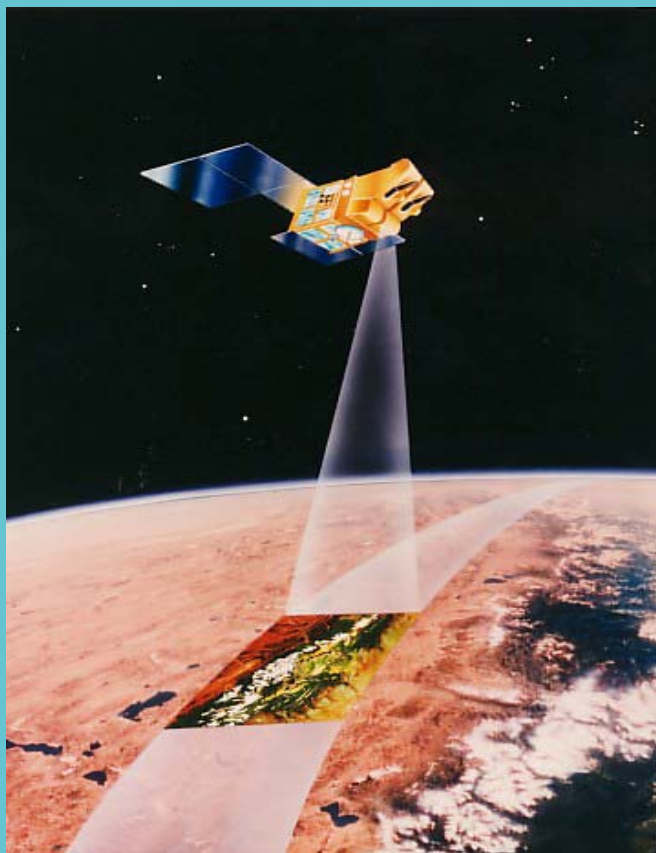


Satelliter för jordobservation



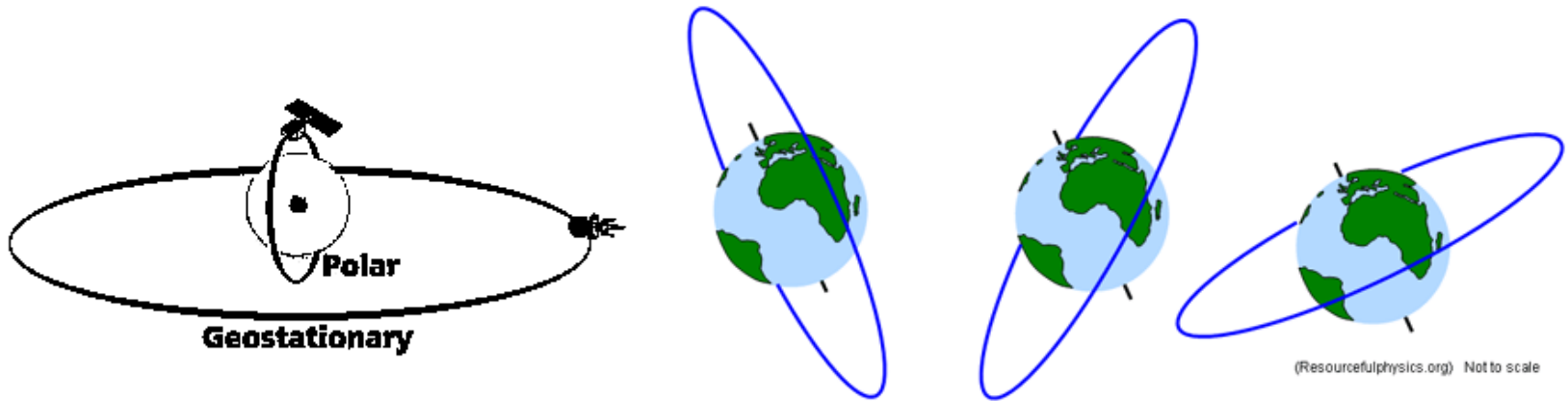
Hans Jonsson,
hans.jonsson@lm.se,
Metria Geoanalys



Satelliter kring jorden

- Ca 800 satelliter med olika uppgifter
 - kommunikation, atmosfär, altimetri, jordobservation, havstillämpningar...
- De rör sig i olika typer av **banor**
 - Geosynkrona, polära, solsynkrona ...
- **Jordobservation** sker vanligen från polära solsynkrona banor
- Jordobservation görs med olika typer av **sensorer**
 - Optiska och SAR (Synthetic Aperture Radar)
- **Optiska sensorer** är av olika typer
 - Pankromatiska (med varierande våglängdsintervall)
 - Multispektrala med 2-10 våglängdsband
 - Superspektrala med >10 våglängdsband
 - Hyperspektrala med >100 våglängdsband

Satellitbanor

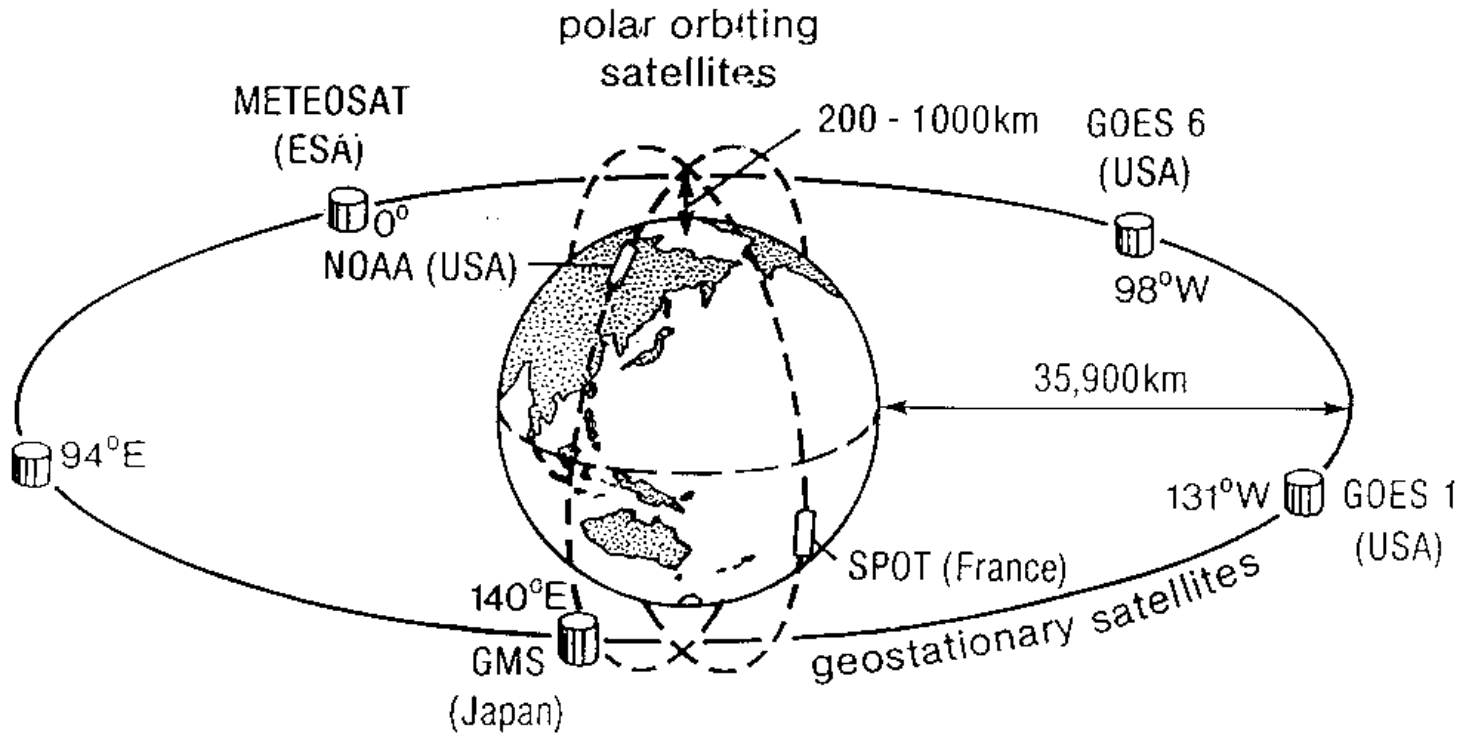


Polär — Hög inklinatation — Låg inklinatation

Två bastyper av omloppsbanor:

- Polära omloppsbanor \approx 450–900 km
- Geostationära = 35900 km

forts) Satellitbanor



Jordobservationssatelliter går oftast i polära omloppsbanor $\approx 450-900$ km

ISS ~ 400 km, QuickBird = 450 och SPOT = 832.

Omloppsbanor

Banparametrar			
Parameter	Ikonos	Landsat	SPOT
Bantyp	solsynkron	solsynkron	solsynkron
Höjd	680 km	705 km	835 km
Ekvatorpassage - lokal soltid	10:30	9:30	10:40
Omloppstid	98 min	98,9 min	101,4 min
Inklination	98,1 grader	98,2 grader	98,7 grader
Banhastighet	7,50 km/s	7,48 km/s	7,44 km/s
Markhastighet	6,81 km/s	6,75 km/s	6,58 km/s

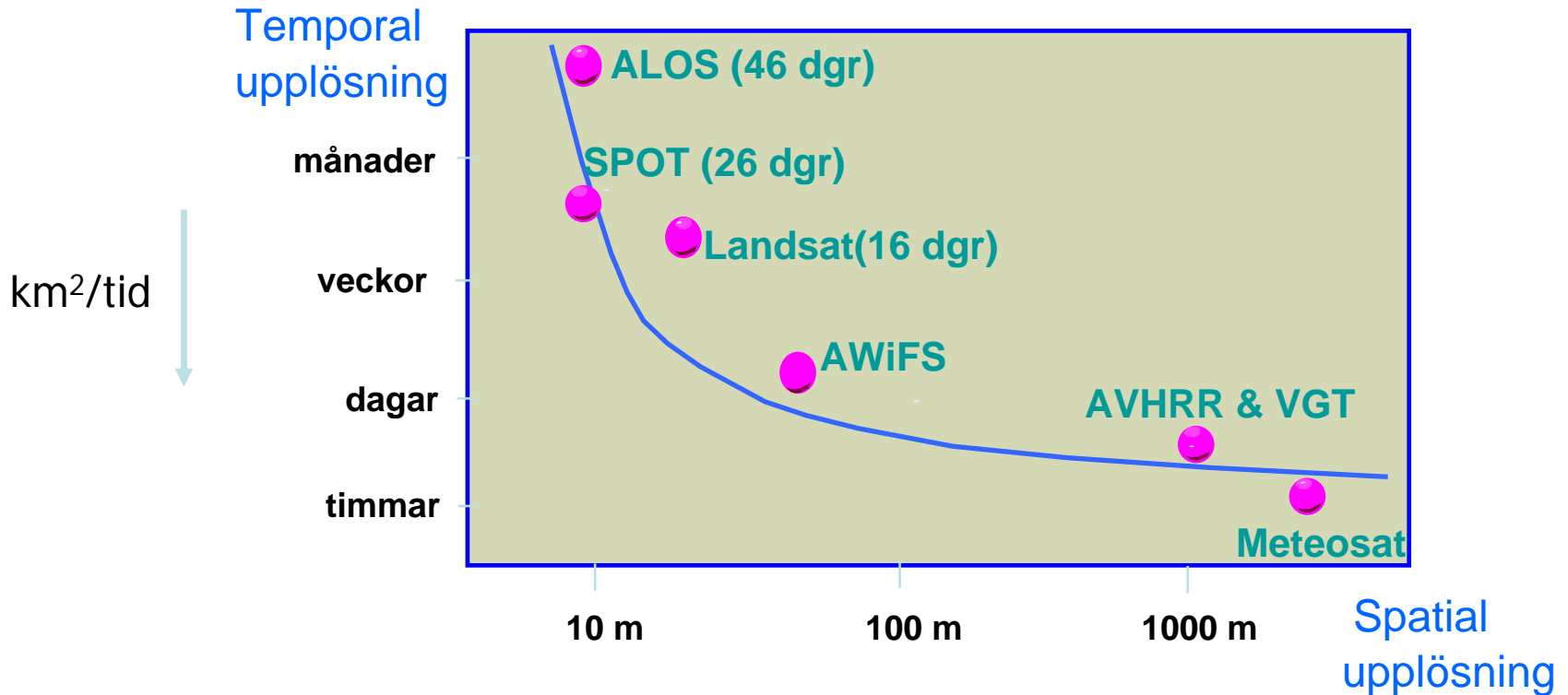
Solsynkron: Höjd bestämmer Omloppstid & Inklination

=> Bromsa för att köra om!

Upplösningar

- Geometrisk upplösning - pixelstorlek
- Radiometrisk upplösning - antal digitalnivåer
- Spektral upplösning - antal band
- Temporal upplösning - tid mellan registreringar

Täckningskapacitet



M E T R I A

INGÅR I LANTMÄTERIET

Pankromatiskt - jämförelse

Sensorparametrar

Parameter	Landsat-7/ETM+	SPOT-5 HRG	Ikonos
Spektralband	Pankromatisk	Pankromatisk	Pankromatisk
Band (micrometer)	0,52 – 0,90	0,49 – 0,69	0,45 – 0,90
Markupplösning (pixelstorlek)	15 m	5 m (2,5*)	0,82 m
Utvinkling från nadir	0	27 grader	45 grader
Markupplösning vid max utvinkling	15 m	6,3 m (3,2*)	1,64 m
Stråkbredd i nadir	185 km	60 km	11 km
Möjligt registreringsområde	185 km	2 x 435 km	2 x 350 km
Återbesökstid	16 dagar	3-5 dagar	1-4 dagar

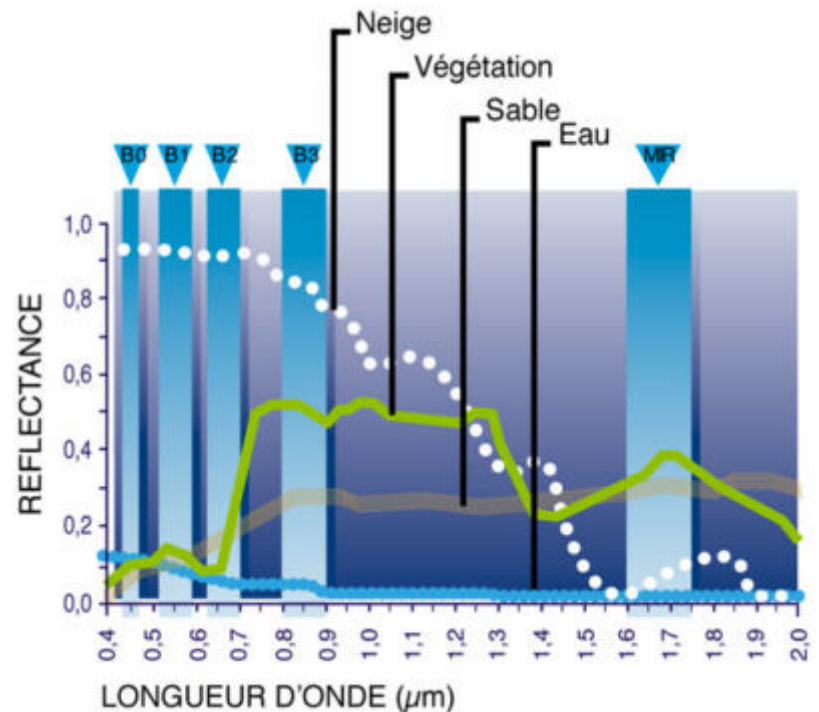
* Supermode som ger en förbättrad upplösning genom att processa två bilder till en.

Multispektralt - jämförelse

Sensorparametrar

Parameter	Landsat-7/ETM+	SPOT-5/HRG	Ikonos
Våglängder	Blå, Grön, Röd, NIR, SWIR , TIR	Grön, Röd, NIR, SWIR	Blå, Grön, Röd, NIR
Markupplösning (pixelstorlek)	30 m (TIR: 60 m)	10 m (SWIR: 20 m)	3,2 m
Utvinkling från nadir	0 grader	27 grader	45 grader
Markupplösning vid max utvinkling	30 m (TIR: 60 m)	11,7 m	6,4 m
Stråkbredd i nadir	185 km	60 km	11 km
Möjligt registreringsområde	185 km	2 x 435 km	2 x 350 km
Återbesökstid	16 dagar	3-5 dagar	1-4 dagar

SWIR-bandet



- SWIR (1,3-2,5 μm) är tillsammans med NIR (0,7-1,1 μm) ett mycket viktigt band för detektering av skillnader i marktäcket
- SWIR-detektorer kan inte göras i kisel och det är svårt och dyrt att göra CCD-er i de nödvändiga materialen.

SAR-sensorer

Operativa

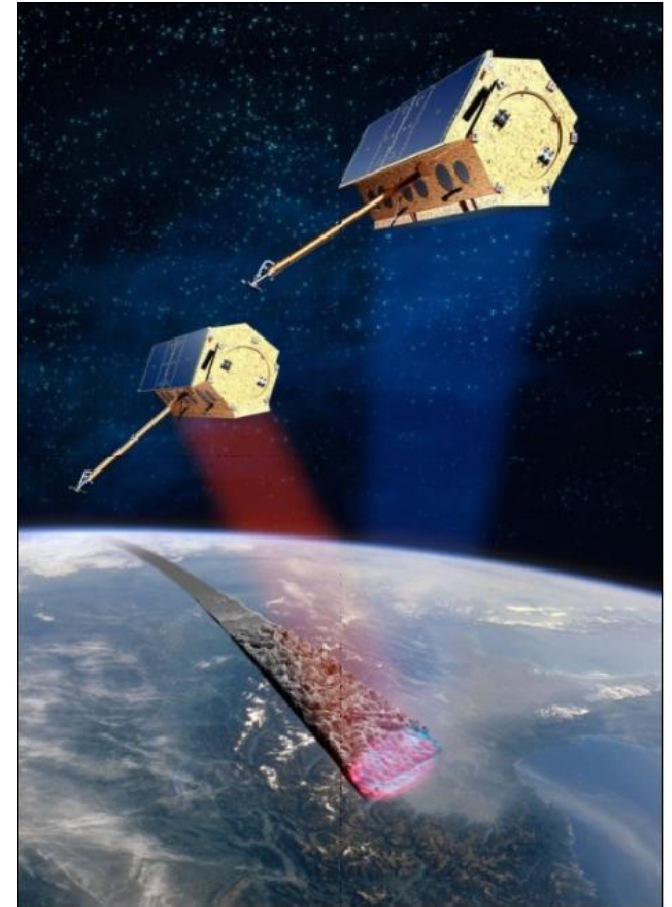
ALOS/PALSAR (L-band), Radarsat-2 (C),
COSMO-SkyMed-1/2/3 (X), TerraSAR-X (X),
ENVISAT/ASAR (C), ERS-2 (C), Radarsat-1 (C)

Kommande

COSMO-SkyMed-4 (X-band), TanDEM-X (X),
RiSat-1 (C), TerraSAR-L (L), Sentinel-1 (C)

Höjdmodellsprojekt

- TerraSAR-X och TanDEM-X ska från 2010 tillsammans formera en radar-interferometer. De ska generera bilder med en relativ höjdnoggrannhet på mindre än 2 meter, i en grid med 12 meters sida. På 2,5 år ska hela jordens landyta mätas in.
- Hastighetsmätning av objekt
- mm



Optisk lågupplösning

LR (Low Resolution, >500 m) – operativa

- SPOT-4/VGT,
- SPOT-5/VGT,
- NOAA-17/-18/AVHRR/3

LR – kommande

- NOAA
- Sentinel-3/VGT-3 (2012-2013)

Optisk medelupplösning

MR (Medium Resolution, 50-500 m) – operativa

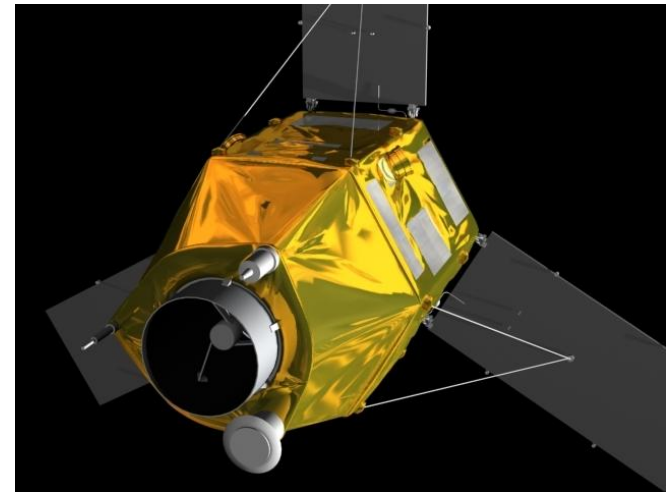
Aqua/MODIS, Terra/MODIS, ENVISAT/MERIS,
OceanSat-1/OCM, ResourceSat-1/AWiFS, IRS-1C/
1D/WiFS

MR – kommande

- OceanSat-2 (2009)
- CBERS-3/-4 (2009/2011)
- ResourceSat-2/AWiFS (2009-2010)
- Sentinel-3 (2012-2013)

Optisk VHR

Pléiades ->



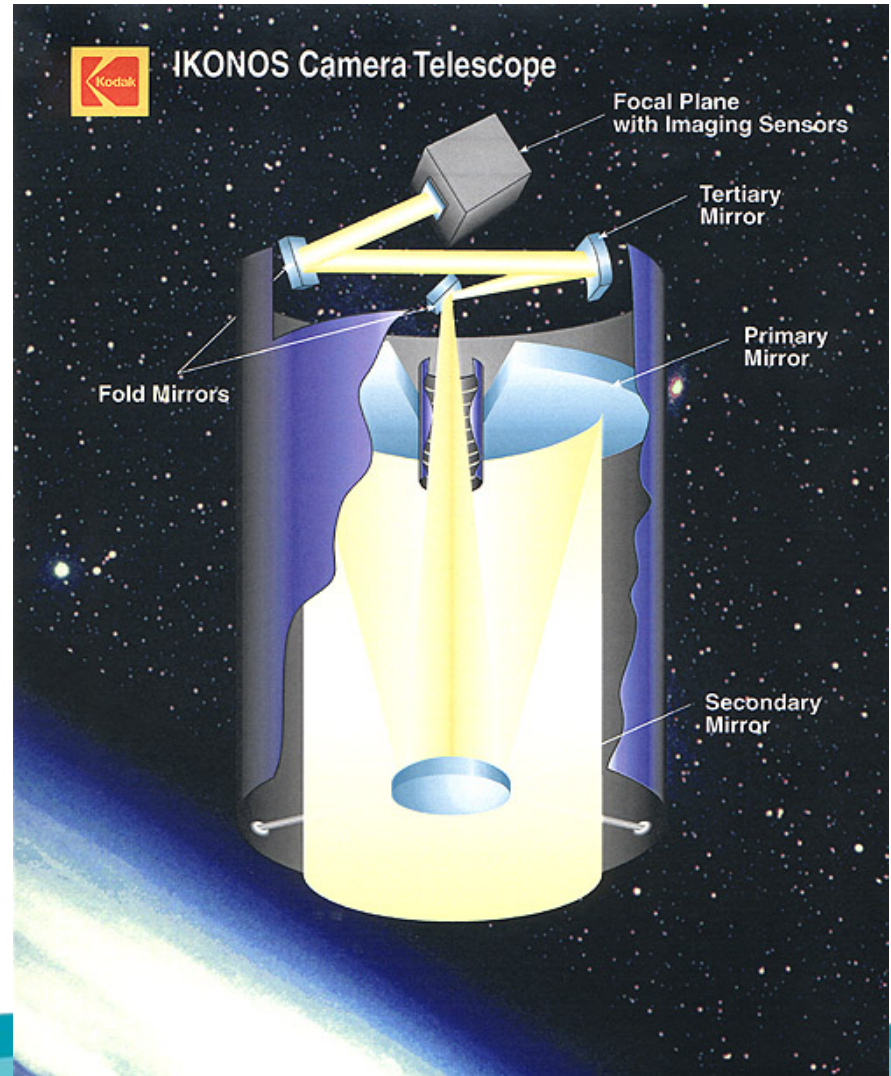
VHR (Very High Resolution. 0,5-5 m) mycket hög upplösning – operativa

GeoEye-1, WorldView-1, QuickBird, Ikonos, EROS-B, CARTOSAT-2, Resurs-DK1, EROS-A, THEOS, FormoSat-2 (RocSat-2), Arirang-2 (KompSat-2), CARTOSAT-1 (IRS-P5), TopSat-1, ALOS/PRISM, SPOT-5 (Supermode)

VHR – kommande

RazakSat (maj 2009), WorldView-2 (3e kvartalet 2009), Pléiades-1 (tidigt 2010), Pléiades-2 (tidigt 2011), GeoEye-2 (2011-2012)

Ikonos kamera



METRIA

INGÅR I LANTMÄTERIET

Högupplöst multispektralt (5-50m) - idag

Parameter	Grön [m]	Röd [m]	NIR [m]	SWIR [m]	TIR [m]	Stråk [km]	Upp
Landsat-5/TM	30	30	30	30	120	185	1984
SPOT-2/HRV	20	20	20	-	-	60	1993
IRS-1C	23,5	23,5	23,5	70,8	-	140	1995
IRS-1D	23,5	23,5	23,5	70,8	-	140	1997
SPOT-4/HRV-IR	20	20	20	20	-	60	1998
Landsat-7/ETM+	30	30	30	30	60	185	1999
SPOT-5/HRG	10	10	10	20	-	60	2002
ResourceSat-1	23,5	23,5	23,5	23,5	-	140	2003
ALOS	10	10	10	-	-	70	2006
RapidEye* x 5	6,5	6,5	6,5	-	-	77	2008

* RapidEye har också "Blå" samt "Red Edge"

forts) Högupplöst multispektralt (5-50m) - idag

Parameter	Blå	Grön [m]	Röd [m]	NIR [m]	SWIR [m]	TIR [m]	Stråk [km]	Upp
CBERS-2B	20	20	20	20	-	-	113	2007
Terra/ASTER		15	15	15	30	90	60	1999
CBERS-2		20	20	20	20	-	113	2003
DMC x 5 (BILSAT-1)		32-41 (26)	32-41 (26)	32-41 (26)	-	-	600 (55)	2002- 2005

Personberoende Upplösning



Vice Pres. Cheney ----> Vice Pres. Biden

Google Earths upplösning är personberoende

Varför så mycket VHR?

- Murens fall 1990. Begränsningarna på upplösning för kommersiellt bruk släpptes. Därmed kom VHR i slutet på decenniet med Ikonos 1999.
- Det ökade militära intresset för VHR.
- Google Earth och Internet som nya stora kunder

Högupplöst (5-50m) multispektralt - imorgon

Parameter	Blå	Grön [m]	Röd [m]	NIR [m]	SWIR [m]	TIR [m]	Stråk [km]	Upp
DMC-2 (x3)		22	22	22			660	2009->
ResourceSat-2		23,5	23,5	23,5	23,5		140	2010
CBERS-3	20	20	20	20	40	80	120	2008
CBERS-4	20	20	20	20	40	80	120	2010
LDCM	-	30	30	30	30	-	185	2011
SPOT-6		10	10	10	20		60	2011?
Sentinel-2	60	10	10	10/20	20/60	-	>280	2012

Läget för HR-data?

- Läget förbättras nu efter en svacka i HR-investeringar till följd av den stora satsningen på VHR-satelliter.
- Behovet av breda stråk, registrerade så ofta som möjligt, för att kunna täcka stora områden under så lika förhållanden som möjligt – VHR med sina smala stråk är inte ett alternativ!
- Miljöfrågorna och speciellt klimatfrågan förstärker intresset
- Marknaden talar för HR – bl a enligt SpotImage som därför bygger SPOT-6 som uppföljare till SPOT-5
- Satsningar på hyperspektrala sensorer som intresserar både militären och prospekterare

Frågor?