

**Satellite geophysics,**

**Fall 2011.**

E. Kaas og C.C.Tscherning, University of Copenhagen, 2011-10-25

**Satellite Missions (examples)**

- Ørsted, CHAMP, SWARM
- GRACE, GOCE
- MetOp, METEOSAT SG
- ERS1/2, ENVISAT, CryoSat2
- GPS / radio-occultation
- NOAA series orbiting
- CloudSat, Aqua, Aura, CALIPSO, PARASOL
- Seasat SAR, SIR-A, SIR-B, SIR-C
- QuickScat, SeaWinds
- Terra, SMOS, SPOT, THEOS

E. Kaas og C.C.Tscherning, 2011-10-25.

**Satellite Missions (examples)**

Aura 4 min.  
 Glory 2 min.  
 PARASOL 1 min.  
 CALIPSO 17.5 sec.  
 Cloudsat 1 min.  
 Aqua 1 min.  
 OCO 3 min.

E. Kaas og C.C.Tscherning, 2011-10-25.

**Teachers and rooms**

- Teachers: Eigil Kaas (EK), Carl Christian Tscherning (CCT), Martin Veicherts (MV), Marie-Louise Siggaard Andersen (MLSA)
- Assisting teachers: Lars P. Prahm (DMI), Kristian Pagh Nielsen (DMI), Bjarne Amstrup (DMI), Stig Syndergaard (DMI), Ole Andersen (DTU-Space), Nils Olsen (DTU-Space), Henning Skriver (DTU-Space), Henriette Skourup (DTU-Space) **m.fl.**
- Rooms:
  - Monday 13:15-16 RF061.
  - Wednesday 10:15 – 12:00 RF061.
  - Wednesday 13:15-15:00 (nogle dage 16:00) RF085.
  - Some weeks at other places – check the "weeklies".
- Good idea: bring a laptop (or share with co-students)

E. Kaas og C.C.Tscherning, 2011-10-25.

**Teaching material**


- CEOS EO (<http://www.eohandbook.com>)
- Kaula: Theory of satellite geodesy, 1966. (Dover Reprint).
- Seeber: Satellite Geodesy (kun visse afsnit)
- Articles (pdf's will be available on web-site).
- Various presentations from the 2007 ECMWF seminar.
- Dele af kapitel 4 i J.M. Wallace og P.M. Hobbs: Atmospheric Science: An Introductory Survey. Second edition, 2006, ISBN: 13: 978-0-12-732951-2.

E. Kaas og C.C.Tscherning, 2011-10-25.

**Satellite Geophysics, Kompetancebeskrivelse**


- Den studerende vil opnå en grundlæggende forståelse af satellitbaner og deres betydning for fordelingen af data i tid og rum.
- Den studerende vil have et overblik over de sensorer af geofysisk betydning, der er placeret på satellitter, deres funktion, udnyttelse og kalibrering.
- Den studerende skal også kunne redegøre for samspillet mellem de forskellige satellitter.

E. Kaas og C.C.Tscherning, 2011-10-25.

 **Satellite Geophysics, Purpose/Formål**


- At give de studerende et grundlæggende kendskab til geofysiske satellitter, deres baner og sensorer, samt kalibrering og assimilering af data i globale og regionale modeller.
- Der lægges vægt på at opnå en forståelse af samspillet mellem de forskellige satellitter og deres observationer.

E. Kaas og C.C. Tscherning, 2011-10-25.

 **Satellite Geophysics, Målbeskrivelse**


- Kan beskrive sammenhæng mellem satellitbaner, observations tidspunkt og mængde.
- Kan forklare kuglefunktionsmodeller for tyngde og magnetfelt og beskrive de satellit sensorer der benyttes.
- Kan forklare positionsbestemmelse med GPS samt fejlkilders udnyttelse til ionosfære of troposfære modellering.
- Kan beskrive de satellitter og sensorer der benyttes til atmosfære kortlægning af kemi, cirkulation, temperatur og stråling.

E. Kaas og C.C. Tscherning, 2011-10-25.

 **Satellite Geophysics, Målbeskrivelse**


- Kan forstå og beskrive principper og resultater fra SAR og InSAR.
- Kan beskrive hvordan altimetri (radar og laser) samt tyngdepotentialet (geoiden) kan benyttes til bestemmelse af de geostrofiske komponent af havcirkulation.
- Kan give eksempler på hvordan satellitsystemer ”spiller sammen”.

E. Kaas og C.C. Tscherning, 2011-10-25.

 **Satellite Geophysics, Week 47, Monday 21**


**Mandag den 21/11, 13:15-16**  
*13:15-14: CCT og EK: Introduktionsforelæsning.* Gennemgang af tidsplan for forelæsninger, øvelser og virksomheds/institutions-besøg. Netadgang. Software, der skal bruges. Materiale, lærebøger. Eksamensform. Vi anbefaler afløsningsopgave. Der vil ved forelæsningen blive givet en oversigt over de forskellige satellittyper. Det vil fremgå, at satellitmålinger adskiller sig fra traditionelle punktmålinger eller målinger fra fly ved at dække større eller mindre arealer af Jorden.

E. Kaas og C.C. Tscherning, 2011-10-25.

 **Satellite Geophysics, Week 47, Monday 21**


**Mandag den 21/11 (fortsat)**  
*14:15 -15. CCT: Forelæsning.* Basalt kendskab til koordinatsystemer samt Jordens bevægelse i et inertialsystem (rotation, polbevægelse). Højdebegrebet. Tyngdefelt, Keplers love.  
 Materiale: [Kaula: Theory of Satellite Geodesy](#),  
*15:15-16 MV, EK, CCT, MLSA: "Computer session":* Vi installerer diverse programmer på de studerendes egne computere og viser hvorledes, der er adgang til diverse software på NBI's computere (Matlab, GRAVSOFT (tyngdefeltsberegninger), GUT (GOCE user tools), CDO (Climate Data Operations).

E. Kaas og C.C. Tscherning, 2011-10-25.

 **Satellite Geophysics, Week 47**

**Onsdag den 23/11, 10:15-16**  
*10:15-12. CCT: Forelæsninger.* Kepler-elementer og baner. Geostationære og variable baner. Sammenhæng mellem baneradius og banehældning. Polære satellitter. Solsynkrone baner. Mål: hvorledes hænger banehældning sammen med omløbstid og radius. ”Mærkelige” baner (intro).  
*13:15-15: CCT+MV: Regneøvelser og computerøvelser.* Simple baneeksempler, simpel tyngdefeltsmodel, IERS database, Celestrak/NORAD (satellit baneelementer)

E. Kaas og C.C. Tscherning, 2011-10-25.

 **Satellite Geophysics, Week 48, Nov 28, Mandag**


---

**Mandag 28/11, 13:15-16**

13:15-15 EK: *Forelæsninger*. Signallubredelse, atmosfære, ionosfære.  
 Materiale: Seeber: Satellite Geodesy (side 42-61). Kapitel 4 om stråling i Wallace og Hobbs. Noter fra ECMWF seminar 2007.

15:15-16 MLSA: *Øvelse*: Eksempler på forsinkelser af signaler. Dopplereffekt. Ionosfære Total Electronic Density fra GPS.

E.Kaas og C.C.Tscherning, 2011-10-25.

 **Satellite Geophysics, Week 48, Nov 30, onsdag**

---


**Onsdag 30/11 10:15-15**

10:15-11. OA (Ole Andersen) og CCT): *Forelæsning*. Oceanerne. Havcirkulation, bølger, havoverfladetemperatur . Salinitet – ENVISAT, TOPEX/POSEIDON, JASON – altimetry.

11:15-12. *Øvelse*: CERSAT (altimetri-database).

13:15-15. Brug af GOCE USER TOOLS (2) (CCT). Dette er software til brug for havsstrømskortlægning.

E.Kaas og C.C.Tscherning, 2011-10-25.

 **Satellite Geophysics, Week 49**


---

**Dec. 05. Mandag.**

13:15-14. CCT: *Forelæsning*. Observation af land og hav-is, ERS, ENVISAT (ASAR), Topex/Poseidon, Jason, CRYOSAT2, IceSAT – laser-altimetri, SAR, GRACE.

14:15-15. *Øvelse, MLSA/MV*: Data fra ESA's EoLisa system. MLSA: SAR-baseret isfyldning.

E.Kaas og C.C.Tscherning, 2011-10-25.


 **Satellite Geophysics, Week 49**

---

**Dec. 07. Onsdag.**

10:15-11. EK: *Forelæsning*. Atmosfæren. Der benyttes materiale fra CEOS EO Handbook (<http://www.eohandbook.com>), Kapitel 4 i Wallace og Hobbs samt materiale fra ECMWF seminar (2007). Emner: cirkulation, temperatur, kemi, stråling, klima - GPS, ATSR, NOAA-satellitter, EUMETSAT. (AMSU, DOBSON måler (O3), OLR (CERES), Albedo målinger, HIRS, ENVISAT (MERIS, MWR, GOMS, MIPAS, SCIAMACHY) MODIS, NOAA (AVHRR). Der vil også blive gennemgået grundlæggende emner vedr. the radiative transfer equation, atmosfærens generelle optiske egenskaber og inverteringsteknikker til brug for numeriske vejrprognoser.

E.Kaas og C.C.Tscherning, 2011-10-25.


 **Satellite Geophysics, Week 49**

---

**Dec. 07. Onsdag.**

10:15-11. EK: *Forelæsning*. Atmosfæren. Der benyttes materiale fra CEOS EO Handbook (<http://www.eohandbook.com>), Kapitel 4 i Wallace og Hobbs samt materiale fra ECMWF seminar (2007). Emner: cirkulation, temperatur, kemi, stråling, klima - GPS, ATSR, NOAA-satellitter, EUMETSAT. (AMSU, DOBSON måler (O3), OLR (CERES), Albedo målinger, HIRS, ENVISAT (MERIS, MWR, GOMS, MIPAS, SCIAMACHY) MODIS, NOAA (AVHRR). Der vil også blive gennemgået grundlæggende emner vedr. the radiative transfer equation, atmosfærens generelle optiske egenskaber og inverteringsteknikker til brug for numeriske vejrprognoser.

E.Kaas og C.C.Tscherning, 2011-10-25.

 **Satellite Geophysics, Week 49**

---


**Dec. 07. Onsdag (fortsat)**

11:15-12. *Øvelse* MLSA: EUMETSAT data-analyse. NESDIS (NOAA data base).

13:15-14: Forelæsning om atmosfæren fortsættes.

14:15-15: *Øvelser*: gruppevis gennemgang af bestemte instrumenter, data og teknikker.


E.Kaas og C.C.Tscherning, 2011-10-25.

 **Satellite Geophysics, Week 50**

---

**Mandag den 12/12**  
 13:15-16. Besøg på DMI. Lars Prahm: Oversigt over Eumetsat satelliter (fx MeteoSat2G) og planer for fremtiden. Kristian Pagh Nielsen: Satellitbaseret måling af skyers optiske egenskaber og mængden af skyvand. Hovedvægt på SEVIRI (på Meteosat2G) og CLOUDSAT. Bjarne Amstrup: assimilering af satellitdata i numeriske vejrmødelles.


E. Kaas og C.C. Tscherning, 2011-10-25.

 **Satellite Geophysics, Week 50**

---

**Onsdag den 15/12.**  
 10:15-11. CCT: *Forelæsning*. Tyngde, fast jord, pladebevægelser – GRACE, GOCE, Starlett.  
 11:15-12. Nils Olsen: *Forelæsning*. Magnetfelt. Ørsted, CHAMP, SWARM.  
 13:15-15. CCT: *Forelæsning*. Vulkanisme, seismik, landhævning/sænkning (evt. også ændring af is) – GPS, InSAR, laser.  
 15:15-16. CCT og MV: *Øvelse*. Brug af data fra GRACE og GOCE. GOCE USER TOOLS (1). (geoide beskrivelse)


E. Kaas og C.C. Tscherning, 2011-10-25.

 **Satellite Geophysics, Week 51**

---

**Mandag den 19/12**  
 13:15-15. CCT og MV: *Øvelse*. Eksempler fra InSAR i ESA's database, før og efter jordskælv. Skagens sænkning.


E. Kaas og C.C. Tscherning, 2011-10-25.

 **Satellite Geophysics, Week 51**

---

**Onsdag den 21/12**  
 10:15-11. CCT: *Forelæsning*. Observation af topografi: GPS, SPOT, ASTER, SAR og InSAR systemer, SRTM. <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/> - udtræk af terræn-model.  
 11:15-12. MLSA og MV: *Øvelser*. Forberedelse af GPS måling.  
 12-15: Måling med GPS i marken og processering, evt. Buddinge station. EK undersøger om det er muligt at få data til GPS-baseret estimat af precipitable water.


E. Kaas og C.C. Tscherning, 2011-10-25.

 **Satellite Geophysics, Week 1 (2012)**

---

**Mandag 2/1**  
 13:15-14. Stig Syndergård (DMI): *Forelæsning*. GPS (okkultation) til temperaturprofilering.  
 14:15-15. Leif Toudal (DMI): *Forelæsning*. (endnu ikke bekræftet). Metoder til fjernmåling af havis.  
 15:16-15. EK og Mathilde Brandt Jensen (DMI). *Øvelser*: Hentning af data, plotning og animation af havisudbredelse. Opstilling af mål for tidlig ændring i havisudbredelse. Desuden en øvelse med GPS okkultationsdata (sammen med Stig Syndergård).


E. Kaas og C.C. Tscherning, 2011-10-25.

 **Satellite Geophysics, Week 1 (2012)**

---

**Onsdag den 4/1.**  
 10:15-11. Henning Skriver (DTU-Space): *Forelæsning*. Satellitsystemer, international koordinering: ESA (Living Earth Program), NASA, NOAA, Japan, Kina, Indien.  
 11:15-12. AWH: *Forelæsning*. Satellit til dækning af de polare områder (MOLNYA baner).  
 13:15-15. *Øvelse: (Alle)* Brainstorm om en ny dansk geofysisk satellit.


E. Kaas og C.C. Tscherning, 2011-10-25.

 **Satellite Geophysics, Week 2 (2012)**

---

**Mandag den 9/1**  
 13:15-15. Besøg DTU-Space. Forelæsninger/foredrag. Foreløbig program: Henriette Skourup: "Determining sea ice free-board"; Abbas Khan: "Use of GPS on glaciers"; Louise Sandberg: "Using GRACE gravity measurements and other data for estimating ice sheet mass balance".

E. Kaas og C.C. Tscherning, 2011-10-25.


 **Satellite Geophysics, Week 2 (2012)**

---

**Onsdag 11/1**  
 10:15-12 og 13:15-15. EK og MLSA: Start forberedelse af afløsningsopgaver. Fordeling af emner inden for Geofysiske fænomener.

Skriftlig eksamen eller "Afløsningsopgave"?

E. Kaas og C.C. Tscherning, 2011-10-25.


 **Satellite Geophysics Krav til afløsningsopgave**

---

- **Afløsningsopgave - Indhold:**  
 Beskrivelse af det fænomen, der skal observeres og tolkes  
 Hvilke satellitter kan benyttes  
 Deres baner og omløbstid, hvor lang tid har de fungeret  
 Hvilke instrumenter. Hvordan er de kalibreret.  
 Hvor findes data (fx EOLISA ?)  
 Eksempler på data: som tidsrække eller kort  
 Brug af data (fx til klima-forskning)  
 Hvilke andre satellitter spiller sammen med disse.

Ialt max. 20 sider.


E. Kaas og C.C. Tscherning, 2011-10-25.

 **Satellite Geophysics: hvad vi kan observere**

---

- Positioner af punkter på jord eller i rummet
- Jordens topografi, herunder ishøjder
- Tidejord og tidevand
- Tyngde eller magnetfelts variationer i tid og rum.
- Atmosfærisk profilering af temperatur og vanddamp. Måling af kemiske komponenter
- Planetens samlede energibudget (netto-stråling ved toppen af atmosfæren)
- Overvågning af ionosfærens totale elektrontæthed.
- Havet: Overfladehøjde, temperatur og salinitet variationer, bølgehøjder, is-udbredelse, vind over hav.
- Overfladeændringer / jordskælv

E. Kaas og C.C. Tscherning, 2011-10-25.

 **Satellite Geophysics Eksamen**

---

- Requirements for obtaining "12": the grade is given for an excellent performance,
- demonstrating a fulfilment of 5 of the teaching goals, with no or few deficiencies.

E. Kaas og C.C. Tscherning, 2011-10-25.