

MAATEADUSTE OLÜMPIAAD 2023

ÜLESANDED

Vastuste märkimiseks kasuta eraldiseisvat vastuste lehte.

1. Geoloogilise kaardi ja maavara ülesanne

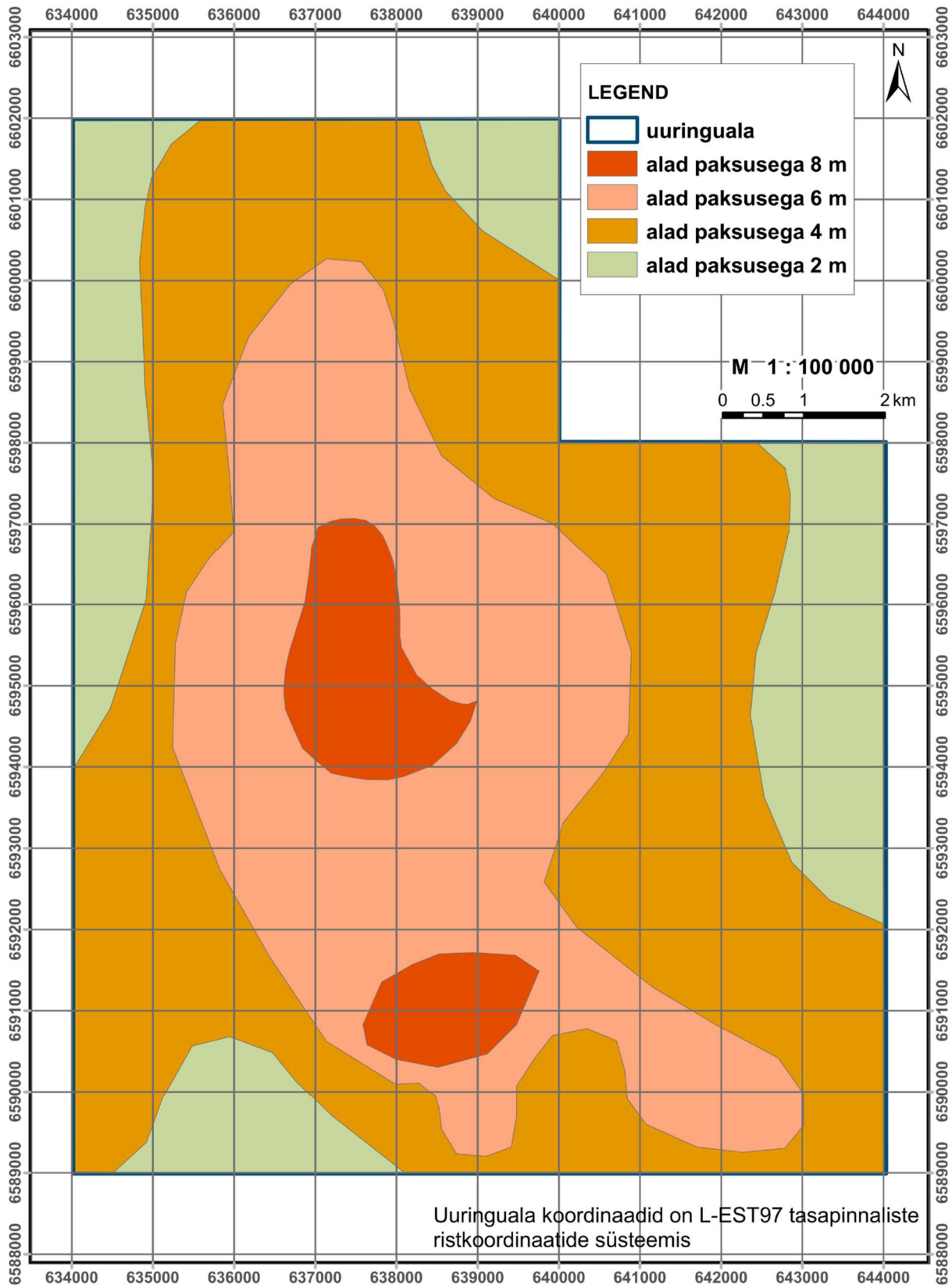
Arvutada antud uuringualal kolmekihiliselt leiduva fosforiidi (ja fosfori) kogumass.

Algandmed:

Joonis 1: Uuringuala pindmise fosforiidikihi (KIHT 1) interpoleeritud keskmised paksused. Välja on eraldatud alad paksustega 2, 4, 6 ja 8 m. Uuringuala on esitatud L-EST97 tasapinnaliste ristkoordinaatide süsteemis. Kaardi mastaap: 1 : 100 000. Vaata kaarti eraldi lehel!

Joonis 2: Uuringuala geoloogiline tulp (läbilõige). Settelised kivimid asuvad horisontaallasumuses ning kivimikihtide paksus ala ulatuses ei muutu, välja arvatud maapinnale avanev kiht, mis on allunud erosioonile. Alal on eraldatud 3 fosforiidikihti: KIHT 1, mis ulatub maapinnale ja on erineva paksusega (vt joonis 1); KIHT 2, mis on uuringute andmetel ühtlase paksusega ja litoloogiliselt ning geokeemiliselt homogeenne; KIHT 3, kõige alumine fosforiidi kiht, samuti ühtlase paksusega ja litoloogiliselt ning geokeemiliselt homogeenne.

Sügavus maapinnast (meetrites)	Läbilõige	Kivimitüüp
0 - 8		Fosforiit, erodeeritud, muutuva paksusega, alumine pind horisontaalne
14,00		Liivakivi, eriteraline
16,50		Fosforiit
26,00		Liivakivi & aleuriit
30,90		Fosforiit
35,00		Liivakivi & aleuriit



Joonis 1: Uuringuala maavara - fosforiidi - pindmise kihi interpoleeritud keskmised paksused meetrites.

Lisandmed:

Mäemassi kuiv mahukaal on $1,99 \text{ g/cm}^3$.

P_2O_5 molekulaarkaal on 142 g/mol ,

Fosfori (P_2) molekulaarkaal on $2 \times 31 = 62 \text{ g/mol}$.

Ülesanne 1.1 Täida värvilised kastid teie poolt arvatud andmetega (ümarda vähemalt 1000 tonni ja 1000 kuupmeetri täpsusega).

Tabel 1. Vastuste märkimiseks kasuta eraldiseisvat vastuste lehte.

	Pindala	Mäemassi maht	Mäemassi mass	Keskmine P_2O_5 sisaldus mäemassis	P_2O_5 mass	P (fosfori) mass
Mõõtühik/ Kiht	km^2	m^3	tonni	massi%	tonni	tonni
KIHT 1- Kokku				11,6		
Paksus 2m				11,6		
Paksus 4m				11,6		
Paksus 6m				11,6		
Paksus 8m				11,6		
KIHT 2				14,2		
KIHT 3				17,9		

1.2 Arvuta kogu uuringuala P_2O_5 mass tonnides (ümarda vähemalt 1000 tonni täpsusega).

Vastus:

2. Hüdrogeoloogiline ülesanne

Pikaajaline aasta keskmine sademete hulk Eesti on umbes 700 mm. Sellest keskmiselt umbes 10% imbib põhjavette. Arvuta, mitu m^3 põhjavett võiks aastas keskmiselt Eestis tekkida? 2021. aastal oli põhjavee kogutarbimine Eestis $636\,000 \text{ m}^3$ /ööpäevas. Mitu % moodustab see eelnevalt arvatud eelduslikust looduslikult tekkivast põhjavee hulgast?

3. Mere- ja kliimateaduse ülesanne

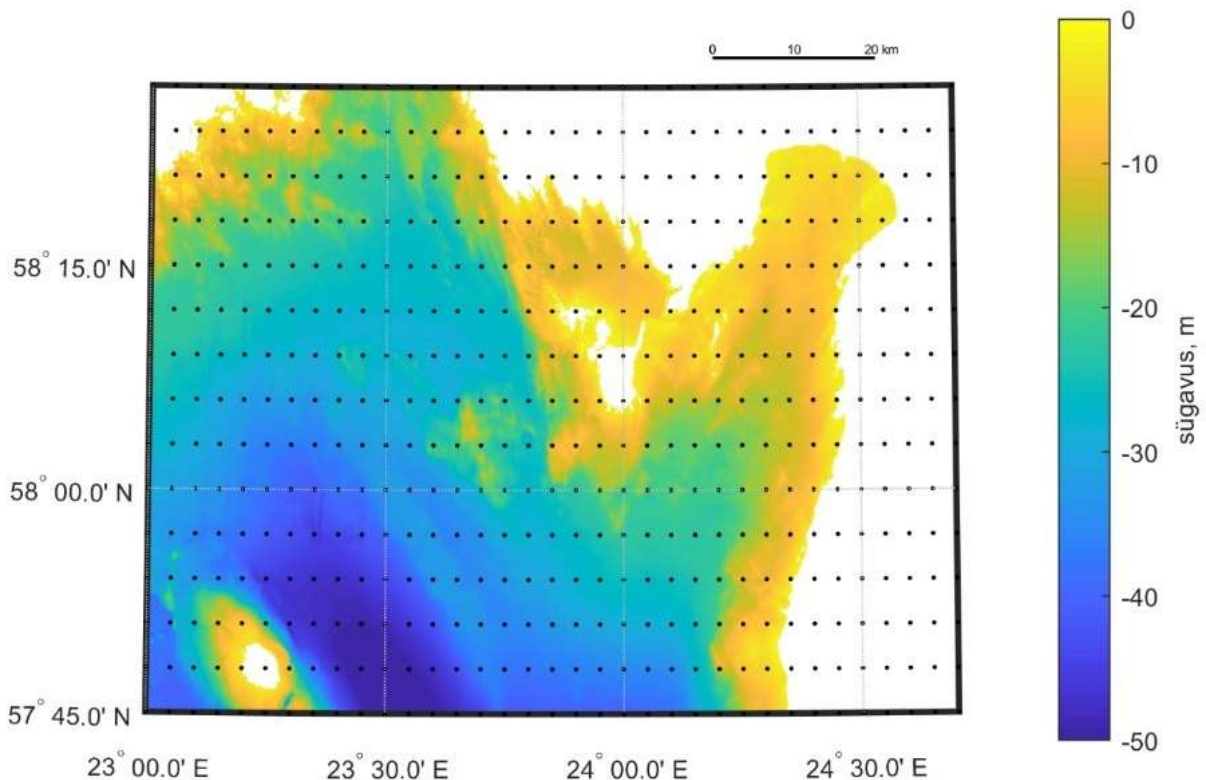
Ettevõtte plaanib Liivi lahte ehitada meretuuleparki. Planeerimise üheks osaks on erinevad eeluuringud, et leida näiteks optimaalne tuulikute arv ja paigutus keskkonnamõjusid arvestades ning sobiv vundamenditüüp, mis oleneb merepõhja iseloomust, sügavusest, jääoludest, elekrituuliku suuruselt. Ettevõtte tellimisel teostatakse arendusalal nii modelleerimisel põhinevaid uuringuid (jääolud, settetransport, võimalik reostuslevi) kui ka mõõtmisi merekeskkonnas. Ühe spetsialisti ülesandeks sai jääolude modelleerimine ja analüüs meretuulepargi mõjupiirkonnas. Esmalt aga uuriti tasutainfoks jääolusid olemasoleva teabe põhjal.

Osa A: Kanna kaardile (Joonis 1) kavandatava meretuulepargi ala (Tabel 1) ning arvuta, kui suure pindala see katab. Kui kaugele jääb ala lähim punkt Pärnu rannast ($58,3730^{\circ}\text{N}$, $24,5004^{\circ}\text{E}$)? Arvutamiseks kasuta lihtsustatud lähendust, et Eesti piirkonnas vastab 1° geograafilist laiust 111 km ja 1° geograafilist pikkust 55,5 km. Pane tähele, et koordinaadid on tabelis esitatud kümnendkraadides ning joonisel kraadides ja minutites (1 kraad = 60 minutit).

Tabel 1: Meretuulepargi ala koordinaadid.

	$^{\circ}\text{N}$	$^{\circ}\text{E}$
1	57,9000	23,8000
2	57,9000	24,0500
3	58,0000	24,1500
4	58,1000	24,1500
5	58,0000	23,9000

Joonis 1: Liivi lahe kirdeosa.



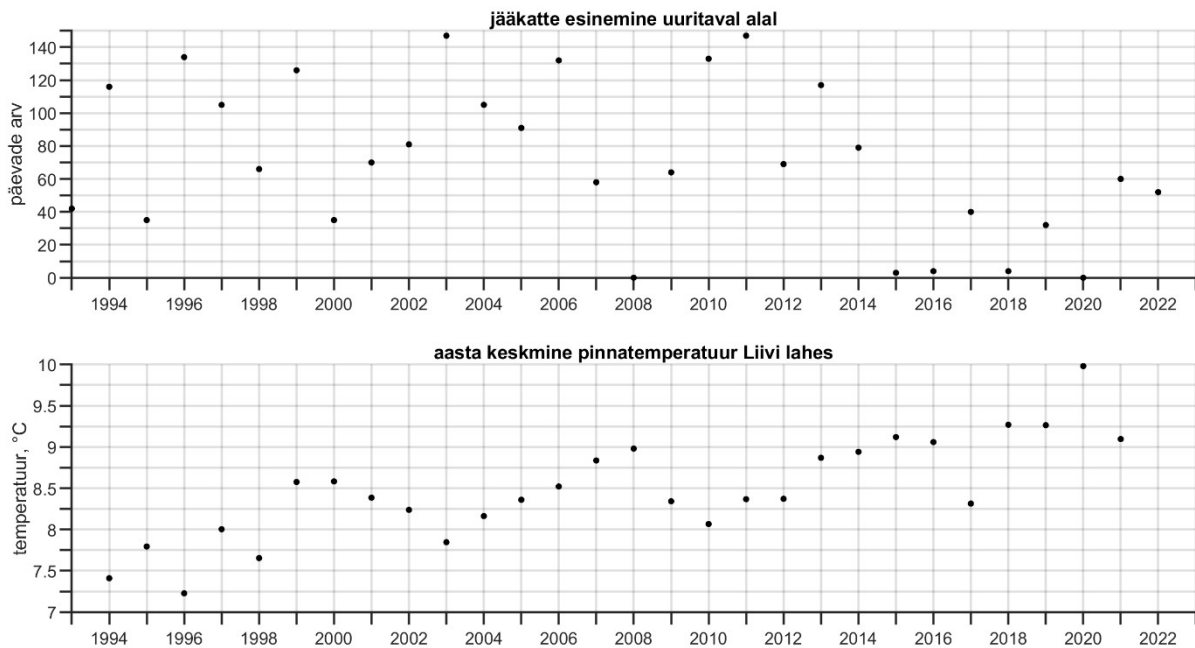
Osa B: Jääolude hindamiseks leiti 1) mitmel päeval igal aastal uuritava alal jääd esines (iga aasta kohta vaadeldi perioodi detsember–aprill) ning 2) Liivi lahe aasta keskmine pinnatemperatuur. Mõlema näitaja jaoks leiti lineaarne trend (Tabel 2). Kanna trendid vastavale graafikule (Joonis 2) leides väärtused aastate 1995, 2008 ja 2021 jaoks.

Tabel 2: Koefitsiendid, millega on trend määratud.

	Sirge tõus	Algordinaat
Jääkate	-1.204 (p/a)	2484 (p)
Temperatuur	0,0605 (°C/a)	-112,9 (°C)

Tabel 3: Trendi põhjal arvutatud väärtused.

Jääkate		Temperatuur	
Aasta	Päevade arv	Aasta	°C
1995		1995	
2008		2008	
2021		2021	



Joonis 2: Jääkate esinemine (üleval) ja aasta keskmine pinnatemperatuur (all).

Hinda viimase 30 aasta jooksul (1993–2023) toimunud muutusi lineaarse trendi põhjal. Viimase 30 aasta jooksul on Liivi lahe aasta keskmine pinnatemperatuur _____ (1) kraadi võrra ning jääkate esinemine uuritava alal on keskmiselt _____ (2) päeva võrra. Eeldusel, et trend jätkub samamoodi, ei pruugi aastaks _____ (3) uuritava alal enam jääkatet esineda.

4. Hüdrogeoloogiline ülesanne

Põhjavee liikumise kiirust kahe sama põhjaveekihti avava kaevu vahel saab hinnata valemiga, mis on tuletatud 19. sajandil elanud prantsuse inseneri Henri Darcy avastatud põhjavee liikumist kirjeldavast seadusest:

$$v = -K \frac{h_2 - h_1}{L}$$

kus h_2 ja h_1 on veetaseme kõrgus kaevudes, L kaevude vaheline vahekaugus ja K võrdetegur, mis sõltub põhjaveekihti moodustavate kivimite/setete omadustest (nt poorsus, lõhelisus). K nimetatakse ka filtratsioonimooduliks.

Olgu meil kaks põhjaveekihti, millest esimene paikneb hästi tsementeerunud liivakivides ja teine lõhelistes lubjakivides. Mõlemas põhjaveekihis mõõdeti veetaset kahes kaevus ja saadi järgmised tulemused:

A. Liivakivi

Kaev nr. 1 – 168 m (üle merepinna)

Kaev nr. 2 – 165 m (üle merepinna)

B. Lõheline lubjakivi

Kaev nr. 3 – 95 m (üle merepinna)

Kaev nr. 4 – 92 m (üle merepinna)

Nii kaevude nr. 1 ja 2 kui ka kaevude nr. 3 ja 4 vahekaugus oli 0,3 km. Nii liivakivide kui lubjakivide filtratsioonimooduli väärtuseks hinnati 1×10^{-6} m/s.

Arvuta:

- Põhjavee liikumise kiirus kaevude nr. 1 ja 2 ning kaevude nr. 3 ja 4 vahel.
- Hilisemad uuringud on näidanud, et Darcy valemi järgi arvatud põhjavee liikumise kiirus ei ole põhjavee tegelik liikumise kiirus, sest ei arvesta asjaoluga, et vesi saab maapõues liikuda vaid kivimi/sette poorides ja tühimikes, mitte ühtlaselt läbi kivimi kogu ristlõike. Seepärast tuleb tegeliku vee liikumise kiiruse arvutamiseks jagada saadud tulemus läbi suurusega n_e , mida nimetatakse efektiivseks poorsuseks. See väljendab omavahel ühendatud pooriruumi suhet kogu kivimi/sette ruumalasse. Antud juhul hinnati tsementeerunud liivakivi efektiivseks poorsuseks 0,3 ja lubjakivil 1×10^{-4} . Kumbas kivimis liigub põhjavesi kiiremini?
- Kujutlegem, et mõlemasse põhjaveekihti satub maapinnalt saasteaine, mis liigub täpselt põhjavee liikumise kiirusega. Kui kaua aega (aastates) kulub selle saasteainel, et jõuda kaevust nr. 1 kaevu nr. 2 ja kaevust nr. 3 kaevu nr. 4.
- Kumb põhjaveekiht on maapinnalt lähtuva reostuse eest paremini kaitstud? Miks?

5. Geofüüsikaline ülesanne

Koonusekujulise mäe kõrgus on $h = 500$ m ja läbimõõt $d = 3$ km. Mäe maa-alune osa on samuti koonuse kujuga, kuid selle sügavus ei ole teada (vt. joonist). Tihedused $\rho_1 = 3000$ kg/m³ ja $\rho_2 = 2700$ kg/m³. Leidke mäe moodustava kivimi (tihedus ρ_2) kogumass M eeldusel, et mägi ja seda ümbritsev maakoos on hüdrostaatilises tasakaalus.

