

*Julkinen tutkimusaineisto WMAP-,  
Planck- ja Euclid-satelliittiprojekteissa*

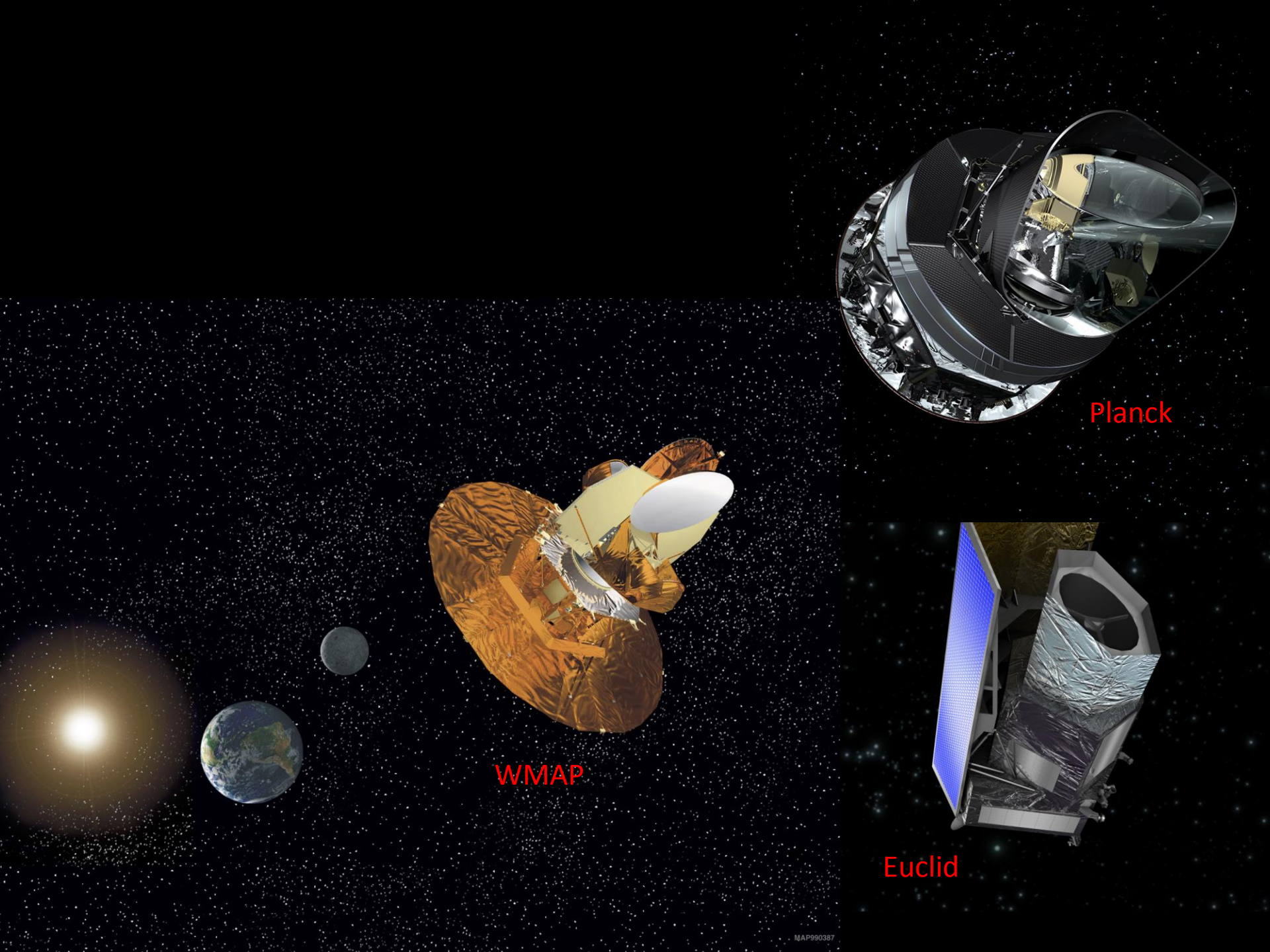
Hannu Kurki-Suonio

Helsingin yliopisto, fysiikan laitos

AVOIN-seminaari 21.5.2013

# *WMAP, Planck, Euclid*

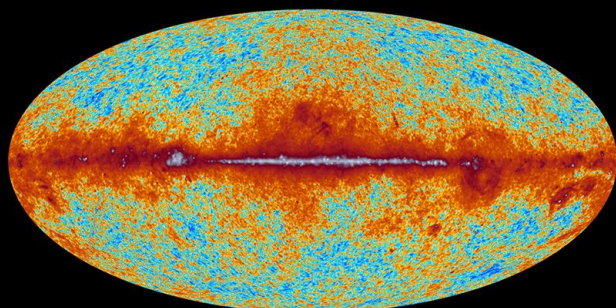
- Euroopan (ESA) ja Yhdysvaltojen (NASA) avaruusjärjestöjen kosmologiamissioita
  - WMAP, NASA 2001-2010
  - Planck, ESA 2009-2013 (mukana Aalto, Helsinki, Turku)
  - Euclid, ESA 2020-2026 (mukana Helsinki, Turku, Jyväskylä)
- Kartoittavat koko taivaan (Euclid 40%: 15 000 neliöastetta)
  - WMAP ja Planck: mikroaallot 30-900 GHz (aallonpituus 0.3 mm – 1 cm)
  - Euclid: infrapuna ja näkyvä valo (550 – 2000 nm)
- Ensisijainen tutkimuskohde:
  - WMAP ja Planck: kosminen taustasäteily, varhainen maailmankaikkeus, rakenteen alkusynty
  - Euclid: maailmankaikkeuden rakenne (galaksien ja pimeän aineen jakauma) ja laajenemishistoria: miksi laajeneminen kiihtyy? pimeän energian luonne?
- Toissijainen: aineistot tähtitieteen aarreaitta



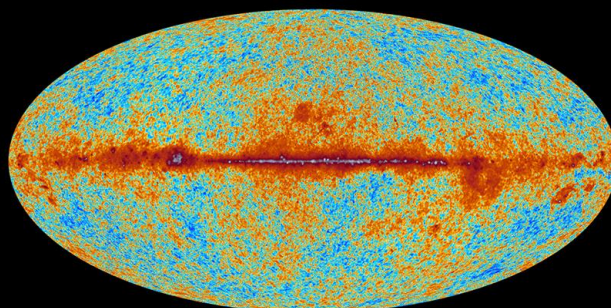
WMAP

Planck

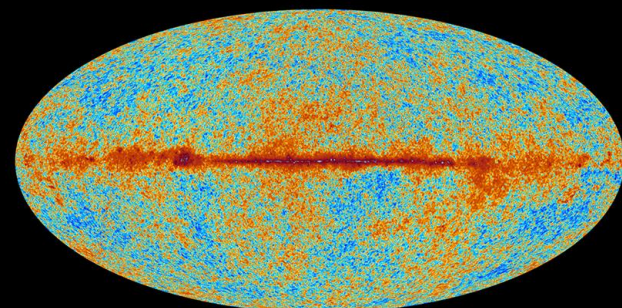
Euclid



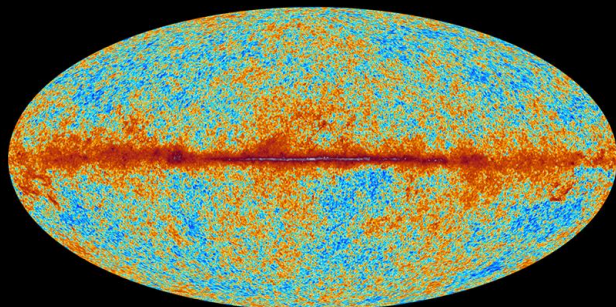
30 GHz



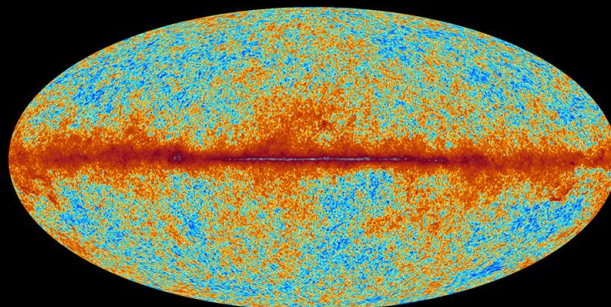
44 GHz



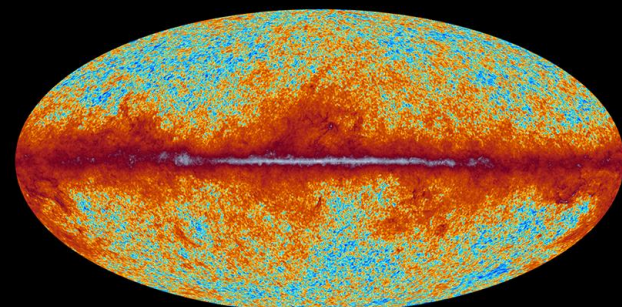
70 GHz



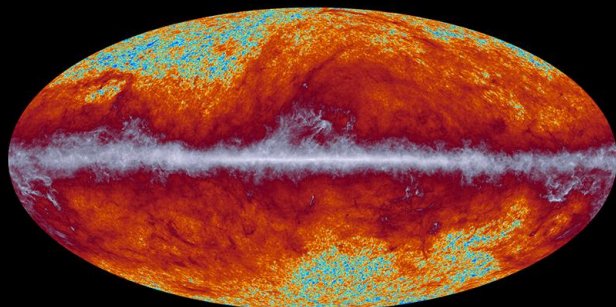
100 GHz



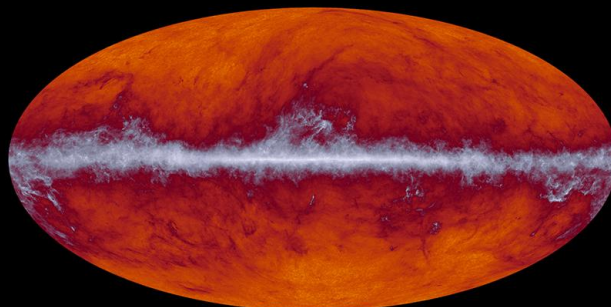
143 GHz



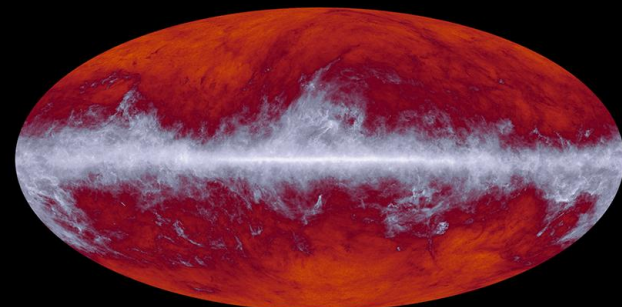
217 GHz



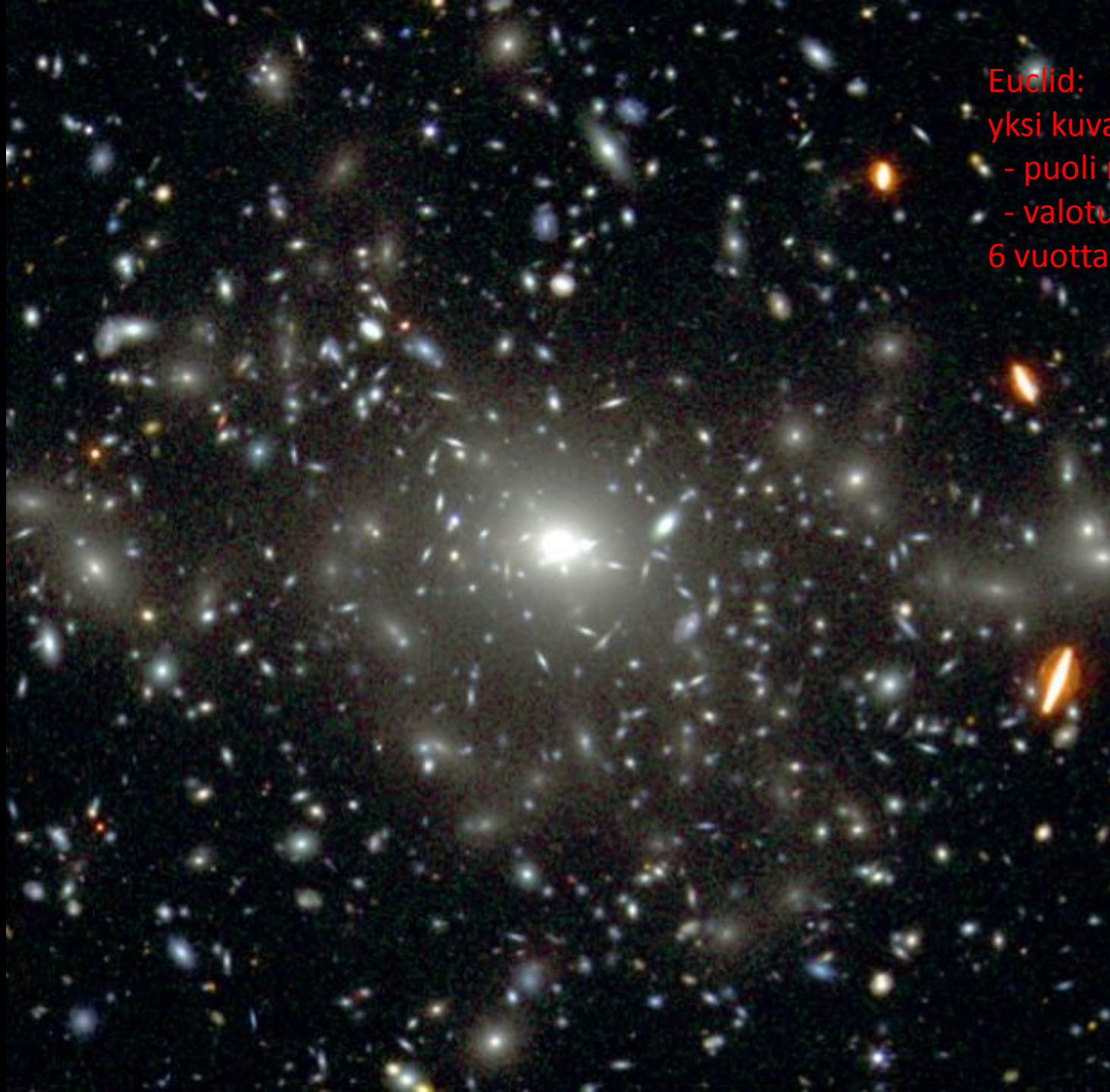
353 GHz



545 GHz



857 GHz



Euclid:

yksi kuva:

- puoli neliöastetta

- valotusaika 75 minuuttia

6 vuotta: 40 000 kuvaa

# *Isot kollaboraatiot*

- WMAP: 25 tutkijaa (USA, Kanada)
- Planck: 400 tutkijaa (9 Euroopan maata, USA, Kanada)
- Euclid: 700 tutkijaa (13 Euroopan maata, USA)

# *Datan julkisuus*

- Data julkistetaan suoja-ajan (proprietary period) jälkeen
  - Rahoittajan (NASA, ESA) vaatimus
- Suoja-ajan pituus: tärkeä, ei saa olla liian lyhyt eikä liian pitkä
  - NASA / ESA asettavat etukäteen, käytännössä joustoa
  - motivoi tutkijoita osallistumaan projektiin ja tuottamaan datan
  - ehtivät tehdä omat julkaisunsa datasta
  - vähintään vuosi (riippuen analyysin vaativuudesta)

# Julkistusaikataulu

WMAP	data alkaa	data päättyy	julkistus	suoja-aika
1 vuosi	10.8.2001	10.8.2002	11.2.2003	6 kk
3 vuotta		10.8.2004	17.3.2006	19 kk
5 vuotta		10.8.2006	28.2.2008	18 kk
7 vuotta		10.8.2008	26.1.2010	17 kk
9 vuotta		10.8.2010	20.12.2012	28 kk

Planck	data alkaa	data päättyy	julkistus	suoja-aika
15 kk	12.8.2009	27.11.2010	21.3.2013	27 kk
			2014	
4 vuotta			2015	

Euclid	data alkaa	data päättyy	datan määrä	julkistus	suoja-aika
1 vuosi	2020	2021	2500 neliöastetta	2022	14 kk
3 vuotta	2020	2023	7500	2024	14 kk
6 vuotta	2020	2026	15000	2027	14 kk



# *Julkistettavan datan määrä*

- WMAP: 1 TB, julkistettu
- Planck: 10 TB, vasta pieni osa julkistettu
- Euclid: 3 PB

# *Datan levityskanava*

- Kollaboraatio käsittelee dataa omissa datankäsittelykeskuksissaan
- Julkistettava data levitetään NASAn / ESan palvelimilta
  - huolehtivat pysyvästä arkistoinnista
  - NASA: LAMBDA (Legacy Archive for Microwave Background Data Analysis) <http://lambda.gsfc.nasa.gov/>
    - Goddard Space Flight Center, Maryland
  - ESA: Planck/Euclid Legacy Archive <http://pla.esac.esa.int/pla/aio/index.html>
    - ESAC (European Space Astronomy Centre, lähellä Madridia)
- Datan siirtonopeus?
  - LAMBDA: sain 4 MB/s (koko WMAP data 1 TB veisi 3 vrk)
  - suurin osa käyttäjistä tarvitsee jalostettuja datatuotteita (pienempi määrä) tai pienen osan datasta



- LAMBDA Home
- + Products
- + Toolbox
- + Education
- + Links
- + News
- + Site Info

# NASA's LAMBDA @ HEASARC

## Legacy Archive for Microwave Background Data Analysis

"One Stop Shopping for CMB Researchers"

### Welcome to NASA's data center for Cosmic Microwave Background (CMB) research.

This site provides CMB researchers with archive data from NASA missions, software tools, and links to other sites of interest. As a resource for the CMB community, your suggestions are encouraged, and your acknowledgements are appreciated.



The High Energy Astrophysics Science Archive Research Center (HEASARC) and the Legacy Archive for Microwave Background Data Analysis (LAMBDA) have merged into a single organization that will use the name HEASARC. The merged archive will continue to provide all of the services currently being offered by the two archives, while better serving users interested in studies requiring both high energy and microwave data. Users will notice few immediate changes, but we will gradually fully integrate all the services of the archives.

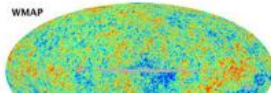
[Planck 2013 Papers](#)

[Planck 2013 Data Products](#)

[WMAP Nine Year Papers](#)

[WMAP Nine Year Cosmological Parameters](#)

[WMAP Nine Year Data Products](#)



Comparison of *Planck*-only and *WMAP*-only Six-Parameter  $\Lambda$ CDM Fits<sup>a</sup>

Parameter	<i>Planck</i> ("CMB+Lens")	<i>WMAP</i> (9-year)	Difference value	<i>WMAP</i> $\sigma$
$\Omega_b h^2$	$0.02217 \pm 0.00033$	$0.02264 \pm 0.00050$	-0.00047	0.9
$\Omega_c h^2$	$0.1186 \pm 0.0031$	$0.1138 \pm 0.0045$	0.0048	1.1
$\Omega_\Lambda$	$0.693 \pm 0.019$	$0.721 \pm 0.025$	-0.028	1.1
$\tau$	$0.089 \pm 0.032$	$0.089 \pm 0.014$	0	0
$t_0$ (Gyr)	$13.796 \pm 0.058$	$13.74 \pm 0.11$	56 Myr	0.5
$H_0$ (km s <sup>-1</sup> Mpc <sup>-1</sup> )	$67.9 \pm 1.5$	$70.0 \pm 2.2$	-2.1	1.0

## LAMBDA - Data Products

## WMAP

Overview

Products

Documents

Software

Images

Education

## WMAP Data Products

[Show All](#) [Hide All](#)

Derived CMB Products				
Product Download Page	Description	No. Of Files/Size	Format	Images
TT Power Spectra	Best estimates for the TT power spectra of the CMB. Both binned and unbinned versions are provided. <a href="#">More...</a>	2 files 4--86kB each	ASCII	N/A
TE Power Spectra	Best estimates for the TE power spectra of the CMB. Both binned and unbinned versions are provided. <a href="#">More...</a>	2 files 4--72kB each	ASCII	N/A
TB Power Spectra	Best estimates for the TB power spectra of the CMB. Both binned and unbinned versions are provided. <a href="#">More...</a>	2 files 2--43kB each	ASCII	N/A
EE Power Spectra	Best estimates for the EE power spectra of the CMB. Both binned and unbinned versions are provided. <a href="#">More...</a>	2 files 2--74kB each	ASCII	N/A
BB Power Spectra	Best estimates for the BB power spectra of the CMB. Both binned and unbinned versions are provided. <a href="#">More...</a>	2 files 2--74kB each	ASCII	N/A
Cosmological Parameter Table	Tool to search for WMAP parameter results. <a href="#">More...</a>	N/A	ASCII	N/A
Likelihood Software	Fortran90 code to compute Fisher and Master matrices, and to compute model likelihood. <a href="#">More...</a>	1 file 907 MB	TAR BALL	N/A
Predicted SZ Power Spectra	The angular power spectra due to the Sunyaev-Zeldovich effect, as adapted from Battaglia, et al., (2012). Spectra for three frequencies are provided. <a href="#">More...</a>	3 files 283 kB	ASCII	N/A

▶ [Full Resolution Coadded Nine Year Sky Maps](#)

▶ [Full Resolution Single Year Sky Maps](#)

▶ [Reduced Resolution Sky Maps](#)

▶ [Derived Foreground Products](#)

▶ [Ancillary Data](#)

Time-Ordered Data				
Product Download Page	Description	No. Of Files/Size	Format	Images
<a href="#">Calibrated Two-Channel Time Ordered Data</a>	Compressed tar files containing two channel calibrated time-ordered data. <a href="#">More...</a>	164 files 1.7GB each	FITS	N/A
<a href="#">Calibrated Four-Channel Time Ordered Data</a>	Compressed tar files containing four channel calibrated time-ordered data. <a href="#">More...</a>	164 files 3.0GB each	FITS	N/A
<a href="#">Uncalibrated Time Ordered</a>		164 files		

# Planck

## Legacy Archive Inter-operability Subsystem (AIO)

[HOME](#)[HOW-TO](#)[METADATA](#)[DATA](#)[PLANCK PRODUCTS](#)[CLIENT CODE](#)[MANUAL](#)[CONTACT](#)

## PLANCK PRODUCTS

This page provides online access to a subset of the public products originated from the Planck mission.

All Planck products are freely accessible via [PLAIO](#) and [PLA User Interface](#)



### Cosmology Products

[-]

*Cosmology Products*

ALIAS LINK	DESCRIPTION
CMB ANGULAR POWER SPECTRA	Multi-frequency power spectra, and the best-fitting CMB power spectrum obtained from Planck data.
SKY ANGULAR POWER SPECTRA	Sky power spectra and covariance matrices.
COSMOLOGICAL PARAMETERS	Constraints on cosmological models and parameters arising from Planck data alone, plus a selection of other data sets.
LIKELIHOOD	A likelihood code adequate for testing cosmological models against the Planck data.

**CONNECT WITH US****FOLLOW ESA SCIENCE****PLANCK RESOURCES**[· Mission overview](#)**OTHER SCIENCE ARCHIVES**[· Herschel Science Archive](#)

# *Julkaisut*

- Projektin ulkopuoliset käyttäjät tuottavat datasta paljon suuremman määrän julkaisuja
- SDSS (Sloan Digital Sky Survey) 2000-2014
  - Euclidia vastaava maanpäällinen projekti
  - projektin julkaisuja: 834
  - muiden julkaisuja SDSS-datasta: > 4500
- WMAP
  - projektin julkaisuja WMAP-datasta: 40
  - tieteellisiä artikkeleja joiden abstraktissa “WMAP”: 3316
- Planck
  - projektin julkaisuja Planck-datasta: 67 (tähän mennessä)

# Yhteenveto

- Datan julkisuus suurissa avaruustiedeprojekteissa itsestään selvä
  - Projektin suuri kustannus, laajapohjainen julkinen rahoitus
  - Tuottaa suuren määrän lisää tiedettä
    - (yleensä päätulokset kuitenkin jo projektin omissa julkaisuissa)
  - Riippumaton analyysi tarkistaa tulosten oikeellisuuden
    - auttaa projektia jatkotyössä
  - Myös projektin jäsenten oma etu: tuo näkyvyyttä / viittauksia
- Mahdollisia haittapuolia?
  - Kiire datan analyysissä ja julkaisujen kirjoittamisessa