



Arnoud Apituley

Royal Netherlands Meteorological Institute – KNMI

Representing the iSPEX team led by **Frans Snik** (University Leiden)

NOVA

Nederlandse
Onderzoekschool
Voor
Astronomie

SRON

Nederlands
Instituut
voor
Ruimteonderzoek

RIVM

Rijks-
Instituut voor
Volksgezondheid en
Milieu

KNMI

Koninklijk
Nederlands
Meteorologisch
Instituut

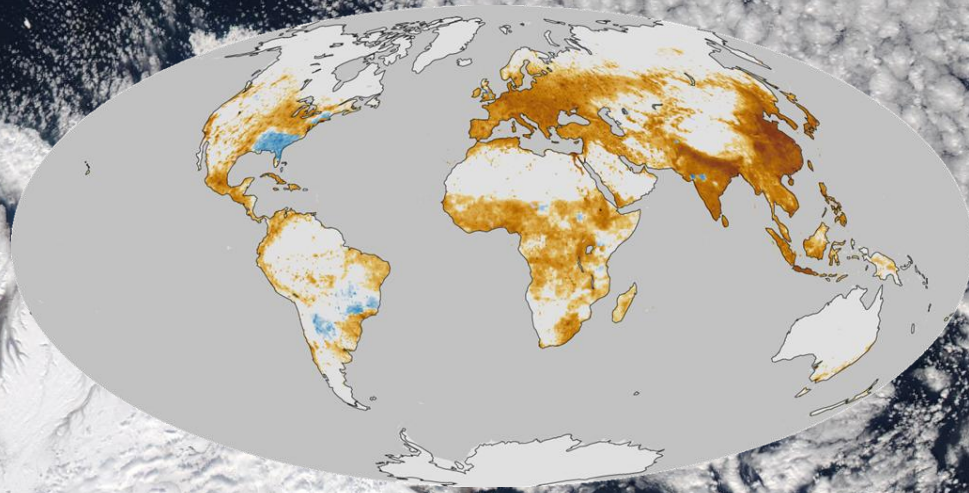


Measure aerosols with
your smartphone



Outline

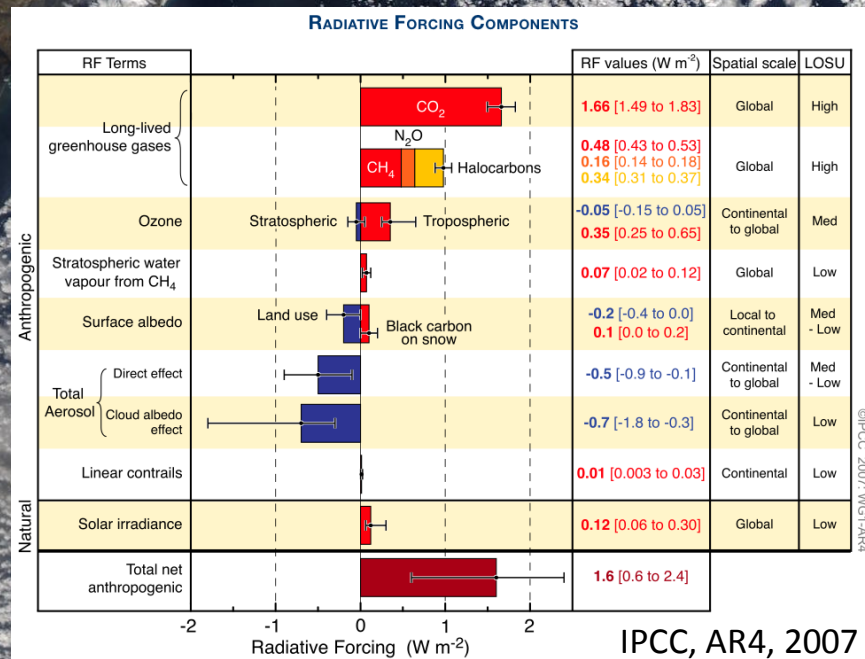
- What is iSPEX?
- First National iSPEX Measurement day
- Outlook
- Conclusions (so far)



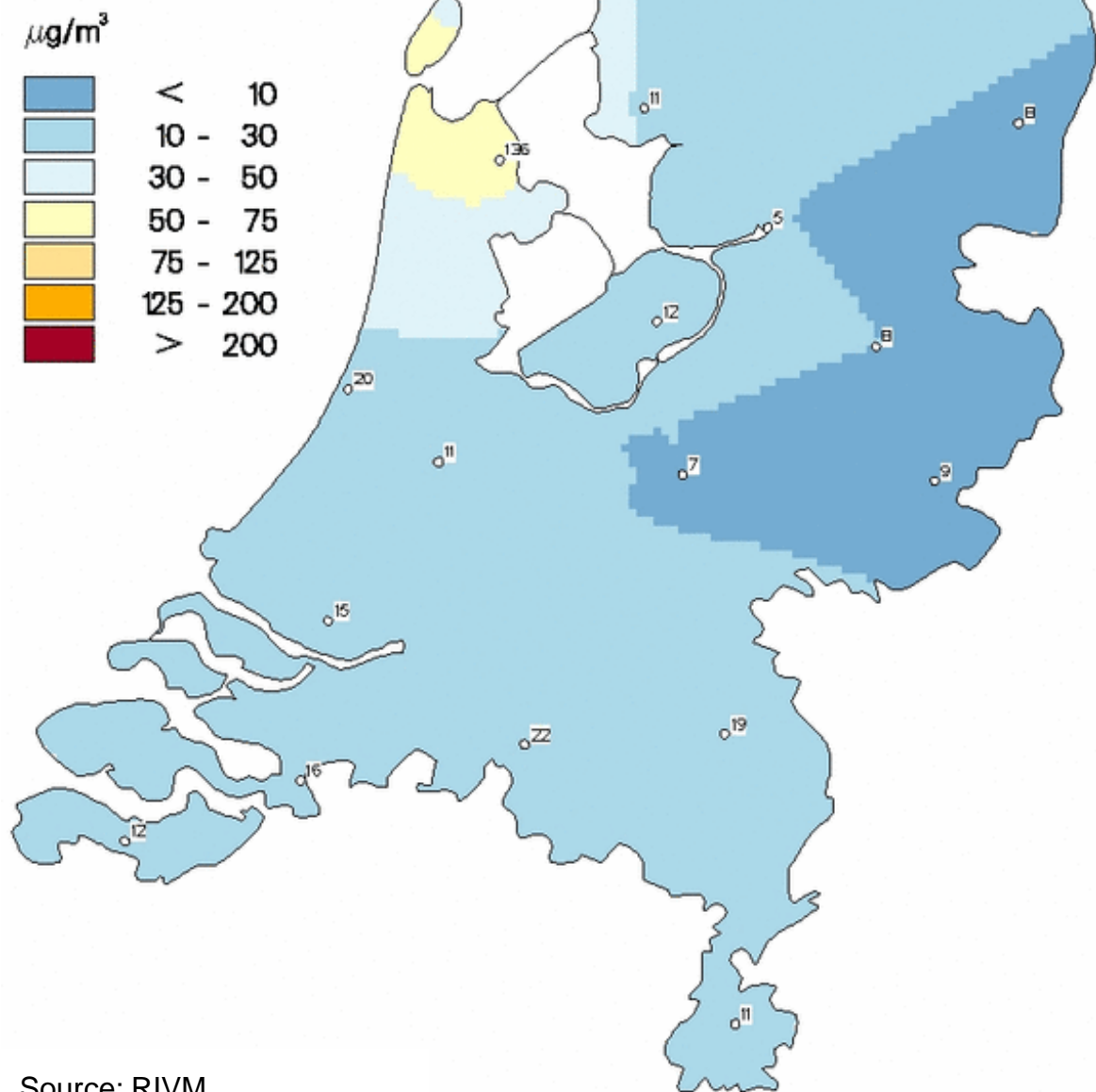
Premature Mortality Due to Air Pollution (deaths per year per 1,000 km²)
 -1,000 -100 -10 -1 -0.1 0.1 1 10 100 1,000

1850-2000 - A Silva et al., Environ. Res. Lett. 8 (2013)

- Health Risks
- Economic impact
- Climate change



PM10: glijdend 24-h gemiddelden
7 oktober 2011
18.00 h.



Info is local

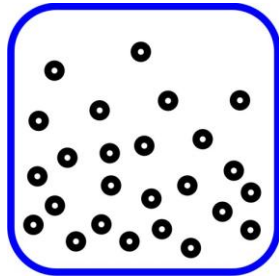
Moderate
coverage

Limited
number of
parameters

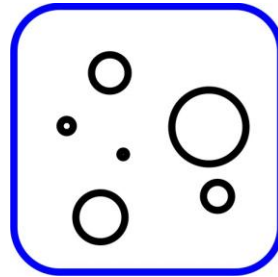


We need to know more about

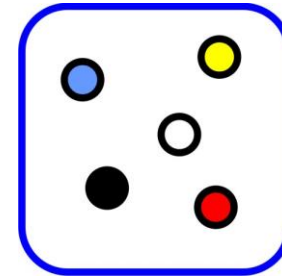
- the aerosols' properties



Number



Size



Composition

- the aerosol spatial and temporal distribution

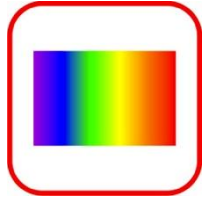


What is iSPEX?

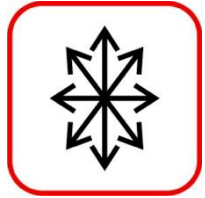
- iSPEX is an *experiment*
 - Many people carry smartphones, i.e. a highly portable **computer** with a decent **camera**, **GPS**, **compass**, **gyroscope** and **wireless data** transmission.
 - If a simple and cheap device is offered...
 - Are people interested to contribute?
 - If this works, the public could be served by better (Air Quality) information.
 - Educational tool
 - Outreach



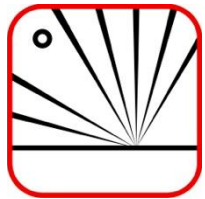
Spectropolarimetry



spectrum



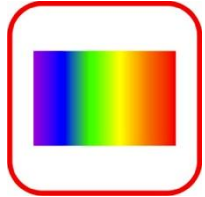
linear polarization



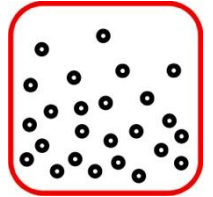
multiple scattering angles



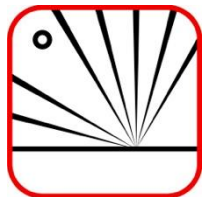
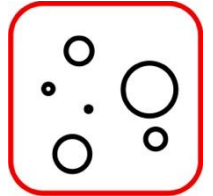
Spectropolarimetry



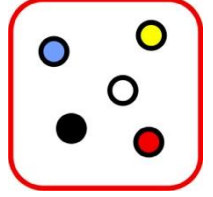
number density

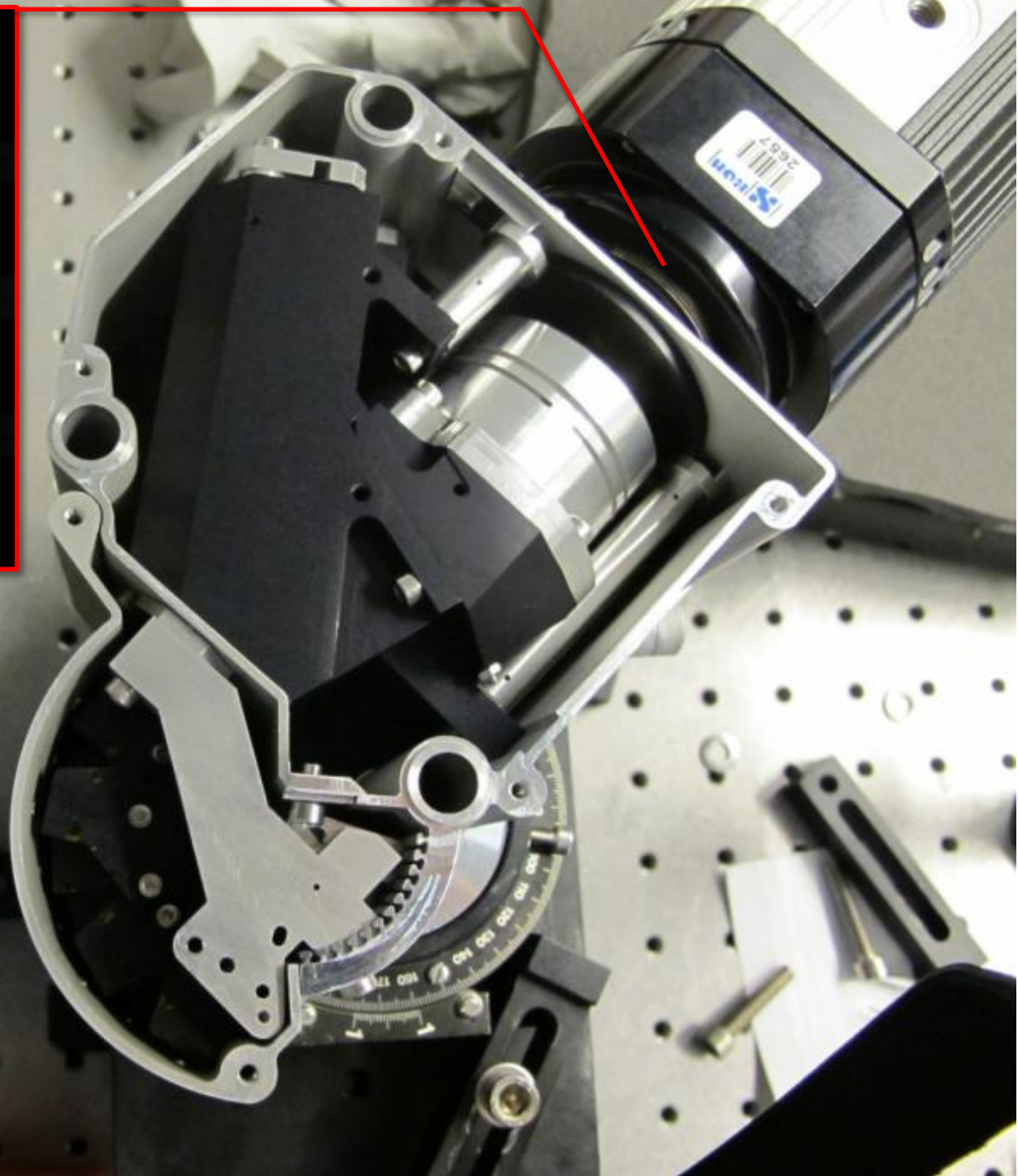
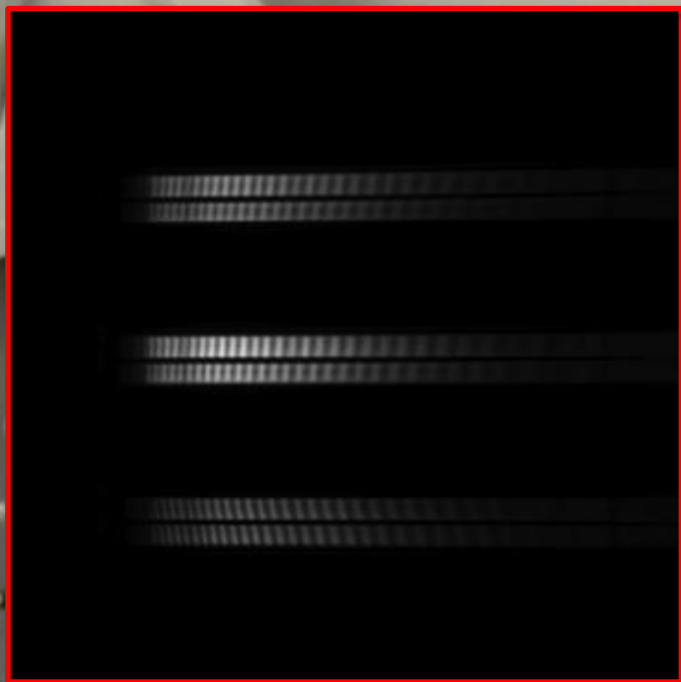


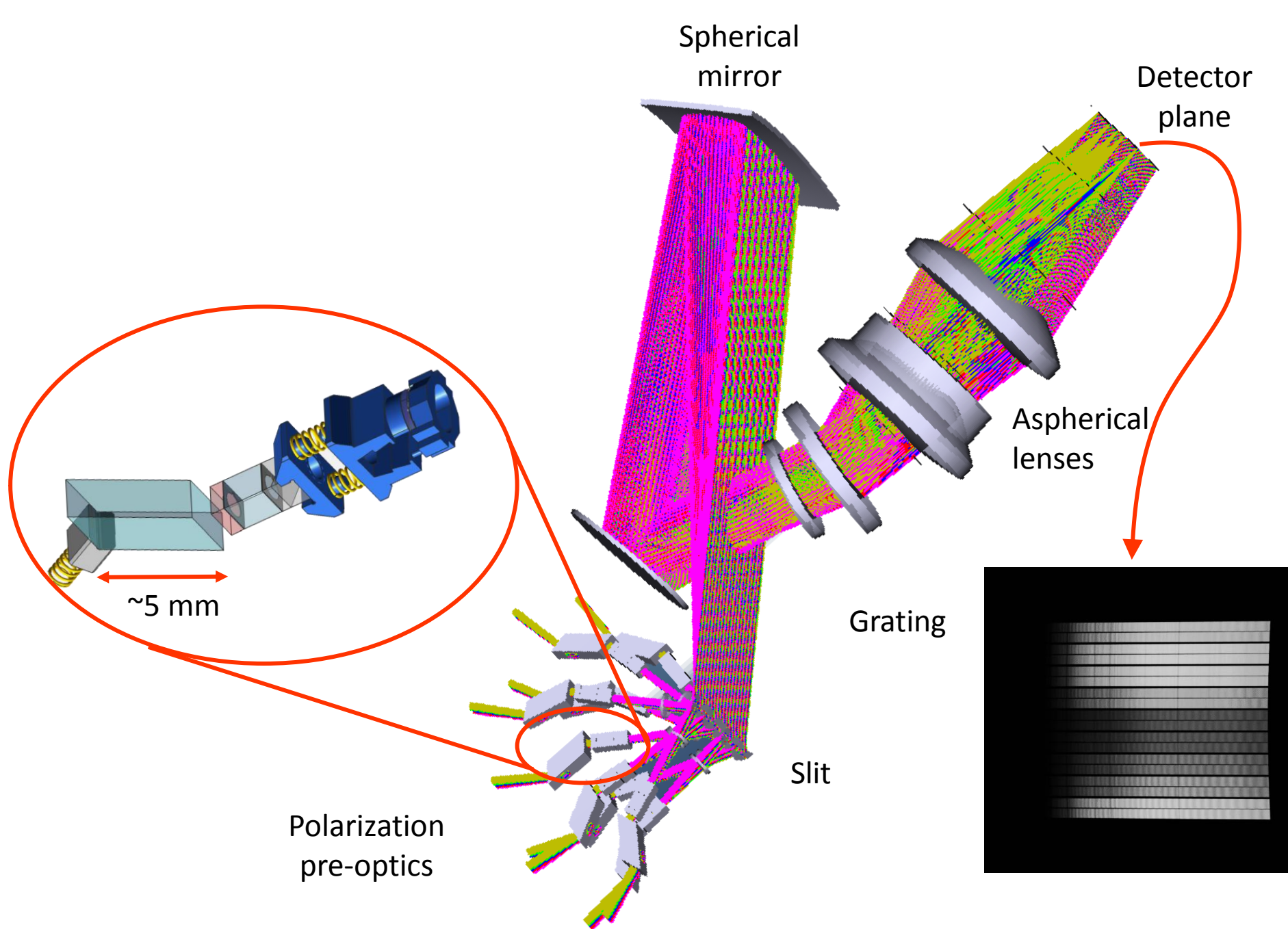
effective size



speciation







Courtesy of NOVA-ASTRON

Unpolarized light

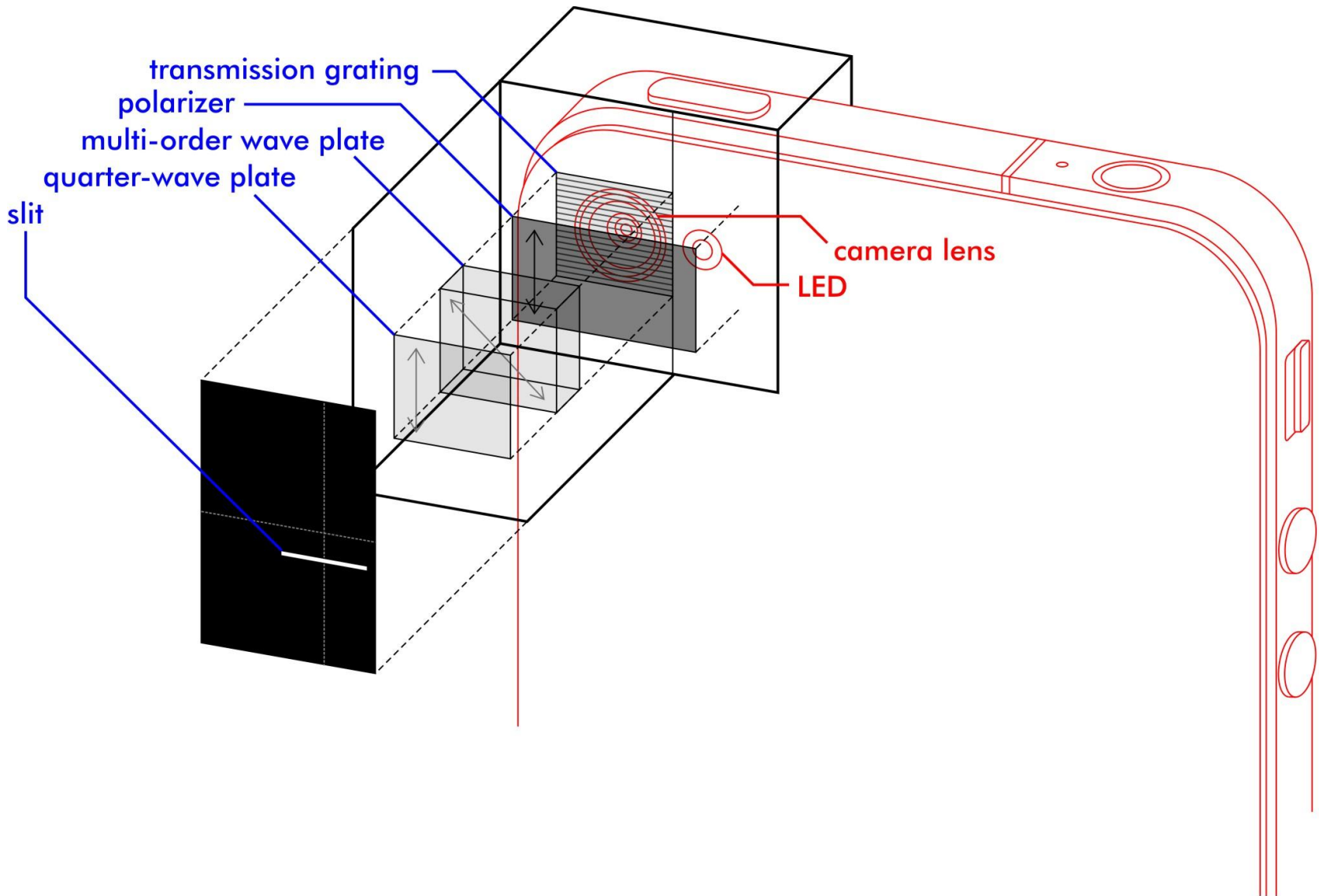


Polarized light





Concept





Prototype







Cabauw
 51°51'12.00" N
 4°55'34.48" E



Utrecht
 52°5'24.51" N
 5°6'34.79" E



Eindhoven
 51°26'28.11" N
 5°29'11.00" E



Middelburg
 51°30'0.00" N
 3°37'0.00" E



Poperinge
 50°57'4.71" N
 3°47'35" E



Groningen
 53°25'5.00" N
 6°52'24.40" E



Den Haag
 52°4'13.79" N
 4°10'2.52" E



Amsterdam
 52°21'00" N
 4°53'00" E



Winnaar Academische Jaarprijs 2012



ACADEMISCHE
JAARPRIJS

WINNAAR ACADEMISCHE JAARPRIJS 2012

€ 100.000



nrc carrière

vpro

ntr

and others

U
University

ddk

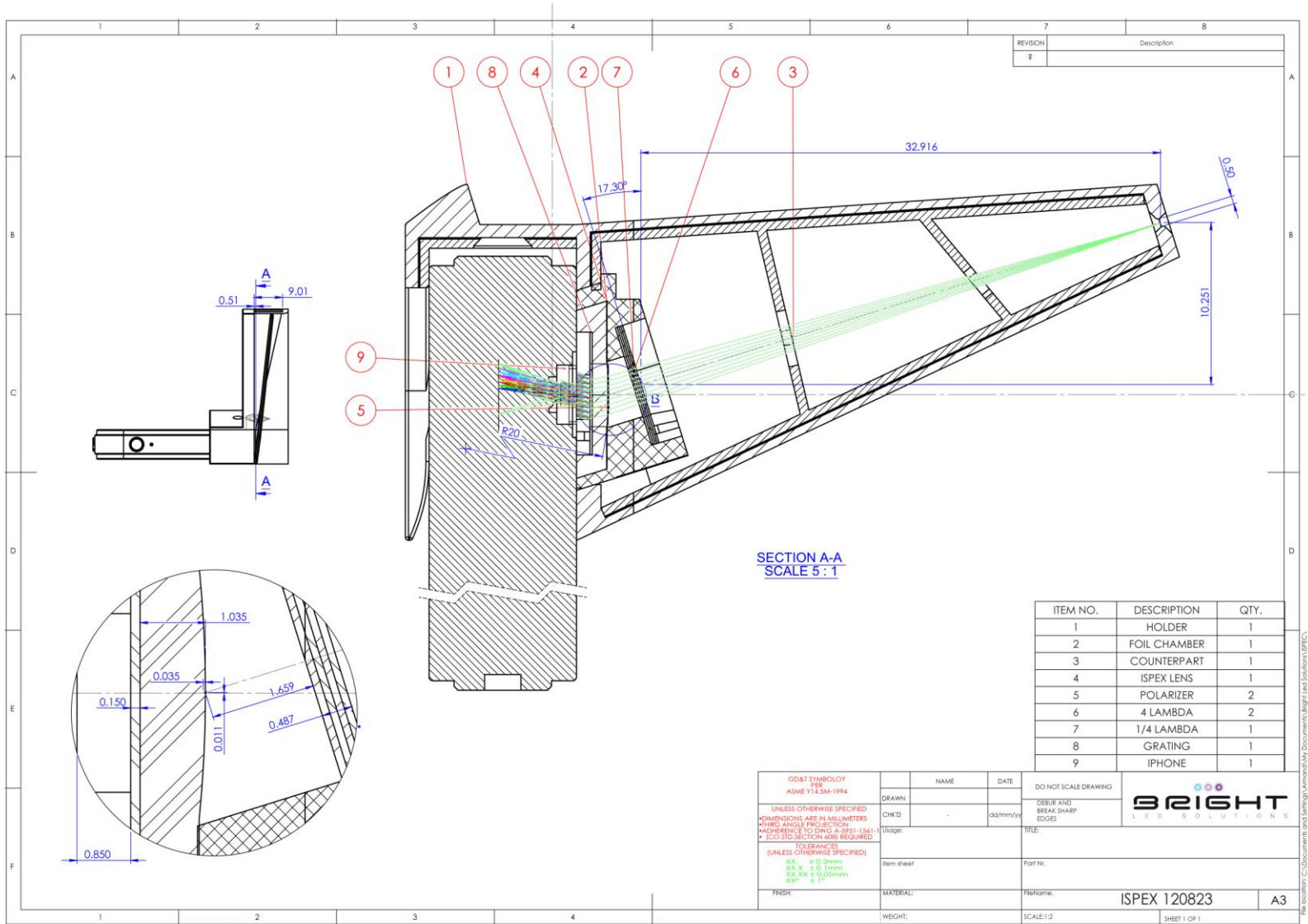


First National iSPEX Measurement Day

- Logistics
- Planning
- Communication



Production



| | | | | |
|---|--|------------|----------|-----------------------------------|
| GD&T SYMBOLOLOGY PPS ASME Y14.5M-1994 | | NAME | DATE | DO NOT SCALE DRAWING |
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS THIRD ANGLE PROJECTION REFERENCE TO DWG. A-3951-1561 (TO STD SECTION A&B) REQUIRED | | DRAWN | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES |
| FINISH: XXX ± 0.2mm XXX.X ± 0.1mm XXX.XXX ± 0.05mm XXX ± 1% | | CHK'D | dd/mm/yy | TITLE |
| TOLERANCE FIT (UNLESS OTHERWISE SPECIFIED) | | Usage: | | |
| | | Item sheet | | Part No. |
| | | MATERIAL: | | PartName |
| | | WEIGHT: | | SCALE: 1:2 |

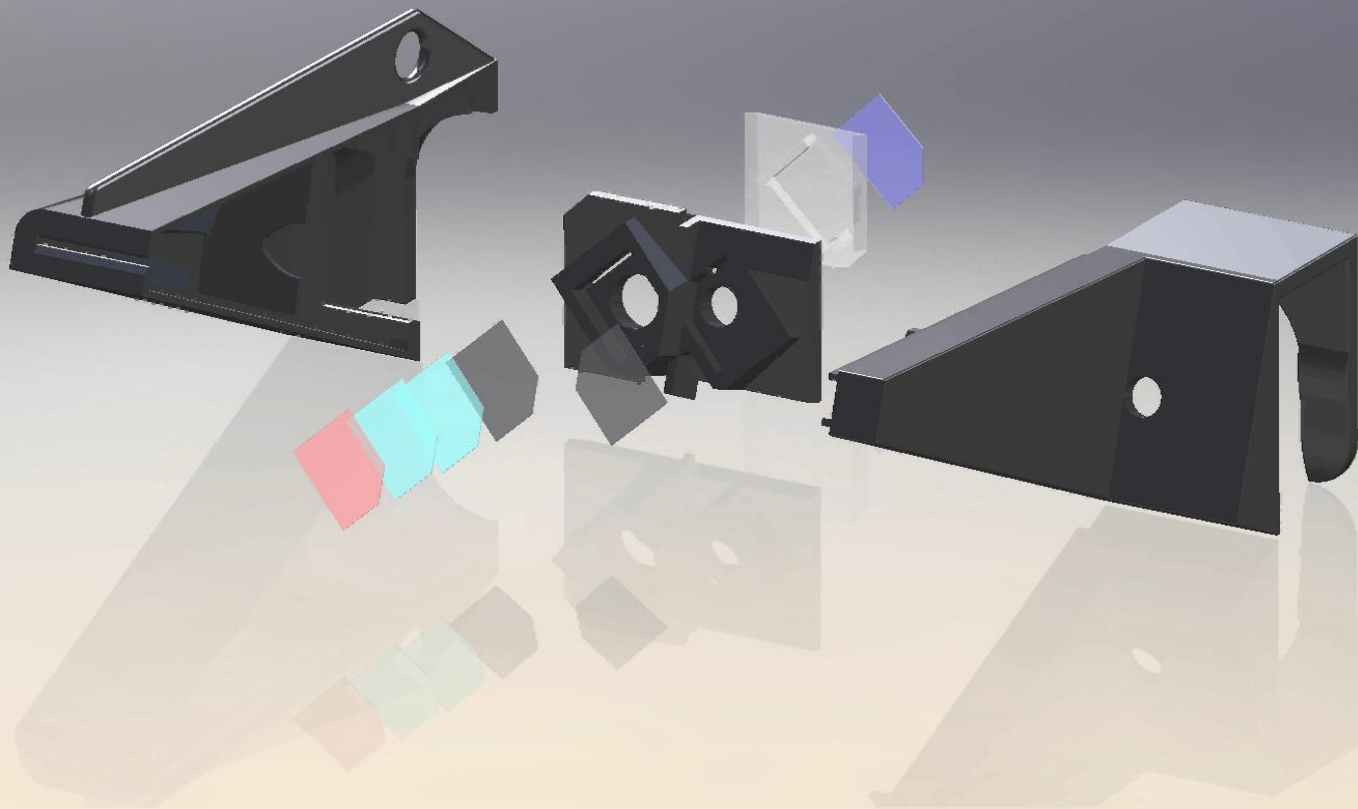


ISPEX 120823 A3

SHEET 1 OF 1



Production





Production



1. Positie Ejectorhoofding
 Het Ejectorhoofd moet goed worden vastgezet op de motor. Het Ejectorhoofd moet goed worden vastgezet op de motor. Het Ejectorhoofd moet goed worden vastgezet op de motor.

2. iSPEX montage
 Het iSPEX moet goed worden vastgezet op de motor. Het iSPEX moet goed worden vastgezet op de motor. Het iSPEX moet goed worden vastgezet op de motor.

3. Heestprocedure
 Het heestproces moet goed worden uitgevoerd. Het heestproces moet goed worden uitgevoerd. Het heestproces moet goed worden uitgevoerd.

4. Delen
 Het delen van de motor moet goed worden uitgevoerd. Het delen van de motor moet goed worden uitgevoerd. Het delen van de motor moet goed worden uitgevoerd.

Zelf aan de slag
 Je kunt zelf de motor vervangen dat je tracht niet te dicht bij de motor te komen. Het is belangrijk om de motor goed te vervangen. Het is belangrijk om de motor goed te vervangen.

Gezonde tankpak
 Het Longfonds met goede buitenlucht, zodat gezonde longen met zuik worden en mensen met longziekten rustig zaken. Bij ons velen mensen en hun gezondheid voorop. We weten dat geen nieuwe scholen het meest een drukke verhuizing. We zetten over een beter arrangement in Nederland en een gezond beleid voor luchtvaart. Project iSPEX kan daar enorm bij helpen!

Bidragen aan schone lucht en goedkoop rijden?
 CNG Net gaat voor schone mobiliteit in Nederland. U kunt bij onze ruim 50 CNG-tankstations in Nederland CNG tanken. Een brandstof die niet alleen erg schoon is, maar ook nog eens erg goedkoop.

Wist u dat?
 U voor € 30,- van Amsterdam naar Parijs rijdt op CNG en nagenoeg geen fijnstof uitstoot!

Op onze site www.cngnet.nl/iSPEX vindt u meer informatie over de brandstof CNG en waarom CNG Net hoofdpartner is van iSPEX. CNG Net geeft ook nog eens €100,- terug op uw CNG-tankkaart als u in een CNG-overrijd gebied rijdt voor 1 juli 2014. Ze achterblijft voor meer informatie.

Het verbruik van € 120,- CNG kunt u tot 1 juli 2014 terugkrijven bij CNG Net. CNG kunt u alleen tanken op een CNG-tankstation en tanken op een CNG-tankstation. Het verbruik van € 120,- CNG kunt u tot 1 juli 2014 terugkrijven bij CNG Net. CNG kunt u alleen tanken op een CNG-tankstation en tanken op een CNG-tankstation.

CNG8502
 Het verbruik van € 120,- CNG kunt u tot 1 juli 2014 terugkrijven bij CNG Net. CNG kunt u alleen tanken op een CNG-tankstation en tanken op een CNG-tankstation.

10.000 units produced and distributed



Voorheen
Astma Fonds

AVANTES
solutions in spectroscopy

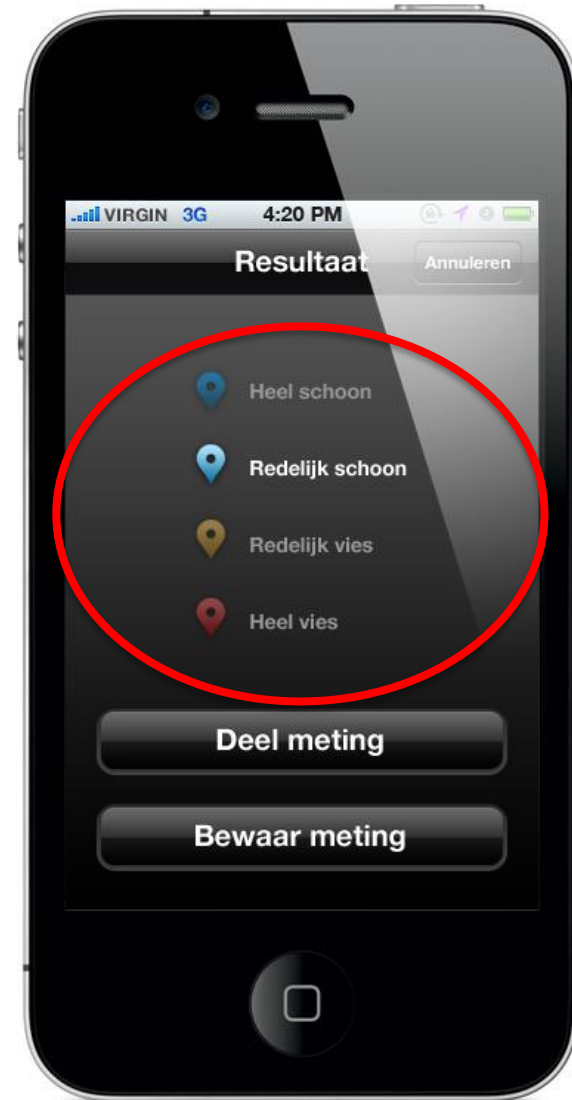


C | N | G Net



App

<https://itunes.apple.com/app/ispeX/id584360175>

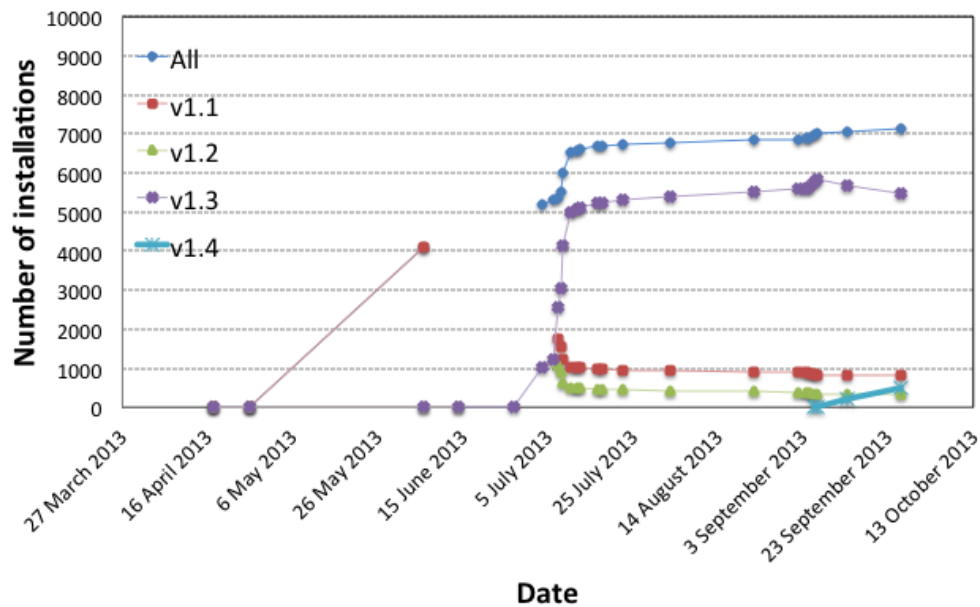




meet fijnstof met je smartphone



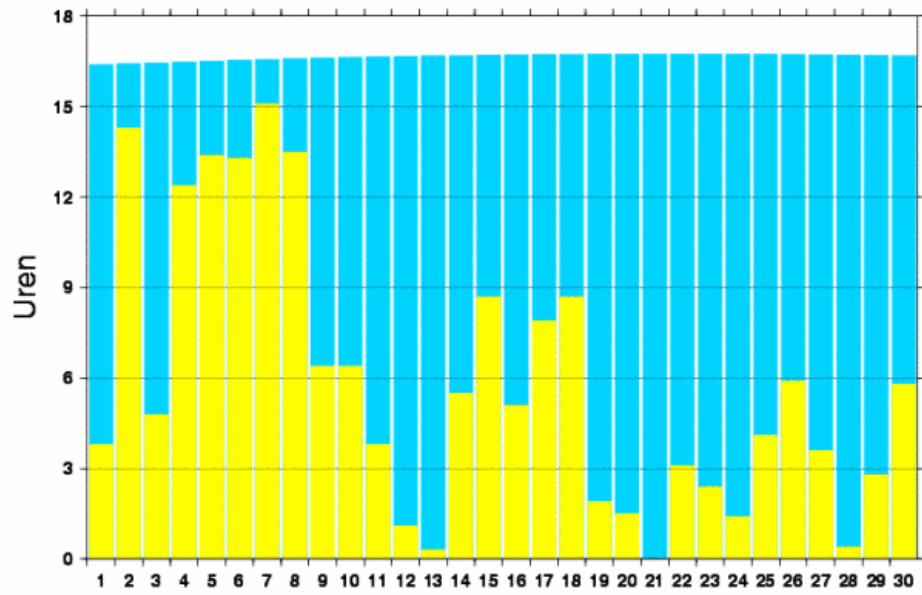
iSPEX App Installations





Aantal uren zonneshijn
De Bilt, juni 2013

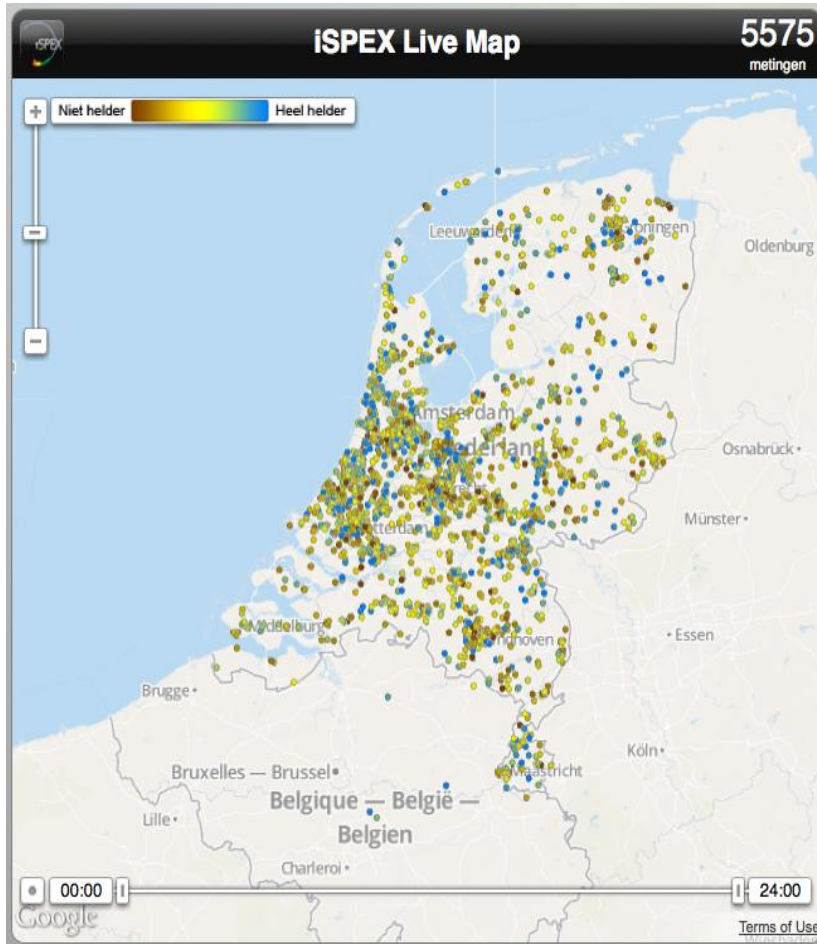
Maandsom: 177 uur (35%)
Normaal: 194 uur (39%)



© 2013, KNMI Klimaatdata en -advies

Langst mogelijke duur **Etmaalsom**

8 July 2013



5 September 2013





Sterrenkundige Stephanie Heikamp van de Universiteit Leiden doet een fijnstofmeting met haar iSpex. Links: de proefkubus met de apparatuur. Rechts: Heikamp met de iSpex aan het werk.



Wil van den Broek (rechts) doet een iSpex-meting met zijn iPhone. Links: de proefkubus met de apparatuur.



René Martens deed een iSpex-meting met zijn iPhone. Links: de proefkubus met de apparatuur. Rechts: Martens met de iSpex aan het werk.

Massaal meten met je smartphone

smartphone

Reportage Fijnstofonderzoek

Het was lang wachten, op een zo strakblauwe lucht dat fijnstof meten met duizenden smartphones tegelijk zin zou hebben. Maandag was het zover.



De iPhone app voor het meten van de fijnstofconcentratie in de lucht. De app wordt geïnstalleerd op duizenden smartphones tegelijkertijd.

Maandag was het zover. Het was lang wachten, op een zo strakblauwe lucht dat fijnstof meten met duizenden smartphones tegelijkertijd zin zou hebben. Maandag was het zover.

50

De overheid heeft de maximale Inhoudswaarde voor de fijnstof per kubieke meter in de atmosfeer vastgesteld. De dagelijkse norm is 50 microgram en de dag maximaal 35 dagen per jaar worden overschreden.

door Maartje Huijgen... Breda - Nieuw, eindelijk gezegd had hij het. Fijnstof verwacht dat dat hij met zijn duizend gemeten. 'Ik woon relatief dicht bij de snelweg en de sportvelden. Ik ging even uit dat er daarom meer fijnstof in de lucht zou zitten. De hoeveelheid die ik tot nu toe heb gemeten viel me mee. De lucht is hier redelijk schoon.' René Martens, doent natuurkunde op de Stedelijk Gymnasium in Breda, is een van de duizenden deelnemers aan het wetenschapspjeet project iSpex. In onder andere de Universiteit Leiden en het RIVM. In heel Nederland hebben gisteren meten met hun iPhone een speciaal opgestelde...

Ernoedig apparaat je voor groot schied meten

De iPhone is het meest gebruikte apparaat ter wereld. Het kan nu worden gebruikt om de fijnstofconcentratie in de lucht te meten. Dit wordt mogelijk gemaakt door de iSpex-app.

VANDAAG 3



Wil van den Broek deed een iSpex-meting met zijn iPhone. Links: de proefkubus met de apparatuur. Rechts: Broek met de iSpex aan het werk.

'Minder fijnstof in Breda dan verwacht'

René Martens had verwacht een hogere concentratie fijnstof te meten. Foto: Ron Magië/Nettofoto

fijnstof van weinig tot veel. In de rest van West-Braabant is het vergelijkbaar, zij het dat op sommige plekken ook schone lucht wordt gemeten. 'Ik ben geïnteresseerd in de wetenschap', verklaart Martens zijn deelname aan het project. 'Vooral op milieugebied en technologie. Dit is een heel eenvoudige manier om te zien of je de draagvlak voor wetenschappelijk onderzoek krijgt. De app is een leuke manier om te zien of de draagvlak voor wetenschappelijk onderzoek is. Martens heeft in de Haagse Breda op verschillende tijdstippen metingen verricht. De uitkomsten zijn eromheen gestippeld. De lucht...

iphones meten stof

AMSTERDAM. Enkele duizenden Nederlanders hebben gisteren met hun iPhone gemeten hoeveel fijnstof in de lucht zit. Daarvoor gebruikten ze een speciaal ontwikkeld tuitje dat op de fotocamera van de iPhone past. De meting is een initiatief van vijf Nederlandse onderzoeksinstituten. Zij onderzoeken of burgers met telefoons een aanvulling zijn voor het bestaande meetnet voor fijnstof. Dit iSpex-project won vorig jaar de Academische Jaarprjs. (NRC)

Goede dag voor meting iSpex

Heldere dag voor Leiden, Haarlemmermeer en Haarlem. Analyse gegevens duur enkele maanden * server traag

Witold Gines... Cabauw... Leiden... Stierkens... 'Ling moet zijn afgevoerd...'

Stelling

75% ja
25% nee
0% onen

Metropool

De nieuwe stelling

Ken uitpak bij rijstwordstrijden

Hindeloer kanten van... De nieuwe stelling... Ken uitpak bij rijstwordstrijden...

Lezers even wetenschappers

Deelnemers meten... Lezers even wetenschappers... Deelnemers meten...

Is het tai chi of zijn ze bezig met wetenschap?

Is het tai chi of zijn ze bezig met wetenschap? Deelnemers meten...

Burger speelt naar vuiltoes in de lucht

Daarom hebben wetenschappers moeten wachten op een stralende dag met stabiel weer. Gisteren was het zover. Het was lang wachten, op een zo strakblauwe lucht dat fijnstof meten met duizenden smartphones tegelijkertijd zin zou hebben. Maandag was het zover.

Van menschen die lijden aan astma is fijnstof heel erg vervelend

Daarom hebben wetenschappers moeten wachten op een stralende dag met stabiel weer. Gisteren was het zover. Het was lang wachten, op een zo strakblauwe lucht dat fijnstof meten met duizenden smartphones tegelijkertijd zin zou hebben. Maandag was het zover.

De nieuwe stelling

Ken uitpak bij rijstwordstrijden

Lezers even wetenschappers

Deelnemers meten... Lezers even wetenschappers... Deelnemers meten...

Is het tai chi of zijn ze bezig met wetenschap?

Is het tai chi of zijn ze bezig met wetenschap? Deelnemers meten...

Lezers even wetenschappers

Deelnemers meten... Lezers even wetenschappers... Deelnemers meten...

Is het tai chi of zijn ze bezig met wetenschap?

Is het tai chi of zijn ze bezig met wetenschap? Deelnemers meten...

Lezers even wetenschappers

Deelnemers meten... Lezers even wetenschappers... Deelnemers meten...

Is het tai chi of zijn ze bezig met wetenschap?

Is het tai chi of zijn ze bezig met wetenschap? Deelnemers meten...

Lezers even wetenschappers

Deelnemers meten... Lezers even wetenschappers... Deelnemers meten...

Is het tai chi of zijn ze bezig met wetenschap?

Is het tai chi of zijn ze bezig met wetenschap? Deelnemers meten...

Lezers even wetenschappers

Deelnemers meten... Lezers even wetenschappers... Deelnemers meten...

Is het tai chi of zijn ze bezig met wetenschap?

Is het tai chi of zijn ze bezig met wetenschap? Deelnemers meten...

Lezers even wetenschappers

Deelnemers meten... Lezers even wetenschappers... Deelnemers meten...



Some Measurement day statistics

8 July

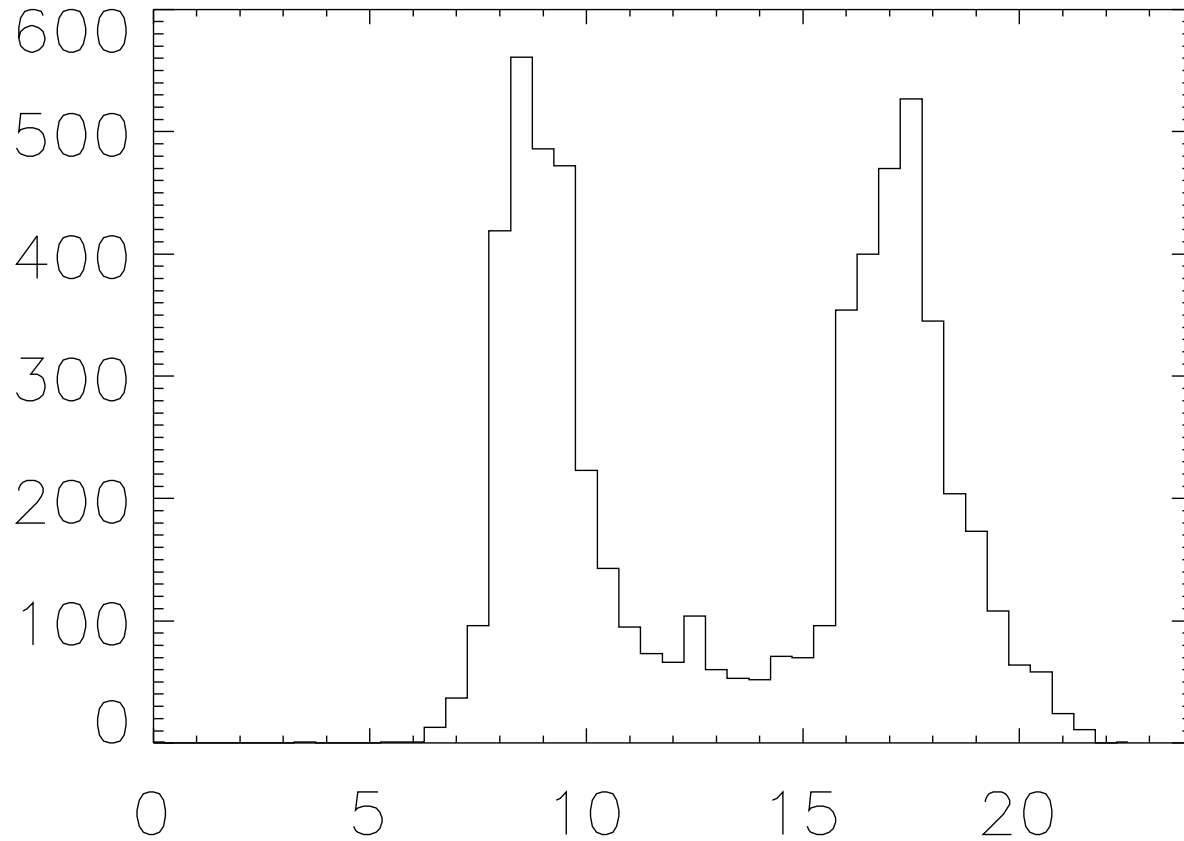
- Total number of measurements : 6007
 - 5971 in the Netherlands
- Total number of pictures transmitted : 114624
- Distribution different devices:
 - iPhone 4 : 2227
 - iPhone 4s : 2240
 - iPhone 5 : 1504



Some Measurement day statistics

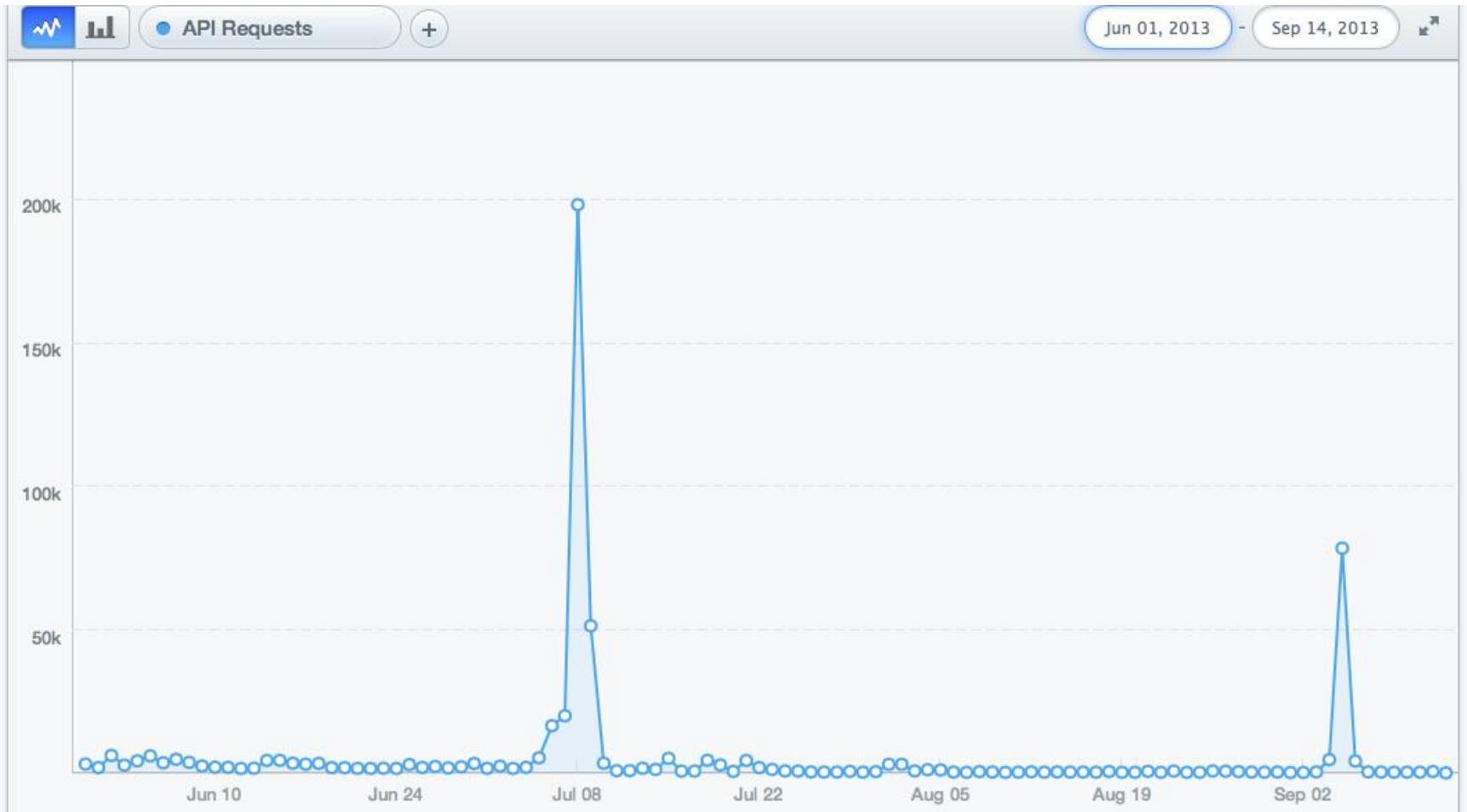
8 July

Measurements during the day



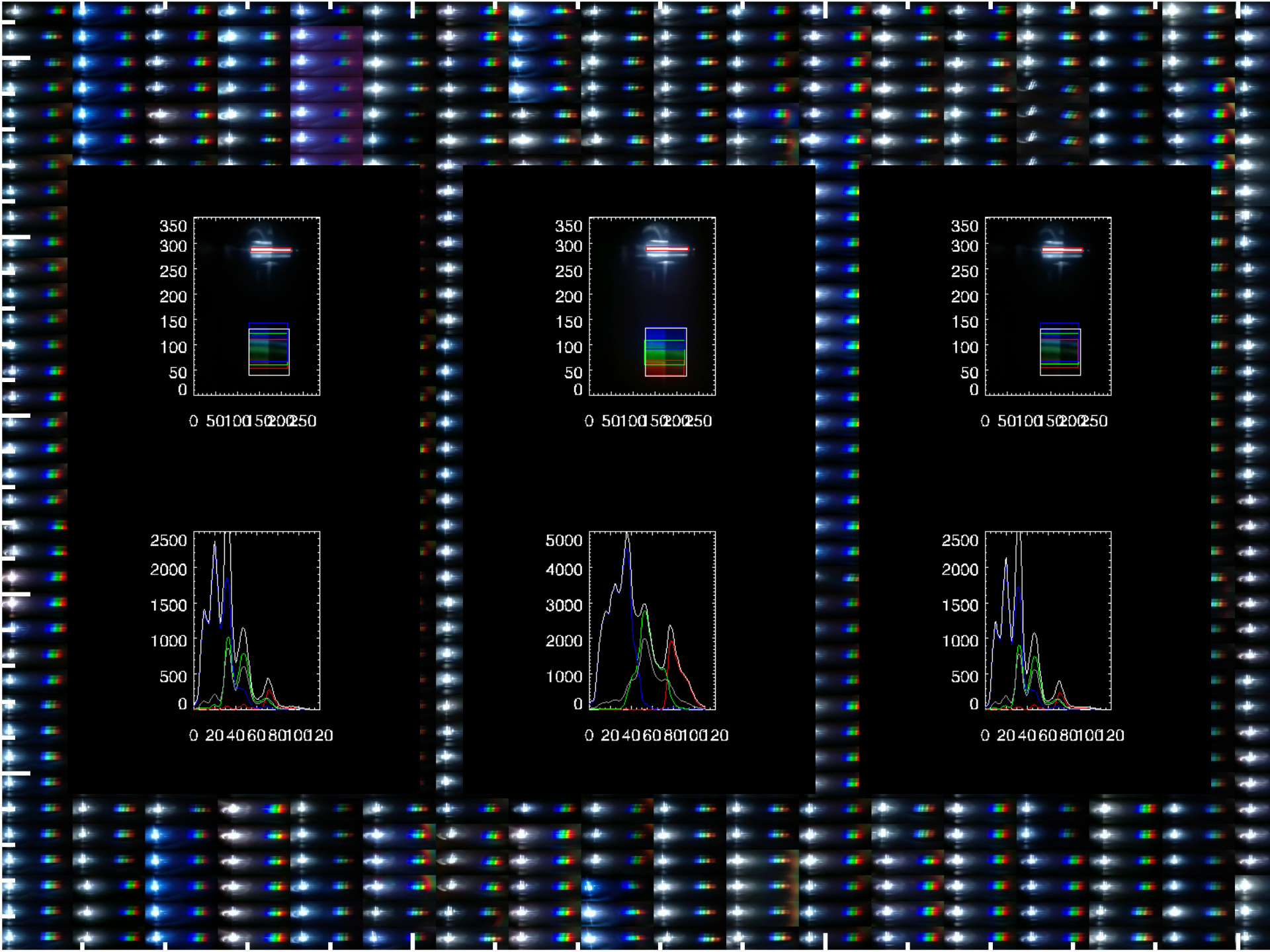


Measurement activity

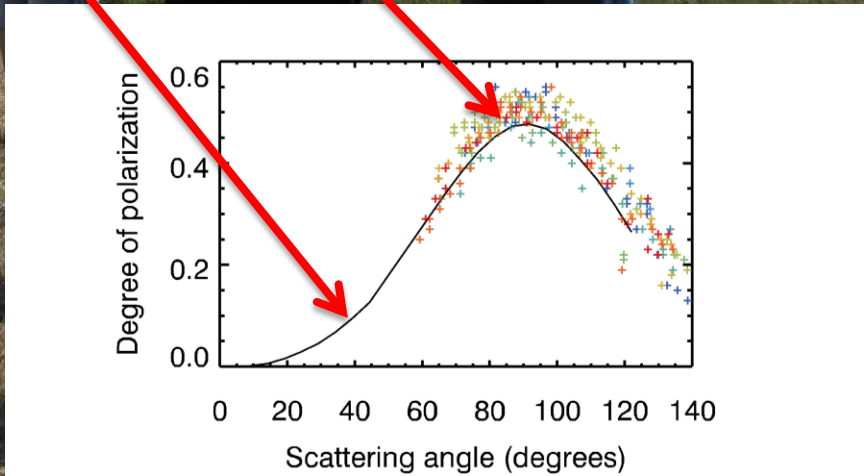
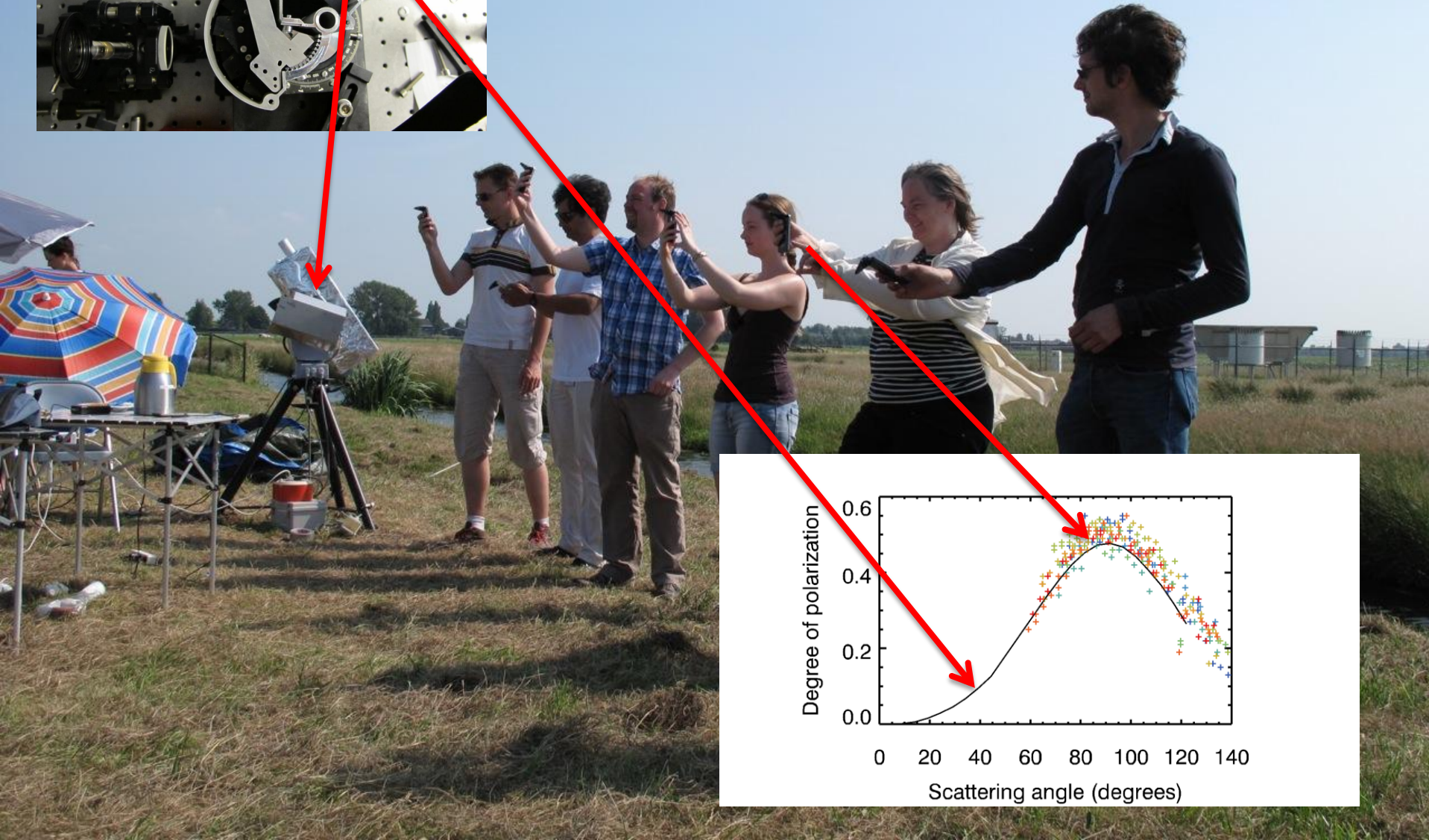
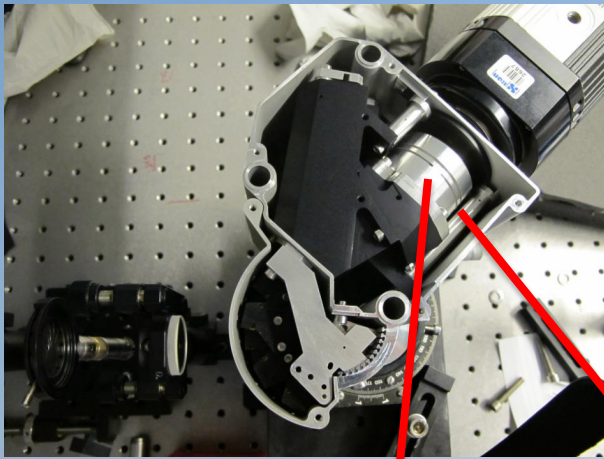


8 July 2013

5 September 2013



Very preliminary quality check



CESAR Observatory

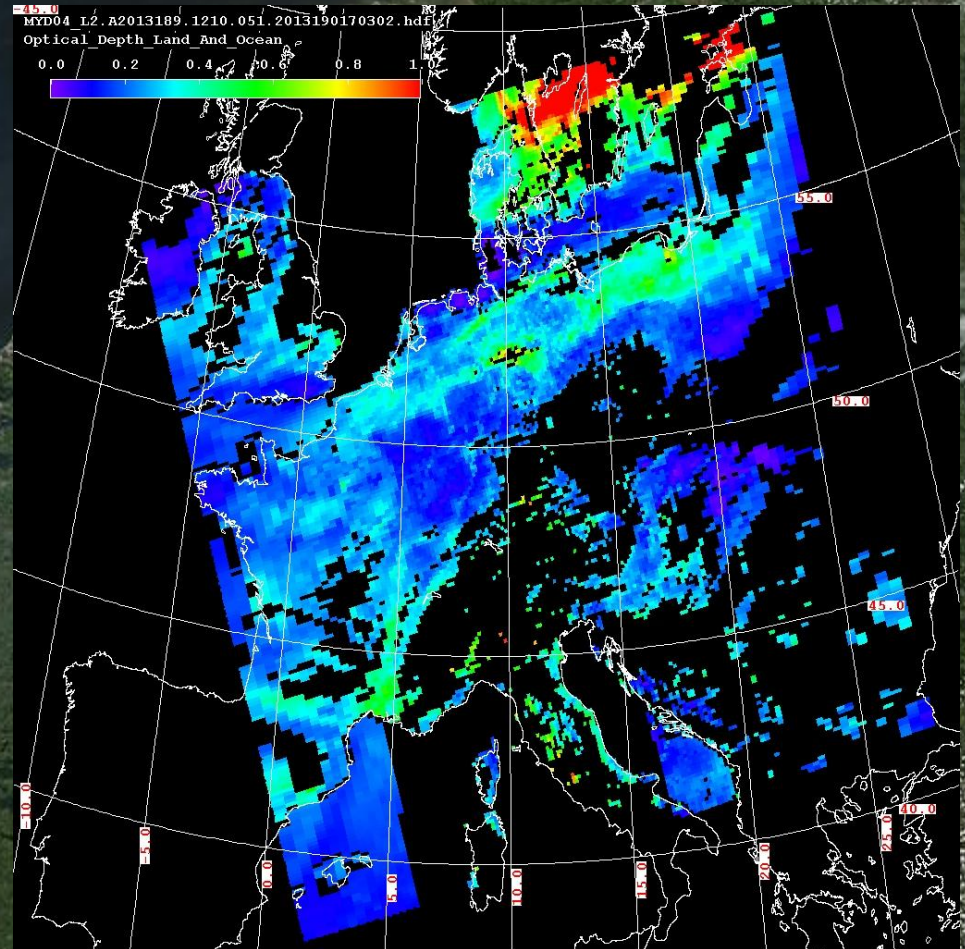
Cabauw Experimental site for Atmospheric Research
A "Field Laboratory"



Satellite

8 July 2013

MODIS/AQUA
12:10 UTC



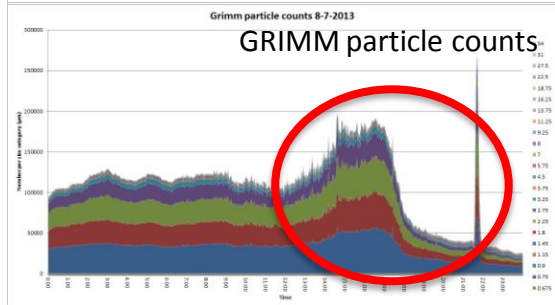
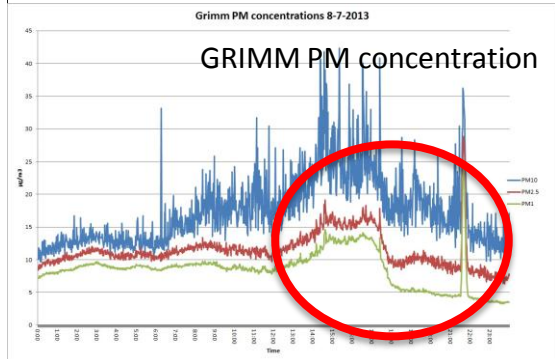
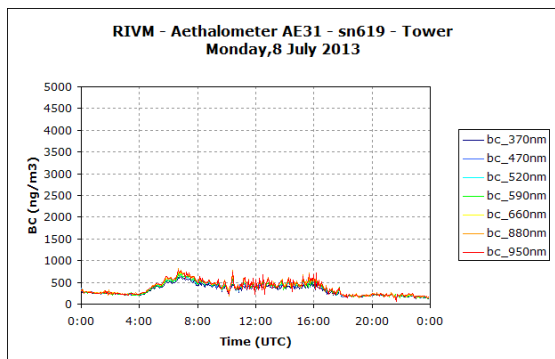
MODIS/AQUA AOD



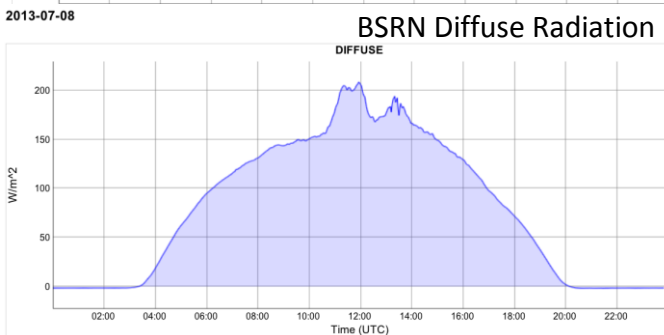
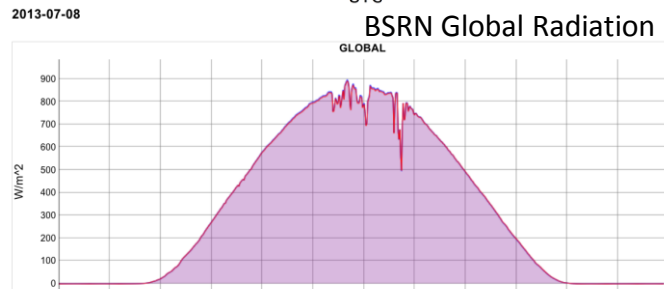
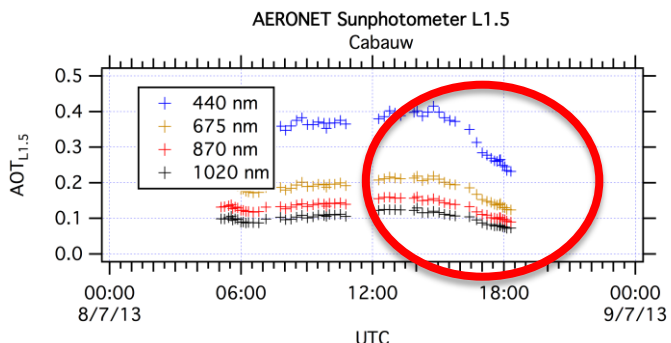
Local measurements in Cabauw

8 July 2013

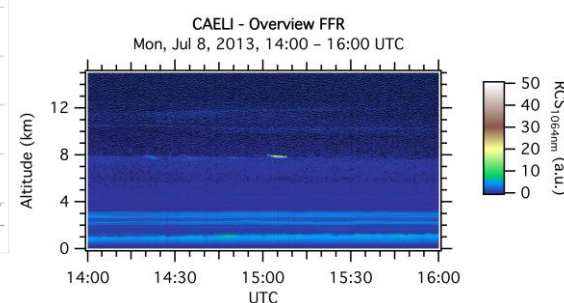
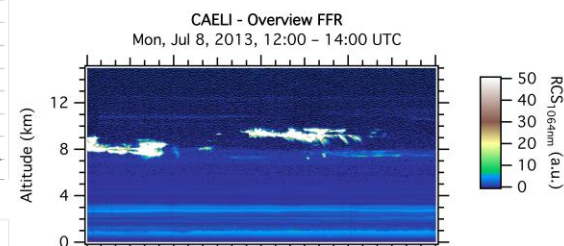
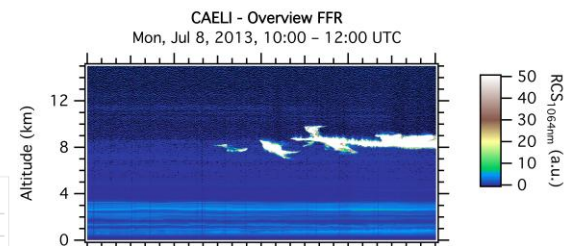
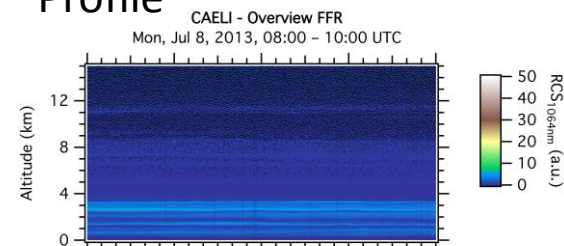
Ground level



Column



Profile

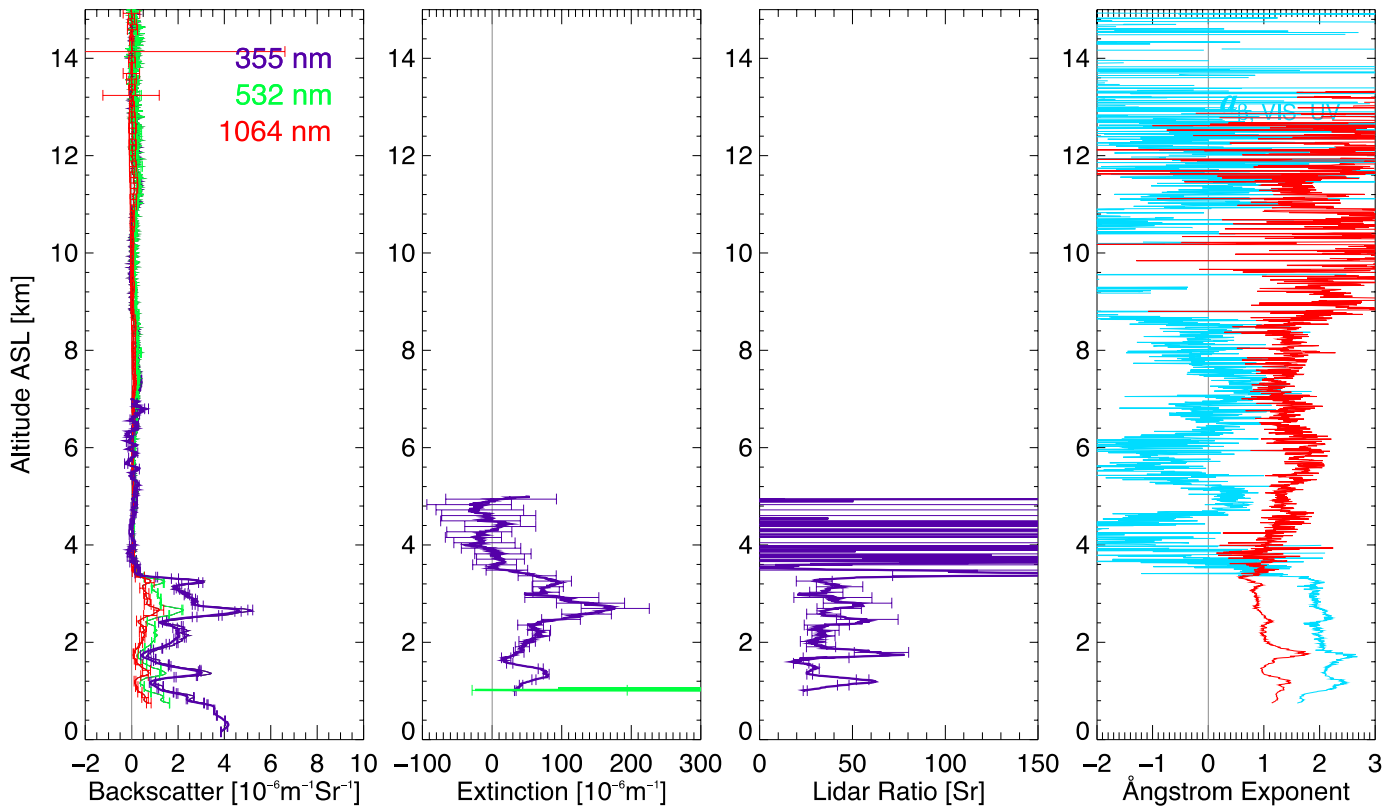




Detailed profile

8 July 2013

DATE: 20130708 TIME: 080007 – 100002 UT
STATION: Cabauw, The Netherlands



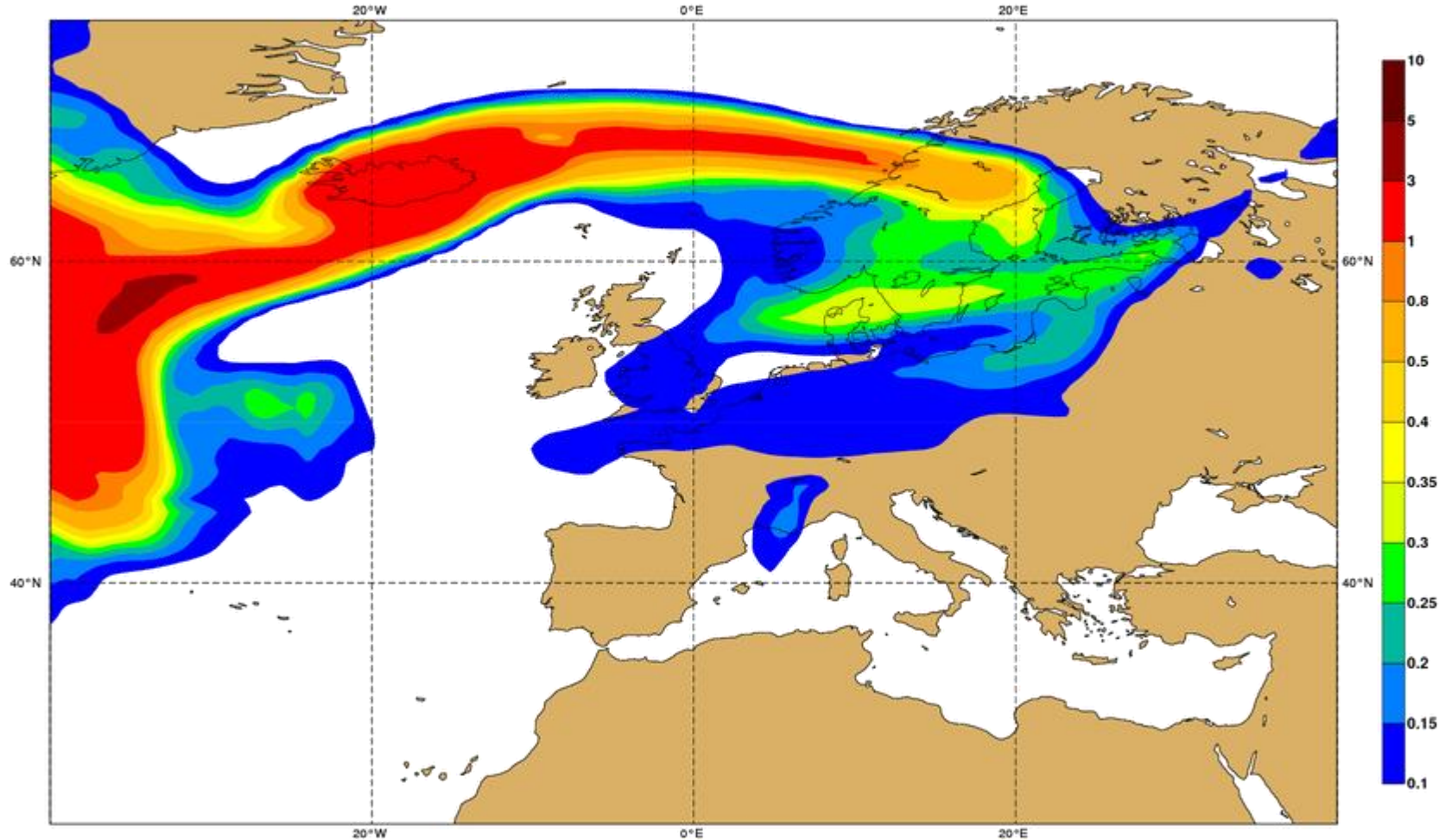
Raman lidar data shows at least 50% of AOD is in elevated layers



Model

8 July 2013

Monday 8 July 2013 00UTC MACC Forecast t+012 VT: Monday 8 July 2013 12UTC
Biomass Burning Aerosols Optical Depth at 550 nm



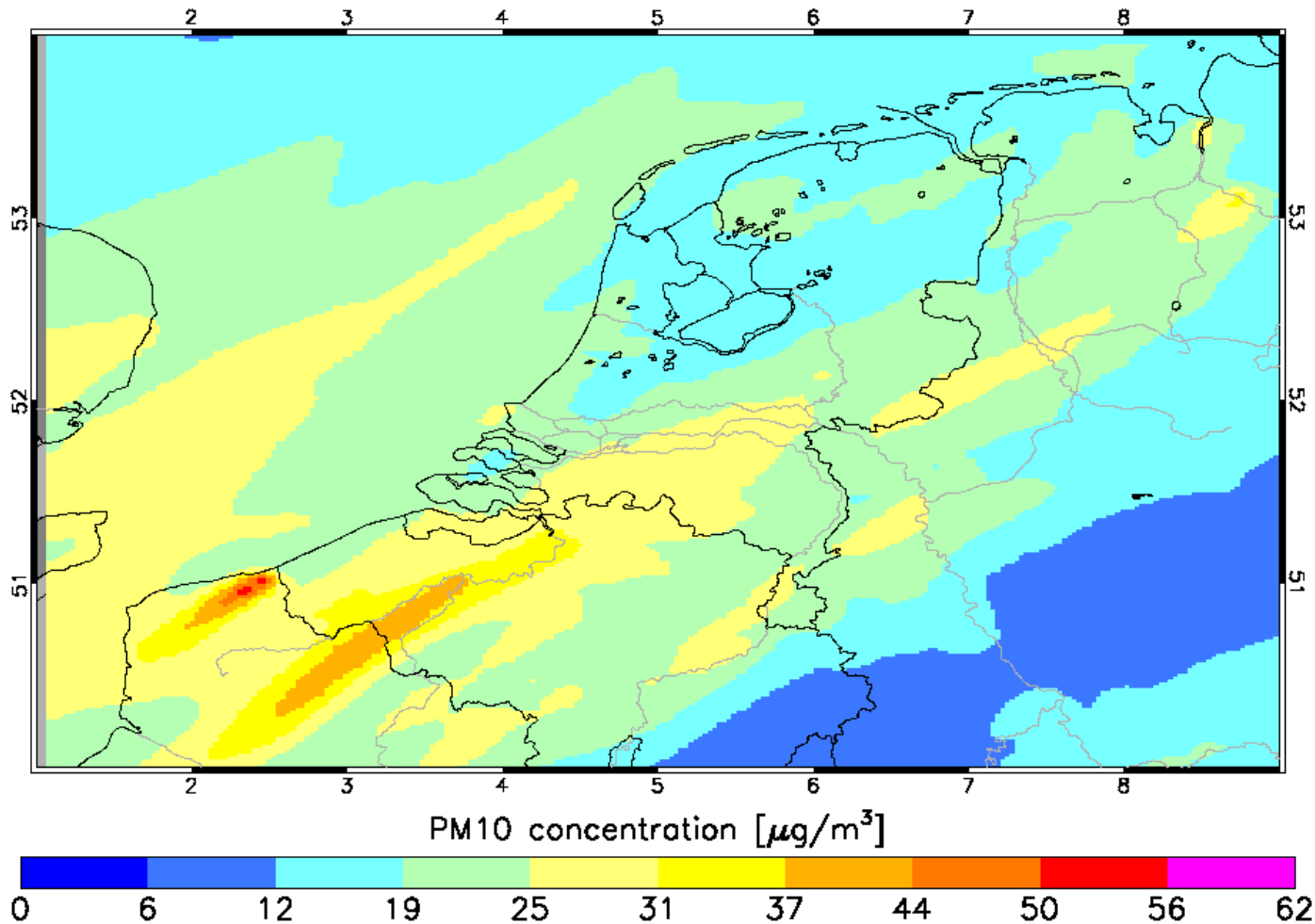


Model

8 July 2013

LOTOS-EUROS, PM10 average, AN, 08 Jul 2013

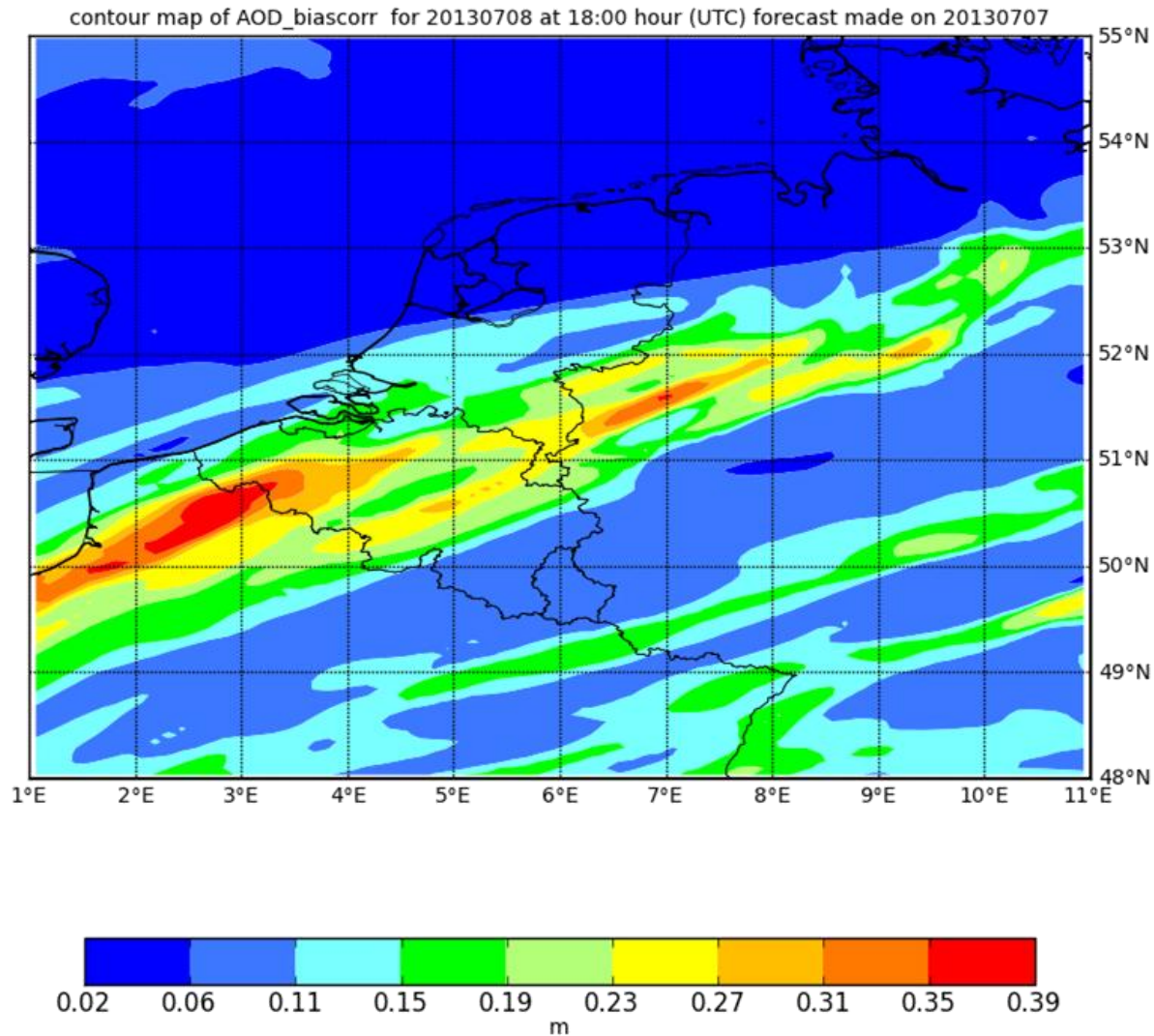
KNMI/RIVM/TNO





Model

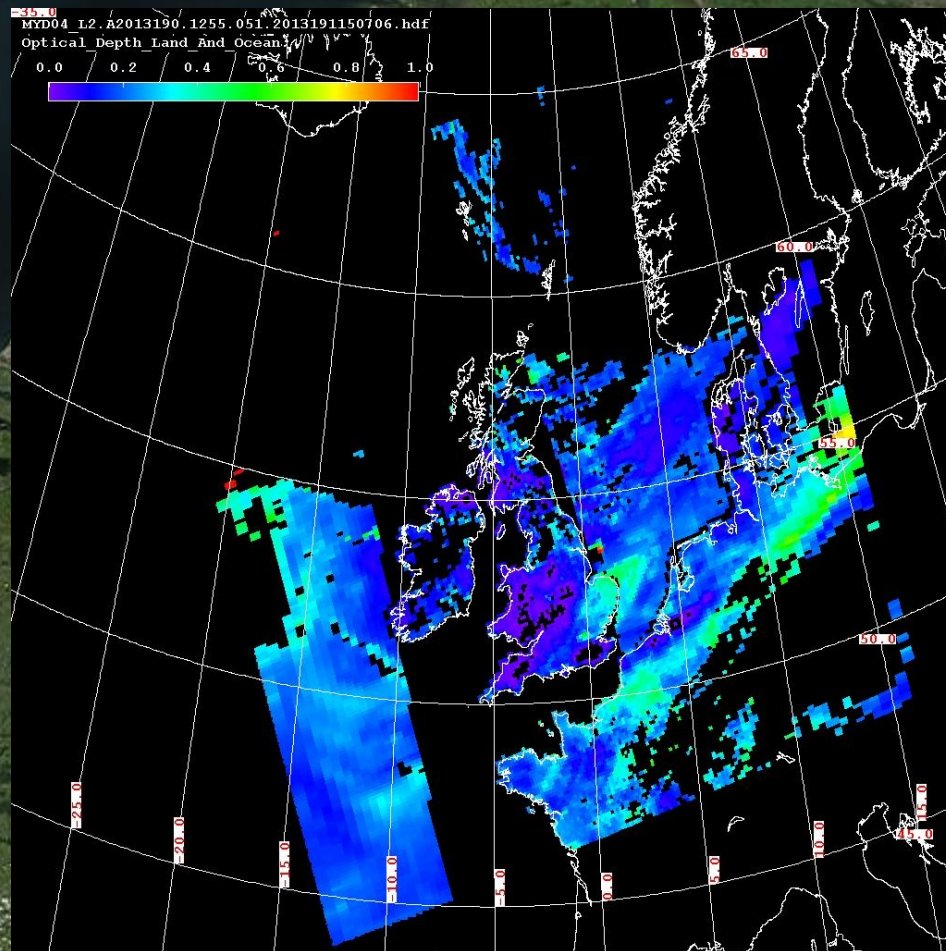
8 July 2013



Satellite

9 July 2013

MODIS/AQUA
12:55 UTC



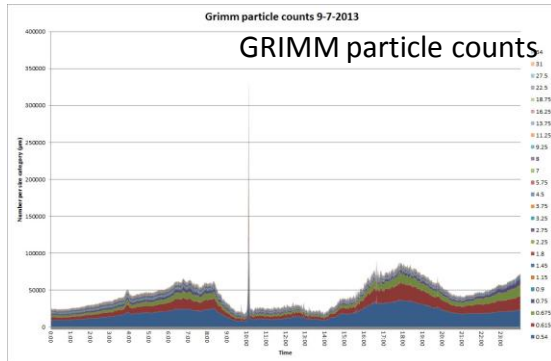
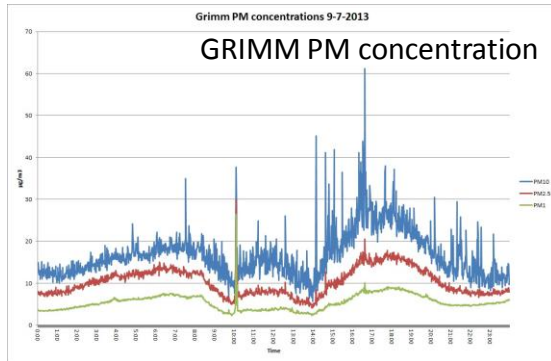
MODIS/AQUA AOD



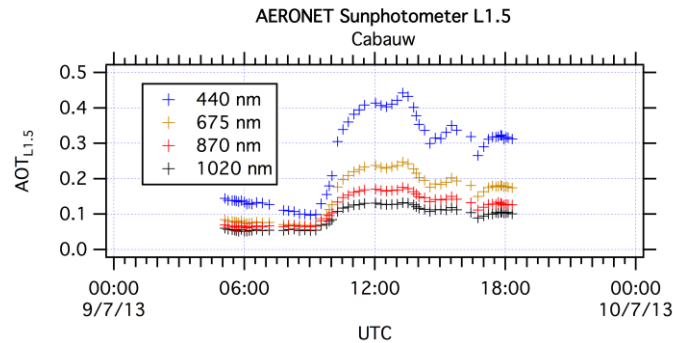
Local measurements in Cabauw

9 July 2013

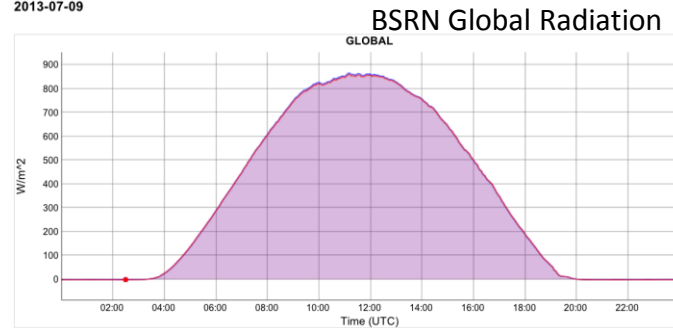
Ground level



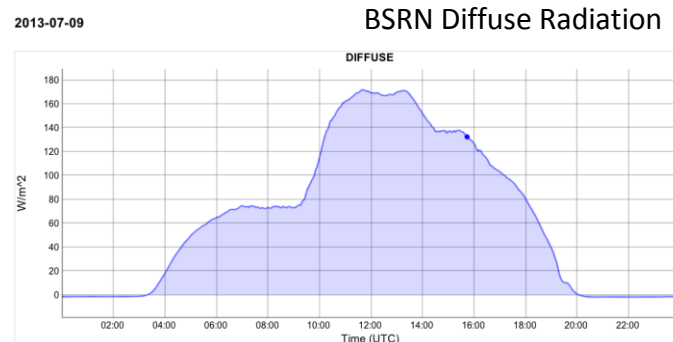
Column



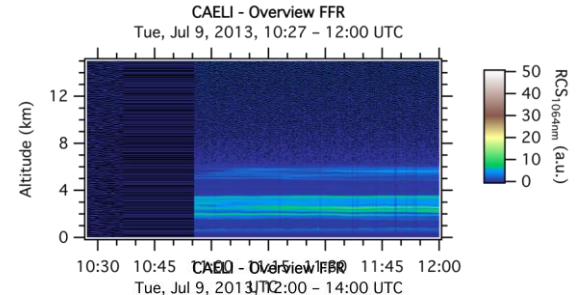
2013-07-09



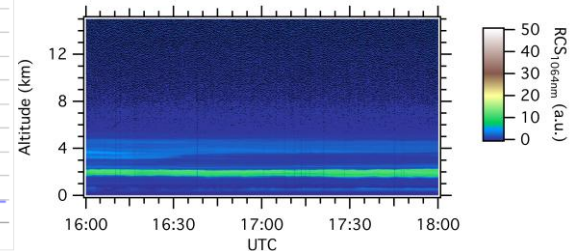
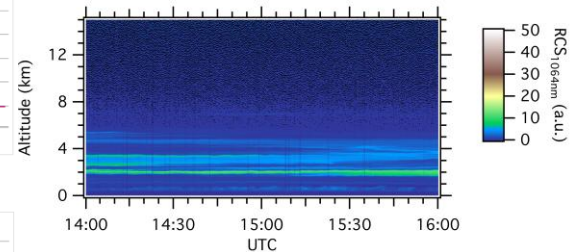
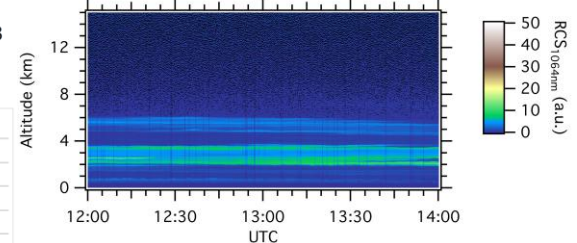
2013-07-09



Profile



CAELI - Overview FFR
Tue, Jul 9, 2013, 12:00 - 14:00 UTC

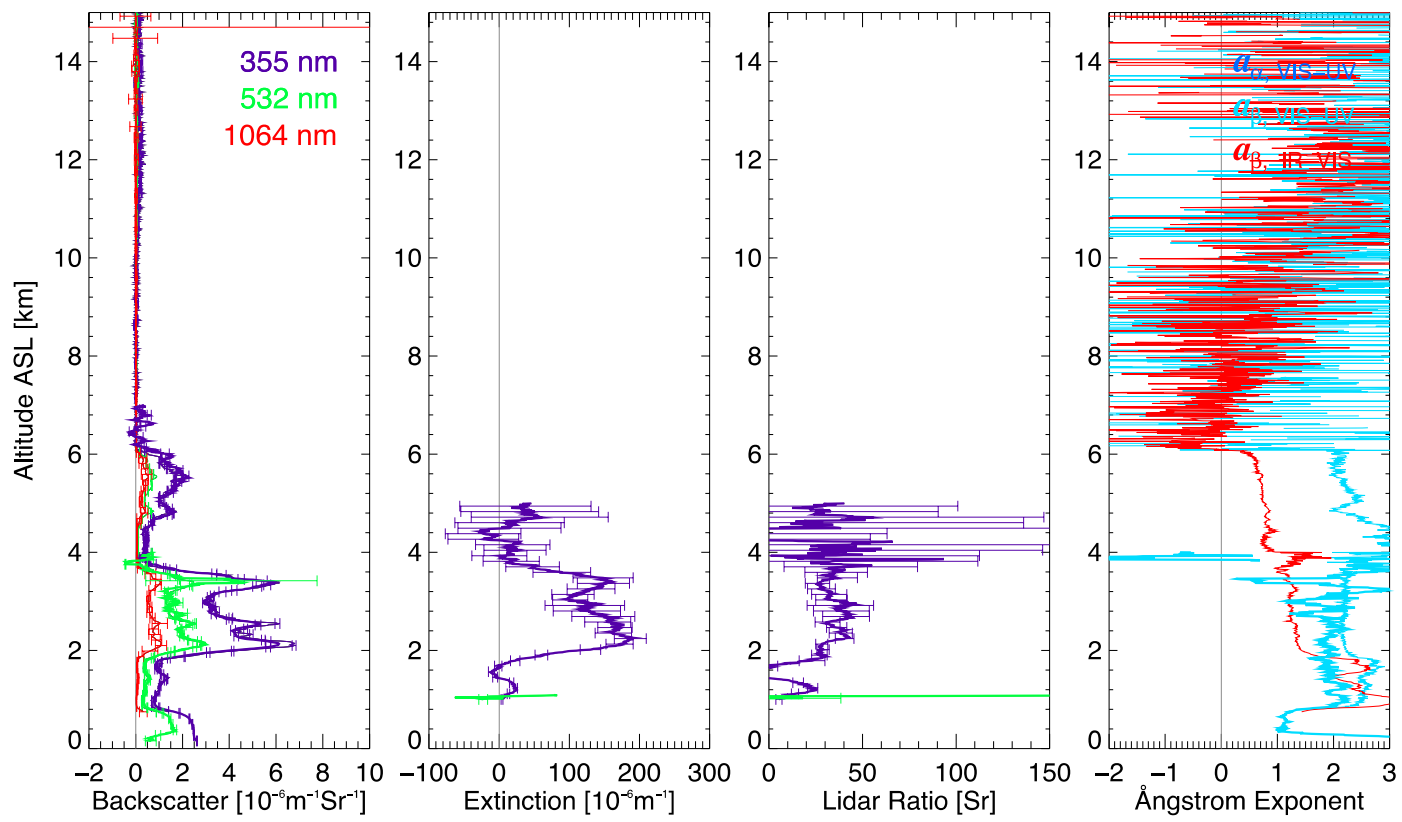




Detailed profile

9 July 2013

DATE: 20130709 TIME: 120005 – 140016 UT
STATION: Cabauw, The Netherlands



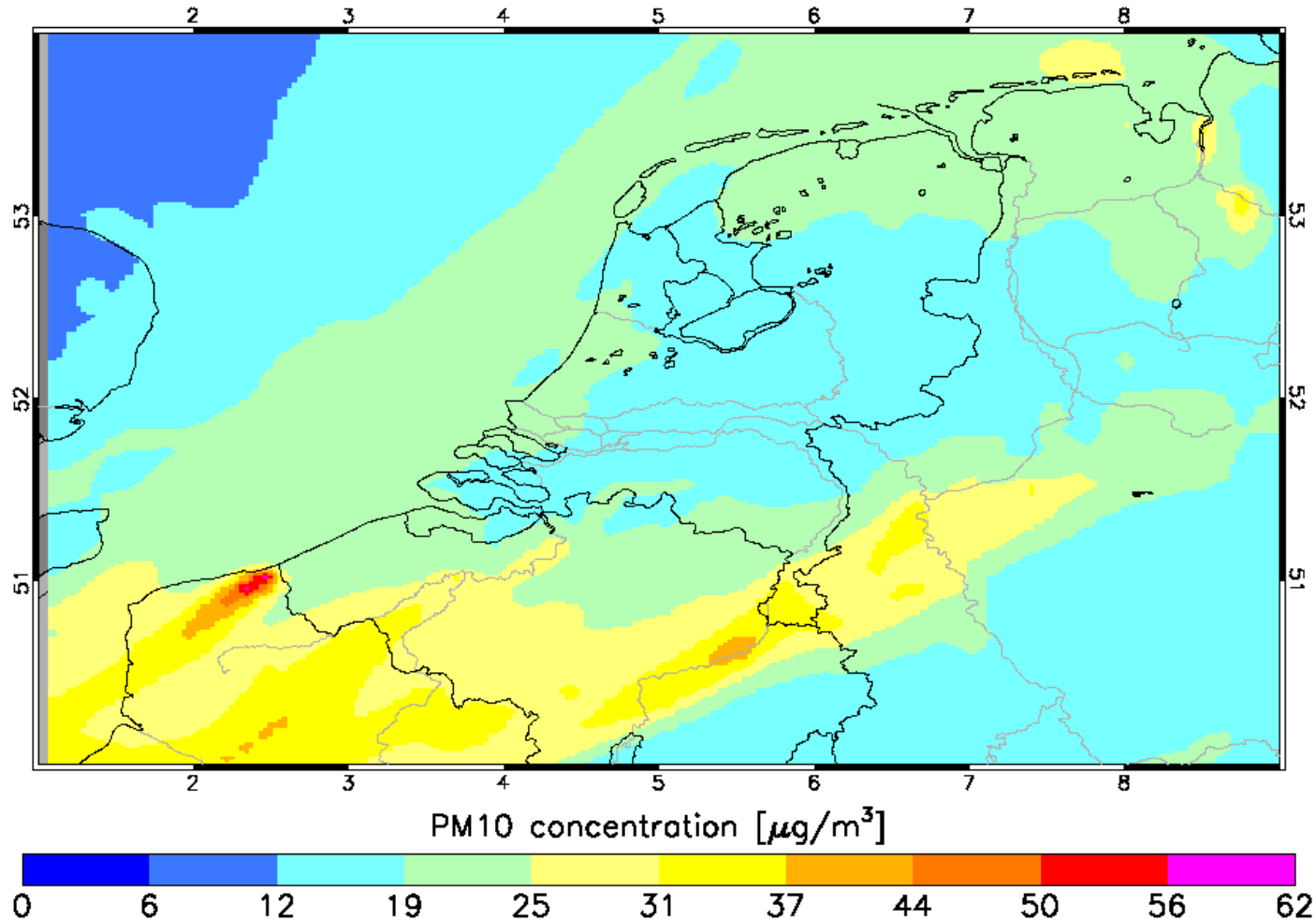
Raman lidar data shows 70 - 75% of AOD is in elevated layers



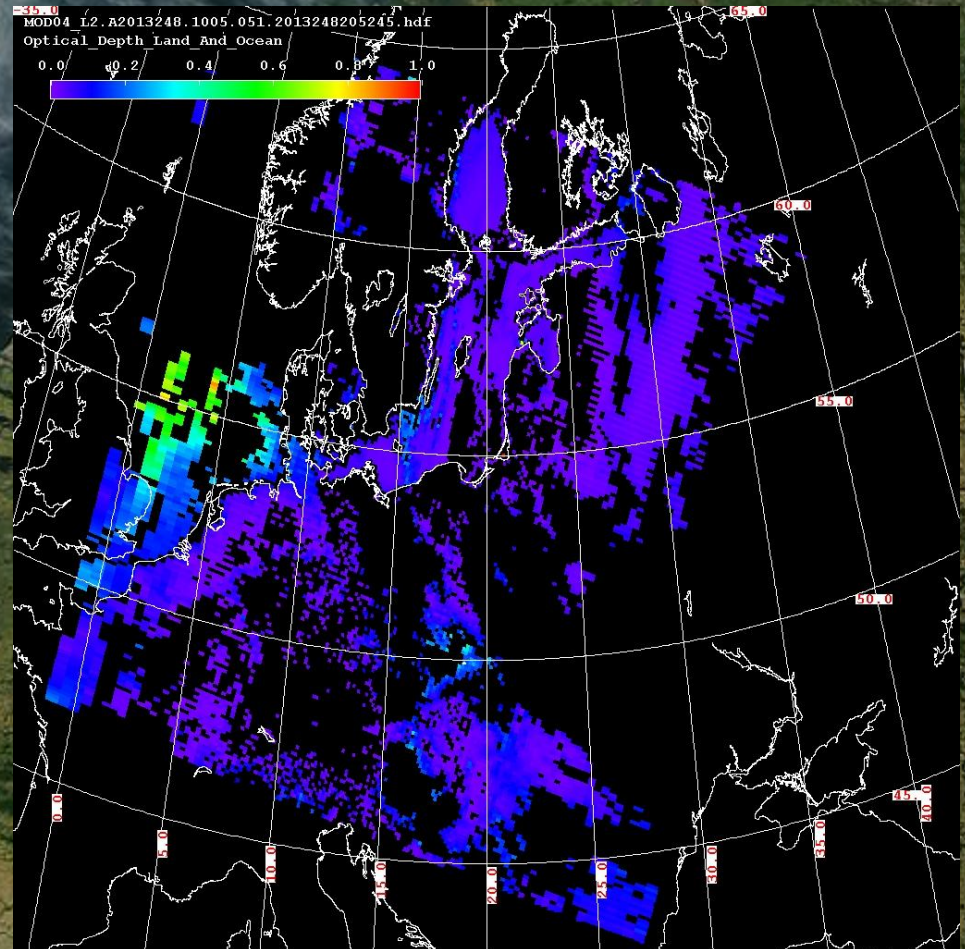
Model 9 July 2013

LOTOS-EUROS, PM10 average, AN, 09 Jul 2013

KNMI/RIVM/TNO



Satellite 5 September 2013



MODIS/TERRA
10:05 UTC

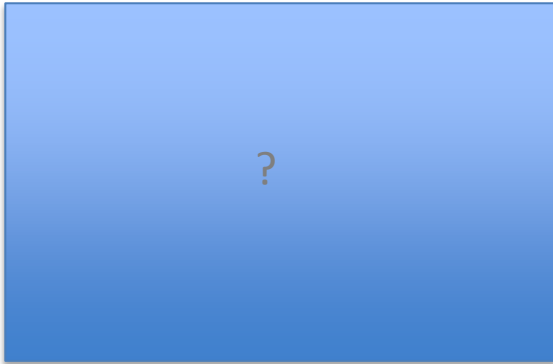
MODIS/TERRA AOD



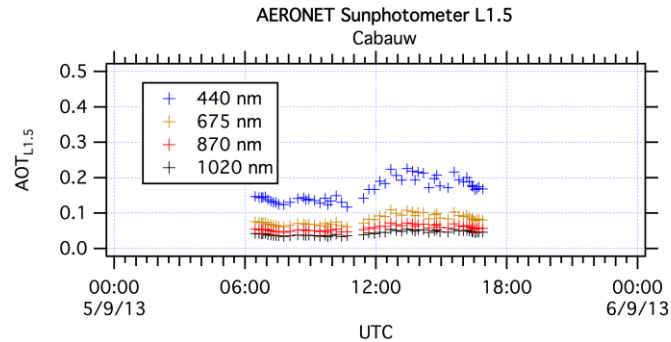
Local measurements in Cabauw

5 September 2013

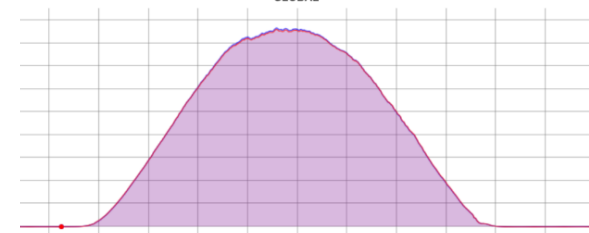
Ground level



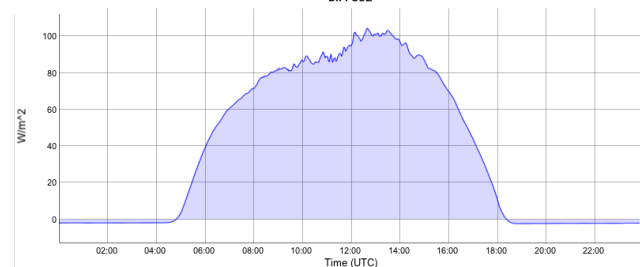
Column



BSRN Global Radiation

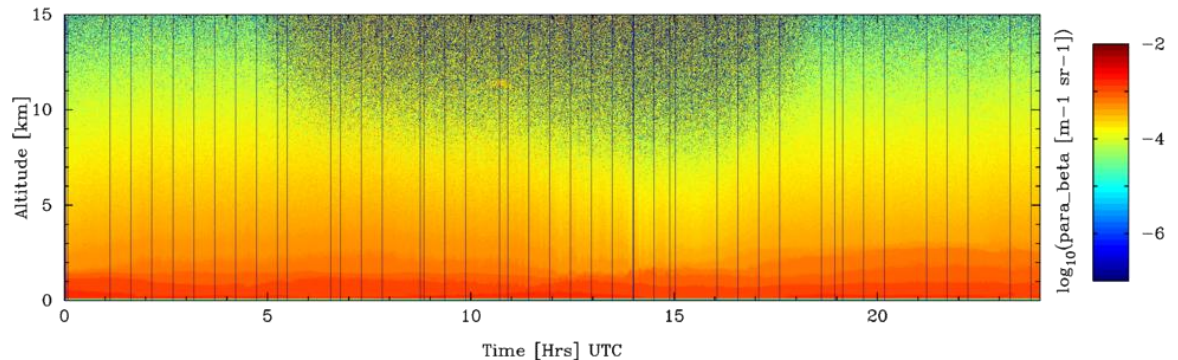


BSRN Diffuse Radiation



Profile

cesar_uvlidar_backscatter_la1_t30s_v1.0_20130905.nc



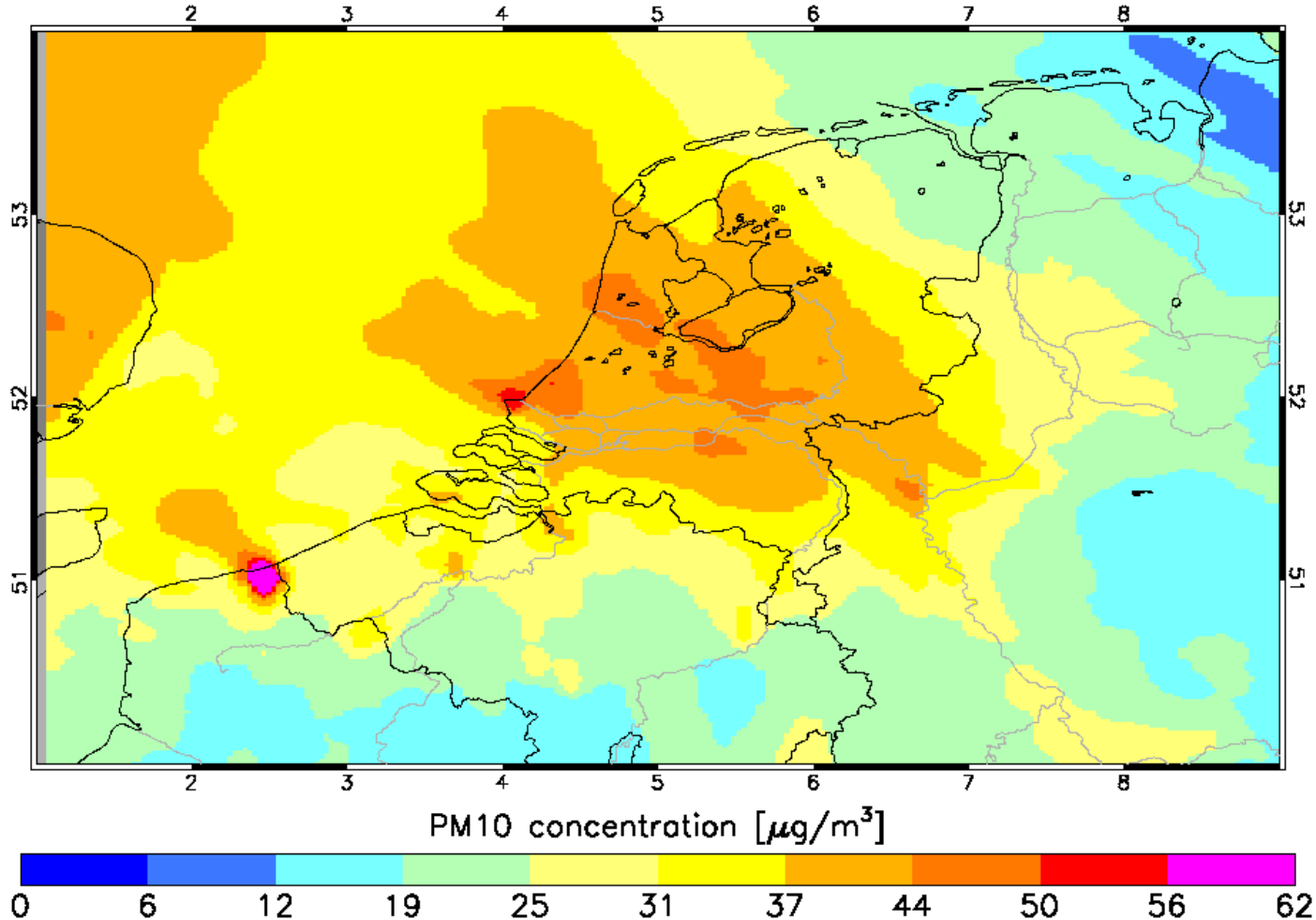


Model

5 September 2013

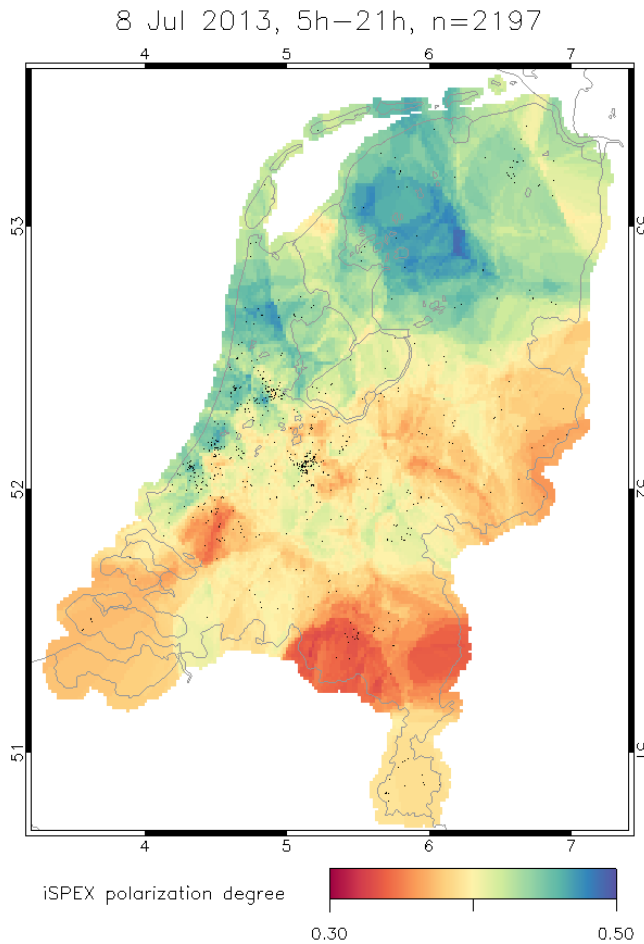
LOTOS-EUROS, PM10 average, F2, 05 Sep 2013

KNMI/RIVM/TNO

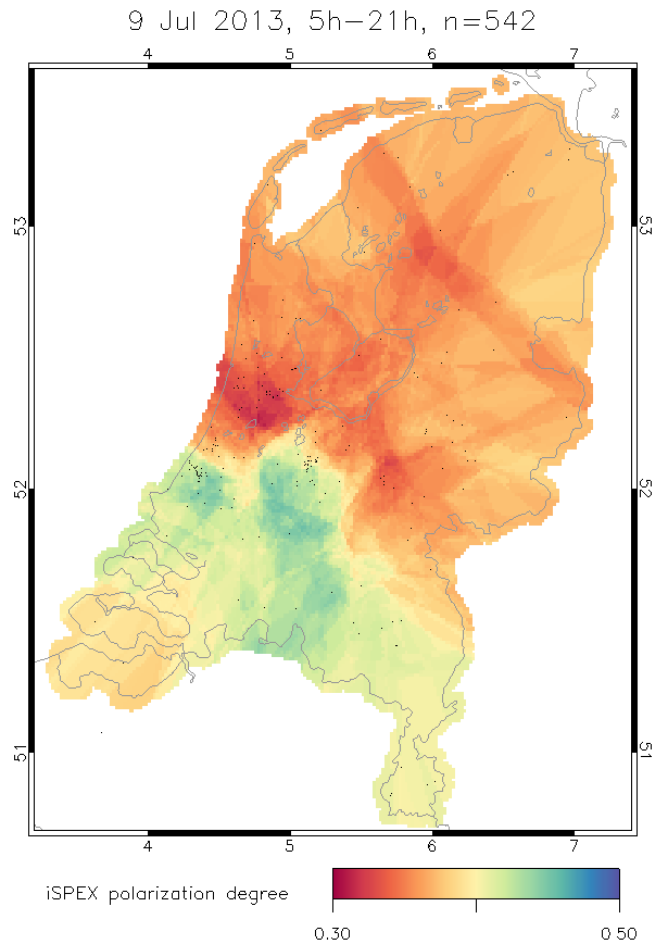




iSPEX spatial information



8 July 2013



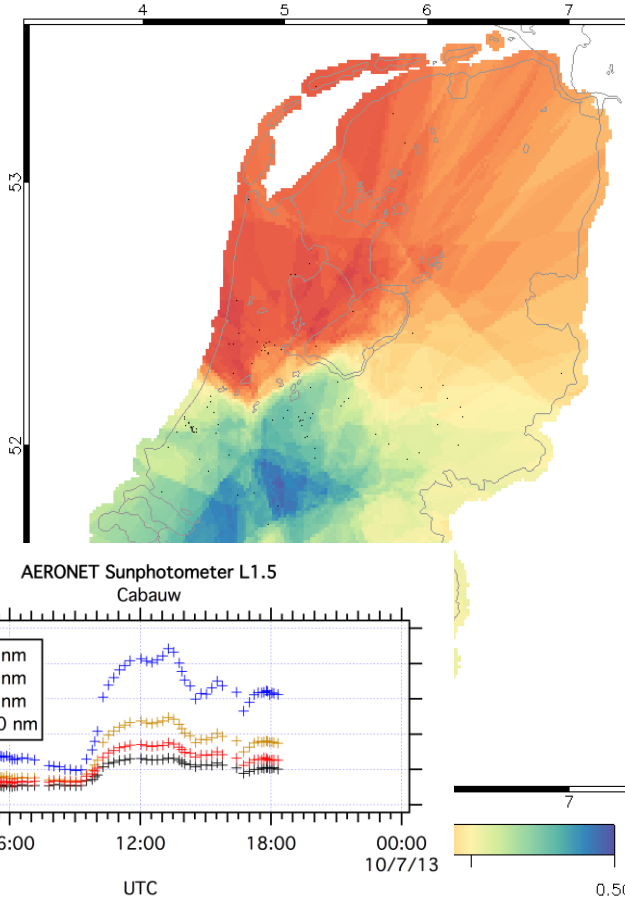
9 July 2013

50 nearest neighbours
iPhone 4S

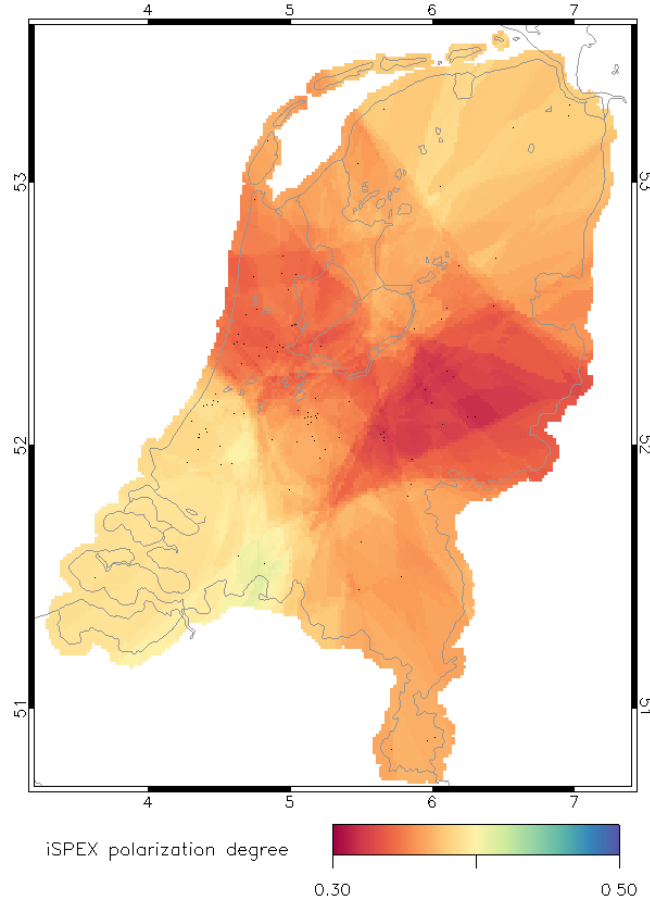


iSPEX spatio-temporal information

9 Jul 2013, 5h–12h, n=274



9 Jul 2013, 14h–21h, n=245



9 July 2013 - AM

9 July 2013 - PM

50 nearest neighbours
iPhone 4S



Next Steps

- Results shown are based on in-App processing.
- Data filtering and (re-)processing – off-line.
- Suitable averaging in time and space to create a national map.
- Map for a couple of time steps over the day.
- First quantitative aerosol parameter: AOD.
- Subsequently, aerosol microphysical parameters.
- Interpretation of data in relation to the ground based measurements (PM10, PM2.5, etc.) will be complex due to complex atmospheric conditions.
- A societal/behavioural study is under way about the citizen participation in iSPEX like endeavours.
 - Questionnaire this week



Conclusions

- The public has responded actively to the request to participate in our experiment.
- A first and a second national measurement day was held.
- The public has enthusiastically contributed on both measurement days.
- There is continued spontaneous activity by a part of the public to take measurements.
- The number of participants is still growing. 3000 potential users are dormant.

- iSPEX and aerosol related topics received a great deal of media attention.

- The first impression of the raw data quality for the measurement days is positive.
- Country-wide spatial information seems present.
- Atmospheric conditions were complex on 8-9 July due to elevated aerosol layers. Data interpretation w.r.t. in-situ measurements will be challenging.
- Atmospheric conditions look more straightforward on 5 September.

- The question what will happen next to iSPEX remains open at this time.
- A dialogue with various (international) parties is spinning up.



www.ispex.nl
info@ispex.nl

