



Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

# Արբանյակային դիտարկման տեխնոլոգիաների և Կոպերնիկոս համակարգի տվյալների ու ծառայությունների ներկայացում

Արտակ Փիլոյան,  
ՀԱՀ Յակոբեան բնապահպանական կենտրոն

Հոկտեմբերի 10, 2022թ.



**CERTH**  
CENTRE FOR  
RESEARCH & TECHNOLOGY  
HELLAS





Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

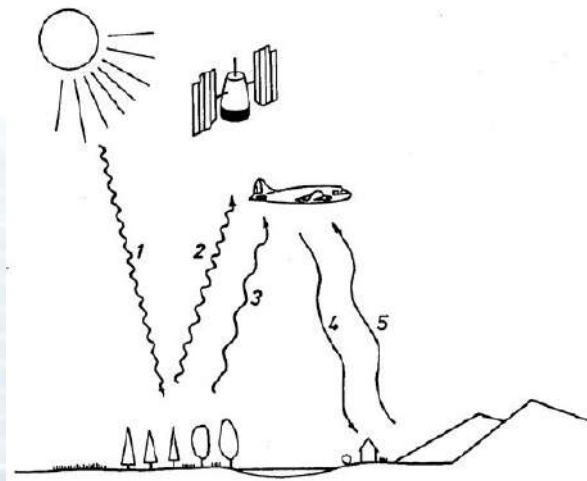
## Բովանդակություն

- Չեռահար զոնդավորման հիմունքները
- Արբանյակային տեխնոլոգիաների կիրառությունները  
Երկրի դիտարկումներում
- Copernicus ծրագիր
- Sentinel առաքելություն

Common borders. Common solutions.

## Ի՞նչ է հեռահար գոնդավորումը կամ հեռագննումը

- Զոնդավորում-Sensing՝ օբյեկտի վերաբերյալ չափումների իրականացում կամ ինֆորմացիայի ստացում:
- Զեռահար-Remote՝ չափող սարքավորում, որն անմիջական կոնտակտի մեջ չէ օբյեկտի հետ:
- Սահմանում. Ինֆորմացիայի գրանցում առանց կոնտակտի, էլեկտրամագնիսական միջոցով՝ օգտագործելով գործիքներ, որոնք գտնվում են օդանավերում կամ տիճառագայթման եզերական սպարատներում (Jensen, 2007):



Kraus, K., Schneider, W. (1988) Fernerkundung, Band 1, Physikalische Grundlagen und Aufnahmetechniken. Ferd. Dümmlers Verlag, Bonn.



Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

## Ե՞րբ է սկսվել հեռահար զոնդավորումը

**Հեռահար զոնդավորման նախադրյալները.**

- Լուսանկարչությունը
- Ռադիոն
- Օդանավերը
- Տիեզերանավերը

1826/27. Նիսիֆոր Նիսիսը (Nicéphore Niépce) (1765-1833)  
կատարում է առաջին նկարահանումը՝ օգտագործելով  
«Camera obscura»



Niepce called it a **heliograph**; from the Greek helios for “Sun” and graphos for “drawing”





Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

## Օդային լուսանկարչության սկիզբը

- Առաջին օդային լուսանկարը ստացվել է օդապարիկից՝ 1858թ-ին, Փարիզում Gaspard Felix Tournachon-ի կողմից:
- Ամերիկյան քաղաքացիական պատերազմի ընթացքում (1861-1865) օգտագործում էին օդապարիկները՝ հակառակորդի զորքերը դիտարկելու համար:
- Առաջին շարժիչային ինքնաթիռ՝ Kitty Hawk (1903) ստեղծվել է Wright եղբայրների կողմից:
- Առաջին համաշխարհային պատերազմի ընթացքում օդային հետախուզության լուսանկարչություն.
  - ճանապարհների, կամուրջների, խոչընդոտների քարտեզագրում
  - Չորքերի շարժումների փաստաթղթավորում
  - Չինամթերքի գտնվելու վայրը





Project funded by  
EUROPEAN UNION



## Common borders. Common solutions. **Առաջին արբանյակները**

- Երկրորդ համաշխարհային պատերազմից հետո տիեզերական թռիչքների արագ զարգացում
- Միջուկային սպառազինությունների մրցավազք ԱՄՆ-ի և ԽՍՀՄ-ի միջև, մրցավազք դեպի Լուսին
- 1957. Спутник-1, ունեցել է 1440 պտուկտ Երկրի շուրջը
- 1958. Explorer-1 NASA-ի կողմից
- 1961. Առաջին թռիչքը դեպի տիեզերք՝ Յուրի Գագարին
- 1960. TIROS-1 Յեռուստատեսային ինֆրակարմիր դիտորդակա արբանյակ. կանխատեսվող եղանակի առաջին ցուցադրումը՝ արբանյակների կիրառմամբ





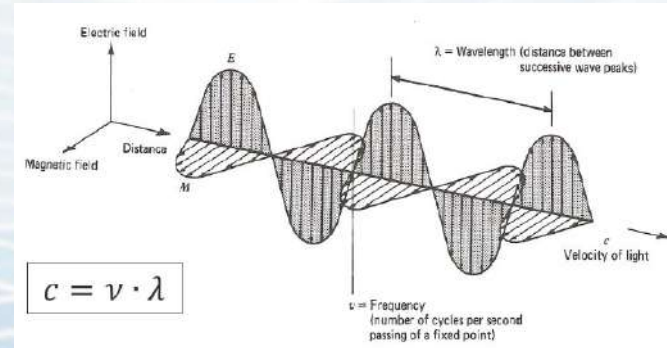
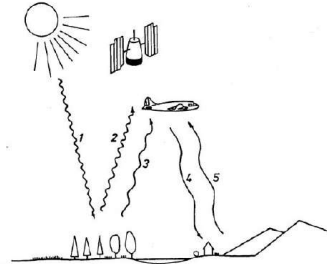
Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

## Էլեկտրամագնիսական ճառագայթում

- Հեռահար զոնդավորումը սովորաբար կատարվում է էլեկտրամագնիսական էներգիայի օգտագործմամբ
- Տեսանելի լույսը էլեկտրամագնիսական ճառագայթման ձև է
- Այլ ձևեր՝ գամմա ճառագայթներ - gamma rays, Ռենտգենյան ճառագայթներ - X-rays, միկրոալիքներ - microwaves, ինֆրակարմիր - infrared, UV, ...





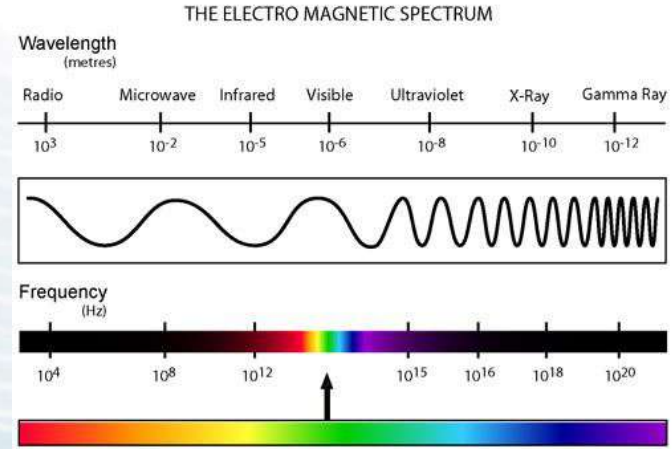
Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

# Օպտիկական պատկերներ հեռահար զոնդավորումից

- Հեռահար զոնդավորման սկարները պիքսելների մեծ քանակությամբ ռաստրային սկարներ են՝ x և y ուղղություններով:
- Օպտիկական սենսորների սկարներն ունեն բեկորներ - “bands“
- Յուրաքանչյուր բեկոր իր մեջ պարունակում է ինֆորմացիա, ըստ որոշակի ալիքների երկարության: Օրինակ՝
- Band 1: Կապույտ (450-550 nm)
- Band 2: Կանաչ (540-580 nm)
- Band 3: Կարմիր (640-685 nm)
- Band 8: Մոտ ինֆրակարմիր-Near Infrared (760-910 nm)







Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

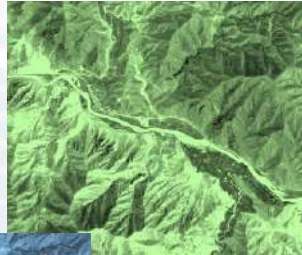
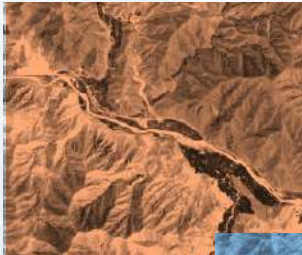
## RGB համադրումը

RGB: Red – Green – Blue

Յուրաքանչյուր բնիկ մեկ գույնով է ներկայացվում (Red -> R, Green -> G, Blue -> B)

665 nm

560 nm



490 nm





Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

# Հեռահար զոնդավորման պլատֆորմները

Հեռահար զոնդավորման պլատֆորմերի տեսակներն են.

## - Անօդաչու թռչող սարքեր - դրոններ

- Բարձրությունը՝ 1 մ - 1000 մ
- Սպառողական դրոնները համեմատաբար էժան են, հեշտ են օգտագործման համար

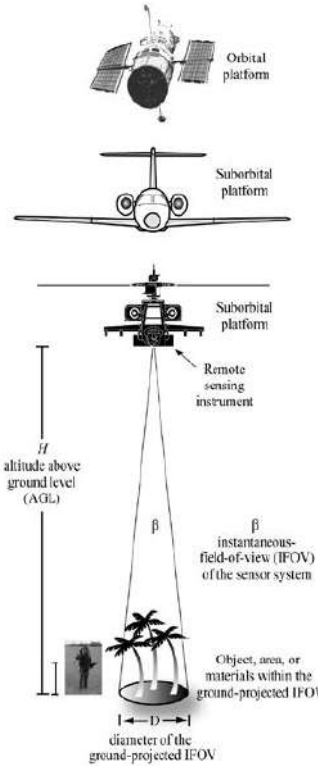
- Կարճաժամկետ թռիչք ունեն (20-30 րոպե)

## - Ինքնաթիռներ, ուղղաթիռներ

- Բարձրությունը՝ 100 մ - 20 կմ
- Թանկ են, դժվար է թռիչք կատարելը, բայց կարող են ծածկել մեծ տարածքներ

## - Արբանյակներ

- Բարձրությունը՝ 600 կմ - 35000 կմ
- Շատ թանկ են
- Մեկնարկելուց հետո նրանք ապահովում են համեմատաբար էժան պատկերներ, ծածկում են շատ մեծ տարածքներ





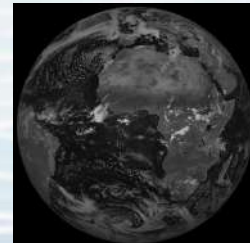
Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

# Ինչի՞ համար է օգտագործվում հեռահար գոնդավորումը

- Հողօգտագործման/հողածածկի քարտեզագրում
- Անտառների և բուսականության մոնիթորինգ
- Ջրային ռեսուրսների մոնիթորինգ և ուսումնասիրություններ
- Կլիմայական ուսումնասիրություններ և օդերևութաբանական մոնիթորինգ
- Աղետների վտանգի ու ռիսկի գնահատում և կառավարում
- Նավիգացիա
- Քաղաքաշինություն, կադաստր
- Այլ....



[www.eumetsat.int](http://www.eumetsat.int)





Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

## Ռելիեֆի և մակերևույթի թվային մոդելներ



Space-borne DSM  
(5m)



Traditional photogrammetry DSM  
(2m)



Airborne Lidar DSM  
(0.5m)





Project funded by  
EUROPEAN UNION



# Common borders. Common solutions. Ջրհեղեղի քարտեզագրում

Flooded areas in Arkhangelskoye village.  
Fragment of Pleiades image,  
resolution 2 m, acquired on 2017/06/04.



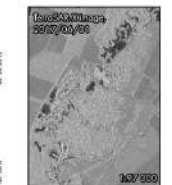
FLOOD IN STAVROPOL'SKY  
KRAY, RUSSIA



**Legend**  
Flooded area  
Arkhangelskoye village boundary  
Water bodies  
Roads

**Cartographic information**  
Projection system: UTM Zone 38N  
Scale: 9000:1

**Data sources**  
Pleiades image 15 m acquired on 2017/06/04  
© CNES (2017) - Distribution Airbus Defence and Space, all rights reserved.  
Savitskiy-K image 15 m acquired on 2017/06/01  
© 2017, ESA & 2017,  
Black Sea Action 01 CoE (2014)  
Doklady i Issledovaniya po Sostoyaniyu i Razvitiyu  
Operativnoy Monitoring (IIR, ChSD,  
IZO "Avion Space System")  
© IIR All rights reserved. September, 2017



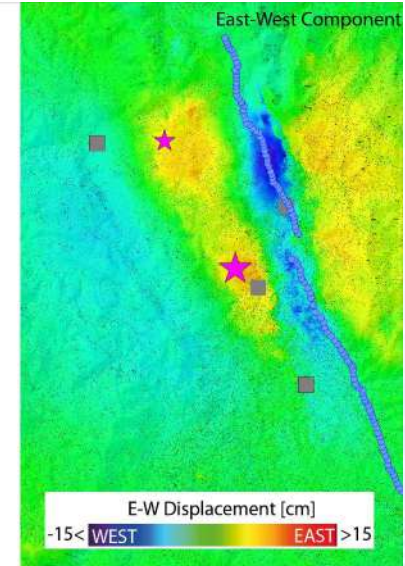
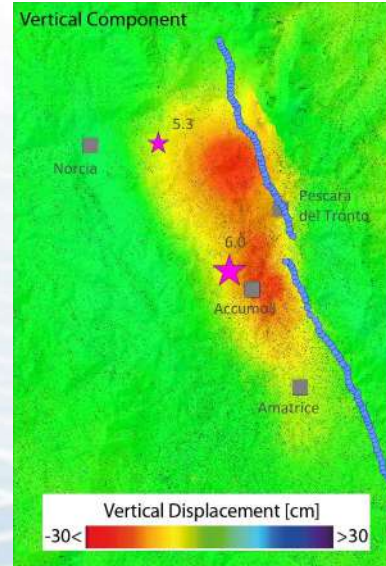
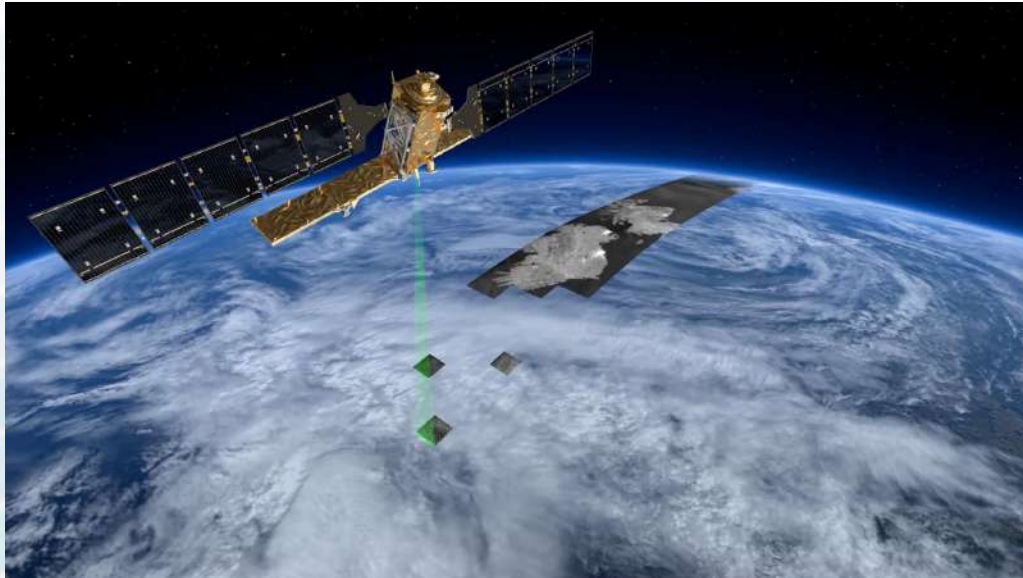


Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

# Մակերևույթի տեղաշարժերի որոշում







Project funded by  
EUROPEAN UNION



## Common borders. Common solutions.

*Kathmandu damage assessment after the earthquake in Nepal on 2nd of May 2015*

**Damaged buildings**

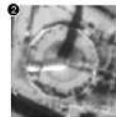


2013-02-09

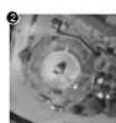


2015-05-02

**Destroyed Dharahara tower**

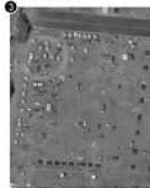


2013-02-09



2015-05-02

**Gathering areas**



2015-05-02



2015-05-02



2015-05-02

**Affected district of Kathmandu, based on KOMPSAT-3 image acquired on 02.05.2015**

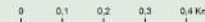


**Location**



**Cartographic information**

Local projection: UTM zone 45 North  
Datum: WGS 84  
Scale: 1:8600



**Data source**

KOMPSAT-3 image acquired on 02.05.2015.  
AEISS sensor, ground resolution - 0.7 m (PAN)  
2.8 m (Multi-Spectral) © KARI 2015

Archive KOMPSAT-3 image acquired on:  
09.02.2013, AEISS sensor, ground resolution -  
0.7 m (PAN)/2.8 m (Multi-Spectral) © KARI 2015

Data processed by Research Center for Earth  
Operative Monitoring (NTs OMZJSC "Russian  
Space Systems"



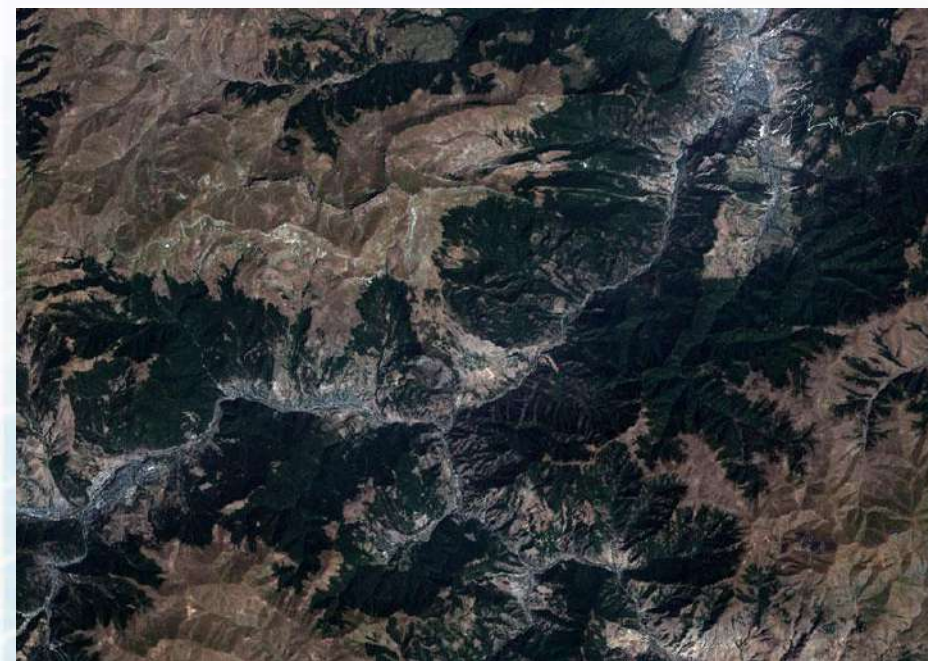


Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

## Անտառների քարտեզագրում



Աղբյուրը՝ Զ. Սայադյան



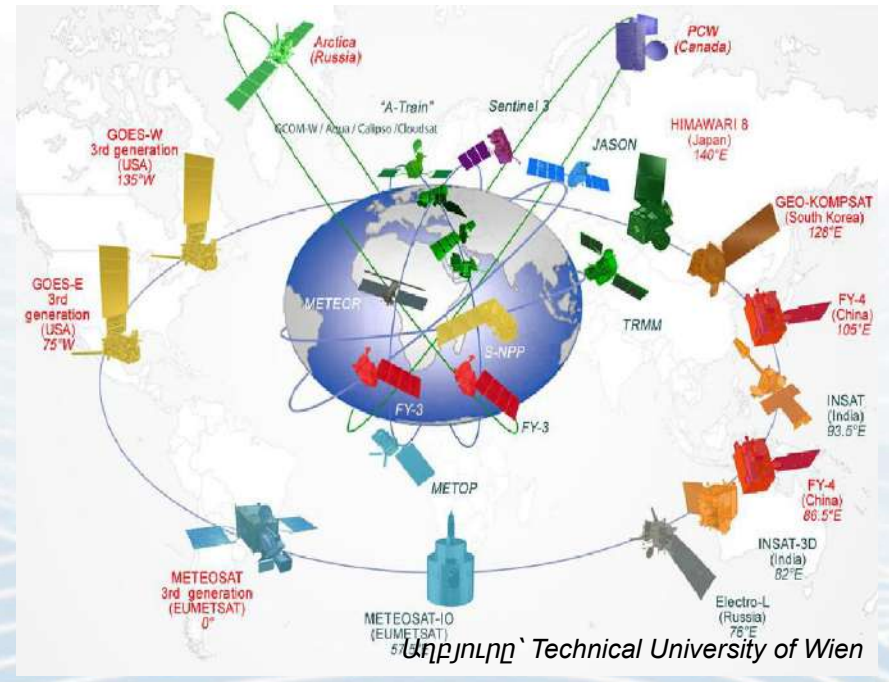


Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

# Զրաբանական ցիկլի ուսումնասիրության գլոբալ համակարգը



Աղբյուրը՝ Technical University of Wien



Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

# Copernicus ծրագիր

Copernicus-ը հանդիսանում է Երկրի դիտարկումների ուղղությամբ Եվրոպական Միության առաջատար ծրագիրը.

- Իրականացնում է Երկրի, շրջակա միջավայրի ու Էկոհամակարգերի մոնիթորինգ
- Բարձրացնում է ճգնաժամերին, արտակարգ իրավիճակներին, տարերային կամ տեխնաժին աղետներին պատրաստվածության մակարդակը
- Որդեգրել է տվյալների վերաբերյալ ամբողջական, ազատ և բաց քաղաքականություն
- Հանդիսանում է տնտեսական զարգացման գործիք և թվային տնտեսության շարժիչ ուժ





Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

## Copernicus ծրագրի բաղադրիչները

«Կոպեռնիկոս» ծրագիրը հենվում է երեք բաղադրիչների վրա.

1. Տիեզերական բաղադրիչ (երկրի դիտարկման/հեռազննման արբանյակներ և դրանց հետ կապված ցամաքային հատված՝ ցամաքային, մթնոլորտային և օվկիանոսագրական պարամետրերի դիտարկման առաքելություններով):

Այն ներառում է երկու տեսակի արբանյակային առաքելություններ՝ Եվրոպական տիեզերական գործակալության (European Space Agency - ESA) Sentinel-ի յոթ տիեզերական առաքելություններն և ինչպես նաև Եվրոպական երկրների ազգային տիեզերական գործակալությունների առաքելությունները, որոնք կոչվում են աջակցող առաքելություններ:

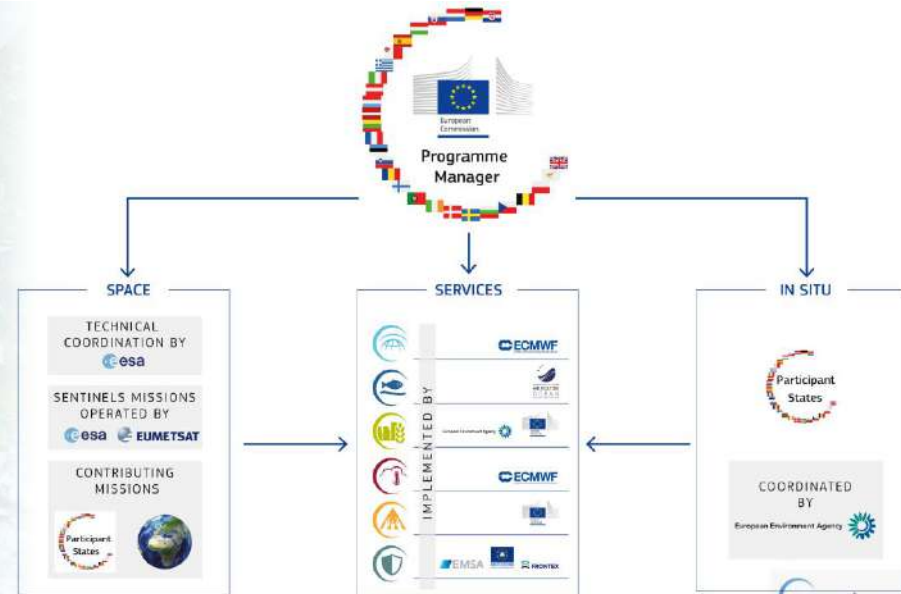






## Common borders. Common solutions. Copernicus ծրագրի բաղադրիչները

- In-situ (տեղում) չափումներ (երկրային և օդային տվյալների հավաքագրման ցանցեր, որոնք տեղեկատվություն են տրամադրում օվկիանոսների, ցամաքային մակերևույթի և մթնոլորտի մասին),
- Ծրագրի կողմից մշակված և կառավարվող ծառայություններ, որոնք առաջարկվում են օգտագործողներին և հանրությանը:







Project funded by  
EUROPEAN UNION



## Common borders. Common solutions. Copernicus-ը աջակցում է հետևյալ ոլորտների ուսումնասիրություններին.

- Կլիմայի փոփոխություն և շրջակա միջավայր
- Անվտանգություն և պաշտպանություն
- Առողջապահություն
- Կապույտ տնտեսություն
- Էներգիա և բնական ռեսուրսներ
- Չարգացում և համագործակցություն
- Տուրիզմ
- Ապահովագրություն և աղետների կառավարում
- Քաղաքաշինություն
- Անտառների կառավարում





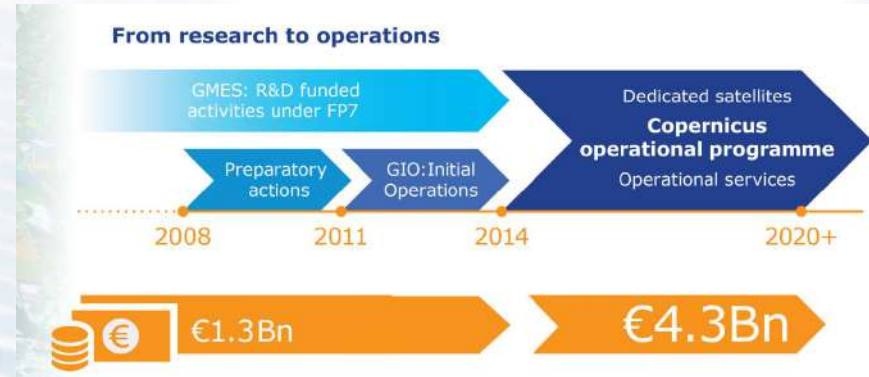
Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

## Copernicus-ի ֆինանսավորումը

- Ծրագրի արժեքը 1998-ից մինչև 2020 թվականն ընկած ժամանակաշրջանում գնահատվում է 6,7 մլրդ եվրո.
- Շուրջ 4,3 մլրդ եվրո ծախսվել է 2014-ից մինչև 2020 թվականն ընկած ժամանակաշրջանում և բաժանված է ԵՄ-ի (66 %) և ԵՏԳ-ի (33 %) միջև:
- Ստացված տվյալներից ԵՄ-ի տնտեսության համար օգուտները գնահատվում են մոտավորապես 30 մլրդ եվրո մինչև 2030 թվականը:





Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

## Copernicus-ի օգուտների օրինակներ



Խողովակաշարերի  
մոնիթորինգ  
Նիդերլանդներում

Օգուտը  
Նիդերլանդների  
համար՝ 15-18 մլն.  
Եվրո / տարի



Անտառների  
կառավարում  
Շվեդիայում

Օգուտը Շվեդիայի  
համար՝ 16-22 մլն.  
Եվրո / տարի



Ջրային սափագացիա  
Բալթիկ  
ծովում

Օգուտը Շվեդիայի և  
Ֆինլանդիայի  
համար՝ 24-116 մլն.  
Եվրո / տարի












Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

## Sentinel առաքելություն

- Ներկայումս ԵՏԳ-ն մշակել/մշակում է յոթ առաքելություն Sentinel (Sentinel 1, 2, 3, 4, 5P, 5, 6) ծրագրի շրջանակներում: Sentinel-ի առաքելությունները ներառում են ռադարային և սուպեր-սպեկտրալ սկարներ՝ ցամաքի, օվկիանոսի և մթնոլորտի մոնիտորինգի համար:
- Յուրաքանչյուր Sentinel առաքելություն կազմված է նվազագույնը երկու արբանյակների համաստեղությունից՝ նպատակ ունենալով օպերատիվ կերպով ապահովել առավելագույն ծածկույթ:

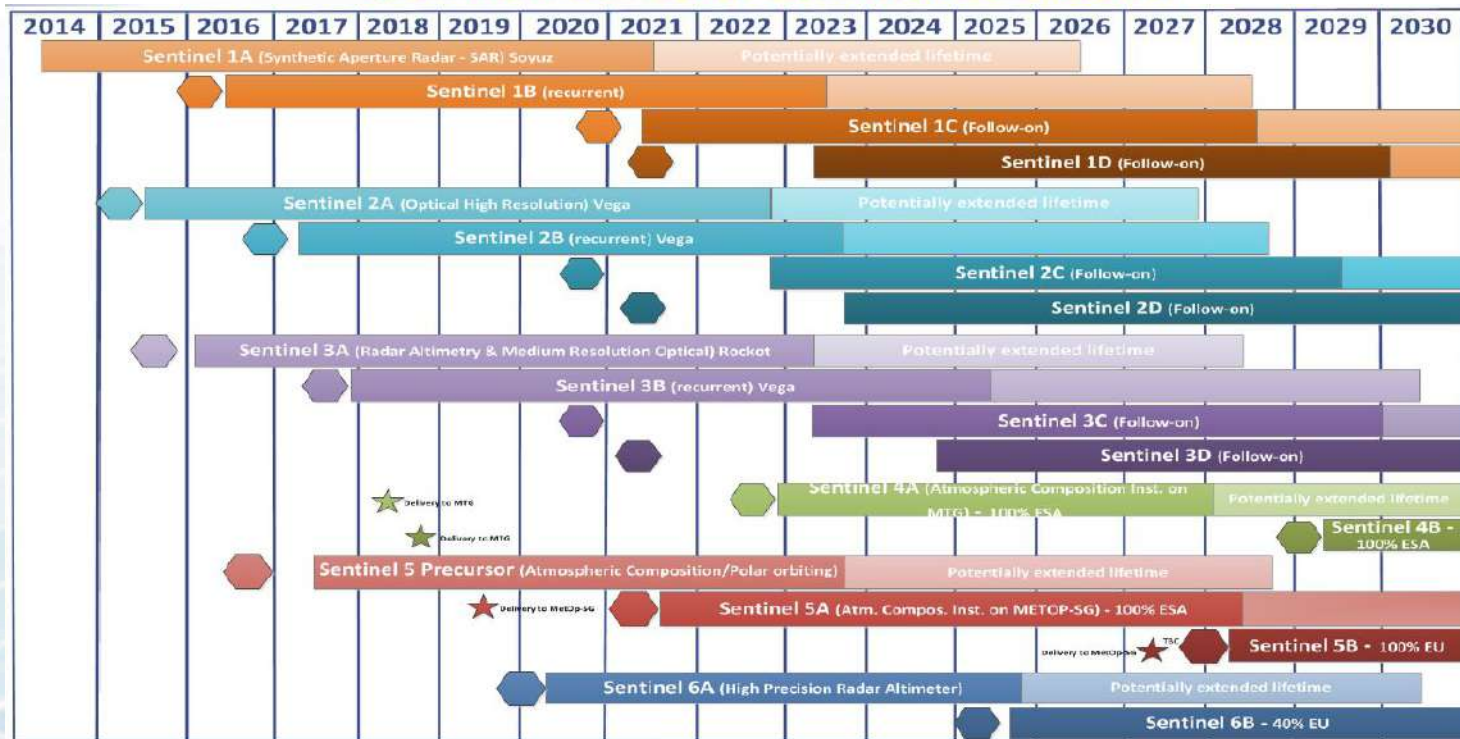
<i>Sentinel Mission and Status</i>		
	<b>SENTINEL-1:</b> 9-40m resolution, 6 days revisit at equator	<i>S1-A and B in orbit</i>
	<b>SENTINEL-2:</b> 10-60m resolution, 5 days revisit time	<i>S2-A in Orbit S2-B Launch Q1 2017</i>
	<b>SENTINEL-3:</b> 300-1200m resolution, <2 days revisit	<i>S3-A in Orbit S3-B Launch Q4 2017</i>
	<b>SENTINEL-4:</b> 8km resolution, 60 min revisit time	<i>1st Launch Q4 2022</i>
	<b>SENTINEL-5p:</b> 7-68km resolution, 1 day revisit	<i>Launch in Q2 2017</i>
	<b>SENTINEL-5:</b> 7.5-50km resolution, 1 day revisit	<i>1st Launch in 2021</i>
	<b>SENTINEL-6:</b> 10 days revisit time	<i>July 2020</i>



Project funded by  
EUROPEAN UNION



## Common borders. Common solutions.



Legend: ○ Flight Acceptance Review



Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

## Sentinel-1

- Sentinel-1-ն ապահովում է ցերեկային և գիշերային ռադիոլուկացիոն նկարահանումներ ցամաքային և օվկիանոսային ծառայությունների համար՝ բոլոր եղանակային պայմաններում:
- Sentinel-1A առաջին արբանյակը հաջողությամբ գործարկվել է 2014 թվականի ապրիլի 3-ին՝ ուղեծիր դուրս բերվելով Ariespace Soyuz կրիչի միջոցով Ֆրանսիական Գվիանայի տիեզերակայանից:
- Երկրորդ Sentinel-1B արբանյակը գործարկվել է 2016 թվականի ապրիլի 25-ին համանման հրթիռով:







Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

## Sentinel-2

- Sentinel-2-ը ապահովում է բարձր լուծաչափի օպտիկական պատկերներ ցամաքային ծառայությունների համար (օրինակ, բուսականության, հողային և ջրային ծածկույթի, ներքին ջրային ուղիների և ավամերձ տարածքների պատկերներ):
- Sentinel-2-ի առաջին արբանյակը՝ Sentinel-2A-ն, հաջողությամբ գործարկվել է 2015 թվականի հունիսի 23-ին:
- Sentinel-2 երկրորդ արբանյակը՝ Sentinel-2B-ը՝ 2017 թվականի մարտի 7-ին: Երկու արբանյակներն էլ արձակվել են Գլխահայի տիեզերակայանից "Վեգա" հրթիռների միջոցով:





Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

## Sentinel-3

- Sentinel-3-ը մկջոցով իրականացվում է օվկիանոսի և ցամաքի մոնիտորինգ:
- Sentinel-3A առաջին արբանյակը գործարկվել է 2016 թվականի փետրվարի 16-ին Eurocot Rokot ապարատով՝ Ռուսաստանում Պլետեցկ տիեզերակայանից:
- Երկրորդ Sentinel-3B արբանյակը կրկին Պլետեցկից ուղեծիր է դուրս բերվել 2018 թվականի ապրիլի 25-ին, կրկին Eurocot Rokot միջոցով:





Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

## Sentinel-4

- Sentinel-4-ը, որը կգործարկվի որպես երրորդ սերնդի Meteosat արբանյակի օգտակար բեռ (payload) և տվյալներ կտրամադրի մթնոլորտի կազմի մոնիթորինգի համար:
- Այն կգործարկվի 2023 թվականին:







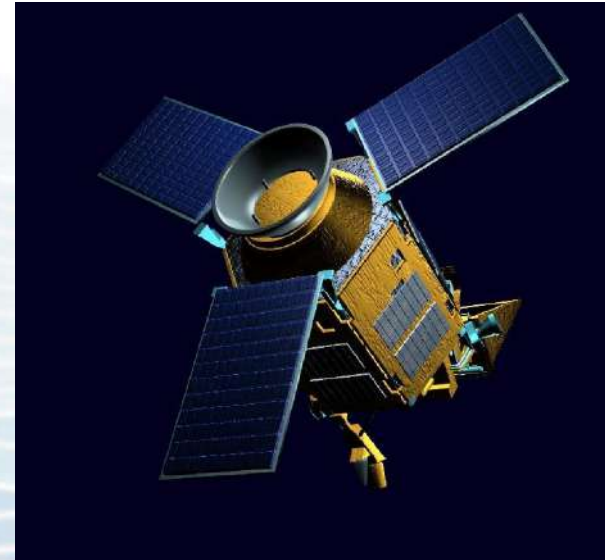
Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

## Sentinel-5

- Sentinel-5 Precursor (5P) գործարկվել է 2017 թվականի հոկտեմբերի 13-ին Eurocot Rokot կրող հրթիռով ` Ռուսաստանում Պլեսեցկ տիեզերակայանից: Դրա հիմնական նպատակն է կրճատել տվյալների բացը 2012 թվականին ENVISAT արբանյակի կորստի (հատկապես SCIAMACHY սենսորից կատարվող մթնոլորտային դիտարկումների մասով) և 2021 թվականին Sentinel-5-ի գործարկման միջև: Չափումները կատարվում են Tropomi սպեկտրոսկոպով:
- Sentinel-5-ը նույնպես տվյալներ կտրամադրի մթնոլորտի կազմի մոնիտորինգի համար: Այն օգտակար բեռի (payload) տեսքով մաս կկազմի EUMETSAT-ի (EPS-SG) բևեռային համակարգի երկրորդ սերնդի տիեզերական ապարատում և կգործարկվի 2021 թվականին:





Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

## Sentinel-6

- Sentinel-6 նախատեսված է ծովի մակարդակի տատանումների գերճշգրիտ չափումների համար:
- Sentinel-6A-ն նախատեսվում է գործարկել 2020 թվականի նոյեմբերին SpaceX Falcon 9 տիեզերանավով՝ ԱՄՆ Կալիֆոռնիա նահանգի Վանդենբերգ SLC-4E տիեզերակայանից:
- Sentinel-6B-ն նախատեսվում է ուղեծիր դուրս բերել 2026 թվականին:





Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

## Որտեղից հայթայթել EՕ տվյալները?

### Free open source platforms

- Copernicus Open Access Hub
  - Copernicus Open Access Hub
- Earth System Lab
- ESA Thematic Exploitation Platforms
- USGS Earth Explorer
  - Alaska Satellite Facility
- Copernicus Global Land Service
- Sentinel Data Access Service





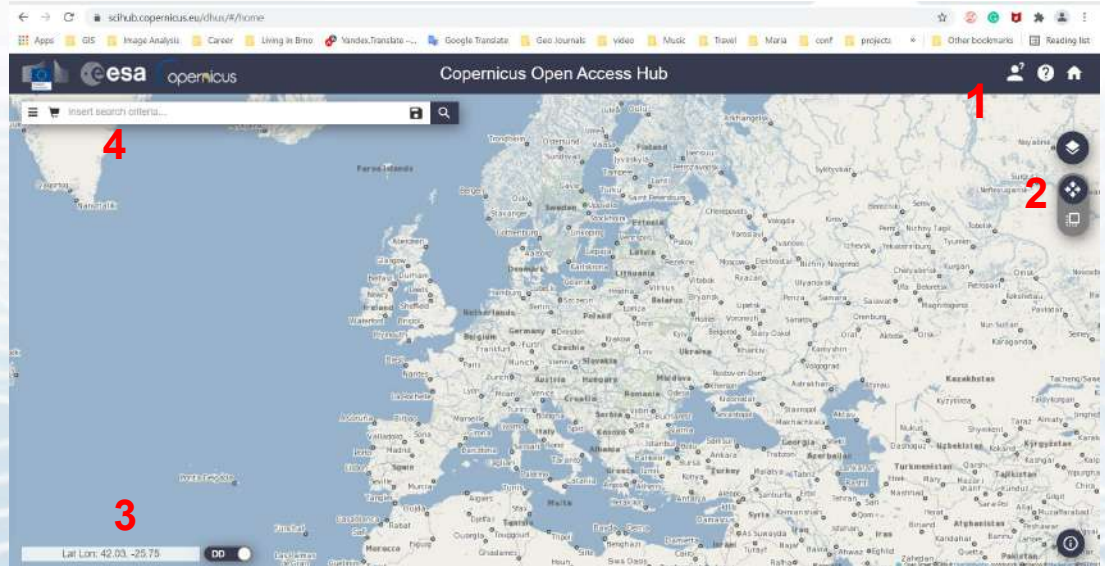


Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

# Copernicus Open Access Hub



<https://scihub.copernicus.eu/>



Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

# Copernicus Open Access Hub

Նկարների  
փնտրում

The screenshot displays the Copernicus Open Access Hub search interface. The search panel on the left includes the following filters:

- Mission:** Sentinel-2 (selected, circled in red)
- Satellite Platform:** [Dropdown menu]
- Product Type:** [Dropdown menu]
- Relative Orbit Number (from 1 to 143):** Cloud Cover % (e.g. 10 TO 9.4) with a value of 1-10 (boxed in red)
- Mission:** Sentinel-3 (unselected)
- Satellite Platform:** [Dropdown menu]
- Product Type:** [Dropdown menu]
- Timeliness:** [Dropdown menu]
- Instrument:** [Dropdown menu]
- Product Level:** [Dropdown menu]
- Relative Orbit Start [1-385]:** [Input field]

The map on the right shows a geographical area with a yellow search area overlaid. The interface includes the ESA logo, search criteria input, and navigation controls.



Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

# Copernicus Open Access Hub

Արդյունքներ

The screenshot displays the Copernicus Open Access Hub interface. At the top, the ESA and Copernicus logos are visible. The main area features a search bar with the text "Insert search criteria...". Below the search bar, it indicates "Display 1 to 24 of 24 products, Order By: Ingestion Date" and "1 product selected". A list of search results is shown, including product IDs, download URLs, and mission details. A map on the right side shows a satellite image of a coastal area with a yellow rectangular selection box. The interface includes navigation controls like zoom in/out, full screen, and a home button.





Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

# Copernicus Open Access Hub

Արդյունքների  
դիտում

The screenshot displays the Copernicus Open Access Hub interface. At the top, the ESA and Copernicus logos are visible. The main content area shows a satellite image footprint over a map of the Black Sea region. A red box highlights the 'Attributes' panel, which contains the following information:

- Summary**
- Date:** 2021-06-30T07:46:11.024Z
- Filename:**

The interface also includes a search bar, a cart icon, and various navigation controls. A red arrow points from the 'Attributes' panel to the 'Summary' section.



Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

# Շնորհակալություն

[apiloyan@aua.am](mailto:apiloyan@aua.am)

Հոկտեմբերի 10, 2022