



Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

# Արբանյակային դիտարկման տեխնոլոգիաների և Կոպերնիկոս համակարգի տվյալների ու ծառայությունների ներկայացում

Ալեքսանդր Առաքելյան,  
ՀԱՀ Յակոբեան բնապահպանական կենտրոն

Հունիսի 14, 2021թ.



**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



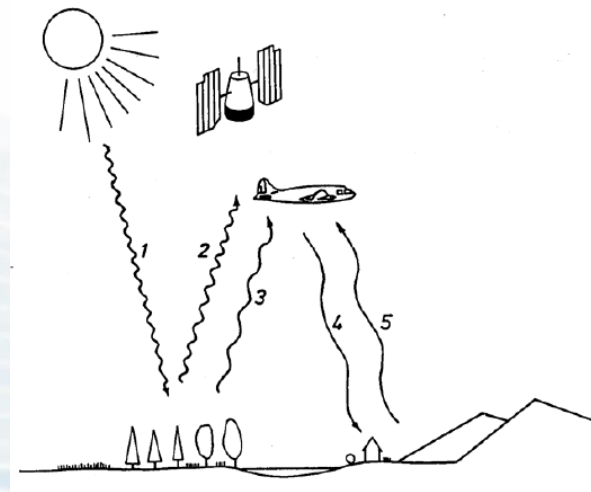
Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

# Ի՞նչ է հեռահար զոնդավորումը կամ հեռազննումը

- Չոնդավորում-Sensing՝ օբյեկտի վերաբերյալ չափումների իրականացում կամ ինֆորմացիայի ստացում:
- Չեռահար-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”





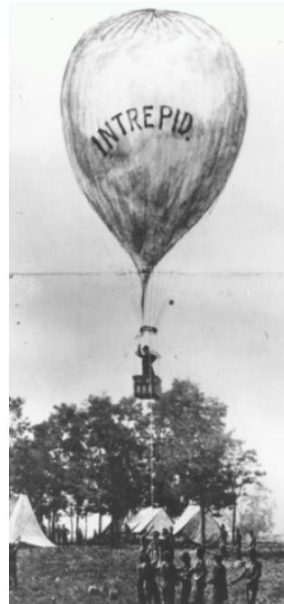
Project funded by  
EUROPEAN UNION



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) օգտագործվում էին օդապարիկները՝ հակառակորդի զորքերը դիտարկելու համար:
- Առաջին շարժիչային ինքնաթիռ՝ Kitty Hawk (1903) ստեղծվել է Wright եղբայրների կողմից:
- Առաջին համաշխարհային պատերազմի ընթացքում օդային հետախուզության լուսանկարչությունն.
  - ճանապարհների, կամուրջների, խոչընդոտների քարտեզագրում
  - Չորքերի շարժումների փաստաթղթավորում
  - Չինամթերքի գտնվելու վայրը



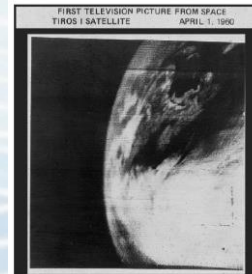
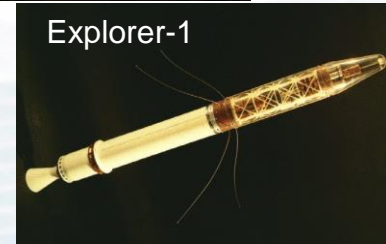
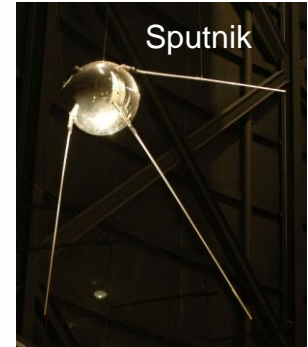


Project funded by  
EUROPEAN UNION



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 Յժողովրդավարական հանրապետության ինֆրակարմիր դիտորդական արբանյակ. կանխատեսվող եղանակի առաջին ցուցադրումը՝ արբանյակների կիրառմամբ





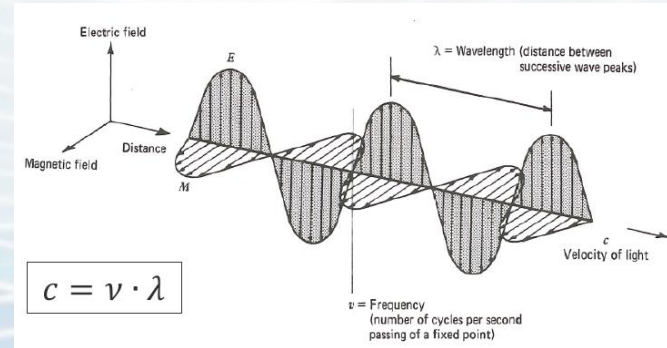
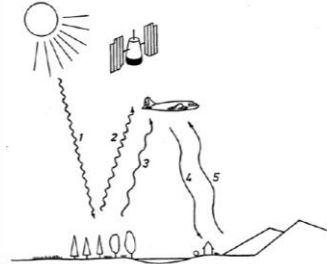
Project funded by  
EUROPEAN UNION



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, ...





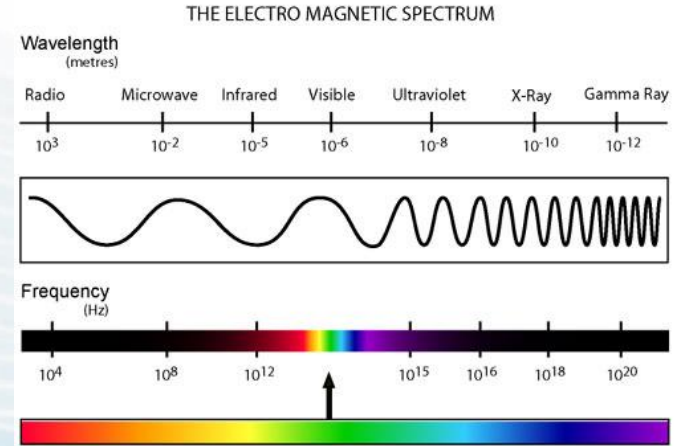
Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

# Օպտիկական պատկերներ հեռահար զոնդավորումից

- Հեռահար զոնդավորման նկարները պիքսելների մեծ քանակությամբ ռաստրային նկարներ են՝ x և y ուղղություններով:
- Օպտիկական սենսորների նկարներն ունեն բենդեր - “bands“
- Յուրաքանչյուր բենդ իր մեջ պարունակում է ինֆորմացիա, ըստ որոշակի պիքսելների 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)
- Լրացուցիչ բենդեր՝ կարճալիք ինֆրակարմիր- Short-Wave Infrared (1500-2300 nm), ջերմային ինֆրակարմիր-Thermal Infrared (10.0-12.5  $\mu\text{m}$ ), ուլտրամանուշակագույն-Ultraviolet և այլն







Project funded by  
EUROPEAN UNION



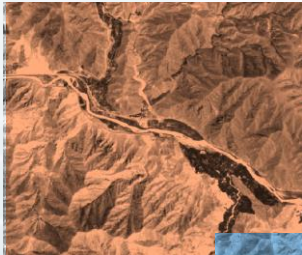
Common borders. Common solutions.

## RGB համադրումը

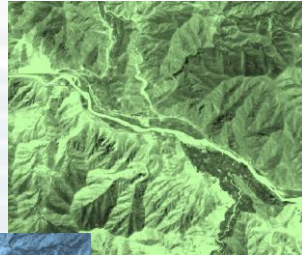
RGB: Red – Green – Blue

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

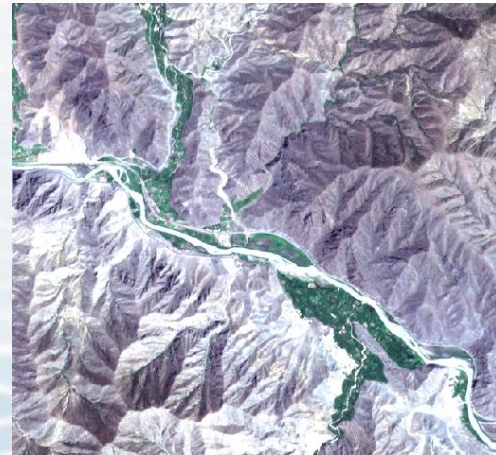
665 nm



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

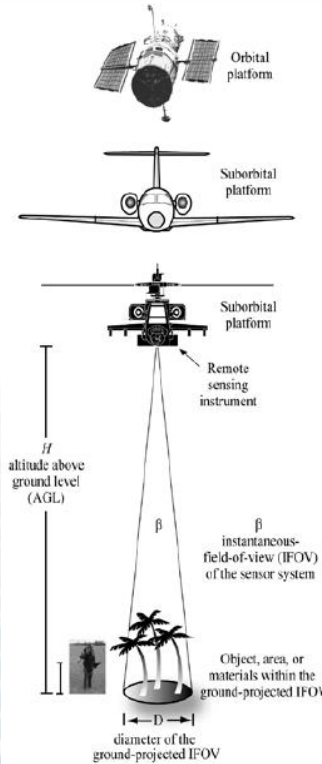
- Բարձրությունը՝ 1 մ - 1000 մ
- Սպառողական դրոնները համեմատաբար էժան են, հեշտ են օգատգործման համար
- Կարճաժամկետ թռիչք ունեն (20-30 րոպե)

### - 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





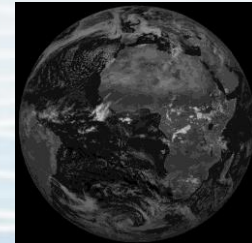
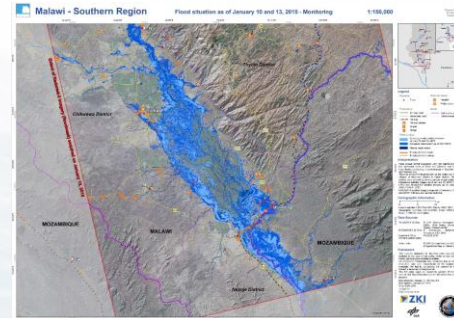
Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

# Ինչի՞ համար է օգտագործվում հեռահար զոնդավորումը

- 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.

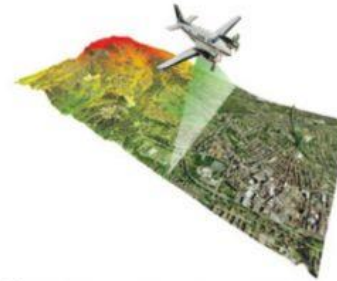
## Ռելիեֆի և մակերևույթի թվային մոդելներ



Space-borne DSM  
(5m)



Traditional photogrammetry DSM  
(2m)



Airborne Lidar DSM  
(0.5m)







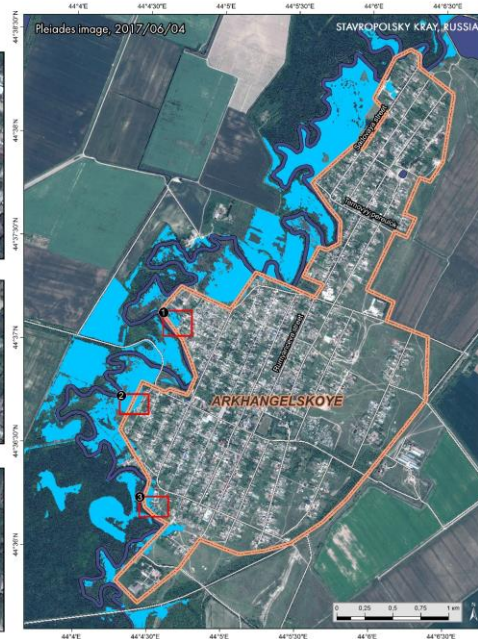
Project funded by  
EUROPEAN UNION



# Common borders. Common solutions.

## Ջրիեղեղի քարտեզագրում

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



FLOOD IN STAVROPOLSKY  
KRAY, RUSSIA

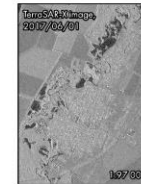


**Legend**

- Flooded area
- Arkhangelskoye village boundary
- Water bodies
- Roads

**Cartographic information**  
Projection system: UTM Zone 38N  
Datum: WGS 1984.

**Data source**  
Pleiades image (2 m) acquired on 2017/06/04  
© CNES (2017) - Dual-Band: All bus Defence and Space, all rights reserved.  
TanDEM-X image (3 m) acquired on 2017/06/01  
© 2017 ESA & VV 2017.  
Dual-Band Airbus DS Geo GmbH.  
Data processed by Research Center for Earth Observative Monitoring (RTEOMZ)  
JSC "Russian Space Systems"  
© All rights reserved, Roscosmos, 2017



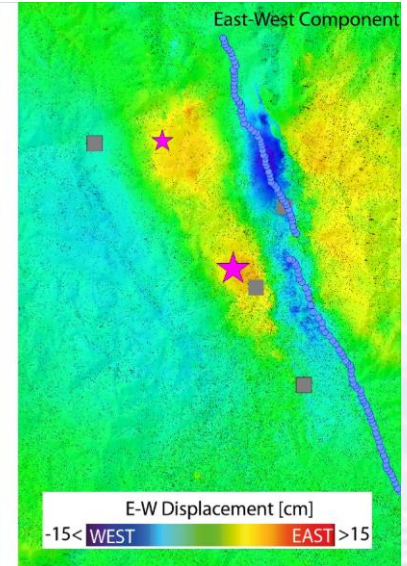
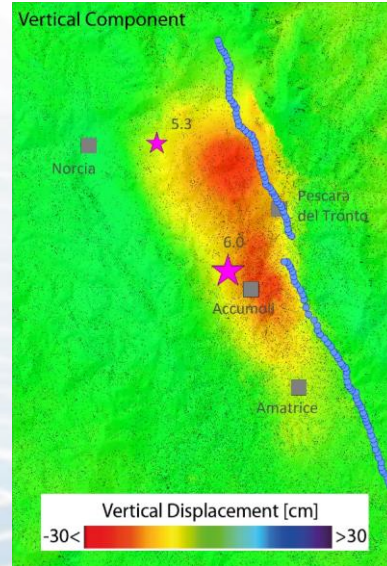
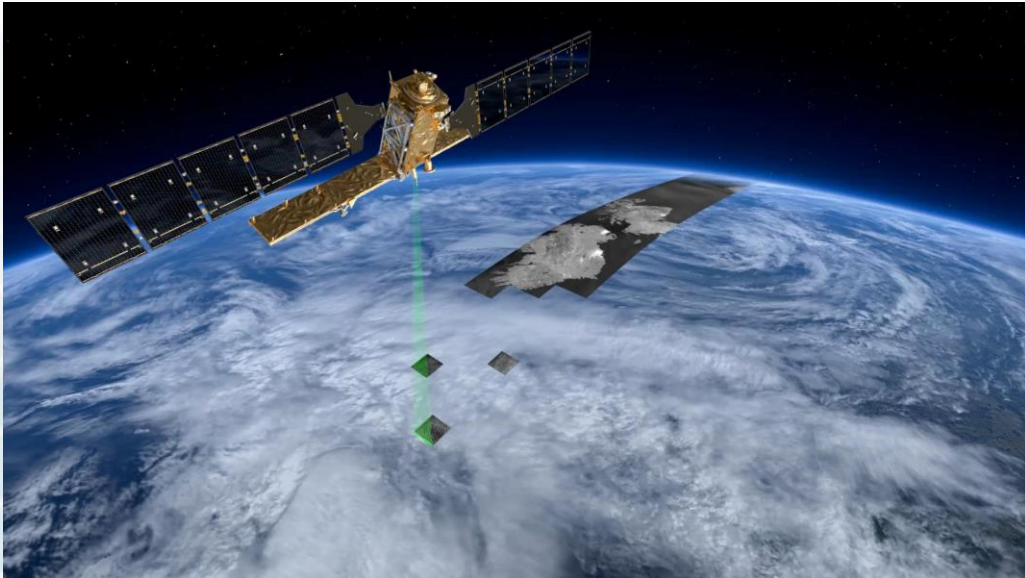


Project funded by  
EUROPEAN UNION



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

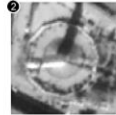


2013-02-09



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

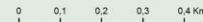


### Location



### 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 OMZ) JSC "Russian  
Space Systems"





Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

## Անտառների քարտեզագրում



Աղբյուրը՝ Զ. Սայադյան



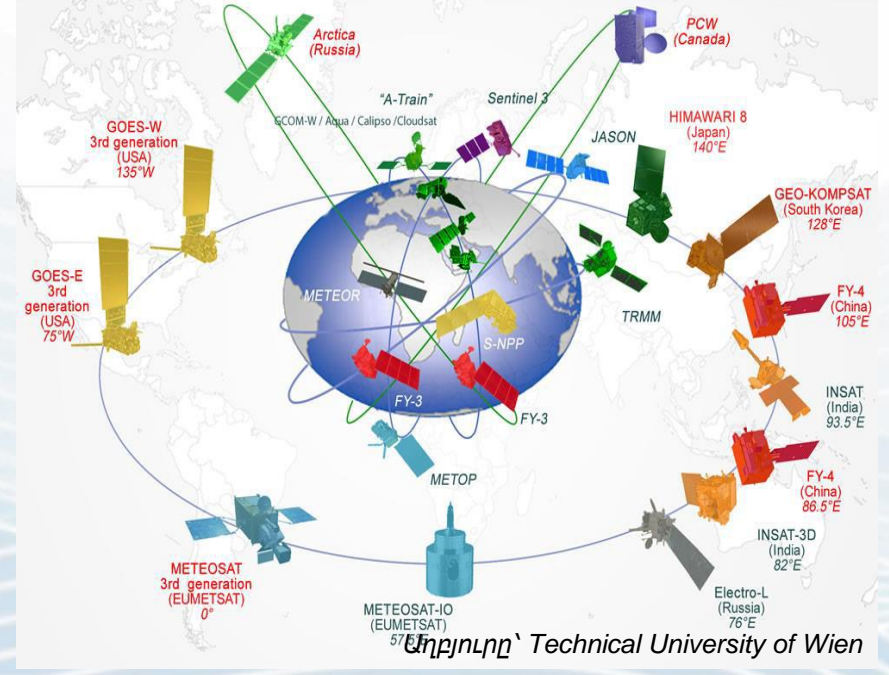


Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

# Ջրաբանական ցիկլի ուսումնասիրության գլոբալ համակարգը





Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

# Copernicus ծրագիր

Copernicus-ը հանդիսասանում 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:

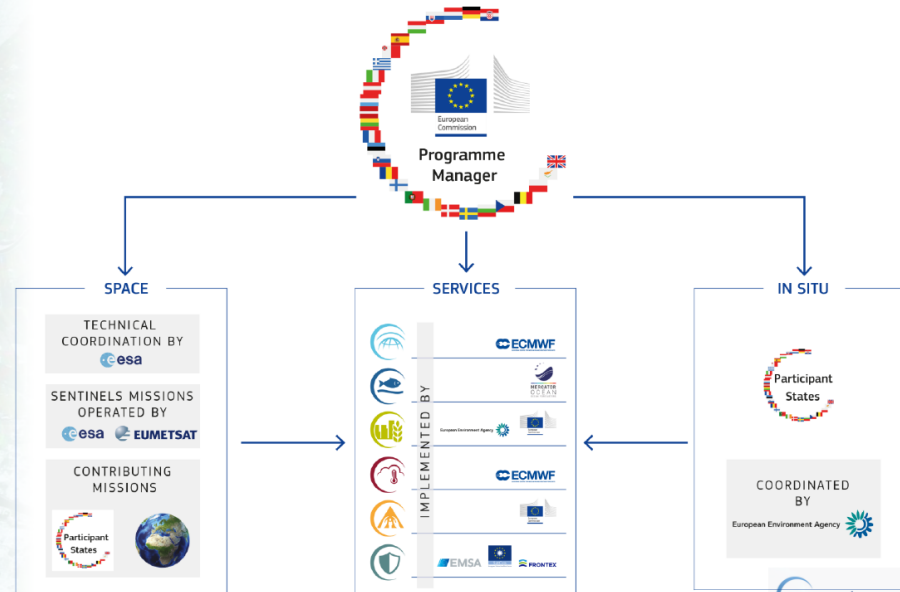




## Common borders. Common solutions. Copernicus ծրագրի բաղադրիչները

2. In-situ (տեղում) չափումներ (երկրային և օդային տվյալների հավաքագրման ցանցեր, որոնք տեղեկատվություն են տրամադրում օվկիանոսների, ցամաքային մակերևույթի և մթնոլորտի մասին),

3. 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 ուղղությունների 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





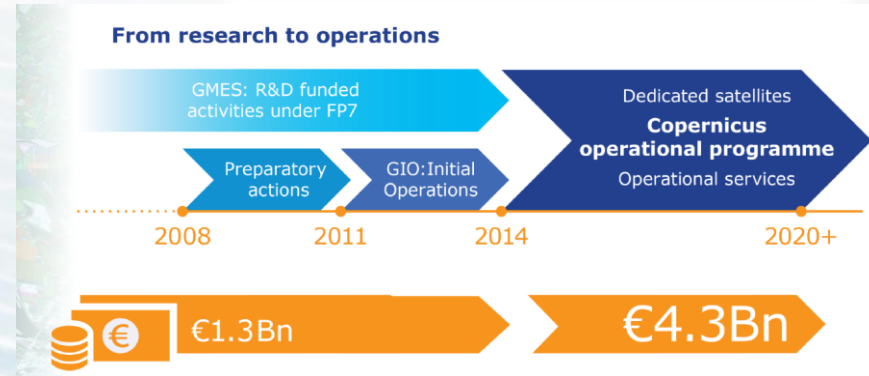
Project funded by  
EUROPEAN UNION



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 նավիգացիա  
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 նկարներ՝ ցամաքի, օվկիանոսի և մթնոլորտի մոնիտորինգի համար:
- Յուրաքանչյուր Sentinel առաքելություն կազմված է նվազագույնը երկու արբանյակների համաստեղությունից՝ նպատակ ունենալով օպերատիվ կերպով ապահովել առավելագույն ծածկույթը:

<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>

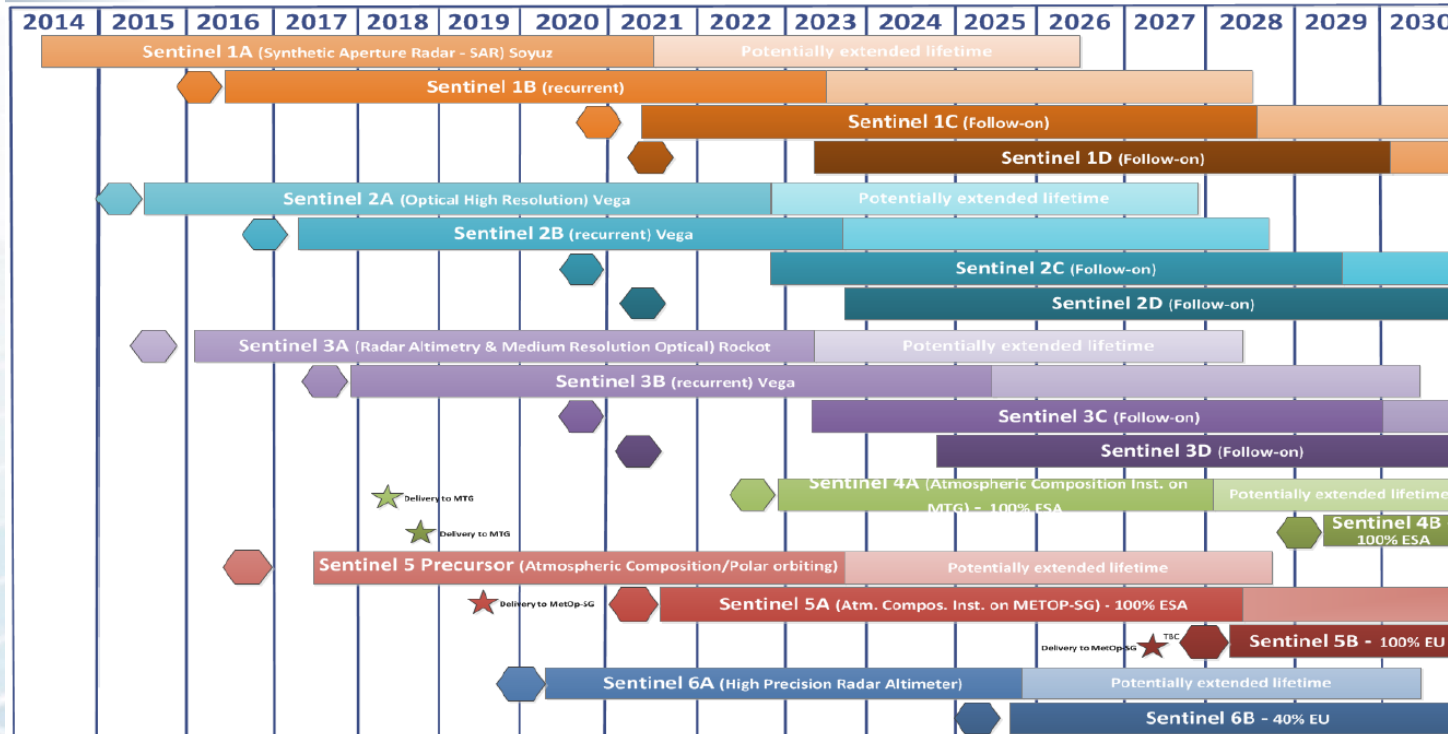




Project funded by  
EUROPEAN UNION



## 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 ռադիոլոկացիոն նկարահանումներ ցամաքային և օվկիանոսային ծառայությունների համար՝ բոլոր եղանակային պայմաններում:
- Sentinel-1A առաջին արբանյակը հաջողությամբ գործարկվել է 2014 թվականի ապրիլի 3-ին՝ Ուղեծիր դուրս բերվելով Arianespace 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 ափամերձ 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 Գվիանայի տիեզերակայանից "Վեգա" հրթիռների միջոցով:







Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

## Sentinel-3

- Sentinel-3-ը մկշոցով 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:





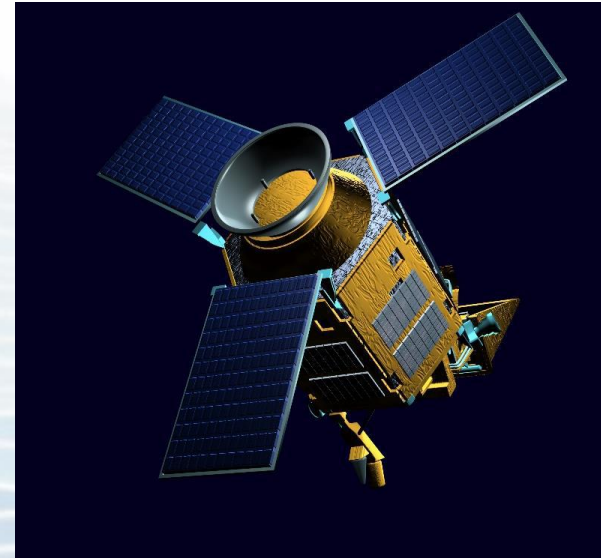
Project funded by  
EUROPEAN UNION



Common borders. Common solutions.

## Sentinel-5

- Sentinel-5 Precursor (5P) գործարկվել է 2017 թվականի հոկտեմբերի 13-ին Eurocot Rokot կրող հրթիռով՝ Ռուսաստանում Պլեսետցկ 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.

## Եզրակացույթուններ

Ստանալ նոր գիտելիքներ  
Երկիր մոլորակի վիճակի և  
բնութագրերի մասին



Պաշտպանել  
մարդկանց և  
ենթակառուցվածքները

### ԵՍ Երկրի Դիտարկումների և մոնիթորինգի ծրագիր

Իրականացնել շրջակա  
միջավայրի  
չարունակական  
մոնիթորինգ



Բարելավել  
բնապահպանական  
քաղաքականությունը



Նպաստել կլիմայի  
փոփոխությանը  
հարմարվողականությանը

Խթանել հետագա  
կիրառությունները մի շարք  
ուլորտներում



Նպաստել արտակարգ  
իրավիճակների  
արդյունավետ  
կառավարմանը