

# Utvikling av småsatellitteknologi og løsninger

Norsk småsatellittforum 2015

Øystein Olsen

[oystein.olsen@ffi.no](mailto:oystein.olsen@ffi.no)

# Oversikt

- Eksempler på bedrifter i småsatellittbransjen
  - Spire
  - Planet Labs
  - Stellar Exploration Inc
  - Canopus Systems
  - Skybox Imaging (Nå kjøpt av Google)
- Banekontroll
- Attitudekontroll
- Multi- eller hyperspektrale bilder

# Spire

- Startet hos Lemnos Labs (inkubator for teknologibedrifter)
- Tok inn ca. 100 000 dollar på kickstarter (ArduSat)
- Deretter ca. 1,5 millioner dollar i risikokapital
- Skøyt opp fire CubeSats i 2013
  - Lemur-1, 3U
  - ArduSat-2, 2U
  - ArduSat-X, 1U
  - ArduSat-1, 1U
- Fikk inn 25 millioner dollar fra investeringsfirma (RRE Ventures, 29. juli 2014)



# Spire

- Bygger CubeSats med AIS og GPS
  - To år levetid, vanlig forbrukselektronikk
- Skal selge AIS data
  - Bryr seg ikke om de vanskelig områdene med høy tetthet av skip
  - Selger data fra de åpne havområdene hvor kunder mangler data
- Skal selge værdata
  - Temperatur, trykk og luftfuktighet fra GPS radiokkultasjon
- Målet er kontinuerlig global dekning med 50+ satellitter



# Planet Labs

- 3U optiske satellitter
  - 3-5 meter oppløsning
  - Synlig lys og nær infrarødt
  - Satser på å skyte opp 131 satellitter innen midten av 2015
  - Kapasitet til å bygge 4 satellitter om dagen
  - Dekke hele landjorden daglig
- Fikk nettopp inn 95 millioner dollar
- 70 ansatte (mai 2014)

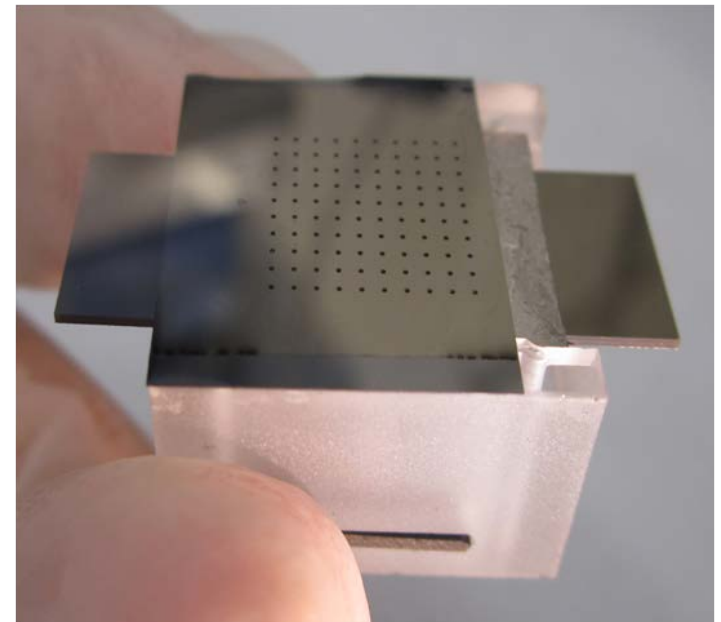


# Andre firmaer

- Stellar Exploration Inc
  - Deployeringsmekanismer for utfoldbare deler
  - Solseil
  - Antenner
- Canopus Systems
  - Multispektralt kamera
  - AIS-satellitter
  - Ka-bånd sender, inntil 480Mbps
- Skybox Imaging (Nå kjøpt av Google)
  - Pankromatiske bilder bedre enn 1
  - Multispektrale bilder med ca. 2m oppløsning

# Banekontroll

- De færreste nanosatellittene har motorer
  - Faller raskt ned fra lav jordbane
  - Ikke mulig med formasjonsflyvning
  - Det vil komme krav om at småsatellitter skal falle ned i løpet av rimelig tid (25 år)
- Det er bygget ionemotorer for CubeSats
  - 200 m/s delta-V for en 3kg/3U CubeSat
  - 1/3U volum

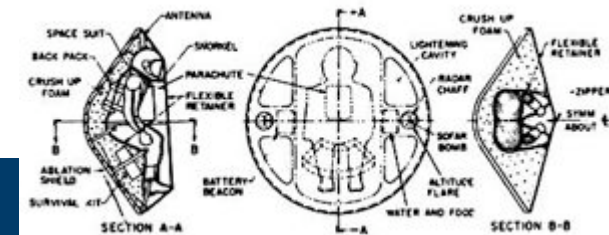
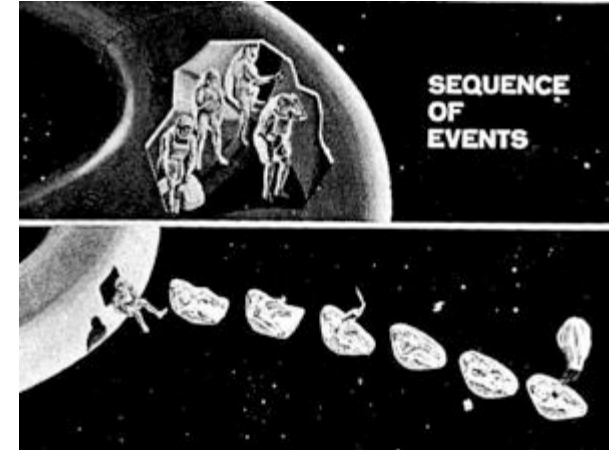


# Banekontroll

- Utfoldbare seil for å ta ned satellittene v.h.a. atmosfærisk friksjon
- Kan vi returnere nyttelast til bakken?
  - NASA Ames er villige til å støtte slike studentprosjekter, teknisk hjelp, oppskytning



## MOOSE ESCAPE CONCEPT MANNED ORBITAL OPERATIONS SAFETY EQUIPMENT (GE)



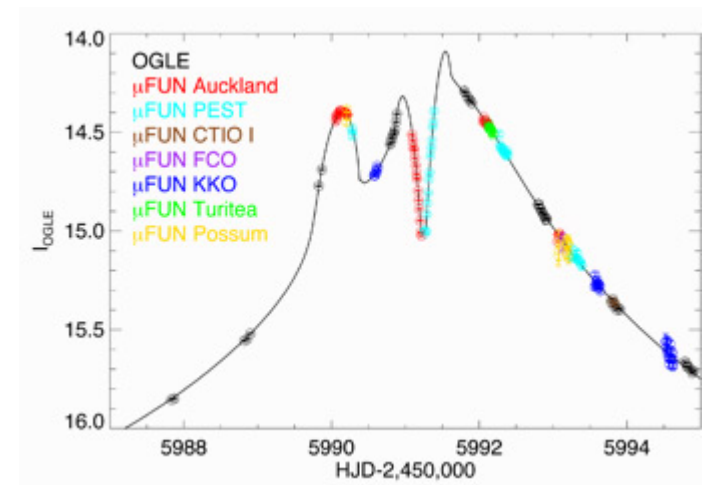


# Attitudekontroll

- NEMO-HD har en pekenøyaktighet på 1.5 bueminutter.
  - Godt nok for å ta bilder av jorden om dagen og rimelig
  - Kort eksponeringstid, m.a.o. i praksis ingen krav til å holde satellitten i samme retning over lengre tid
- Hva om vi vil ta bilder som krever lengre eksponeringstid?
  - Romteleskop: F.eks. 3U CubeSat med ~1.5 buesekunders oppløsning
  - Arktiske områder om vinteren / bilder om natten
  - Satellitten må holdes i en gitt posisjon over hele eksponeringstiden
  - Mulig med fiberoptiske gyroer og momenthjul, men fremdeles i dyreste og største laget for nanosatellitter
- Med god formasjonsflyvning og attitudekontroll dukker det opp nye muligheter:
  - Syntetiske antenner
  - Multi-sensor sparse array (Solar Imaging at Low Radio Frequencies)

# Attitudekontroll

- Kan hjulene erstattes/avlastes med annen løsning?
  - Miniature ion electrospray thrusters?
- 3U Eksoplanet detektor: Studentprosjekt?
  - Transittmetoden
  - Mikrogravitasjonslinse-hendelser
    - MikroFUN (Microlensing Follow-Up Network)
  - Dopplermetoden



# Multi- eller hyperspektrale sensorer

- Miljøovervåkning, jordbruksproduksjon, skader på skog / åker
  - Marked for store arealer med høy oppdateringsrater
  - Endringsdeteksjon

## Utfoldbare strukturer

- Antenner
  - Micro-radarsatellitt
  - Patch-antenner for småsatellitter
  - Sol-celler
- Utfoldbar optikk
  - Pakke ut et teleskop/kamera





Spørsmål?

[oystein.olsen@ffi.no](mailto:oystein.olsen@ffi.no)