



Pētījums par brīvpieejas satelītdatu izmantošanas iespējām Latvijas publiskā un privātā sektora institūcijās

Pasūtītājs:

Izglītības un zinātnes ministrija
Reģ. Nr. 90000022399
Valņu iela 2, Rīga, LV-1050, Latvija

Izpildītājs:

PricewaterhouseCoopers SIA
Reģ. Nr. 40003142793
Kr. Valdemāra iela 21-21, Rīga LV-1010



Kopsavilkums

Pētījuma mērķis bija veikt Latvijas situācijas analīzi un novērtējumu par ES Zemes novērošanas programmas Copernicus un ES Globālās satelītu navigācijas sistēmas Galileo datu izmantošanas iespējām. Pētījumu veica PricewaterhouseCoopers SIA Latvijas Republikas Izglītības un zinātnes ministrijas uzdevumā saskaņā ar 2021.gada 15.aprīlī noslēgto līgumu Nr.2-6.1e/21/30. Pētījuma metodoloģija ietvēra dokumentācijas analīzi, iesaistīto pušu anketēšanu un strukturētas intervijas. Anketēšana tika izmantota lai iegūtu sākotnējo informāciju un sagatavotos intervijām.

Kā ieinteresētās puses identificēti satelītdatu un uz tiem bāzētu pakalpojumu lietotāji (organizācijas) ar pienākuma lomu R¹, attiecīgas jomas politikas noteicēji (ministrijas) ar pienākumu lomu A, komersanti vai pētnieki, kam ir zināšanas un prasmes veikt satelītdatu apstrādi vai sniegt attiecīgus pakalpojumus ar pienākumu lomu C, augstskolas, kas savās mācību programmās iekļauj tālīzpētes elementus, ar pienākumu lomu C. Sabiedrība kopumā būtu jāinformē par sekmīgiem satelītdatu izmantošanas gadījumiem organizācijās, sniedzot skaidri identificējumus ieguvumus (loma I).

Ar terminu tālīzpēte pētījuma ietvaros tiek saprasts Zemes apgabala fizisko īpašību noteikšanas un uzraudzības process, bez fiziska kontakta mērot Zemes atstaroto un izstaroto elektromagnētisko starojumu no attāluma (parasti no satelīta vai gaisa kuģa). Īpašas kameras (sensori) apkopo attālināti uztverto starojumu, iegūstot attēlus, kas palīdz pētīt Zemes īpašības. Tālīzpēte ((angļu valodā – *Remote Sensing*)) neietver pavadoņnavigācijas jeb satelītnavigācijas (GNSS jeb angļu valodā *Global Navigation Satellite System*) signālu apstrādi. GNSS palīdz orientēt telpā un laikā satelītus, no kuriem iegūts tālīzpētes datus.

Pavisam pētījumā tika saņemtas 36 anketas no 20 organizācijām. 89% no iesniegtajām anketām uzrādīja, ka organizācija savā darbībā izmanto ĢIS. Faktiski ĢIS izmantošanas līmenis ļauj sapratu cik reāli ir sagaidīt kā organizācija izmanto satelītdatus, jo satelītdatu vai uz satelītdatiem bāzētu pakalpojumu rezultātu pielietošana organizācijas pamatdarbības procesos iespējama pamatā kā ĢIS tematiskie datu slāņi, kurus tālāk analizē datorizēti, lai uzsāktu kādu darbību vai pieņemtu kādu lēmumu. 74% no iesniegtajām anketām uzrādīja, ka organizācijas jau tagad savā darbībā izmanto uz satelītdatiem bāzētus pakalpojumus. Lielākā daļa organizāciju skaidri atbildēja, ka ir informēta par Copernicus programmas pakalpojumiem (76% no visām anketām). Tomēr Copernicus pamatpakalpojumus izmanto ļoti maz. Kā galvenie iemesli to neizmantošanai tiek norādīta to neatbilstība organizācijas vajadzībām, kam pamatā ir nepietiekama piedāvāto datu telpiskā izšķirtspēja un pēc organizāciju pārstāvju domām nepietiekams datu ieguves biežums, tāpat arī problēma ir ar attiecīgi sagatavotu darbinieku pieejamību.

Līdz ar to pētījums uzrādīja, ka kopumā organizācijās Latvijā ir zems satelītdatu vai uz tiem bāzētu pakalpojumu izmantošanas līmenis. Tikai atsevišķās organizācijās šobrīd izmantošanas līmeni var novērtēt kā atbilstošu vai kurās tika identificēta vēlme šo izmantošanu intensificēt. Te būtu minamas šādas organizācijas – VSIA "Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs", Lauku atbalsta dienests, VAS "Latvijas Valsts meži", Valsts vides dienests, Krasta apsardzes dienests un Valsts ugunsdzēsības un glābšanas dienests.

Sekmīgāka situācija ir tajās organizācijās, kas ļoti lielas pūles velta savas darbības efektīvizēšanai un darbinieki šajā kontekstā saprot un vēlas izmantot satelītdatus vai kuru vadība ir stratēģiskā līmenī nedefinējusi nepieciešamību izmantot satelītdatus pamatdarbības procesos. Pie kam satelītdatu izmantošana ir arī kā faktors, kas sekmē organizācijas pamatdarbības procesu digitālo transformāciju. Tas pilnībā attiecināms uz iepriekš minētajām organizācijām. Tāpat ļoti būtisks faktors ir arī tas vai organizācijā ir kāds atbildīgais darbinieks, kas sistemātiski nodarbojas ar attīstības jautājumiem un kurš tālīzpētes potenciālā lietojuma izpētei var veltīt pietiekami daudz laika.

Neskatoties uz ne visai iepriecinošu ainu par organizāciju gatavību izmantot satelītdatus vai uz tiem bāzētu pakalpojumus, tika identificētas virkne organizāciju un virkne potenciālu satelītdatu lietojumu, ko šīs organizācijas tuvākā laikā var mēģināt attīstīt un ieviest pamatdarbības procesos. Ar visaugstāko brieduma pakāpi tika novērtēti šādi lietojumi:

- Meža izmaiņu monitorings,
- Mežaudžu resursu noteikšana un meža inventarizācija,

¹ Lomas atbilstoši RACI metodoloģijai – R (*Responsible*), A (*Accountable*), C (*Consulted*), I (*Informed*)

- Automātiska lauksaimniecības kultūru identificēšana,
- Krasta līnijas izmaiņas (krasta erozija) novērošana,
- Naftas produktu izplūdes jūrā noteikšana (esoša lietojuma tālāk attīstība),
- EGNOS SoL pakalpojuma izmantošana aeronavigācijas vajadzībām.

Pētījuma ietvaros tika identificēti arī citi potenciāli satelītdatu pakalpojumi un lietojumi, tomēr to brieduma pakāpe ir zemāka un nepieciešams papildus darbs to tehnoloģiskai attīstībai.

Izskatot pakalpojumu vai lietojumu apmācības vajadzības, identificētas trīs pamatproblēmas.

Problēma #1: Galalietotāji ir vāji informēti par pieejamiem Copernicus un Galileo pakalpojumiem un to sniegtajām iespējām.

Tiek piedāvāti vairāki risinājumu virzieni. Efektīva specializētas apmācības forma par detalizētiem Copernicus un Galileo jautājumiem būtu informatīvu un praktisku semināru rīkošana. Šādi semināri būtu organizējami pamatā iestāžu un organizāciju darbiniekiem, kas praksē nodarbotos ar šādu datu un pakalpojumu izmantošanu, piesaistot Eiropas Kosmosa aģentūras (ESA), Eiropas Komisijas, Eiropas Savienības kosmosa programmas aģentūras (EUSPA), privātā sektora pārstāvjus un augstskolas kā lektorus.

Vēl viens aspekts kā celt informētības līmeni par tālīzpētes tehnoloģijām kopumā un par konkrētiem Copernicus un Galileo pakalpojumiem, ir publicēt šādu informāciju nozares izdevumos. Kā piemērs varētu būt Izglītības un zinātnes ministrijas sadarbībā ar Latvijas Kosmosa industrijas asociāciju izveidotais Latvijas kosmosa nozari reprezentējošais portāls latviaspace.gov.lv.

Bez regulāriem semināriem, kas tiktu organizēti Latvijā, interesenti var piedalīties arī NEREUS² asociācijas rīkotajos pasākumos. NEREUS piedāvā platformu, kas ļauj iegūt labāku informētību un izpratni par kosmosa tehnoloģijām, sapratni kā labāk izmantot tālīzpētes pielietojumu potenciālu. Šajā gadījumā iestāžu vai ministriju darbiniekiem jāseko šīs platformas piedāvātajām iespējām un aktualitātēm.

Ņemot vērā, ka Copernicus un Galileo, kā arī to programmu īstenošanā iesaistās organizācijās, tostarp Copernicus sadarbības vienībās (ECMWF, EEA, Mercator Ocean International, u.c.) ir pieejami ļoti daudz tehnisku materiālu par satelītdatu izmantošanas iespējām (tajā skaitā on-line mācību kursi), tad tehniska līmeņa darbiniekiem ar noteiktām pamatzināšanām efektīvi būtu papildus informāciju iegūt patstāvīgi no šīm tīmekļa vietnēm.

Problēma #2: Potenciālajiem tālīzpētes datu lietotājiem ir vāja izpratne par Copernicus un Galileo datu un pakalpojumu sniegtajiem sociālekonomiskajiem ieguvumiem.

Risinot iepriekšējo problemātiku par informētību par pieejamiem Copernicus un Galileo pakalpojumiem un to sniegtajām iespējām, tiktu ielikts pamats arī šīs problēmas risināšanā. Tajā brīdī, kad potenciāliem tālīzpētes datu lietotājiem ir saprotama tālīzpētes datu izmantošanas saistība ar iestādes pamatdarbību, var uzsākt padziļinātu izpēti par tiem procesiem iestādē, kuros šādus datus un pielietojumus varētu izmantot un kur tas iestādei (lietotājam) sniegtu kādu labumu. Šāda padziļināta izpēte sevī ietvertu jau zināmu tālīzpētes datu vai pakalpojumu iespējamības pārbaudi (angl. *feasibility study*), kuras ietvaros tiktu izstrādāts potenciālā pielietojuma prototips un noteikts iespējamais tehnoloģiskais risinājums. Šādai izpētei iestāde var piesaistīt augstskolu studentus, piemēram, piesakot izpēti kā aktuālu tēmu studentu kursa darbiem, vai tālīzpētes jomas ekselences centru, ja tāds tiks izveidots.

Ja pielietojuma iespējamības izpēte ir bijusi pozitīva, tad nepieciešams veikt izdevumu-ieguvumu analīzi šādam lietojumam. Tas ļautu iestādei paskatīties ilgtermiņā uz šāda lietojuma sociālekonomiskiem ieguvumiem un novērtēt nepieciešamās sākuma investīcijas un turpmākās uzturēšanas izdevumus. Ja tālīzpētes datu lietošana nav plānota intensīva (piemēram, periodiski noteiktā laikā posmā vai tālīzpētes datu apstrāde neprasa lielus resursus), tad izdevumu-ieguvumu analīze nebūtu obligāta, jo visticamāk šādu lietojumu izdotos ieviest ar jau esošiem resursiem un tas neprasītu papildus finanšu līdzekļus.

Problēma #3: Potenciālajiem tālīzpētes datu lietotājiem trūkst prasmju Copernicus un Galileo datu un pakalpojumu pilnvērtīgā izmantošanā.

² <https://www.nereus-regions.eu/>

Iestāžu darbinieku prasmes tālīzpētes datu apstrādē nevar iegūt īsā termiņā. Tas būtu jāskata kompleksi ar valstī noteikto izglītības procesu un veicot pilnveidojumus vismaz no vidusskolu līmeņa un augstāk. Iestādēm visvienkāršākais veids kā rīkoties ātri (piemēram, lai noteiktā laikā realizētu kādu projektu), būtu pieņemt darbā studējošos, kas ir beiguši augstāko mācību iestāžu bakalaura vai maģistra programmas, kurās ir bijuši iekļauti mācību kursi saistībā ar tālīzpētes tematiku (satelītdatu apstrādes principiem, tehnoloģiju un pielietojumiem). Pētījumā ir identificētas un apkopotas šādas augstākās mācību iestādes un to programmas. Tāpat pastāv iespēja organizācijām, kas vēlas iegūt informāciju par tālīzpētes tehnoloģijas pielietošanas iespējām konkrētai savai problemātikai un pašas nevar to izvērtēt, informēt augstākās izglītības iestādes par savu problemātiku un lūgt šo jautājumu noskaidrot kādā no mācību kursa noslēguma darbiem. Līdz šim šādai sadarbībai starp augstskolām un iestādēm ir bijis sporādisks raksturs. Vēlams to pacelt sistēmiskā līmenī.

Lai radītu sākotnējo interesi par tālīzpētes jomu un sekmētu pieprasījumu attiecīgām studiju programmām, lietderīgi būtu iekļaut šo tēmu jau vidusskolu un profesionālo izglītības iestāžu mācību programmās. Šāda aktivitāte arī pilnīgi atbilstu mērķim, ko ESA ir uzstādījusi Eiropas Kosmosa izglītības resursu birojam (ESERO).

Tālīzpētes iekļaušana profesionālās izglītības mācību programmās būtu lietderīga tajās izglītības iestādēs, kas tieši saistīta ar nozarēm, kuras jau sen ir pierādījušas tālīzpētes efektivitāti, piemēram, mežkopība, dabas resursu pārvaldība un lauksaimniecība.

Visbeidzot iestādēm jāizvērtē iespējas plānot un investēt resursus savu darbinieku patstāvīgai tālākai profesionālai izglītībai. Tehnoloģijas nepārtraukti attīstās un līdz ar to nepārtraukti arī jāpapildina zināšanas. Šim mērķim var izmantot EO4GEO projekta piedāvātās iespējas - piekļuvi atvērta koda IT rīkiem tālīzpētes datu apstrādei, piekļuve specializētiem apmācību resursiem par datu apstrādi, dalība apmācību pasākumos semināru vai vebināru formā, kas balstīti uz konkrētiem lietojumu piemēriem, kā arī pieredzes apmaiņa ar jomas ekspertiem citās valstīs.

Pētījuma gaitā tika izvirzīta rekomendācija par tālīzpētes jomas ekselences centra izveidi Latvijā ar mērķi koncentrēt zināšanu, prasmju un infrastruktūras resursus vienviet, lai sekmētu tālīzpētes tehnoloģiju lielāku pieejamību un izmantošanas apjomus dažādām valsts organizācijām (īpaši domājot par nelielām organizācijām, kam nebūtu efektīvi mēģināt attīstīt pie sevis tālīzpētes kompetenci, bet kurām šādas tehnoloģijas pielietošana tomēr var sniegt ieguvumus). Ekselences centra koncepts tika balstīts uz Slovēnijas, Lietuvas un Igaunijas valstu pieredzes izpēti un tas guva pārliecinošu atbalstu no organizāciju puses. Tas norāda, ka organizācijas šādā ekselences centrā saskata savu problēmu ātru risinājumu.

Viena no ekselences centra svarīgām funkcijām būtu atbalsta sniegšana organizācijām uz satelītdatiem bāzēta pielietojuma ieviešanā. Šāda atbalsta sniegšana būtu attiecināma uz visām organizācijām (arī uz tādām, kuras pašas var tehniski nodrošināt visu risinājuma darbināšanai nepieciešamo kompetenci). Šīs funkcijas kontekstā ar pielietojumiem tiek saprasta regulāra satelītdatu izmantošana, kas ir integrēta organizācijas darba plūsmā un kas palīdz organizācijai nodrošināt tās pamatdarbības procesus. Pētījumā piedāvāts organizāciju un ekselences centra sadarbības modelis šīs funkcijas realizēšanai.

Tālīzpētes jomas ekselences centrs nebūtu veidojams kā jauna valsts pārvaldes organizācija. Tā vietā tiek piedāvāts šāda centra funkciju izpildi pasūtīt kādam jau esošam nozares dalībniekam vai to apvienībai. Šāda centra izveide Latvijā varētu tikt realizēta kā publiskais iepirkums, ko finansē no valsts atbalsta programmu līdzekļiem inovāciju ieviešanai un digitalizācijas veicināšanai.

Organizācijas, kurām ir kompetence un kapacitāte pašām sagatavot un realizēt projektus jaunu satelītdatu pakalpojumu vai lietojumu izstrādei, to var turpināt darīt pašas, izmantojot dažādus Eiropas Komisijas instrumentus (piemēram, Horizon Europe programmas vai ES Kosmosa programmas atbalsta iniciatīvas) un ESA piedāvātos instrumentus (piemēram, Future EO izvēles programmu un ESA konkursu "Baltic Platform for Governmental Services").

Latvijas ir ESA asociētās dalībvalsts. Šāds statuss ļauj Latvijas uzņēmumiem un zinātniskajiem institūtiem piedalīties ESA konkursos dažādās kosmosa programmās. Piemēram, šobrīd ESA Future EO izvēles programmā aktīvs ir konkurss „EO SCIENCE FOR SOCIETY” (Zemes novērojumu zinātne sabiedrībai)³.

Lai sekmētu tālīzpētes lietojumu plašāku izmantošanu valsts pārvaldes sektorā Baltijas reģionā un lai veicinātu reģionālo sadarbību, ESA tuvākajā laikā sludinās konkursu "Baltic Platform for Governmental Services". Ar šādas platformas palīdzību ESA plāno izveidot nobriedušus komerciālu lietojumus un sekmētu Baltijas

³ <https://www.izm.gov.lv/lv/aktualie-konkursi>, „EO SCIENCE FOR SOCIETY” pieteikumi līdz 2022.gada 31.decembrim

kosmosa ekonomiku. Plānots, ka platforma visiem tās dalībniekiem (iesaistītām pusēm) ļaus izvietot, darbināt un sniegt tālizpētes pakalpojumus valstu pārvaldes iestādēm trīs Baltijas valstīs.

Satelītdata un uz tiem bāzēto pakalpojumi būtu jāskata kā digitalizācijas instrumenti kontekstā ar topošajiem Eiropas digitālās inovācijas centriem (EDIC) un Digitālās transformācijas pamatnostādņem 2021.-2027.gadam (DTP), kas paredz ieviest datu apstrādes metodes un analīzi, izmantojot zemes virsmas attēlu, kas iegūti ar aerofotografēšanas un satelīta palīdzību. Tāpat, plānojot tālākās darbības, būtu lietderīgi valsts politikā tālizpētes tehnoloģiju pielietošanā skatīt kontekstā ar ģeotelpiskās informācijas attīstības koncepciju, ko tuvākā nākotnē plānots aktualizēt.

Ekonomikas ministrijai rekomendējam:

- veidojot Digitālo inovāciju centru atbalsta programmas koncepciju un Ministru kabineta noteikumus, jāņem vērā EDIC un DTP sinerģija un
- veidojot sava resora Ģeogrāfiskās Informācijas Sistēmas (ĢIS) konceptu atbilstoši DTP prasībām ar mērķi nodrošināt starpresoru ģeotelpisko datu apriti un koplietošanu, uz datiem balstītu lēmumu pieņemšanu, izvērtēt tālizpētes jomas ekselences centra izveidi un iekļaut ar tālizpētes metodēm iegūtus datus un produktus kā būtisku informācijas avotu ĢIS datu kopu izveidē.

Izglītības un zinātnes ministrijai rekomendējam:

- lai sekmētu izpratni par tālizpētes tehnoloģiju un tās iespējamo pielietojumu organizācijās to pamatdarbības procesos, kā arī lai demonstrētu šī brīža Copernicus un Galileo pakalpojumu iespējas, organizēt izglītojošu un praktisku semināru valsts pārvaldes darbiniekiem, piesaistot ESA, Eiropas Komisijas, EUSPA, Latvijas augstskolu un privātā sektora pārstāvjus kā lektoros;
- lai paceltu sistēmiskā līmenī augstskolu sadarbību ar valsts pārvaldes organizācijām tālizpētes tehnoloģiju jomā, mudināt vadošās augstskolas, kuru mācību programmās ir ar tālizpētes tehnoloģiju saistīti mācību kursi, nodibināt tiešus kontaktus ar organizācijām un vērtēt šo organizāciju definētās problemātikas iekļaušanu dažādos studentu noslēguma darbos kā izpētes objektus;
- lai sekmētu sākotnējo interesi par tālizpētes jomu un sekmētu pieprasījumu attiecīgām studiju programmām, iekļaut tālizpētes tēmu jau vidusskolu un profesionālo izglītības iestāžu mācību programmās, piesaistot ESERO biroja resursus attiecīgu mācību līdzekļu izstrādē un pedagogu tālākā profesionālā izglītībā tālizpētes jomā (izvērtēt arī nacionālā ESERO biroja izveidi Latvijā šī uzdevuma efektīvai izpildei);
- turpināt Latvijas kā ESA asociētai dalībvalstij pieejamo ESA instrumentu un Eiropas Komisijas piedāvāto instrumentu popularizēšanu Latvijas uzņēmumiem un zinātniskajiem institūtiem.

Executive summary

The aim of the study was to analyse and assess the situation in Latvia regarding the possibilities of using the data of the EU Earth Observation program Copernicus and the EU Global Navigation Satellite System Galileo. The study was performed by PricewaterhouseCoopers SIA on behalf of the Ministry of Education and Science of the Republic of Latvia in accordance with the agreement concluded on 15 April 2021. The methodology included a documentation analysis, the survey of stakeholders and structured interviews. The survey was used to obtain initial information and prepare for the interviews.

The following stakeholders were identified in the study – organizations as the users of satellite data and related services with the overall role “Responsible”⁴, relevant policy makers (ministries) with the overall role “Accountable”, private companies or researchers with knowledge and skills to process satellite data or provide relevant services with overall role “Consulted” and higher education institutions that include elements of remote sensing in their curricula with the role “Consulted”. The general public should be informed about the successful use cases of satellite data application in organizations; the benefits of using Earth Observation and navigation data and information should be clearly communicated (the role “Informed”).

The term remote sensing in the context of this study refers to the process of determining and monitoring the physical properties of an area of the Earth by measuring electromagnetic radiation reflected and emitted by the Earth from a distance (usually from a satellite or aircraft) without physical contact. Special cameras (sensors) collect remotely sensed radiation to obtain images that help study the Earth's properties. Remote sensing does not include the processing of satellite navigation (GNSS or Global Navigation Satellite System) signals. GNSS refers to a constellation of satellites providing signals from space that transmit positioning and timing data to GNSS receivers. The receivers then use this data to determine location.

A total of 36 questionnaires were received from 20 organizations in the study. 89% of the submitted questionnaires indicated that the organization uses GIS. In fact, GIS usage level in organisations demonstrates how many organizations are to use satellite data, because the application of satellite data or satellite-based services results to an organization's core business is possible as GIS thematic data layers. 74% of the submitted questionnaires indicated that organizations already use satellite-based data and services. Most organizations clearly stated that they were aware of the Copernicus program core services (76% of all questionnaires). However, the use of Copernicus core services is very low. The main reasons for not using them are their non-compliance with the needs of the organization, which is based on the insufficient spatial resolution of the offered data and the frequency of data acquisition, as well as the problem with the availability of properly qualified staff within the organizations.

Thereby the study demonstrated that in general, organizations in Latvia have a low level of use of satellite data or satellite data-based services. Only in some organizations, the level of use currently can be assessed as adequate or the desire to intensify this use has been identified. These organizations are - SJSC “Latvian Environment, Geology and Meteorology Center”, Rural Support Service, SJSC “Latvian State Forests”, State Environmental Service, Coast Guard Service and State Fire and Rescue Service.

The situation is more successful in those organizations that make a great effort to streamline their operations and whose employees understand and want to use satellite data in this context, or whose high-level management has strategically defined the need to use satellite data in their core business processes. This applies in full to the above mentioned organizations. It is also a very important factor whether the organization has a responsible employee who systematically deals with development matters and who can devote sufficient time to researching the potential use of Earth observation.

Despite the unsatisfactory picture of the readiness of organizations to use satellite data or services, in the course of the study, some potential applications of satellite data have been identified that organizations may use in their core business processes in the near future. The following applications were evaluated with the highest degree of maturity:

- Monitoring of forest changes,
- Identification of forest stand resources and forest inventory,

⁴ The roles according to the RACI methodology – R (*Responsible*), A (*Accountable*), C (*Consulted*), I (*Informed*)

- Automatic crop identification,
- Observation of shoreline changes (shore erosion),
- Determination of oil spills in the sea (further development of an existing application),
- Use of the EGNOS SoL service for air navigation purposes.

Other potential satellite data services and applications were also identified in the study, but their maturity is lower and additional work is needed for their technological development.

Three key problems have been identified in addressing the training needs in organisations for a more active use of satellite data services or applications.

Problem # 1: End-users are poorly informed about the Copernicus and Galileo services available and the opportunities they offer.

Several solutions are offered. The informative and practical workshops would be an effective form of specialized and detailed training on the Copernicus and Galileo programmes. Such workshops should be organized mainly for staff of institutions involved in the use of such data and services. Representatives of the European Space Agency (ESA), the European Commission, the European Union Space Programme Agency (EUSPA), the private sector and universities could be involved as lecturers in the workshops.

The publication of relevant information in industry publications would be another way of raising awareness of earth observation and GNSS technologies in general and of specific Copernicus and Galileo services. An example could be the portal latviaspace.gov.lv representing the Latvian space industry, created by the Ministry of Education and Science in cooperation with the Latvian Space Industry Association.

In addition to regular workshops that would be organized in Latvia, the interested experts can also participate in events organized by the NEREUS⁵ Association. NEREUS offers a platform for gaining a better awareness and understanding of space technologies, understanding how to make better use of the potential of remote sensing applications. In this case, the staff of the institutions or ministries must follow the opportunities and current events offered by this platform.

Considering that the websites of Copernicus and Galileo, including Copernicus Entrusted Entities (ECMWF, EEA, Mercator Ocean International and others), have a large amount of technical material on the use of satellite data (including on-line training courses), it would be effective for technical staff with certain basic knowledge to obtain additional information themselves independently from these websites.

Problem # 2: Potential users of remote sensing data have a poor understanding of the socio-economic benefits of Copernicus and Galileo data and services.

Addressing the previous problem of awareness of the available Copernicus and Galileo services and the opportunities they offer would also provide a basis for addressing this issue. As soon as potential users of remote sensing data understand how earth observation could be applied in their core business, an in-depth study can be initiated on the processes and on the benefits the institution (user) could get. Such an in-depth study would include a feasibility study of already known remote sensing data or services. The study could also include the development of a prototype of a potential application and identify a possible technological solution. The institution may involve university students in such a study, for example, supplying topics of research for students' theses papers, or a center of excellence in the field of remote sensing, if one will be established.

If the results of the feasibility study are positive, then a cost-benefit analysis for such an application is required. This would allow the institution to look at the long-term socio-economic benefits of such an application and to estimate the necessary initial investment and subsequent maintenance costs. If the use of remote sensing data is not planned to be intensive (for example, over a period of time or the processing of remote sensing data does not require large resources), a cost-benefit analysis would not be mandatory as the application would be likely deployed with existing resources.

Problem # 3: Potential users of remote sensing data lack the skills to make full use of Copernicus and Galileo data and services.

⁵ <https://www.nereus-regions.eu/>

The skills of institutional staff in remote sensing data processing cannot be acquired in the short term. It should be seen in the context of the national education process from the secondary school level onwards. The easiest way for institutions to act quickly (for example, to carry out a project on time) would be to recruit students who have completed bachelor's or master's degree programs in higher education related to remote sensing (satellite data processing principles, technology and applications). The study identified and summarized such higher education institutions and their programs. There is also an opportunity for organizations that want to obtain information about the feasibility of applying remote sensing technology to their specific problem and cannot evaluate it themselves, inform higher education institutions about their problems and ask to find out as part of a final thesis. Until now, such cooperation between universities and institutions has been sporadic. It is desirable to raise it to a systemic level.

In order to generate initial interest in the field of remote sensing and to stimulate demand for relevant study programs, it would be useful to include this topic in the curricula of secondary schools and vocational education institutions. Such an activity would also be fully in line with the goal set by ESA for the European Space Education Resources Office (ESERO).

The inclusion of remote sensing in vocational education curricula would be useful in those schools that are directly linked to the sectors that have demonstrated the effectiveness of remote sensing for long time, for instance, forestry, natural resource management and agriculture.

Finally, institutions should consider planning and investing resources in the continuing professional development of their staff. Technology is constantly evolving and therefore skills and knowledge of staff should be constantly updated. The opportunities offered by the EO4GEO project can be used for this purpose: access to open-source IT tools for remote sensing, access to specialized training resources on data processing, participation in training events in the form of workshops or webinars based on specific application examples, and exchange of experience with experts in other countries.

The research put forward a hypothesis about the establishment of a centre of excellence in remote sensing in Latvia with the aim to concentrate knowledge, skills, and infrastructure resources in one place to promote greater availability and use of competence. The concept of the centre of excellence was based on a study of the experiences of Slovenia, Lithuania and Estonia and received a strong support from the stakeholders of this study. This indicates that organizations see the centre of excellence as a quick solution of the bottlenecks of introducing the use of remote sensing data and information in their business processes and products.

One of the important functions of the centre of excellence would be to support organizations in introducing a satellite-based application in their work. The provision of such support should be extended to all organizations (including those that can themselves technically provide all the expertise needed to run the solution). In the context of this function, applications are understood to mean the regular use of satellite data, which is integrated into the organization's workflow and helps the organization ensure its core business processes. The cooperation model of organizations and the centre of excellence proposed in the study for the implementation of this function.

The centre of excellence in remote sensing should not be established as a new public administration institution. Instead, it is proposed to outsource the functions of such a centre to an existing institution or association thereof. The establishment of such a centre in Latvia could be implemented through public procurement, which is financed from the funds of state support programs for the introduction of innovations and digitalization.

Organizations with sufficient competence and capacity to prepare and implement projects for the development of new satellite data services or applications can continue to do so themselves, using various tools offered by the European Commission (such as the Horizon Europe programme or the EU Space Programme initiatives) and ESA (such as the Future EO Selection Program and the ESA competition "Baltic Platform for Governmental Services").

Latvia is an associated member of ESA. This status allows Latvian companies and scientific institutes to participate in ESA competitions in various space programs. For example, the EO SCIENCE FOR SOCIETY competition in the ESA Future EO Selection Program is currently opened.

ESA will shortly launch the tender "Baltic Platform for Governmental Services" in order to promote the wider use of remote sensing applications in the government administration sector in the Baltic region and to promote regional co-operation. ESA plans to create mature commercial applications and promote the Baltic space economy with the help of such a platform. It is planned that the platform will allow all its participants

(involved parties) to deploy, operate and provide remote sensing services to government administrations in the three Baltic States.

Satellite data and services should be considered as tools for digital transformation in the context of the forthcoming European Digital Innovation Hubs (EDIH) and the Digital Transformation Guidelines (DTG) in Latvia for 2021-2027, which provide to introduce data processing techniques and analysis using Earth images that are obtained from aerial photography and from satellites. Also, when planning further activities, it would be useful to look into the state policy for the application of remote sensing technologies in line with the concept of geospatial information development, which is planned to be updated in the near future.

It is recommended to the Ministry of Economics:

- the synergy between EDIH and DTG should be taken into account when developing the concept of the support program of the Digital Innovation Centers and the corresponding regulations of the Cabinet of Ministers; and

- evaluate the establishment of a remote sensing center of excellence and include Earth observation data and products as important source for the Geographic Information System (GIS) data sets when developing the concept of the ministry in accordance with the requirements of the DTG with the aim to ensure the sharing of geospatial data.

It is recommended to the Ministry of Education and Science:

- to organize an educational and practical seminar for public administration employees, involving ESA, the European Commission, EUSPA, Latvian universities and the private sector representatives as lecturers, in order to promote understanding of Earth observation technology and its possible application in organizations in their core business processes, as well as to demonstrate the potential of Copernicus and Galileo services;

- in order to raise the cooperation of higher education institutions with public administration organizations in the field of Earth observation technologies at a systemic level, encourage leading higher education institutions with Earth observation technology-related courses to establish direct contacts with organizations and evaluate the inclusion of these issues in various students' dissertations;

- to promote the initial interest in the field of Earth observation and to stimulate the demand for relevant study programs, to include the topic of Earth observation in the curricula of secondary schools and vocational education institutions, attracting ESERO resources for the development of relevant teaching aids and effective performance of this task);

- to continue to promote the ESA tools available to Latvia as an ESA Associate Member State and the tools offered by the European Commission to Latvian companies and research institutes.