pregledovanja arhivskih podatkov,
- Časov dostave,
- Obsega ponudbe posnetkov iz različnih satelitov,
- Zagotavljanja storitev,
- Drugih možnosti.

Večina podjetji je svoj tržni model poslovanja morala prilagoditi karakteristikam satelitskih sistemov DZ in na podlagi teh nato oblikovati ponudbo, ki v obzir vzema pomen hitrosti dostave podatkov, uporabniško prijazne postopke uporabe, obseg ponudbe glede na kompleksnost uporabniških zahtev, ter dopuščanje svobode izbire in korekcij s strani njihovih uporabnikov. Po pregledu njihovih ponudb ugotovimo, da so oblike ponudbe drugače poimenovane in se nekoliko razlikujejo v marketinških pristopih, vendar so zasnovane znotraj teh osnovnih smernic.

3.1 DigitalGlobe

DigitalGlobe je ameriško podjetje, ki veliko sodeluje z ameriškimi vladnimi agencijami in je tako močno odvisno od političnih direktiv. S svojo zbirko visokoločljivostnih satelitov upravlja najzmogljivejši vesoljski segment v primerjavi z ostalimi konkurenti. V obsegu našega dela so obravnavani trenutno le najaktualnejši sateliti (WorldView-1, WorldView-2, GeoEye-1). V zadnjem času, se zaradi želje po razširjanju ponudbe in velike tehnološke prevlade, s podjetjem DigitalGlobe navezuje veliko drugih podjetij, ki na podlagi pogodb o prodaji njihovih izdelkov ponujajo njihove posnetke svojim kupcem.

Osnovni model ponudbe, ki ga najdemo pri nakupovanju DigitalGlobovih posnetkov še ni popolnoma enoten za vse satelite. Zaradi združitve s podjetjem GeoEye, se posnetki satelitov IKONOS in GeoEye-1 še vedno prodajajo po nekoliko različnem modelu. V osnovni ponudbi se lahko uporabnik odloča med naročilom novega snemanja izbranega območja interesa (Area of interest – AOI) ali nakup arhivskih posnetkov zbranih v bazi podatkov DigitalGlobo. V primeru naročanja novih snemanj so na voljo tri možnosti:

- Select Tasking

Uporabnik izbere željeno ali pa predlagano območje in specificira željen čas novega snemanja. Na podlagi oddanega zahtevka uporabnik prejme študijo izvedljivosti in predloge o možnih alternativah.

- SelectPlus Tasking

Uporabnik izbere željeno ali pa predlagano območje in specificira željen čas novega snemanja. Na podlagi oddanega zahtevka uporabnik prejme študijo izvedljivosti in predloge o možnih alternativah. Čas dostave posnetkov je hitrejši, še posebej na območjih večjega interesa. Tudi nivo pomoči in storitev, ki so na voljo se poveča.

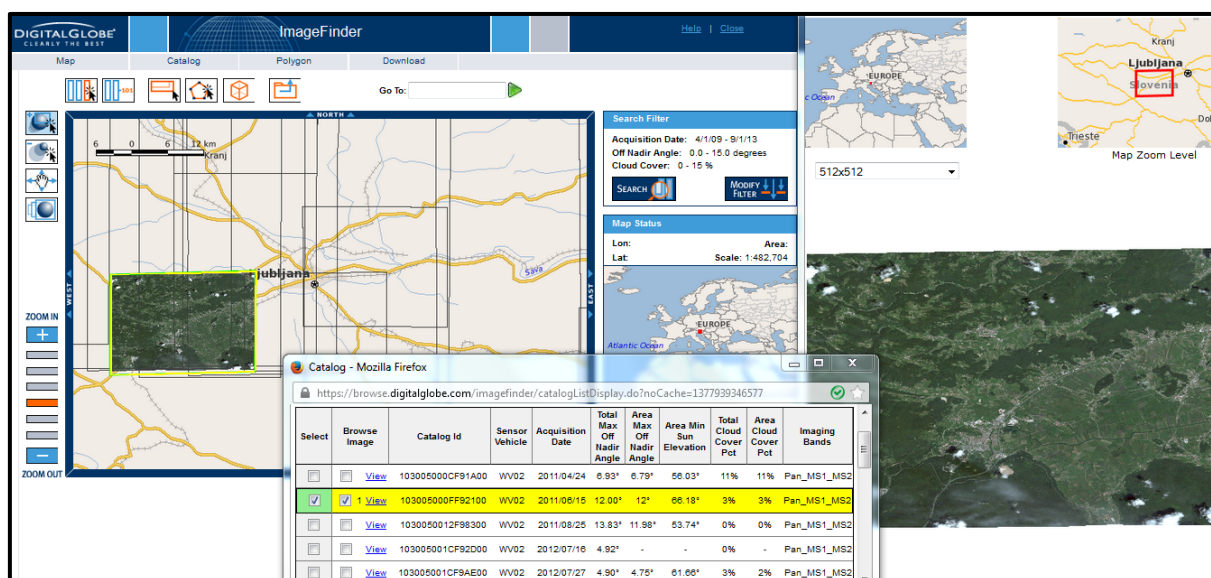
- Single Shot

Storitev na voljo uporabnikom z zagotovljenim najvišjim nivojem pomoči in storitev. Možnost je na voljo le za posnetke satelita QuickBird. Omogoča možnost snemanja v roku od 1-14 dni. Na podlagi oddanega zahtevka uporabnik prejme študijo izvedljivosti in predloge o možnih alternativah.

Pri DigitalGlobu omogočajo nakupe različno obdelanih posnetkov. Uporabnik lahko izbira med:

- Basic Imagery (Na posnetku so upoštevani le radiometrični popravki),
- OrtoReady (Na posnetku so upoštevani radiometrični in geometrični popravki),
- Orthorectified (Posnetek je izostren in obdelan glede na izbrano merilo karte in pripravljen za uporabo kot podatkovni sloj idr.).

Hkraten pankromatski in multispektralem zajem, omogoča doseganje najvišjih možnih ločljivosti s postopkom ostrenja. Možno je naročanje izostrenih posnetkov v različnih barvnih kombinacijah. Kompoziti so lahko naravnih ali pa lažnih barv odvisno od namena uporabe posnetka. Arhivske posnetke lahko zbiramo preko spletnega iskalnika (Slika 8).



Slika 8: Spletni brskalnik ImageFinder je namenjen za iskanje po arhivu in omogoča uporabniku enostavno dostopanje in iskanje arhiviranih posnetkov. Pri iskanju se lahko izbira med filtri in nastavitvami specifične poizvedbe. Naročanje je mogoče s poizvedbo preko njihovega centra za uporabnike ali preko spletnega računa, na katerem so mogoče še številne druge možnosti. (Vir: ImageFinder, 2013)

Po pregledu trga in primerjavi cen med posnetki sekundarnih prodajalcev in DigitalGloba, ugotavljamo, da skoraj da ni nihanj v cenah. Predstavljene cene DigitalGlobovih posnetkov (Preglednica 3, Preglednica 4) torej veljajo tudi za vse ostale obravnavane zastopnike.

Preglednica 3: Pregled cen arhivskih posnetkov satelitov podjetja DigitalGlobe.

ARHIVSKI P.		PAN	3B PAN-SH.	4B PAN-SH.	PAN+4B	8B	PAN+8B
STANDARD / GEO	WorldView-1	9,8/17*					
	WorldView-2	9,8/17*	12/19*	12/19*	12/19*	22/29*	22/29*
	GeoEye-1	9,8/17*	12/19*	12/19*	12/19*		
STEREO	WorldView-1	20/33*					
	WorldView-2	20/33*	24/38*	24/38*	24/38*	n/a	44/57*
	GeoEye-1	20/33*	24/38*	24/38*	24/38*		

* Cena velja za arhivske posnetke mlajše od 90 dni.

Vse cene so v evrih.

Preglednica 4: Pregled cen novih posnetkov satelitov podjetja DigitalGlobe.

NOVI P.		PAN	3B PAN-SH.	4B PAN-SH.	PAN+4B	8B	PAN+8B
STANDARD / GEO	WorldView-1	17/32*					
	WorldView-2	17/32*	19/34*	19/34*	19/34*	29/44*	29/44*
	GeoEye-1	17/32*	19/34*	19/34*	19/34*		
STEREO	WorldView-1	33/63*					
	WorldView-2	33/63*	38/68*	38/68*	38/68*	n/a	57/87*
	GeoEye-1	33/63*	38/68*	38/68*	38/68*		

* Cena velja za opcijo *SelectPlus Tasking*.

Vse cene so v evrih.

Med dodatnimi informacijami so navedeni dodatni pogoji nakupov. Pri nakupu DigitalGlobe uporabniku zagotavlja manj kot 20% oblačnost za arhivske posnetke, ter manj kot 15% oblačnost za nove posnetke. Za posnetke z manj kot 10% oblačnosti, se cena podraži za 25%, za posnetke z manj kot 5% oblačnosti, pa se cena podraži za 50%. Na centru za pomoč uporabnikom pravijo, da niso imeli nikoli težav z zagotavljanjem manjšega jasnega območja na zahtevo uporabnika, četudi je bila potrebna zamenjava posnetka. Cena posnetkov se prav tako podraži za 1,5 EUR/km, v primeru, da so bili posneti znotraj cone 15° izvenj smeri snemanja.

Minimalne količine različnih vrst posnetkov so naslednje:

- Standardni arhivski posnetki (obdelani)- min. 25 km²,
- Standardni novi posnetki (obdelani) - min. 100 km²,

- Stereo arhivski in novi posnetki (obdelani) – min. 100 km²,
- Standardni arhivski in novi posnetki (neobdelani) - min. 272 km²,
- Stereo arhivski in novi posnetki (neobdelani) - min. 210 km².

Poleg osnovne ponudbe pri DigitalGlobu nudijo 30% nižjo ceno za nakupe posnetkov v izobraževalne namene. Prav tako so na njihovih spletnih straneh dosegljivi vzorčni posnetki. Projekt FirstLook je novejšo orodje za ažurno spremljanje aktualnih družbenih dogodkov ali naravnih katastrof po svetu. Z avtomatiziranimi postopki uporabnik lahko spremlja aktualno dogajanje, seveda pa mora posnetke prej kupiti.

3.2 EADS Astrium

Astrium je eno od mnogih združenih podjetij v konglomeratu EADS (European Aeronautic Defence and Space Company) in predstavlja združenje bivšega francoskega SPOTa, nemških in španskih solastnikov. Podjetje EADS je konglomerat večih partnerjev in se v glavnem ukvarja z izgradnjo raketnih sistemov in drugih vesoljskih tehnologij, medtem ko je Astrium usmerjen v storitve satelitskega DZ. Ima obširno bazo izkušenih strokovnjakov predvsem na področjih optičnih in radarskih vesoljskih sistemov. S svojo postavitvijo konstelacije satelitov postaja Astrium resen tekmelec na področju prodaje satelitskih posnetkov. Prav tako kot pri DigitalGlobu, so vzpostavili obsežno infrastrukturo in širok spekter produktov in storitev. Storitve dveh glavnih ponudnikov se imensko razlikujejo, prav tako pa niso ooblikovane na popolnoma enak način. Uporabnikom tudi Astrium omogoča nakup arhivskih posnetkov ali pa naročila novega zajema. Kljub temu, da je njihov arhiv podatkov nekoliko mlajši (prvi Pleiades satelit je namreč pričel s snemanjem decembra 2011), uporabniško gledano ne predstavlja znatnega padca v kvaliteti, saj je zanimanje za novejšo posnetke bolj aktualno. Za naročila novih posnetkov nudijo sledeče programe:

- Automatic Tasking

Program je specifično namenjen za snemanje manjših AOI do velikosti 20 km v smeri vzhod-zahod in 40 km v smeri sever-jug ob normalnih nastavitvah. Časi od naročila do zajema se glede na zasedenost gibljejo med 60 in 120 dni. Za področja lahkega dostopa obljublajo 30 dnevni rok. Naročanje posnetkov je enako naročanju arhivskih posnetkov. Preko spletne trgovine GEOSTORE uporabniki s svojimi računi dostopajo do vsebin.

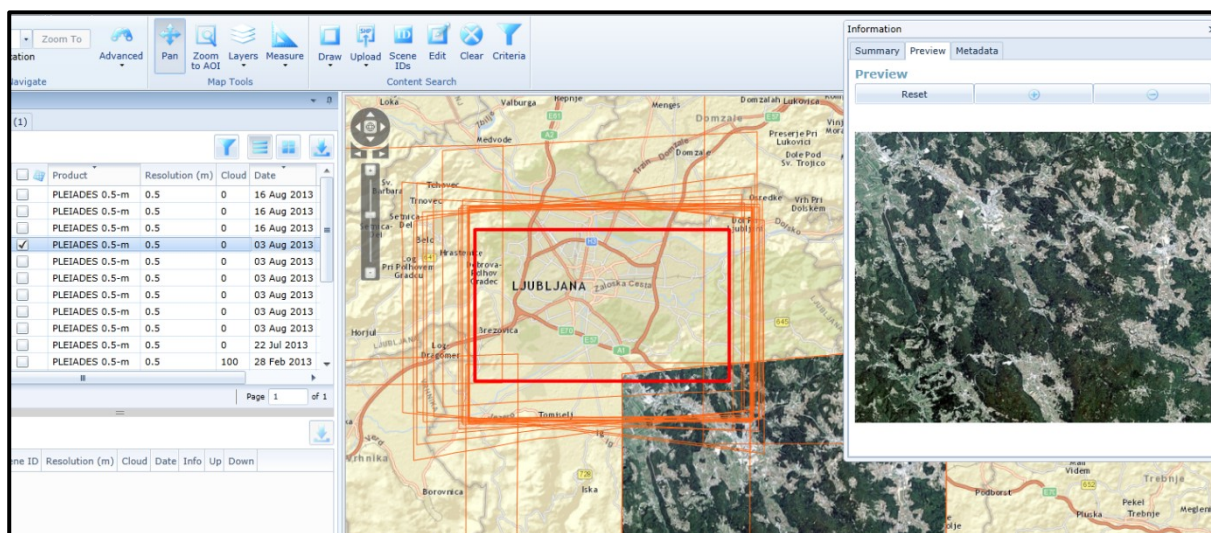
- Tailored Tasking

V programu Tailored Tasking je omogočeno nastavljanje vseh ponujenih parametrov pri novih zajemih. Namenjeno je specifičnim zahtevam glede oblik AOI, zmanjševanja oblačnosti in kotov snemanja, stereo ali tri-stereo izbire in posvetovanja z uporabniško službo glede prilagoditve zahtev. Na podlagi študije izvedljivosti je izvedeno naročilo. Časi do snemanja pa bi naj bili krajši in dodatno razdeljeni v tri prioritete razrede.

- Instant Tasking

Program za krizne centre in ostale uporabnike z zahtevami po čim hitrejši dostavi podatkov za območja nesreč. Naročilo se izvede prvemu primernemu satelitu, ki bo opravil prelet nad območjem, direktno od uporabnika na satelit. Po zajemu zagotavljajo najhitrejši možni čas izdelave in dostave posnetka.

Ponudba posnetkov glede na obdelanost se deli na Primary (opravljene radiometrične korekcije) in Standard Ortho (georeferenciran posnetek). Pri Standard Ortho posnetkih, lahko uporabnik spreminja kontrolne točke, spektre in izbira med bitnimi vrednostmi.



Slika 9: Spletni iskalnik GEOSTORE (Vir: GEOSTORE, 2013)

Preko uporabniških računov in spletnega portala GEOSTORE, je omogočeno enostavno naročanje in izbiranje možnosti (Slika 9), prav tako pa lahko izpolni obrazec za naročilo in ga posreduje uporabniškemu centru (Priloga B). V primerjavi z iskalnikom ImageFinder se zdi GEOSTORE programsko boljše dodelan. Uporabnik lahko preko svojega računa nastavi

opomnik, preko katerega prejme sporočilo, v trenutku, ko je na označenem območju na voljo sveža vsebina.

Postopek naročanja preko spleta v primeru Instant Taskinga je sledeč:

- a.) Uporabnik se vpiše v svoj račun;
- b.) S pomočjo filtrov izbere AOI;
- c.) Pregleda poti satelitov in izbere prvega primernege (v primeru željene višje resolucije izbere Pleiades-1, v primeru želje po večji pokritosti pa SPOT6);
- d.) Na podlagi vremenskega poročila se odloči za izbiro časa snemanja;
- e.) Izbere satelit in pošlje direktno naročilo;
- f.) V roku 6 ur so posnetki na voljo.

Glede oblačnosti so sposobni zagotoviti manjša območja (2 km x 2 km) brez oblakov, izbira pa je možna med 5%, 10% in 15% maksimalno oblačnostjo posnetkov. Tudi Astriumovi posnetki so enotnih cen na tržišču oz. razlike v cenah niso bistvene. Glede na posamezne programe so v Preglednici 5 in Preglednici 6 navedene cene po istem principu kot za DigitalGlobe.

Preglednica 5: Pregled cen arhivskih posnetkov satelitov podjetja EADS Astrium.

ARHIVSKI P.		PAN	3B PAN-SH.	4B PAN-SH.	PAN+4B
Normal	Pleiades-1	9,8	9,8	9,8	9,8
Stero	Pleiades-1	20	20	20	20
Tristereoo	Pleiades-1	30	30	30	30

Vse cene so v evrih.

Preglednica 6: Pregled cen novih posnetkov satelitov podjetja EADS Astrium.

NOVI P.		PAN	3B PAN-SH.	4B PAN-SH.	PAN+4B
Normal	Pleiades-1 (Auto)	17	17	17	17
	Pleiades-1 (Tailored)	31	31	31	31
	Pleiades-1 (Instant)	56	56	56	56
Stereo	Pleiades-1 (Auto)	30	30	30	30
	Pleiades-1 (Tailored)	43	43	43	43
	Pleiades-1 (Instant)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Tristereoo	Pleiades-1 (Auto)	50	50	50	50
	Pleiades-1 (Tailored)	64	64	64	64

	Pleiades-1 (Instant)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
--	----------------------	------	------	------	------

Vse cene so v evrih.

Za dodatno zagotovilo manj kot 10% oblačnosti, se cena poviša za 5 dolarjev na kvadratni kilometer, za zagotovilo manj kot 5% oblačnosti pa se cena poviša za 10 dolarjev. Minimalno naročilo za arhivske posnetke je 25 km², pri novih snemanjih, pa je potrebno naročiti vsaj 100 km². V primeru neskladja med prejetim izdelkom in dejanskim naročilom, se Astrium zavezuje, da bodo izdelek zamenjali ali pa bodo vrnili denar. Rok za pritožbo, ki je naveden v licenčni pogodbi je 7 dni.

3.3 Ostali operaterji in ponudniki

Razlog združene primerjave vseh ostalih ponudnikov je v veliki razliki ponudbe med podjetjema DigitalGlobe, EADS Astrium in ostalimi, ki še nimajo tako dovršenega sistema za komercialno prodajo posnetkov ali pa se z njo sploh ne ukvarjajo direktno, ampak preko posrednikov. Do posnetkov ostalih satelitov je načeloma težje dostopati kot privatni uporabnik. Tukaj dostopnost otežujejo morebitne zakonske omejitve, nerazvita marketinška mreža ali pa enostavno politične direktive in interesi. Kljub temu lahko pri analizi ponovno predpostavimo, da so zbrane cene enake pri vseh posrednikih za posamezen satelit. Pri opisovanju ponudbe bomo opisali, kaj ponujajo največji ponudniki satelitskih posnetkov, kot so e-GEOS, European Space Imaging, ScanEx, Geoserve, MapMart, LAND INFO in PASCO.

Preglednica 7: Pregled cen arhivskih posnetkov satelitov ostalih operaterjev.

	ARHIVSKI P.	PAN	3B PAN-SH	4B PAN-SH	PAN+4B
STANDARD	Resurs-P	n/a	n/a	n/a	n/a
	Cartosat-2	4/4,9*			
	EROS-B	4,5			
	KOMPSAT-3	5,6/6,4**	5,6/6,4**	5,6/6,4**	5,6/6,4**
STEREO	Resurs-P	n/a	n/a	n/a	n/a
	Cartosat-2	8/9,8*			
	EROS-B	9			
	KOMPSAT-3	11,2/12,8**	11,2/12,8**	11,2/12,8**	11,2/12,8**

* Cena velja za podatke novejšje od 12 mesecev.

** Cena velja za podatke novejšje od 60 dni.

Vse cene so v evrih.

Preglednica 8: Pregled cen novih posnetkov satelitov ostalih operaterjev.

	NOVI P.	PAN	3B PAN-SH	4B PAN-SH	PAN+4B
STANDARD	Resurs-P	n/a	n/a	n/a	n/a
	Cartosat-2	6,5			
	EROS-B	12			
	KOMPSAT-3	11	11	11	11
STEREO	Resurs-P	n/a	n/a	n/a	n/a
	Cartosat-2	13			
	EROS-B	24			
	KOMPSAT-3	22	22	22	22

Vse cene so v evrih.

V Tabeli 7 in Tabeli 8, so zbrane cene ostalih obravnavanih satelitov pridobljene na podlagi poizvedb pri zgoraj naštetih ponudnikih. Takoj opazimo velik razpon cen. Dejavnikov je mogoče naštetih več. Dejstvo je, da so tehnične lastnosti in posledično kvalitete posnetkov lahko zelo različne. Poleg različnih ločljivosti, uporabnike velikokrat zanima, ali je posnetek multispektralen, kako dobro je geolociranje posnetkov in kako široko je lahko območje snemanja. Drugi vidik se nanaša na kvaliteto storitev prodaje. Kot že rečeno, so iz tega vidika, ostala podjetja še v precejšnjem zaostanku za podjetjema DigitalGlobe in EADS Astrium.

3.3.1 Resurs-P

Nedavno izstreljeni ruski satelit, bo uporabljen za vojaške namene, namene okoljevarstvenega in urbanega planiranja, za hitro pridobivanje v primeru nesreč, ter za komercialno prodajo posnetkov mednarodnim strankam. Mednarodni komercialni prodajalci, za zdaj nimajo nobenih informacij o cenah posnetkov satelita Resurs-P. Kljub temu, da Rusija dolgo časa ni mela interesov za vstop na trg DZ, pa se rusko podjetje Scanex aktivno ukvarja s prodajo satelitskih posnetkov. So uradni prodajalci posnetkov podjetij DigitalGlobe, EADS in izraelskega ImageSat Int. Rusko vodstvo obljublja hitro razširitev mreže Resurs satelitov in preboj Rusije na komercialnem trgu DZ.

3.3.2 Cartosat-2

Posnetke indijskih Cartosat-2A in Cartosat-2AT satelitov lahko naročimo pri podjetjih ScanEx (Rusija), Geoserve (Nizozemska) ali PASCO (Japonska z mednarodnimi podružnicami). Za nova snemanja je posnetke mogoče kupiti po en posnetek 9,6 km x 9,6 km po ceni 586

evrov. Cena velja za naročila manjša od 1000 km². V primeru naročil novih snemanj nad 1000 km² velja cena 6,5 evra na km². Naročila arhivskih posnetkov so ločena na: posnetke mlajše od enega leta in posnetke starejše od enega leta. Cena mlajših posnetkov za območje 9,6 km x 9,6 km znaša 444 evrov oz. 4,9 evra na km² v primeru obsežnejšega nakupa. Enako velja za starejše arhivske posnetke, kjer cena za en posnetek znaša 353 evrov oz. 4 evre za območje nad 1000 km². Podatki arhiva so na voljo od 4. oktobra 2007 naprej. Njihova ponudba se deli na standardno snemanje, snemanja v nujnih primerih in arhivsko gradivo. V standardnem načinu, je potrebno posnetke naročiti 10 dni pred samim snemanjem, za nujne primere pa je mogoče naročiti posnetke 24 ur pred snemanjem. Glede na stopnjo procesiranja posnetkov, lahko uporabnik izbira med standardnim ali ortorektificiranim posnetkom.

3.3.3 EROS-B

ImageSat International je podjetje, ki trži posnetke EROS satelitov za mednarodni trg. Uporabniki lahko posnetke kupujejo tudi pri prodajalcih ScanEx, Geoserve in PASCO. Kot običajno se tudi ponudba posnetko EROS satelitov loči glede na način snemanja, stopnjo procesiranja in način naročanja. Kljub ozkemu pasu snemanja satelita, ponujajo možnosti običajnih zajemov, stereo parov, tristereo posnetkov, mozaičnih ali poligonskih zajemov. Posnetke lahko naročamo v surovi obliki, z opravljenimi radiometričnimi ali geometričnimi popravki, ali pa v ortorektificirani obliki. Pri ImageSatu navajajo, da zagotavljajo 80% čistost posnetkov tudi za nova snemanja. Prav tako se zavezujejo, da bodo nova snemanja opravili v roku 90 dni od naročila snemanja normalne prioritete (Normal Priority Service) oz. v roku 10 dni od naročila hitrega snemanja (Rush Service), arhivske posnetke pa uporabnik dobi 72 ur po oddanem naročilu. Minimalno lahko uporabnik naroči posnetek velikosti 7 km x 7 km. Cena na km² za arhivske posnetke znaša 4,5 evra, za nova snemanja pa 12 evrov.

3.3.4 KOMPSAT-3

Posnetki korejskega večnamenskega satelita KOMPSAT-3 so namenjeni tudi za civilno uporabo. Pred kratkim je uradni distributer za njihove posnetke postalo podjetje MapMart, ki lahko prodaja globalno po svetu. Pred tem je bil uradni prodajalec KOMPSAT posnetkov le ruski ScanEx, ki lahko prodaja le v Rusiji in nekdanjih državah Sovjetske zveze (CIS). Preko iskalnika podjetja MapMart ali podjetja ScanEx, je mogoče enostavno dostopati in izbirati željeno vsebino. Cene posnetkov so ločene na: arhivske posnetke starejše od 60 dni, arhivske posnetke mlajše od 60 dni in nova snemanja. Cene so podane v evrih na km² in

znašajo 5,6 in 6,4 za stare oz. nove arhivske posnetke, ter 11 za nova snemanja. Posnetki satelita KOMPSAT-3 so na voljo v pankromatski ali multispektralni obliki.

3.4 Primerjava storitev

Če sedaj še enkrat pregledamo zbrane cene za posnetke vseh obravnavanih satelitov lahko, poleg velikega razpona v cenah opazimo, da so cene posnetkov podjetij DigitalGlobe in EADS Astrium precej višje od cen ostalih ponudnikov. Kot smo že omenili, je potrebno upoštevati določene neenakosti v smislu kvalitete posnetkov in pa v smislu kvantitete storitev. Po pregledu vseh storitev lahko rečemo, da so vsi ponudniki razvili podobno osnovno delitev ponudbe. Uporabnikom je omogočena izbira produktov glede na način snemanja, izbira prioritete pri naročanju podatkov in izbira stopnje obdelave posnetkov. Razvejanost ponudbe pri Astriumu in DigitalGlobu je znatno večja kot pri ostalih operaterjih, vendar pa je celotna storitev prodaje posnetkov delno odvisna tudi od pooblaščenih prodajalcev. Preko le teh, lahko ostali operaterji brez razvitega trgovskega segmenta, prav tako dosegaajo svoje stranke. Prodajalci kot so e-GEOS, European Space Imaging, ScanEx, Geoserve, MapMart, LAND INFO in PASCO, imajo tako razvite svoje prodajne mreže.

Omejitve, ki jih lahko opazimo pri operaterjih so lahko zakonsko oziroma politično pogojene, kot v primeru ruskega Resurs-P in korejskega KOMPSAT-3 satelita. Trženje posnetkov tako ni vedno prvega pomena. Pri satelitih WorldView-1, EROS-B in Cartosat-2 nastajajo omejitve maksimalnega trženja zaradi neomogočanja multispektralnih vsebin. V smislu uporabniške interakcije, nastajajo omejitve pri podjetjih s slabo odzivnostjo uporabniških servisov, pomanjkanju informiranja uporabnikov in neprilagajanju specifičnim potrebam strank.

Še en pomemben faktor so prav gotovo internetna iskalna orodja arhivskih posnetkov. Od operaterjev imata lastno orodje za iskanje le DigitalGlobe in Astrium. Od pooblaščenih prodajalcev imajo svoj internetni iskalnik posnetkov podjetja ScanEx (iskalnik Kosmosnimki) in pa MapMart (iskalnik MapMart). Iskalniki omogočajo strankam prilagojeno iskanje in možnost direktnega naročanja ali elektronskega nakupa.

4 DEJAVNIKI RAZVOJA DALJINSKEGA ZAZNAVANJA

V uvodu smo podrobneje predstavili zgodovino razvoja trga daljinskega zaznavanja, kjer smo izpostavili ovire pri komercializaciji sistemov daljinskega zaznavanja. Analiza preteklih dogajanj nam tako podaja sliko trenutnega dogajanja in gonilne sile za trenutnimi trendi v industriji. Izpostavili smo vlogo, ki jo prevzemajo podjetja z razpoložljivimi sateliti zelo visokih ločljivosti, kjer njihovo normalno delovanje pogojujejo obširni nakupi posnetkov s strani vojaške industrije. S to predstavo se lahko lotimo podrobnejše analize vseh dejavnikov, ki vplivajo na razvoj daljinskega zaznavanja in bolj specifično trga visokoločljivostnih optičnih sistemov.

4.1 Opis trga

Američani, po besedah analitikov iz Washingtona, »imajo podjetja (DigitalGlobe), ki so bolj podobna vladnim institucijam, kjer država podaja napačne spodbude na trgu in nima pravega tržnega narčta« (Quinn, 2012). Izjava izhaja iz kritike do vladne podpore z EnhancedView pogodbo, ki dejansko ne pripomore k deležnikovemu razvoju strategije trženja, ampak zagotavlja podporo, od katere je odvisen celoten razvoj podjetja. Pri DigitalGlobe bodo za izpolnitev zahtev iz pogodbe morali uspešno izstreliti satelit WorldView-3, od katerega bo ameriška prostorsko-obveščevalna agencija (NGO) koristila približno polovico kapacitete vseh snemanj (SpaceNews, 2013). Problem takšne odvisnosti je veliko število sprememb v vodenju politike DZ, ki direktno vpliva na normalno poslovanje. Ekonomska situacija namreč ne dopušča več eksponentne rasti financiranja s strani vladnih ustanov, katere sedaj omejujejo svoja sredstva. Dodaten negativen vpliv na povpraševanje po satelitskih posnetkih pa predstavlja umiritev razmer v Afganistanu.

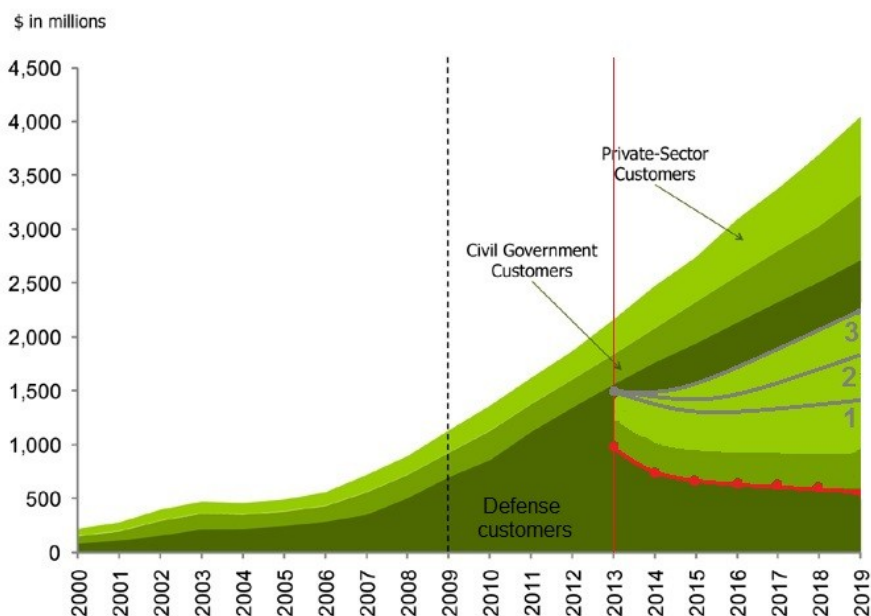
Zaradi nejasnosti odločitev, glede direktive ameriške politike daljinskega zaznavanja, je še pred nekaj časa obstajala velika negotovost o prihodosti komercialnih podjetij, kot sta bili GeoEye in DigitalGlobe. Poročilo komisije ameriškega senata za vojaški nadzor (SCAS) pojasnjuje, kako je prišlo do razpotij med vladnimi organizacijami (SCAS, 2012). Dilema, s katero so se ubadali, je bila: Ali je, z namenom zmanjšanja sredstev, bolj smotno zadovoljevati vojaške potrebe le preko komercialnih podjetij (DigitalGlobe, GeoEye), ali pa je za zagotovitev državne varnosti potrebno nadaljevanje programov vohunskih satelitov (Priloga A). V poročilu zaključijo, da se naj ohranita obe smeri, vendar v zmanjšanem

obsegu. Kot rezultat te odločitve, NRO ni podaljšala finančne pogodbe z GeoEye. V takšnih razmerah, obema tekmečema ni preostalo drugega kot združitev (Clark, 2012).

4.2 Financiranje

Prihodki komercialnega trga DZ elektro-optičnih satelitskih tehnologij so v letu 2012 znašali 1,5 milijarde dolarjev. Od tega so kar 77% ali 990 milijonov dolarjev so predstavljali nakupi za obrambne namene (Specht, 2013). K rednim nakupom, ki ne izhajajo iz privatnega povpraševanja, pa lahko prištejemo še financiranje podjetja DigitalGlobe preko pogodbe ClearView, katere ocenjena skupna vrednost znaša 3,5 milijarde dolarjev za obdobje desetih let. Tako DigitalGlobe preko pogodbe z NRO, v letu 2013 prejema 21 milijonov dolarjev mesečno, ta znesek pa bo narasel še na 25 milijonov v letu 2014, ko naj bi izstrelili WorldView-3 (SpaceNews, 2013).

Čeprav je sektor daljinskega zaznavanja zadnjih deset let beležil bolj ali manj konstanto rast (Slika 10), lahko, zaradi zgoraj omenjenih razlogov, v prihodnjih letih pričakujemo zaustavitev rasti ali pa celo padec povpraševanja. Mnogi napovedujejo zmanjšanje sredstev za nakupe komercialnih posnetkov v vojaške namene s strani ameriške vlade tudi do 50% (Quinn, 2012).



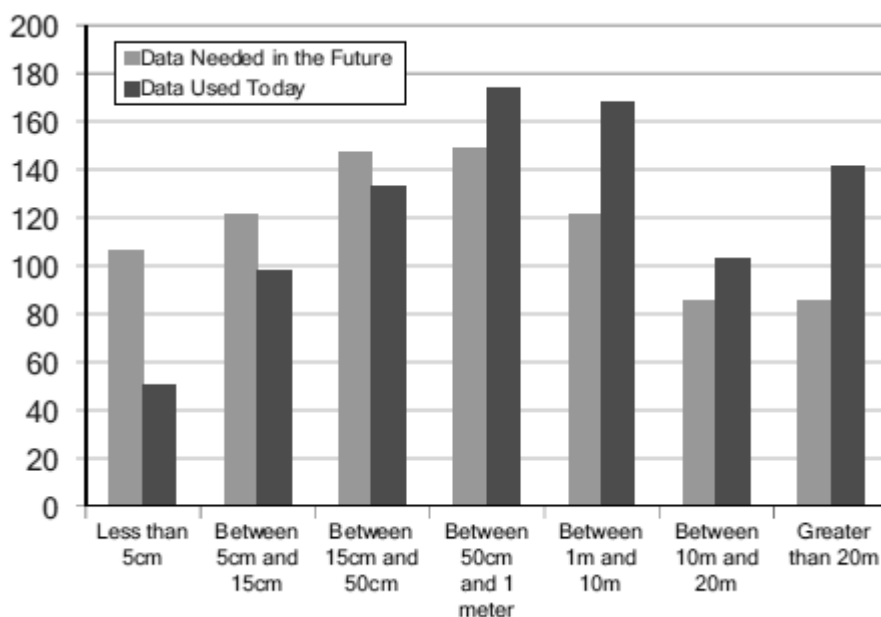
Slika 10: Prikaz pretekle globalne prodaje komercialnih posnetkov in napoved prihodnje rasti po analizi objavljeni v vestniku Earth Imaging Journal z dodanim dejanskim stanjem za leto 2012 in tremi alternativnimi projekcijami (Vir: EIJ, 2011).

Ob upoštevanju napovedi krčenja državnih sredstev, razpolovitvi sredstev EnhancedView pogodbe iz dveh podjetij na eno in še dodatnim prihajajočih zmanjšanjem podpore, lahko ugotovimo, da je napoved o rasti industrije, objavljena leta 2010 v vestniku Earth Imaging Journal (Slika 10), precenjena. Če pogledamo podatke za leto 2012 vidimo, da se napoved EIJ ni uresničila (Specht, 2013). Če upoštevamo opisane dejavnike, lahko zarišemo novo projekcijo s tremi verjetnimi scenariji (Slika 10).

4.3 Borba za preživetje

V dani situaciji nastaja med predstavniki trga DZ potreba po združevanju in povezovanju. Podjetja se sedaj poskušajo bolj osredotočiti na zahteve podatkovno orientiranih podjetij, kot sta Google in Facebook (Breaking Defense, 2013). Prav tako se celoten trg bolj povezuje z namenom razširitve ponudbe v manj razvitih državah. DigitalGlobe je vzpostavil program za zavezniške članice imenovan Direct Access Program, kjer lahko članice direktno izvajajo naročila njihovim satelitom. Program je v letu 2013 DigitalGlobu prinesel 18 milijonov prihodkov. EADS Astrium veča svoj delež na trgu z nadaljevanjem tradicije SPOT satelitov in priključevanjem novih Pleiades satelitov. S pristopom ostalih držav, kot so Indija, Izrael in Rusija, združene države počasi izgubljajo monopol v razredu zelo visoko ločljivostnih komercialnih sistemov. Ob zmanjšanju sredstev, komercialni sektor sedaj predstavlja aktualno smer širjenja indistrije.

Na vedno večjo konkurenco, so se pri DigitalGlobu pred časom odzvali in vložili prošnjo na agencijo NOAA (angl. National Oceanic and Atmospheric Agency), ki je odgovorna za licenciranje optičnih satelitov in sprejemanje omejitev najmanjših dovoljenih ločljivosti za komercialni trg (Clark, 2013). V njihovi vlogi DigitalGlobe poziva NOAA, da odobri prodajo posnetkov 25-centimeterske prostorske ločljivosti. V podjetju želijo zajeti večji del trga uporabnikov s potrebami po večjih ločljivostih (Slika 11). Odobritev prodaje posnetkov takšnih ločljivosti, na voljo za privatno uporabo, pa začnejo vzbujati pereča vprašanja o pravicah zasebnosti (Slonecker et al., 1998). Po letu čakanja, so se na poziv ameriški regulatorji pred nedavnim pozitivno odzvali in napovedali, da lahko podjetja in uporabniki pričakujejo produkte višjih ločljivosti.



Slika 11: Analiza potreb ločljivosti uporabnikov iz poročila o pregledu industrije leta 2011 opravljen s strani organizacije ASPRS. Vprašanji:

- Podatke kakšnih prostorskih ločljivosti uporabljate danes?
- Podatke kakšnih ločljivosti boste potrebovali v prihodnosti?

(Vir: ASPRS, 2011)

Evropa se zaenkrat bolje spopada s finančno krizo in išče nove priložnosti zaradi velikega upada sredstev glavnega tekmeca DigitalGlobe. Prav tako so bili pred zaostrevanjem razmer bolj usmerjeni v komercialne storitve, ponujanje storitev izven Evrope in v lastno financiranje podjetij, kot na zahodu. V juliju 2013, je Astrium storil pomemben korak in uspel s podpisom pogodbe v višini 800 milijonov evrov z Arabskimi emirati. V pogajanjih skupaj s podjetjem Lockheed Martin, je kot boljši ponudnik sklenil dogovor o izgradnji dveh zelo visokoločljivostnih vojaških satelitov FalconEye (Satellite Today, 2013).

Če primerjamo industrijo DZ v celotnem obsegu pa lahko zasledimo visok porast števila manjših satelitov, imenovanih nanosateliti oz. CubeSats (graf), aktualnih za manjša podjetja, katera so sposobna znižati finančne vložke potrebne za vzpostavitev sistema, ob enem pa danes lahko že s takšnimi sateliti dosegamo zmogljivosti, ki zadovoljujejo potrebe za številne namene. Vseeno pa ločljivosti teh satelitov ne spadajo v razred zelo visokoločljivostnih satelitov.

4.4 Letalski posnetki

Od začetka razvoja komercialnih satelitskih sistemov visokih ločljivosti, lahko poslušamo napovedi, ki pravijo, da bo raba satelitskih posnetkov zasenčila uporabo letalskih snemanj.

Kljub napredkom satelitskega DZ, pa imata vsaka od obeh metod svoje prednosti in slabosti. Res so satelitske tehnologije z razvojem zavzele svoj delež na trgu, vendar pa ostajajo velike zahteve po letalskih snemanjih še danes. Če omenimo glavne vidike, ki razlikujejo obe industriji, bomo videli, da sta obe uporabljeni glede na specifične potrebe in se druga drugo dopolnjujeta.

Vsekakor je odzivnost sistema velika prednost satelitskih tehnologij, medtem ko se letalska snemanja dlje načrtuje in trajajo dlje. Satelitski sistemi lahko enostavno pokrivajo velike površine, vendar pa je njihova ločljivost slabša. Letalska snemanja lahko dosegajo ločljivosti 2,5 centimetrov na piksel, vendar pa za to potrebujejo precejšnjo kapaciteto shranjevanja podatkov. Prav tako je pred letalskimi snemanji mogoče upoštevati stanje vremena, tako da na posnetkih ni oblačnosti, pred snemanji pa lahko izberemo tipe senzorjev, ki jih bomo namestili na letalo. Končno, če primerjamo lokacijsko dostopnost in obdelavo posnetkov, ugotovimo da za letalska snemanja obstajajo precejšnje lokacijske omejitve, preko satelitskih konstelacij pa lahko izvajamo snemaja nad katerokoli točko na Zemlji vsak dan, njihova kasnejša obdelava pa je veliko hitrejša.

Med satelitskim DZ in letalskimi snemanji se odločamo glede na potrebe, ki so najbolj zadovoljene z zgoraj naštetimi dejavniki. Satelitske tehnologije DZ so uporabljene za širši spekter aplikacij, kar jim omogoča razvoj na večih področjih in jim daje mogoče odločilno prednost pri prihodnjem razvoju.

5 ZAKLJUČEK

V nalogi, smo poskušali prikazati stanje komercialnega DZ na področju visokoločljivostnih optičnih sistemov. Podrobneje smo predstavili najnovejše satelite zelo visokih ločljivosti, jih primerjali med seboj in izpostavili njihove zmogljivosti. Povedali smo, kateri so vodilni operaterji, ki upravljajo te satelite, kako so umeščeni v globalnem prostoru v smislu tržne naravnosti in kakšna je zgodovina, ki je spremljala njihov razvoj. V drugem delu smo podrobneje pregledali ponudbo teh operaterjev in drugih večjih prodajalcev satelitskih posnetkov, z namenom objektivne ocene kvalitete storitev in obsega ponudbe komercialnim uporabnikom. Na koncu smo, v danem kontekstu, poskušali zajeti vse dejavnike, ki danes vplivajo na razvoj DZ in prikazati smernice za prihodnji razvoj.

Satelitsko DZ danes zadovoljuje širok spekter uporabniških potreb. Podjetja razvijajo tehnologije, ki omogočajo dostavo obdelanih posnetkov še v istem dnevu. Sateliti omogočajo kompleksne metode snemanj, kot na primer sledenja rečnim strugam, mozaične slike, 3D snemanja in mnoge druge. Postopki snemanj so vedno bolj učinkoviti, saj je zaradi hitrejšega obračanja satelitov omogočen večji in bolj specifičen zajem podatkov, tehnika integriranja svetlobe s časovnim zamikom (TDI) pa omogoča združitev obratovanja optičnih satelitov v nizkih orbitah in jasen zajem slike. Kljub večkrat omenjeni pomembnosti tehnološke dovršenosti, pa opazimo, da je za uspešen razvoj komercialne prodaje, mogoče še pomembnejši zemeljski segment, kjer je prav tako potrebno zagotoviti čim boljšo pokritost, čim krajši čas obdelave in uporabniku prijazen dostop do željenih podatkov.

Po kratkem pregledu zgodovine lahko rečemo, da je zmožnost doseganja prostorskih ločljivosti boljših od 1 metra komercialnih sistemov, botrovala k dodatnim vojaškim interesom. Velik del povpraševanja po posnetkih visokih ločljivosti torej prihaja iz vojaškega sektorja. Smiselna pot razvoja torej tudi zaradi tega poteka v smeri čim boljših prostorskih ločljivosti. Po primerjavi cen ponudnikov opazimo velik razpon med cenami vodilnih dveh podjetij DigitalGlobe in EADS Astrium in ostalimi ponudniki. Možnih razlogov za takšne razlike je bilo naštetih veliko. Po primerjavi satelitov lahko takoj opazimo večjo dovršenost satelitov podjetij DigitalGlobe in EADS Astrium. Pojavita se torej dve vprašanji:

- Ali razlika v kvaliteti posnetkov opravičuje tolikšno razliko v ceni?
- In če ne, kateri so ostali dejavniki, ki dodatno vplivajo na to razliko?

Pojasneni so bili mehanizmi financiranja največjega ponudnika DigitalGlobe, kateri ima vnaprej zagotovljen približno 50% delež nakupov in dodatno mesečno financiranje s strani vlade. Cena njihovih storitev torej ne more odražati cen realnega povpraševanja. Naslednji faktor je očitna tehnološka in tržna prevlada obeh vodilnih podjetij. Poleg tega lahko upoštevamo še politične direktive in zakonske omejitve ponudnikov vzhodnega sveta, ki do nedavnega niso imeli interesov globalne prodaje visokoločljivostnih posnetkov. Rezultat vseh naštetih dejavnikov se odraža v razlikah cen na trgu.

Ob upoštevanju vseh vplivov in njihove časovne dinamike pa lahko ugotovimo tudi, kako bi lahko potekal razvoj industrije v prihodnosti. Omenili smo krčenje državnih sredstev zaradi globalnih ekonomskih razmer. Prikazali smo, v kakšni meri je industrija DZ odvisna od državnega financiranja največjega ponudnika. Situacija lahko narekuje težave v prihodnosti. Na drugi strani imamo hitro razvijajoče sisteme vse večih držav z vse večjim interesom po

globalnem trženju visokoločljivostnih posnetkov. Smer takšnega razvoja bi lahko pripeljala do zdrave konkurence, vendar pa se prodajne mreže teh podjetij šele razvijajo. Ker smo priča drastičnemu zmanjšanju financiranja podjetja DigitalGlobe, se sedaj industrija vse bolj komercialno orientira in globalno povezuje.

VIRI

ASPRS. 2011. ASPRS Ten-Year Remote Sensing Industry Forecast. 2011. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 77, No. 11:1081-1096.

Clark, C. 2013. DigitalGlobe, Eager for Foreign Biz, Presses NOAA For Quarter Meter Resolution. Breaking Defense.

<http://breakingdefense.com/2013/08/23/digitalglobe-hoping-for-foreign-biz-presses-noaa-for-quarter-meter-resolution/> (Pridobljeno 26. 8. 2013)

Clark, C. 2012. DigitalGlobe Wins Commercial Imagery War; What Will NGA Do?. Breaking Defense.

<http://breakingdefense.com/2012/07/24/digitalglobe-wins-commercial-imagery-war-dd-what-will-nga-do/> (Pridobljeno 26. 8. 2013)

DigitalGlobe. 2013. DigitalGlobe Incorporated Corporate and Satellite Program Update. 12th Annual Joint Agency Commercial Imagery Evaluation (JACIE) Workshop. 2013.

Renaissance Grand Hotel, St. Louis, ZDA: 1-36 str.

EADS Astrium. 2013. Spletna stran podjetja EADS Astrium.

<http://www.astrium-geo.com> (Pridobljeno 8. 8. 2013)

EIJ, 2011.

<http://eijournal.com/2011/earth-observation-emerging-markets-partnerships-set-to-fuel-global-growth-2> (Pridobljeno 30. 8. 2013)

FAS. 2013. Spletna stran federacije ameriških znanstvenikov.

https://www.fas.org/irp/imint/docs/rst/Intro/Part2_20.html (Pridobljeno 24. 8. 2013)

GEOSTORE. 2013. Spletni naslov arhivskega brskalnika podjetja EADS Astrium.

<http://www.astrium-geo.com/en/4871-browse-and-order> (Pridobljeno 14. 8. 2013)

Gleyzes, M. A., Perret, L., Kubik, P. 2012. Pleiades system architecture and main performances. International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. 39, B1: 537-542.

Green, K. 2006. Landsat in Context. The Land Remote Sensing Business Model.

Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 72, No. 10: 1147–1153.

ImageFinder. 2013. Spletni naslov arhivskega brskalnika podjetja DigitalGlobe.

<https://browse.digitalglobe.com/imagefinder/main.jsp;jsessionid=A824089344753A8E59BFF2D8969C3FDF?> (Pridobljeno 14. 8. 2013)

Jensen, J. R., 2000. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ: 592 str.

Kojima, H. 2013. Singularity analysis and steering control laws for adaptive-skew pyramid-type control moment gyros. Acta Astronautica 85: 120-137.

Lauer, D. T., Morain, S. A., Salomonson, V. V. 1997. The Landsat Program: Its Origins, Evolution, and Impacts. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. Vol. 63, No. 7: 831-838.

Lauer, D.T. 1990. An Evaluation of National Policies Governing the United States Civilian Satellite Land Remote Sensing Program. Doktorska disertacija. California, Santa Barbara, Univ. Of California: 396 str.

MarketWatch. 2013. Poročilo o finančnem stanju podjetja DigitalGlobe.

<http://www.marketwatch.com/story/10-q-digitalglobe-inc-2013-08-06/> (Pridobljeno 12. 8. 2013)

Quinn, K. 2012. At a crossroads: Proposed cuts to NGA's EnhancedView program revive the commercial imagery debate. Trajectory Magazine. <http://trajectorymagazine.com/defense-intelligence/item/72-at-a-crossroads.html> (Pridobljeno 16. 8. 2013)

Satellite Today. 2013. Spletna stran Satellite Today.

<http://www.satellitetoday.com/telecom/2013/07/23/astrium-thales-tapped-for-major-united-arab-emirates-satellite-intelligence-deal/> (Pridobljeno 20. 8. 2013)

SCAS. 2012. National defense authorization act for fiscal year 2013, Report. United States Senate Committee on Armed Services, Washington DC.

<http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CRPT-112srpt173/pdf/CRPT-112srpt173.pdf> (STR. 173, 174) (Pridobljeno 25. 8. 2013)

Slonecker, T. E., Shaw, D. M., Lillesand, T. M. 1998. Emerging Legal and Ethical Issues in Advanced Remote Sensing Technology. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. Vol. 64, No. 6: 589-595.

SpaceNews. 2013. Spletna stran SpaceNews. <http://www.spacenews.com/article/financial-report/35260digitalglobe%E2%80%99s-nga-contract-shielded-from-sequestration>
(Pridobljeno 22.8.2013)

Specht, J. 2013. Industry Updates. Earth Imaging Journal, Earthwide Communications LLC.
<http://eijournal.com/newsite/wp-content/uploads/2013/06/IndustryUpdates.pdf> (Pridobljeno 22. 8. 2013)

Tarantino, C., Adamo, M., Pasquariello, G., Lovergine, F., Blonda, P., Tomaselli, V. 2012. 8-Band Image Data Processing of the Worldview-2 Satellite in a Wide Area of Applications. Earth Observation. <http://www.intechopen.com/books/earth-observation/8-band-image-data-processing-of-the-worldview-2-satellite-in-a-wide-area-of-applications> (Pridobljeno 20. 8. 2013)

The White House, 1994. Presidetal decision directive NSC-23. ZDA, Washington: 2-9 str.

The White House, 2003. U.S. Commercial Remote Sensing Policy. ZDA, Washington, Office of the President: 2-7 str.

U.S. Public Law. 1984. Land Remote Sensing Commercialization Act of 1984. ZDA, Washington: 98-356 str.

Vedda, J. A. 2009. U.S. National Security and Economic Interests in Remote Sensing, The Evolution of Civil and Commercial Policy. ZDA, Reston, National Geospatial-Intelligence Agency: 3-21 str.

Weber, R. A., O'Connell, K. M. 2011. Alternative Futures: United States Commercial Satellite Imagery in 2020. <http://www.gwu.edu/~nsarchiv/NSAEBB/NSAEBB404/docs/37.pdf>
(Pridobljeno 16. 8. 2013.)

Williams, D. L., Goward, S., Arvidson, T. 2006. Landsat: Yesterday, today, and tomorrow. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. Vol. 72, No. 10: 1171–1178.

WorldView-3. 2013. Brošura iz spletne strani podjetja DigitalGlobe.
http://www.digitalglobe.com/sites/default/files/DG_WorldView3_DS_D1.pdf (Pridobljeno 10. 8. 2013)

PREGLED SERIJE KEYHOLE AMERIŠKIH VOHUNSKIH SATELITOV:

Satelitski sistem	KH-1-4	KH-4A	KH-4B	KH-5	KH-6	KH-7	KH-9
Doba delovanja	1959'-1963'	1963'-1969'	1967'-1972'	1961'-1964'	1963'	1963'-1967'	1971'-1984'
Tip senzorja	PAN	PAN	PAN	PAN	PAN	PAN	PAN
Višina orbite [km]	166-463	185	150	322	172	Transfer	Transfer
Ločljivost [m]	7,5	2,7	1,8	138,0	1,8	0,6	6,0
Velikost zajema [km]	15x209-41x579	17x231	13.8x188	482x482	12x64	20x38	160x270
Velikost filma	70mm	70mm	70mm	5in	5in	18in	18in
Povečava	16	16	8	16	10	21	18
Ločljivost filma	50-100	120	160	30	160	200	120
Posnetek [cm]	2.18x29.8	2.18x29.8	2.18x29.8	4.5x4.5	4.5x25	4.5x25	4.5x25
Dolžina leče [Inče]	24	24	24	3	66	60	59.8

NADALJNI RAZVOJ SERIJE KEYHOLE:

Model	Ime	Doba delovanja	Masa [kg]	Ločljivost [m]
KH-9:	Hexagon	(1971-1986)	11400	
KH-10:	Dorian/MOL	(1963-1969)		
KH-11:	Kennan/Crystal	(1976-1988)	13500	
KH-12:	Improved Crystal	(1990-) Doba: 10 let	19600	0,1

OBRAZEC ZA NAROČILO POSNETKOV PODJETJA ASTRIMUM:

Date of Request: Date

Project Name:

Pléiades Data Request Form

Contact Information

Billing Address

Company Name:	
Contact Name:	
Address, Country:	
Telephone Number:	
Email:	

Delivery Address (if different from above)

Company Name:	
Contact Name:	
Address, Country:	
Telephone Number:	

Delivery

Media:	Choose an item.
Email Address(es):	
Delivery Turnaround:	Choose an item.
Partial Delivery:	Choose an item.

End User information

Final End User Market

Choose an item:	Choose an item.
If 'Other' please specify:	

Licensing

Choose an item:	Choose an item.
If more than one end user, please specify other affiliated end users (company name & country):	
If 'Other' please describe:	

Application

Choose an item:	Choose an item.
If 'Other' please specify:	

Area of Interest

Country and Place Name:		
ESRI Shapefile: <i>(UTM or Lat / Long WGS84)</i>	Choose an item.	If yes, filename:
Google Earth KML/KMZ: <i>(Lat /Long WGS84)</i>		
Circle: <i>(Lat/Long, Decimal Degrees, WGS84):</i>	Centerpoint:	Radius (km):
Rectangle: <i>(Lat/Long, Decimal Degrees, WGS84):</i>	UL:	LR:

Product Type

Archive

If 'Archive', please specify	Choose an item.
If 'Segment ID', please specify:	

New acquisition

If 'New Acquisition', please specify:	Choose an item.		
If 'Single Acquisition':	Start: Date	End: Date	
If 'Multi-Period Acquisition':	Period 1: Start: Date End: Date	Period 2: Start: Date End: Date	Period 3: Start: Date End: Date
If 'Re-Occurring Acquisition':	Start: Date End: Date	# of Acquisitions: Minimum interval between two images:	
If 'New acquisition', please specify:	Choose an item.		
If 'Mono', choose angle:	Choose an item.	If Other, please specify:	
If 'Stereo', specify B/H:	Min B/H:	Max B/H:	
If 'Tristereo', specify B/H:	Min B/H:	Max B/H:	
Service:	Choose an item.		
Cloud Cover:	Choose an item.		
Snow Cover:	Choose an item.		

Product options

Spectral Band Combination:	Choose an item.	
Bit Depth:	Choose an item.	
	If 8-bits, Dynamic Adjustment: Choose an item.	If Custom, please specify band trim offset values:
Image Format:	Choose an item.	
Processing Level:	Choose an item.	
Ortho Projection:	Choose an item.	If Other, please specify CRS ID or customized parameters:

Customer's comments

Please send your completed form to your Customer Services Representative or solutions@astrium-geo.com.

SEZNAM PRILOG:

Priloga A:	PREGLED SERIJE KEYHOLE AMERIŠKIH VOHUNSKIH SATELITOV	A
Priloga B:	OBRAZEC ZA NAROČILO POSNETKOV PODJETJA ASTRIUM	B1