

# Lietuvos geomokslų olimpiados dalykinė programa

- gebėjimas taikiai sugyventi su aplinka
- (gamtos) Mokslo mokymas mokyklose yra ateities piliečių ugdymo priemone
- Žemės sistemos sampratos suvokimas veda link aplinkos sąmoningumo ir link aplinkos išvalgos kūrimo ir plėtojimo.

Lietuvos geomokslų olimpiados dalykinė programa sudaryta remiantis Tarptautinės Žemės mokslų olimpiados dalykine programa (<http://www.igeoscienced.org/activities/ieso-2/syllabus/>).

## Tarptautinė geomokslų olimpiada (IESO): tikslai, uždaviniai ir mokymo programa

**Autoriai - IESO komisijos nariai:** Nir Orion (Izraelis, pirmininkas), Afa Aktar (Bangladešas), Xavier Juan (Ispanija), Moon-Won Lee (Korėja), Alan Munro (Naujoji Zelandija), Shankar (Indija), Donghee Shin (Korėja)

### A. Įvadas: tikslai ir uždaviniai

Praėjusio amžiaus aštuntojo dešimtmečio viduryje Žemės mokslų disciplina pradėjo žymiai keistis. Vienas didžiausių pokyčių buvo (ir vis dar yra) perėjimas nuo taip vadinamo **redukcionalizmo** požiūrio, kuriame kiekviena Žemės mokslų sritis (geologija, hidrologija, atmosfera) buvo laikoma nepriklausoma disciplina, prie **holistinio** požiūrio, kuriame svarbus sąryšis tarp Žemės sistemų. 1980-aisiais šios sritys buvo sujungtos į vieną discipliną – Žemės mokslus arba geomokslus. 1990-aisiais, kaip Žemės mokslų dalis, išsivystė nauja disciplina - **aplinkos geologija** arba **Žemės sistemų mokslas**. Ši plati disciplina apima įvairius aplinkosaugos aspektus, kurie yra įtraukti į Žemės mokslų discipliną. Pavyzdžiui:

- Gamtinių sistemų tarpusavio sąveika (be žmogaus dalyvavimo), pavyzdžiui, cheminės vulkaninių uolienuų erozijos įtaka anglies dvideginio balansui ir, kaip to pasekmė, klimato pokyčiams.
- Žmogaus kišimasis į gamtą, pavyzdžiui, atmosferos sudėties keitimas, dėl kurio susidaro oro tarša, vandens tarša vandenynuose ir gėlo vandens išteklių tarša. Perteklinis gamtos išteklių naudojimas, įsikūsimas į pakrančių procesus, atliekų šalinimas ir jų įtaka aplinkai arba potvynių padidėjimui.

- Galimybė numatyti pražūtingus gamtos reiškinius, tokius kaip potvyniai, audros, žemės drebėjimai, ugnikalnių išsiveržimai, nuošliaužos ir purvo lavinos.
- Fizinės aplinkos naudojimas energijai gaminti iš tokių šaltinių kaip iškastinis kuras, organinės medžiagos ir alternatyvūs energijos šaltiniai, pvz., saulės energija, vėjo energija, branduolinė energija ir cheminė energija.
- Darni gamtos išteklių plėtra, naudojant vandens išteklius ir užkertant kelią jų taršai.
- Globalūs klimato pokyčiai.

Pastaraisiais metais geomokslų aplinkos samprata vis dažniau matoma kaip Žemės sistemų samprata. Pagal ją, egzistuoja viena planeta Žemė, kurioje žmogus yra neatsiejama nuo gamtinių jos sistemų, kurios yra glaudžiai sujungtos ir apima geosferą, hidrosferą, atmosferą ir biosferą. Žemės gamtinės sistemos yra veikiamos supančioje kosminėje erdvėje esančių kūnų. Šis holistinis požiūris, pagrįstas žinių gyliu ir visapusišku Žemės komponentų stebėjimu, gali padėti išspręsti aplinkos problemas, su kuriomis susiduria mūsų planeta.

Paskutiniame praeito amžiaus dešimtmetyje, Vakarų pasaulyje įvyko **paradigminiai** gamtos mokslų mokymo pokyčiai. Šį pokytį galima pastebėti perėjus nuo paradigmos, kuri gamtos mokslų mokymą laiko būsimų mokslininkų mokymo priemone, prie paradigmos, kuri (gamtos) Mokslo dėstymą (mokymą mokyklose) laiko ateities **piliečių ugdymo** priemone.

Vienas iš egzistencinių iššūkių, su kuriuo susiduria XXI amžiaus piliečiai, yra jų gebėjimas taikiai sugyventi su aplinka. Geomokslų ir aplinkos mokslų mokymas atlieka pagrindinį vaidmenį siekiant plataus aplinkosaugos raštingumo. Geomokslai suteikia studentui, būsimam piliečiui, žinių ir gebėjimo daryti išvadas apie energiją taupantį, efektyvų energijos šaltinių naudojimą, vandens taupymą ir tinkamą Žemės išteklių naudojimą. Taigi, besimokantieji, geriau suvokę savo aplinką ir joje vykstančius procesus, gebės spręsti ir vertinti vykstančią transformaciją bei pokyčius ir dėl to savaime geriau elgsis ir bandys įtakoti kitus.

Nėra jokių abejonių, kad jau mokymo/studijų programoje apjungiant tokius iššūkius kaip energijos šaltiniai, žaliavų ir gamtos išteklių gavyba, žemės drebėjimų ir ugnikalnių išsiveržimų prognozavimas ir įveikimas, vandens šaltiniai ir klimato pokyčiai yra tinkamas atsakas į aplinkosauginio konteksto mokymą ir sklaidimą profesinėse ir socialinėse bendruomenėse.

Būtent Žemės Sistemos sampratos suvokimas, įsisavinimas reiškia, kad turėtų keistis tradicinis geomokslų mokymo akcentas. Jis turėtų persislinkti nuo aplinkos sąmoningumo - kas dar, deja, toli mūsų visuomenėje - link aplinkos įžvalgos<sup>1</sup> {environmental insight} kūrimo ir plėtojimo. Aplinkos įžvalgos kūrimas apima mokymą dviejų pagrindinių principų:

<sup>1</sup>įžvalga (angl. insight), staigus sprendimo suvokimas, netikėtas kokio nors nagrinėjamo dalyko arba reiškinio esmės atskleidimas, kilęs intensyviai mąstant. Jį lydi stiprios teigiamos emocijos, atradimo džiaugsmas. Įžvalga yra didelis tolesnės savarankiškos mąstymo veiklos akstinas. Svarbi parengiamoji įžvalgos stadija – ankstesni intensyvūs ieškojimai ir veikla, gebėjimas įveikti kliūtis sprendžiant sunkius mąstymo uždavinius, perimta socialinė patirtis ir tam tikros nuostatos. Pirmą kartą 20 amžiaus pradžioje insaito terminas pavartotas geštaltpsichologijoje. Vokiečių psichologas W. Köh-

- I. Mes gyvename cikliškame pasaulyje, sudarytame iš kelių posistemų (geosferos, hidrosferos, atmosferos ir biosferos), kurios yra bendrabūtybėje (koegzistuoja) ir kuriose medžiaga ir energija kinta tiek jų viduje, tiek ir tarp jų.
- II. Žmonės yra neatsiejama gamtos sistemos dalis, todėl jie turėtų veikti pagal ciklinius gamtos dėsnius.

**Veiksmo tikslai** Siekiant pasiekti aplinkos išvalgos įgyjimo tikslą, naujoji programa kelia šiuos tikslus:

1. Įgyti pagrindines žinias apie Žemės fizines sistemas, jų sudėtį, sandarą ir aktyvius procesus, vykstančius jose.
2. Atpažinti ir suprasti abipusę energijos ir materijos perdavimo ryšį Žemės sistemose ir tarp jų, įskaitant biosferą.
3. Suprasti žmogaus sistemos, kaip Žemės sistemų dalies, vietą.
4. Įgyti pagrindinius mokslinių tyrimų įgūdžius reikalingus atlikti stebėjimą, ir įgyti gebėjimą atskirti stebėjimą, išvadą ir prielaidą.
5. Išugdyti mąstymo bruožus, kurie yra būtini Žemės mokslui: erdvinį, trimatį mąstymą su svarbiu ketvirtuoju, geologiniu, laiko matu {Deep Time},
6. Išvystyti įgūdžius, kurių reikalingi aplinkos išvalgos ugdymui: ciklinį mąstymą ir sisteminį mąstymą.
7. Naudoti Žemės mokslą kaip įrankį, kuriuo galima iliustruoti cheminius, fizinius ir biologinius principus.
8. Puoselėti ryšį su gamtos kraštovaizdžiu, suvokiant Žemės unikalumą.
9. Suprasti gamtinių pavojų priežastis ir jų sąsajas su žmogaus veikla žemėje.

Siekiant šių tikslų, moksleivių, ne mokinių, pa(s)irengimas Žemės mokslų olimpiadai turėtų būti grindžiamas šiais principais:

---

leris eksperimentiškai ištyrė insaito įtaką žmogbeždžionių elgsenai. Knygoje Žmogbeždžionių intelekto tyrimai (Intelligenzenprüfungen an Anthropoiden 1917) insaitą jis priešino biheivioristinei išmokimo sampratai, teigiančiai, kad išmokimas yra laipsniškas ir nesąmoningas, pagrįstas mėginimų ir klaidų metodu. Vokiečių psichologai M. Wertheimeris ir K. Dunckeris insaito terminą (kaip ypatingą aktą, kuris iš esmės skiriasi nuo kitų mąstymo operacijų) vartojo ir žmogaus mąstymui nusakyti. <https://www.vle.lt/straipsnis/izvalga/>

## **Moksleivių pa(si) rengimo LGEO/IESO principai**

- Bus reikalinga nagrinėti Žemės mokslų turinį vieningoje sistemoje, susijusioje su geo-biocheminiais ciklais Žemėje. Pavyzdžiui, „Uolienų ciklas Žemės plutoje“, „Hidrosferos ciklas“ „Anglies ciklas“.
- Išsiugdyti unikalūs mąstymo įgūdžius, reikalingus Žemės sistemų traktavimo integracijai su jų turiniu, o ne atskirai.

## **Pedagoginiai principai ruošiant studentus LGEO/IESO**

- Aktyvus mokymasis. Moksleivis sukurs žinias ir jų supratimą procese, vadinamame tyrimais grįstu {inquiry-based} mokymusi. Todėl mokyklos laboratorija ir laukas bus pagrindiniai mokymosi proceso komponentai.
- Mokymosi procesas vystysis nuo konkretaus iki abstraktaus.
- Mokymosi lauke aplinka bus privaloma mokymo programos dalis.
- Reikalinga ugdyti žemiau išvardintus mąstymo įgūdžius, kur Žemės ir aplinkos mokslai turi santykinį pranašumą:
  - Stebėjimo darymas ir gebėjimas atskirti prielaidą, stebėjimą, interpretaciją ir išvadą.
  - Trimačio mąstymo įgūdis.
  - Gilaus laiko {Deep Time} dimensijos suvokimo vystymas.
  - Mąstymas vienu metu laiko ir erdvės matuose (dimensijose).
  - Ciklinio mąstymo ugdymas.
  - Sisteminio (kritiško, mokslinio) mąstymo ugdymas.

## **Įgūdžiai ir gebėjimai, kuriuos moksleiviai turėtų įgyti ruošdamiesi LGEO/IESO**

1. Gebėti atkurti lauke geologinių procesų seką, vykusią vietovėje, o tuo pačiu gebėti atskirti stebėjimą nuo interpretacijos ir išvados.
2. Lokalizuoti geosferos reiškinius uolienų ciklo procesų sekoje.
3. Suvokti cikliškumo svarbą, ir kaip kontekstą, kuriame vyksta medžiagų apytakos procesai Žemės sistemose.
4. Identifikuoti bet kurios iš Žemės sistemų komponentus ir kiekvieną iš jų apibūdinti pagal dydį, tempą (greitį), svarbą ir sudėtingumą.
5. Gebėti mąstyti sistemiškai, siekiant suprasti vienos konkrečios Žemės sistemos įvairiakryptę sąveiką su kitų sistemų komponentų besivystančiomis tarpusavio sąveikomis.

6. Gebėti identifikuoti tam tikros konkrečios Žemės sistemos komponentų sąveiką kaip dinامينius materijos ir energijos virsmo procesus.
7. Gebėti identifikuoti konkrečią Žemės sistemą kaip ciklišką – žiedinę sistemą, kurioje išsaugomas bendras medžiagos kiekis, o materijos virsmai nevyksta vienodu tempu (greičiu).
8. Gebėti identifikuoti dinامينius procesus laiko dimensijoje, skiriant skirtingus laiko tipus, pvz., žmogaus laiką, istorinį ar geologinį laiką.
9. Gebėti identifikuoti aplinkosaugos problemas ir siūlyti sprendimus, pagrįstus supratimu principų, kurie galioja abipusiems santykiams tarp Žemės sistemų ir Žemės sistemų viduje.
10. Mokėti moksliskai mąstyti ir suprasti skirtumą tarp stebėjimo ir eksperimento, išvados ir hipotezės, turėti gebėjimą kelti hipotezes, daryti išvadas ir siūlyti sprendimus.
11. Mokėti rinkti duomenis iš rašytinių ir skaitmeninių šaltinių, apdoroti juos atitinkama programine įranga ir pateikti grafikus, diagramas, brėžinius ir sąvokų (arba koncepcijų) žemėlapius.
12. Gebėti pristatyti žinias raštu ir žodžiu, naudojantis įvairiomis priemonėmis, tokiomis kaip tyrimų ataskaitos, mokslinis posteris (stendinis pranešimas) ir kompiuterinis pristatymas.
13. Gebėti numatyti stichinėms nelaimėms, tokias kaip žemės drebėjimai, ugnikalnių veikla, taifūnas/uraganas, cunamis, nuošliaužos ir potvyniai. Jei įmanoma, užkirsti kelią tokioms nelaimėms ar žinoti kaip sumažinti galimus jų padarinius.

## B. Tarptautinės žemės mokslų olimpiados programa

### 1. Geosfera ir Žemės sistemos

#### a) Pagrindinės idėjos

1. Medžiagos perėjimas Žemės sistemų viduje ir tarp jų yra susijęs su perėjimais tarp rezervuarų (iš vieno formos į kitą). Pavyzdžiui, ciklinė seka – litifikacija, pakilimas, erozija, transformacija, sedimentacija, palaidojimas ir pan., sukuria nenutrūkstamą „Uolienu ciklą“, kuriame bendras medžiagos kiekis išlieka pastovus, tačiau pereinant iš vieno rezervuaro į kitą keičiasi jos forma.
2. Žemės medžiaga cikliška pereina tarp skirtingų rezervuarų, keičiantis kai iš vienos formos į kitą. Medžiaga pereina į skirtingas Žemės sistemas ir tarp jų: uolienu sistema (uoliena ir žemė) – Litosfera; oro sistema – Atmosfera; vandens sistema – Hidrosfera; ir biologinė sistema – Biosfera.
3. Energija, suaktyvinanti „Uolienu ciklą“, gali būti vidinė energija, užkonservuota Žemės plutoje (radioaktyvus skilimas), ir išorinė energija – saulės energija.

4. Yra abipusiškumas tarp skirtingų Žemės sistemų. Pavyzdžiui, uolienų erozijai ir dirvožemio formavimuisi daugiausia įtakos turi biosferos sistemos komponentai, tokie kaip augalai, grybai, kirminai ir mikrobai.
5. Dalies nuosėdinių uolienų susidarymas yra glaudžiai susijęs su biosferos procesais. Dėl to uolienų sluoksnių seka turi įrodymų apie evoliucinius procesus (įskaitant masinius išnykimus), kurie vyko biosferoje laikui bėgant.
6. Žemės plutos pokyčiai, kurių sukeliama vidinės energijos, gali būti staigūs ir greitai bei įvykti be perspėjimo ar su perspėjimu prieš kažkiek laiko (žemės drebėjimai ir vulkanų išsiveržimai), bet taip pat gali būti labai lėti (kalnų kilimas). Geosferos pokyčiai sukuria grandininę reakciją visose Žemės sistemose, ir gali turėti įtakos evoliuciniams procesams Biosferos sistemoje.
7. Litosferinių plokščių judėjimas išreiškia medžiagos ir energijos judėjimą Žemėje.
8. Žemės drebėjimai ir ugnikalnių išsiveržimai, daugiausia vykstantys palei plokščių ribas, yra medžiagos ir energijos perėjimo Žemėje mechanizmo dalis. Šie geosferos reiškiniai daro didelę įtaką žmogui ir likusiai biosferos sistemos daliai.

#### **b) Įgūdžiai ir sugebėjimai**

1. Gebėjimas atpažinti šias magminės ir metamorfinės kilmės uolienas: granitą, riolitą, dioritą, andezitą, gabrą, bazaltą, šistolitą (skalūną), gneisą, marmurą, kvarcitą.
2. Gebėjimas atpažinti šiuos magminės ir metamorfinės kilmės uolienų mineralus: kvarcą, plagioklazą, mikrokliną, biotitą, muskovitą, granatą.
3. Gebėjimas atpažinti tokių uolienų struktūras ir tekstūras kaip porfyras, pegmatitas, tufas, skoria, obsidianas, linijiškumas ir foliacijas.
4. Gebėjimas atpažinti lauke magminius kūnus, tokius kaip vulkanas, lavos srautas, daika, silas.
5. Gebėjimas suprasti lokalių magminių ir/ar metamorfinių reiškinių globalią prasmę plokščių tektonikos kontekste.
6. Gebėjimas atpažinti šias nuosėdines uolienas: klintis, kreida, silicitas (titnagas), molis, mergelis, dolomitas, smiltainis, fosforitas, gipsas, druska.
7. Gebėjimas apibrėžti šiuos mineralus: kalcitas, molis, halitas, gipsas, piritas.
8. Gebėjimas nustatyti pagrindinę dirvožemio sudėtį.
9. Gebėjimas nustatyti lauko sąlygomis struktūras, tokias kaip sluoksniavimas, išrūšiuotas sluoksniuotumas, įkypas sluoksniuotumas, ruzgos, ruzgų žymės, pertraukties {discontinuity} plokštumos.

10. Gebėjimas identifikuoti lauko sąlygomis raukšles ir lūžius, analizuoti įtempių lauką, dėl kurių susidarė šios struktūros (spaudimo ir tempimo kryptys).
11. Gebėjimas atpažinti fosilijas ir įvairias fosilizacijos būdus.
12. Gebėjimas sudaryti Ramiojo, Atlanto ir Indijos vandenynų scheminius pjūvis.
13. Gebėjimas paaiškinti uolienų ciklą plokščių tektonikos terminologija.
14. Gebėjimas sudaryti Žemės schematinio skerspjūvį (nuo paviršiaus iki branduolio).

## 2. Hidrosfera ir Žemės sistemos

### A. Pagrindinės idėjos

1. Yra tiesioginis ryšys tarp geosferos ir hidrosferos sistemų. Vandens sudėtis ir prieinamumas yra tiesioginiai uolienų sudėties ir geologinės struktūros produktai, o daugelis geologinių procesų vyksta hidrosferos terpėje.
2. Dirvožemio sudėtis ir vandens filtracijos greitis įtakoja daugelį Biosferos sistemos veiksmų, pradedant potvyniais, po kurių atsiranda augmenijos kiekis ir rūšis, ir baigiant vandens prieinamumu visoms gyvoms būtybėms, įskaitant žmones.
3. Atmosferos reiškiniai ir procesai turi įtakos vandens sklaidai ir kritulių dažniui.
4. Žmonėms vartojamo vandens kiekis yra ribotas. Nekontroliuojami veiksmai gali padaryti neatstatomą žalą vandens ištekliams ir drastiškam vandens kiekio sumažėjimui tam tikrose vietovėse, matuojant žmogaus gyvenimo trukmės laiką. Ši neatstatoma žala vandens ištekliams didžiulė yra matuojant santykinio biosferos laiku ir biologinio pasaulio prisitaikymo prie šių pokyčių tempais.
5. Vandenynų vandens sudėtis ir jų fiziografinė struktūra yra tiesioginis abipusiškumo su geosferine sistema rezultatas.
6. Priimtina manyti, kad pradinėje Žemės hidrosferoje buvo sudaryta iš išskirtinai gėlo vandens. Vandenyno vandens sudėties raida vyko dėl vandens, kaip universalaus tirpiklio, ir tirpių mineralų buvimo.
7. Katastrofiški įvykiai vandenynuose, tokie kaip cunamis ir uraganai, yra žemės sistemų sąveikos pasekmė.

### B. Įgūdžiai ir sugebėjimai

1. Gebėjimas identifikuoti ir apibūdinti hidrosferos sistemą, glaudžiai sąveikaujančią su kitomis Žemės sistemomis.
2. Gebėjimas identifikuoti aplinkosaugos problemas ir siūlyti sprendimus, remiantis hidrosferos sistemos supratimu.

3. Turėti supratimą apie vandenynų, litosferos, hidrosferos, atmosferos ir biosferos tarpusavio ryšius.
4. Turėti supratimą apie žmogaus ir vandenyno tarpusavio sąryšius.
5. Turėti sisteminį mąstymą apie vandenynų sistemą visų Žemės sistemų kontekste.

### **3. Atmosfera ir Žemės sistemos**

#### **A. Pagrindinės idėjos**

1. Saulės spinduliuotė sukelia visų Žemės sistemų atšilimą, tačiau šilumos sugerties ir spinduliavimo greitis uolienose (geosferoje), vandenyje (hidrosferoje) ir ore (atmosferoje) skiriasi. Šis reiškinys, sudėtingo proceso pabaigoje, sukuria vietines ir pasaulines tėkmės sistemas atmosferoje (vėjas) ir vandenynuose.
2. Pirminės žemės atmosferos sudėtį daugiausia lėmė ugnikalnių išmetamos dujos. Atmosferos evoliucija yra susipynusi su gyvybės Žemėje raida.
3. Šimtus milijonų metų atmosfera išlaiko daugiau ar mažiau panašią sudėtį dėl tarpusavio ryšių tarp atmosferos su hidrosfera (vandenynai), biosfera (fotosintezė ir kvėpavimas) ir geosfera (dujos, vulkaninės dulkės ir erozija).
4. Trumpalaikėje perspektyvoje, žmogaus veiksmai sukelia minimalų disbalansą atmosferoje, tačiau ilgalaikėje perspektyvoje, vandenynai taps didžiulėmis kriauklėmis, kurios reguliuoja dalį atmosferos sudėties. Kadangi biosfera paveikiama trumpu laikotarpiu, net nedideli ir laikini pokyčiai gali sukelti galutinius, pragaištingus pokyčius dalyje biosferos.

#### **B. Įgūdžiai ir sugebėjimai**

1. Gebėjimas atskirti geocheminės sistemos komponentus, nustatyti jų tarpusavio ryšius ir sukurti tarpusavio sąveikų tinklą.
2. Gebėjimas identifikuoti sąveiką tarp sistemos dalių, kaip dinامينius materijos ir energijos procesus.
3. Gebėjimas identifikuoti aplinkosaugos problemas ir siūlyti sprendimus remiantis geobiocheminės sistemos principų supratimu.

### **4. Planetų sistema ir Žemės sistemos**

#### **A. Pagrindinės idėjos**

1. Žemės sistemos yra posistemės bendroje Saulės sistemos planetų sistemoje ir neįmanoma susidaryti viso žemės sistemų vaizdo nesuvokiant materijos ir energijos perėjimo tarp Saulės sistemos ir Žemės planetos procesų.

2. Žemė yra vienas iš Saulės sistemos pavyzdžių, kuriame egzistuoja tarpusavio santykiai tarp geosferos ir atmosferos sistemų, tačiau yra ir daugiau pavyzdžių kitose planetose.
3. Ką matome iš čia, nematome iš ten, ir atvirkščiai. Žemės sistemų tyrimai leidžia geriau suprasti planetų sistemas, o kitų planetų sistemų tyrimai padeda geriau suprasti Žemės sistemą.
4. Planetos energijos balansą sudaro išorinė energija – saulės spinduliuotė, saulės gravitacijos ir artimų planetų kūnų įtaka bei vidinė energija – branduolio veikla, radioaktyvūs elementai ir vidiniai procesai.

## **B. Įgūdžiai ir sugebėjimai**

1. Gebėjimas identifikuoti ir apibūdinti planetų sistemą kaip sistemą, kurioje išsaugomas bendras medžiagos ir energijos kiekis.
2. Gebėjimas palyginti planetų duomenis ir daryti išvadas apie struktūrą ir sudėtį.
3. Gebėjimas nustatyti abipusius ryšius tarp žemės ir likusių Saulės sistemos komponentų.