

2008.03.06.

Lelovics Enikő

macgyver@zivatar.hu



Műholdas mérések a meteorológiában



2008.01.08. 09:31

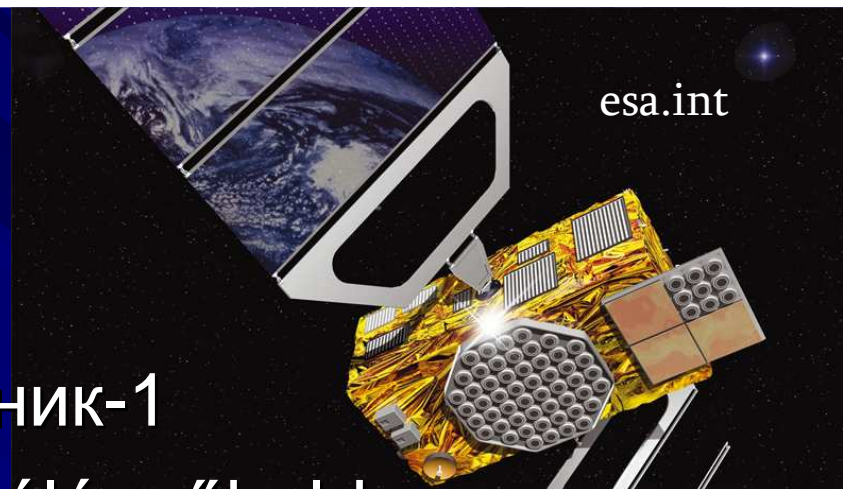
nimbus.elte.hu

Történeti áttekintés

- 1957: első műhold – Спутник-1
- 1960: első meteorológiai célú műhold – TIROS, csak két hónapos teszt



- 1978: TIROS-N – több évig üzemelt
- Legrégébbi üzemelő NOAA: NOAA-12 (1991.)
- Tervezett élettartamuk 2 év!



A mai műholdak

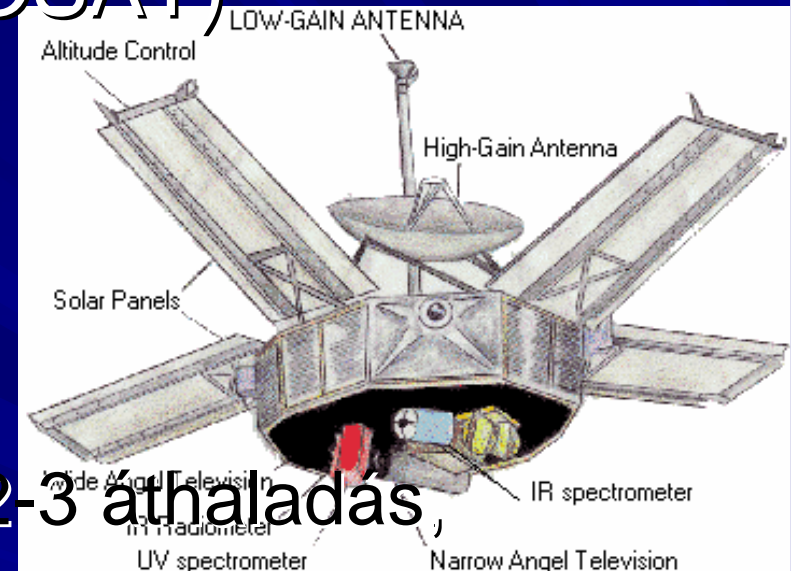
■ Geostacionárius (METEOSAT)

- Az egyenlítő síkjában „áll”
- 35000 km magasan
- Nagy látószög

■ Kvázipoláris (NOAA)

- Adott hely fölött naponta 2-3 áthaladás
- 600-1500 km magasan,
- Kis területet lát be

■ Műszerek, antennák, saját energiaforrás



A műholdak funkciói

- távközlés (TV, rádió, műholdas telefon)
- tájékozódás (GPS, ГЛОНАСС, Galileo)
- megfigyelés (katonai célok, **meteorológia**, egyéb tudományok)
- térképészet (geodézia, SRTM, Google Maps)



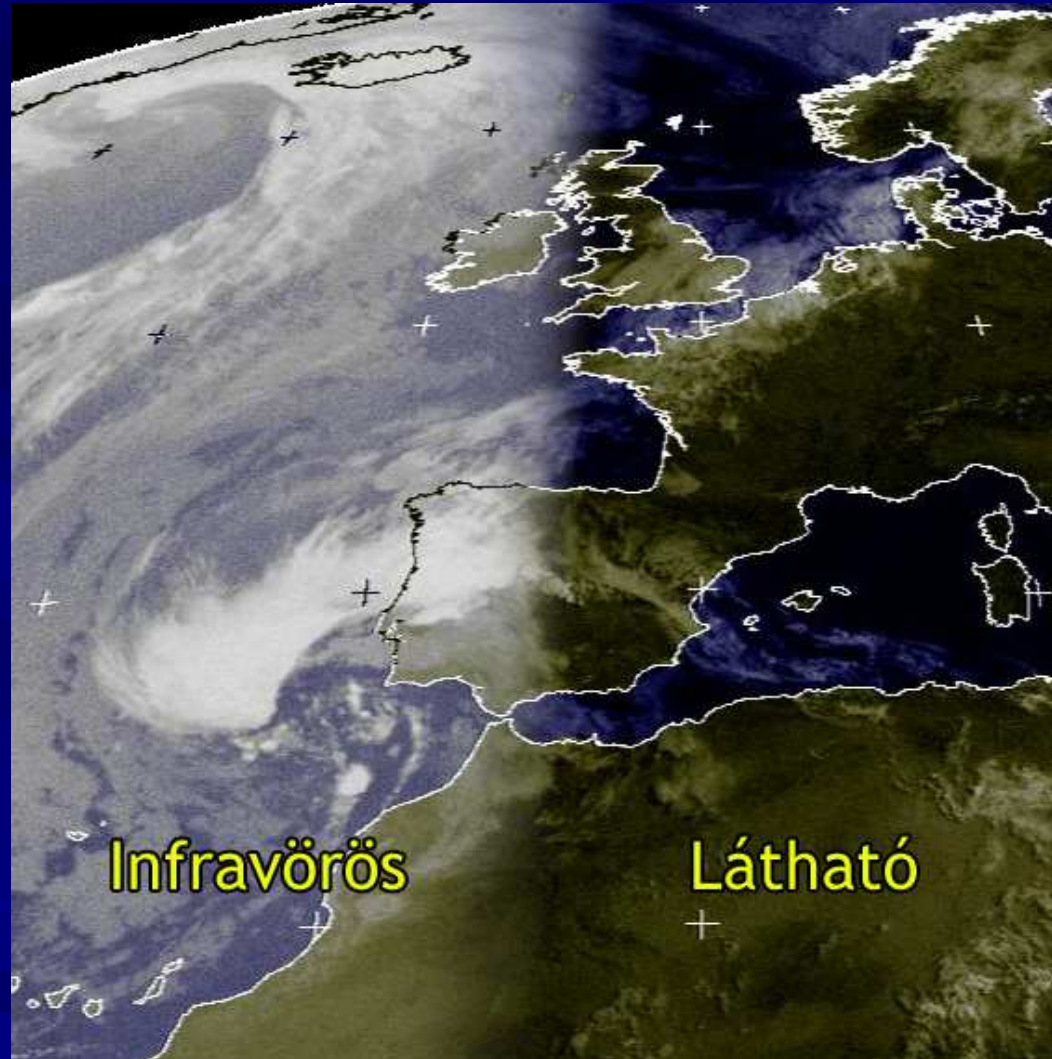
SRTM domborzatmodell

Műholdak érzékelői

- Sugárzásmérők: látható fény, többféle hullámhosszú IR
- Felbontás: 100m - pár km
- Kevésbé pontosak, mint a közvetlen mérés
- Egységes hiba
- Térben és időben folytonos adatsorok

Látható vagy infravörös?

- Éjszaka is működik
- Jobban kivehető felhők



- Csak nappal
- Jobb felbontás

A meteorológiai műholdak

- Adatgyűjtés
 - Adattovábbítás
 - Központokba
 - Egyéb helyekre
 - Irányításuk:
néhány nagy földi központból
- NOAA
 - Terra
 - Aqua
 - METEOSAT

Érdekes: előrejelezhetőség

- Előre meghatározott pálya, lehet tudni
- Ma este látható Budapest felett: heavens-above.com

Satellite		Starts			Max. Altitude			Ends		
Name	Mag	Time	Alt.	Az.	Time	Alt.	Az.	Time	Alt.	Az.
Cosmos 1154 Rocket	3.3	18:06:36	10°	N	18:10:10	71°	E	18:13:34	10°	SSE
USA 193	2.9	18:20:34	10°	NNW	18:22:24	22°	NNE	18:23:39	14°	ENE
Cosmos 1005 Rocket	3.2	18:36:13	10°	NNW	18:39:37	88°	NNW	18:43:03	10°	S
Cosmos 1939	3.5	18:46:26	10°	SSE	18:50:02	84°	NE	18:53:37	10°	NNW
Cosmos 2322 Rocket	3.4	18:46:53	10°	NNW	18:52:31	68°	ENE	18:58:09	10°	SE
MetOp-A	3.3	20:28:20	59°	N	20:28:20	59°	N	20:32:43	10°	NNW

- De a régiek pontatlanok, elállítódnak

Kutatások

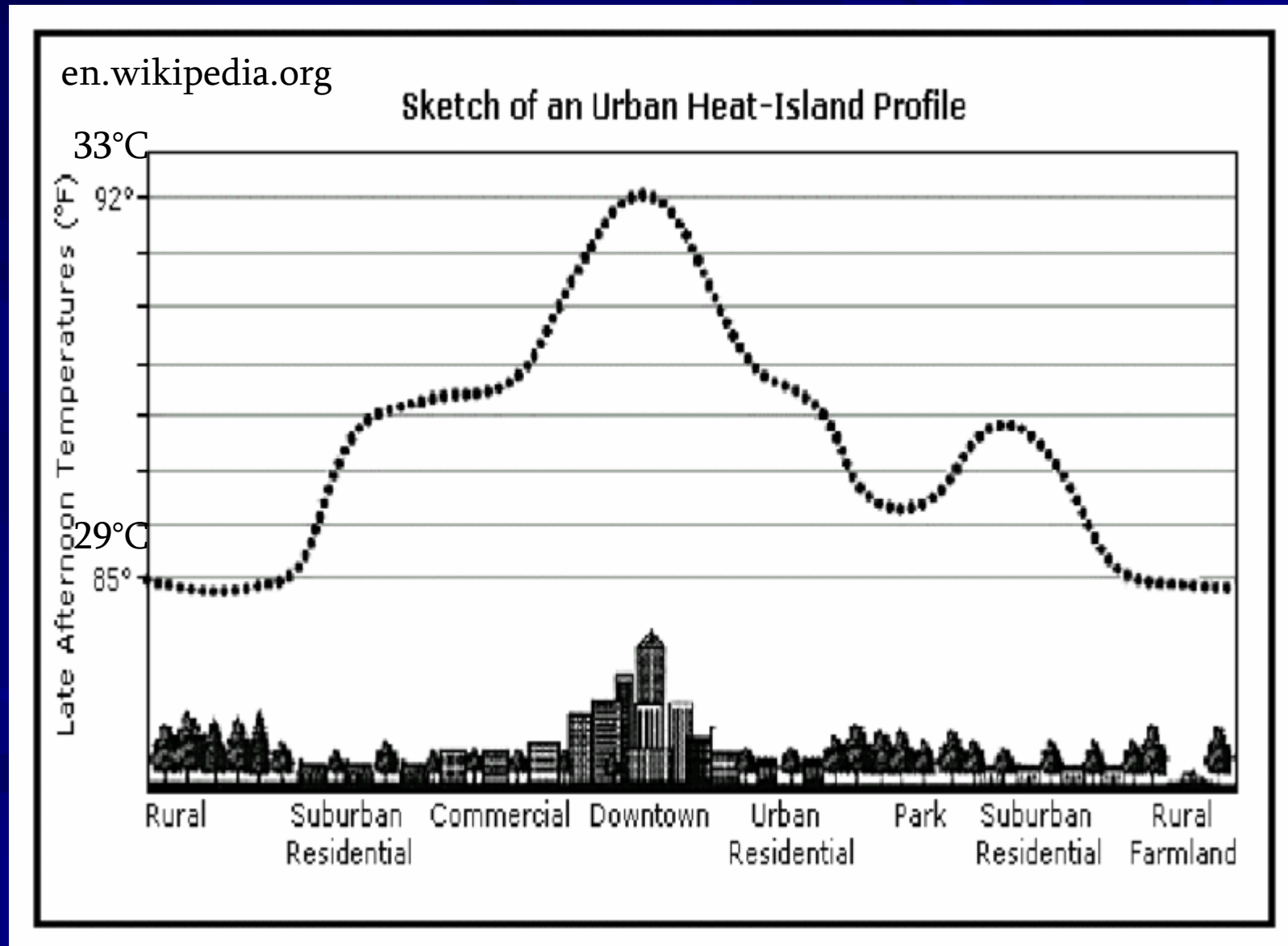


- Városklíma (hősziget)
- Felszíni tengeráramlatok
- Hóval, jéggel borítottság
- Növényzet (vegetációs indexek)
- Légszennyezettség
- Légköri ózon, széndioxid mennyisége
- ITCZ pályája
- Tengerfelszín-hőmérséklet

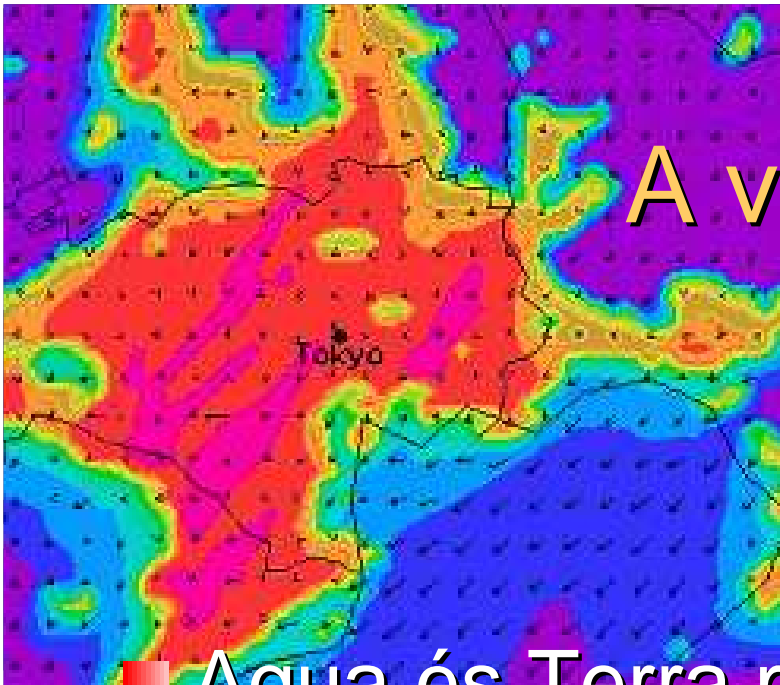
A városi hősziget

- Megváltozott albedo és sugárzási egyenleg – több elnyelt hő
- Kisebb mértékű párolgás – kisebb látens hőforgalom
- Főleg télen jelentős antropogén hőkibocsátás (fűtés, közlekedés)
- A nagyobb városokban jelentős (nyáron akár 12°C-os) hőmérsékleti többlet

A hőmérséklet térbeli eloszlása



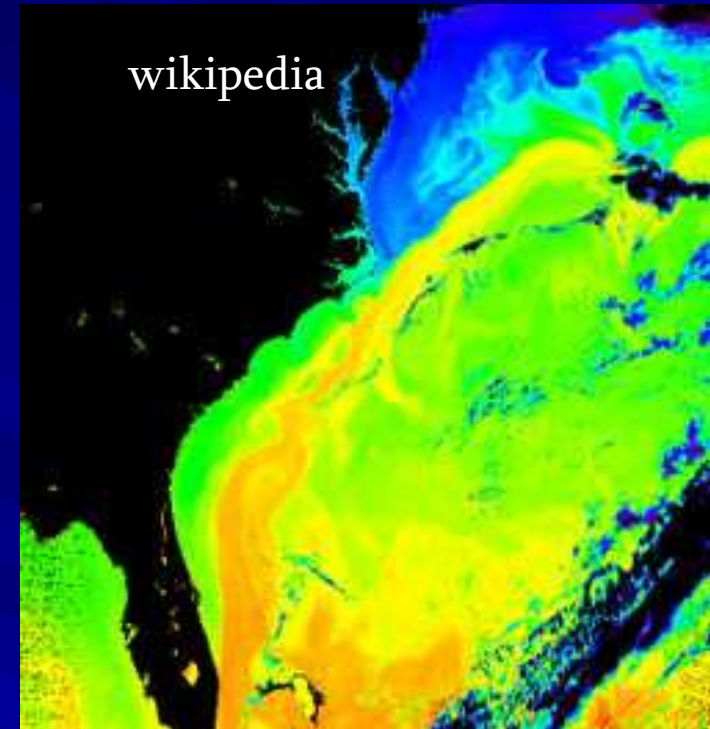
A városi hősziget kutatása



- Aqua és Terra műholdak MODIS szenzora
- Látható és infravörös felvétel több csatornán
- Viszonylag pontosan számítható **felszínhőmérsékleti** adatok – más időbeli és térbeli eloszlás, mint a léghőmérsékletnél
- Pontossága: szárazföld felett 1°C
- Csak felhőmentes időben működik!

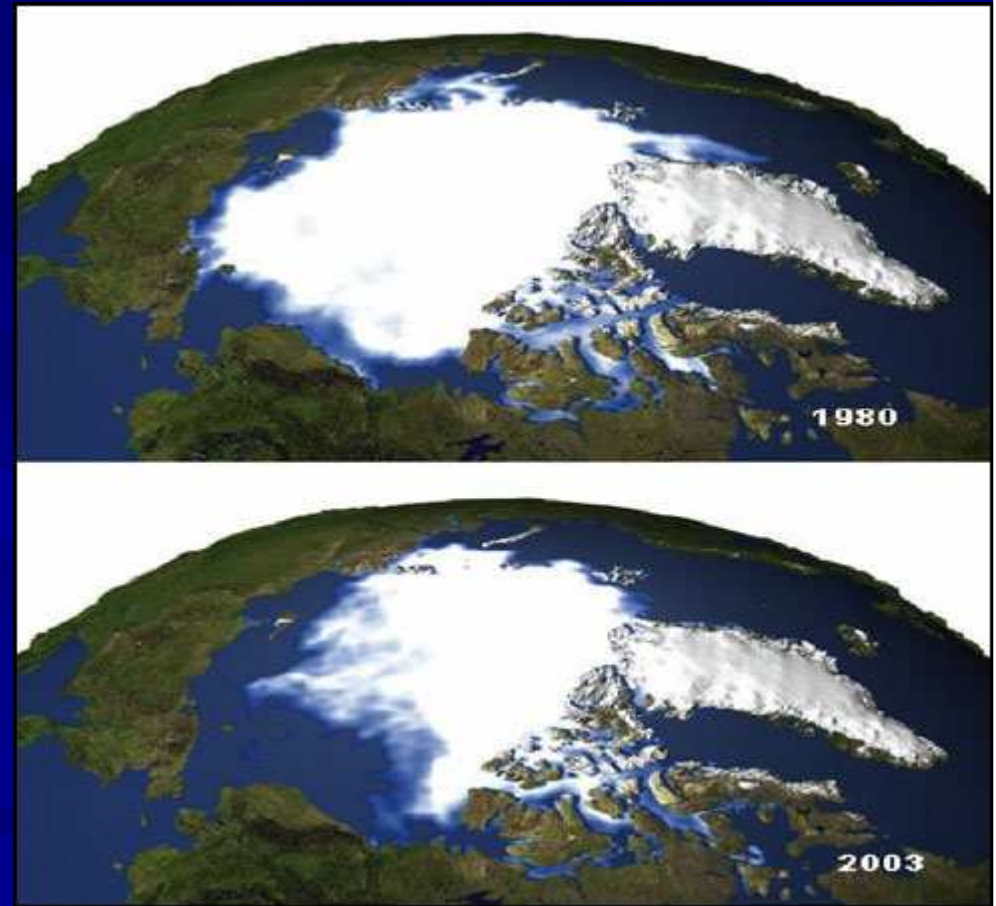
Felszíni tengeráramlatok

- IR: Környezettől eltérő hőmérséklet
- VIS: Eltérő szín (tápanyagtartalom)
- Hideg: tápanyagban szegény, kék
- Meleg: tápanyagban gazdag, zöld



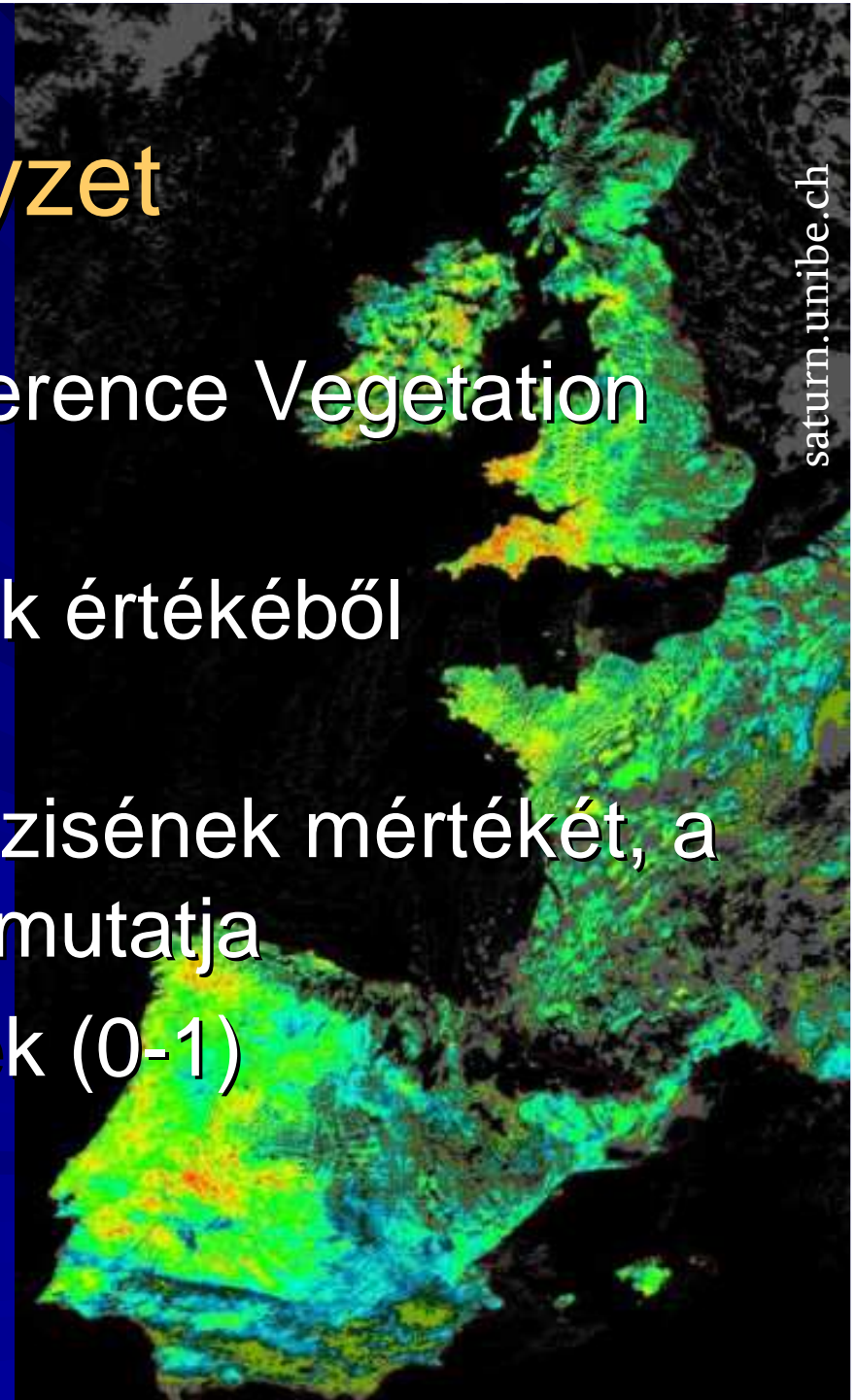
Jégtakaró nagysága

- Globális klímaváltozás – jégtakaró mennyiségének csökkenése (kevesebb csapadék + olvadás)
- Kontinentális jégtakaró kiterjedése 10%-kal csökkent
- Sarki jégtakaró kiterjedése 10-15%-kal csökkent (nyáron)
- Látható tartomány



Növényzet

- **NDVI: Normalized Difference Vegetation Index**
- Látható és IR csatornák értékéből számolják
- A növényzet fotoszintézisének mértékét, a növényzet fejlettségét mutatja
- Jó: minél nagyobb érték (0-1)



Levegőszennyezettség

- A műholdképek minőségét mint zaj rontja
- 5-600nm hullámhossz – 0,2-1um aeroszolok gyengítése
- Szükséges hozzá felszíni mérés is

Sztratoszférikus ózon

- Ózonpajzs: a 290nm alatti (erősen ionizáló) UV sugárzást elnyeli
- Felszíni mérések 1920' óta – csökkenő tendencia (antropogén hatások, főleg a repülők)
- Az Antarktisz fölött minden tavasszal az ózonkoncentráció a harmadára csökken
- „Ózonlyuk” átlagos kiterjedése nőtt – globális összefogás az ózonbontó CFC gázok ellen
- Mára talán gyengült a növekedése

ITCZ elhelyezkedése

- Intertropical Convergence Zone
- Jól kivehető felhősáv
- Mindig a termikus egyenlítő fölött
- Éves menet a nap járását követi
- Ezt a mozgást követi a Hadley-cella -> monszunjelenségek

Egyéb felhasználás: előrejelzés

- Nagyjából elkülöníthető felhőtömegek
- Frontok
- Felhőtető hőmérséklet-magasságok
- ECMWF és ALADIN modellekbe bekerülő adatok – hőmérséklet és nedvességprofil
- Felhőzet mozgása -> szél – geostac műholdak
- Tengerfelszín-hőmérséklet

Felhőfajták, frontok



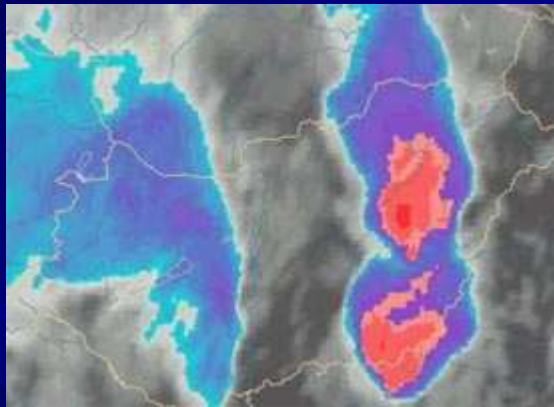
nimbus.elte.hu 2006.06.27.

Hidegfront



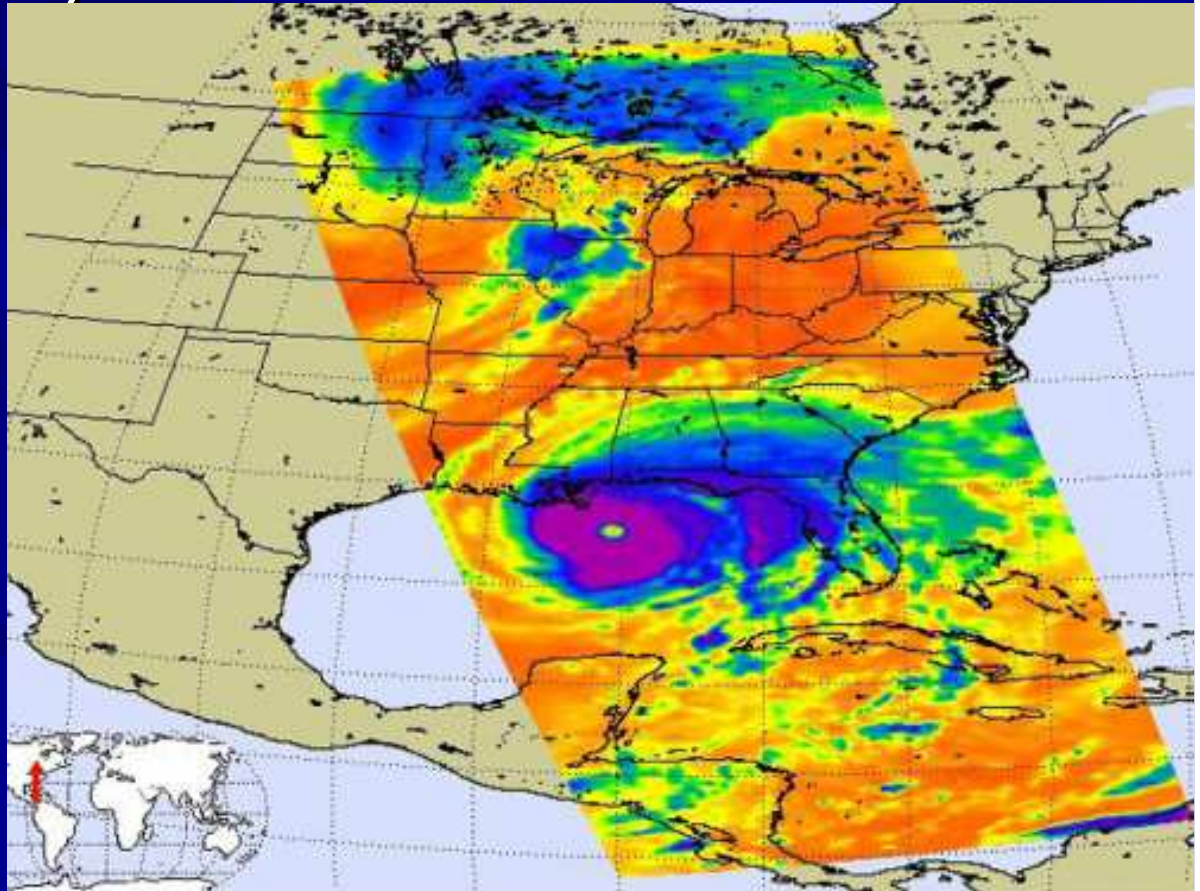
Felhőtető-hőmérséklet

- Magas szintű felhők hidegek: Cirrusfélék + üllők (jégkristályok)
- IR hősugárzás



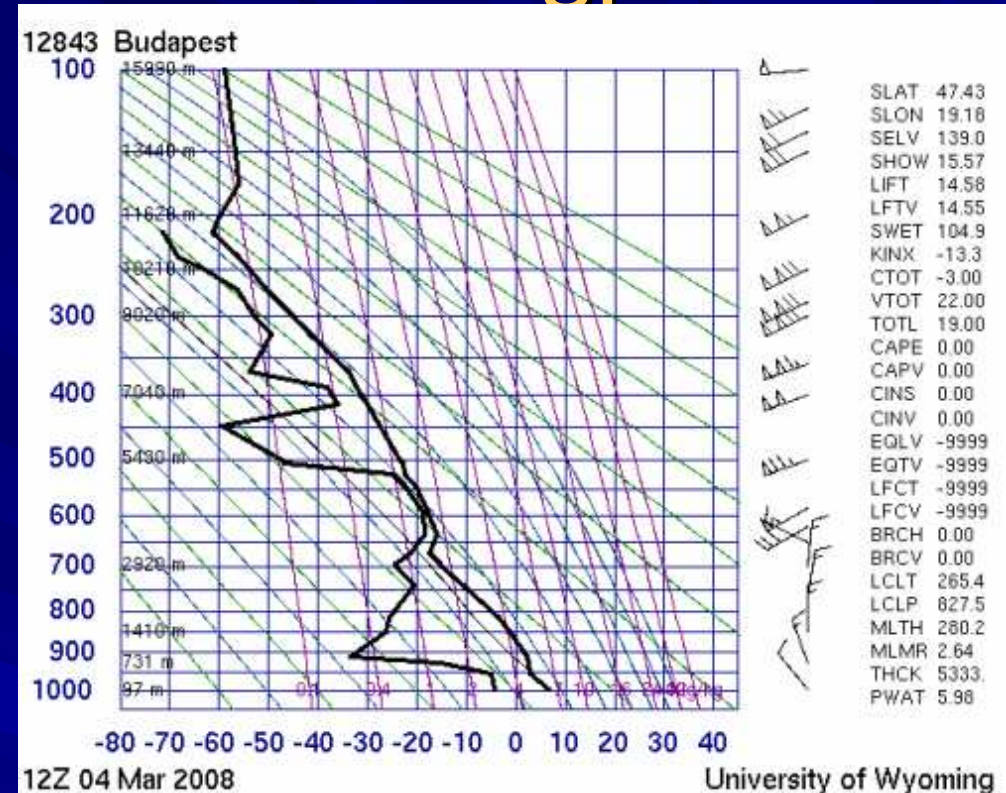
met.hu

jpl.nasa.gov



Hőmérséklet- és nedvességprofil

- ECMWF és ALADIN numerikus modellekbe bemenő adat



Szélvektor-számítás

- A felhőzet elmozdulása adott idő alatt
- Geostac. műhold

Tengerfelszín-hőmérséklet

- Trópusi ciklonok kialakulása: $26,5^{\circ}\text{C}$
- Nagyobb hőmérsékletkülönbségek – intenzívebb cirkuláció
- Kutatás: globális éghajlatváltozás
- Átlaghőmérséklet növekedése
- Hőtágulás, olvadás: $+1,8$ mm/év (1961-2003), de egyre gyorsabb

