

# MAATEADUSTE OLÜMPIAAD 2022

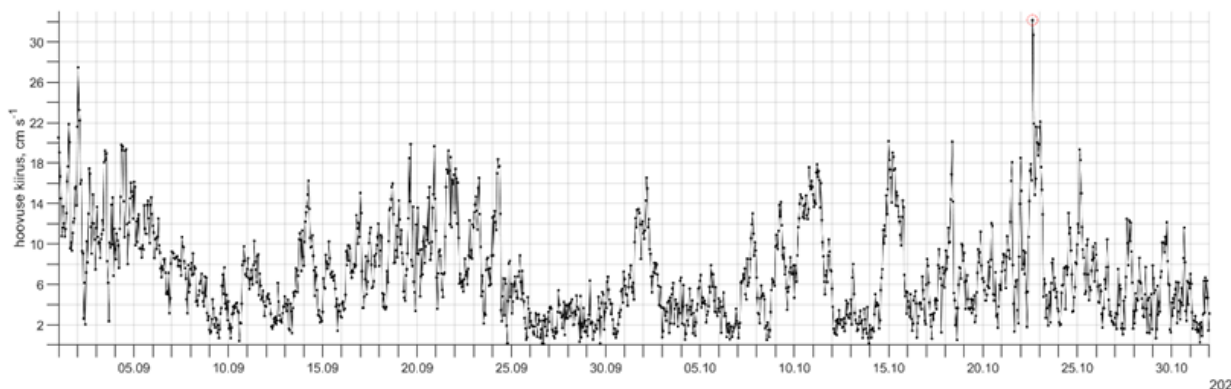
## ÜLESANDED

02.04.2022

**Vastuste märkimiseks kasuta eraldiseisvat vastuste lehte.**

**ÜLESANNE 1.** 2021. aastal algasid parvlaev Estonia vraki asukohas allvee-uuringud eesmärgiga kontrollida 1997. aastal rahvusvahelise Õnnetuse Uurimise Ühiskomisjoni raportis tehtud järeldusi. Rakendades numbrilist modelleerimist on võimalik hinnata põhjalähedase veekihi dünaamikat ja keskkonnatingimuste muutlikkust tagasiulatuvalt kuni aastani 1994 ning nende kooskõla vraki seisukorraga. Okeanograafiliste parameetrite mõõtmine on vajalik mudelitulemuste valideerimiseks. Valideerimine on protsess, kus mudeli tulemusi kontrollitakse mingi perioodi vaatlusandmetega. Valideerimise alusel usutakse, et mudel on usaldusväärne ka nendel tingimustel, mida pole otseselt kontrollitud.

Järgnev graafik näitab mõõdetud põhjalähedasi (68 m) hoovuse kiirusi septembris-oktoobris 2021.



Üks kõrgemaid kiirusi mõõdeti 22. oktoobril (märgitud punase ringiga). Hoovuse suund oli tol hetkel 228°(vt joonist).

- Hoovusemõõtja registreerib tegelikult kiiruse ida- ja põhjasuunalise komponendi ( $u$ ,  $v$ ). Arvuta nende väärtused.
- Hoovuse kiiruseid  $>20$  cm/s ei esinenud mõõtmisperioodi jooksul sageli, ent iga kuu oli perioode, mil hoovuse kiirus oli  $>10$  cm/s. Septembri-oktoobri jooksul registreeriti hoovuse kiirusi  $>10$  cm/s 345 korral. Mitu protsenti on see hulk kogu kahe kuu jooksul tehtud mõõtmistest? Arvesta, et hoovusemõõtja registreeris andmeid ühe tunnise sammuga.
- Hinda visuaalselt, mitme erineva perioodi peale need väärtused jagunevad. Märki perioodid graafikule.

Perioodide märkimisel arvesta:

- kiirused on  $>10$  cm  $s^{-1}$  umbes ühe päeva jooksul või kauem.
- loe kaks periood üheks, kui kiirused on vahepeal  $<10$  cm  $s^{-1}$  vähem kui ühe päeva jooksul.

**ÜLESANNE 2.** Siim helistas laborisse ja sai teada põhjaveeproovi keemilise analüüsi tulemused:  $K^+ = 5 \text{ mg/l}$ ,  $Na^+ = 19 \text{ mg/l}$ ,  $Ca^{2+} = 94 \text{ mg/l}$ ,  $Mg^{2+} = 23 \text{ mg/l}$ ,  $HCO_3^- = 334 \text{ mg/l}$ ,  $Cl^- = 9 \text{ mg/l}$ , ja  $SO_4^{2-} = 64 \text{ mg/l}$ . Mingit lämmastiku ühendit oli veel  $30 \text{ mg/l}$ , aga kas see oli ammonium  $NH_4^+$ , nitraat  $NO_3^-$  või nitrit  $NO_2^-$ , ei jõudnud Siim kirja panna. Millise katiooni või aniooni nimetus võis jääda märkimata?

Lahendamisel võib kasutada Mendelejevi tabelit.

**ÜLESANNE 3.** Kõik kehad kiirgavad soojuskiirgust vastavalt Stefan-Boltzmanni seadusele: pindalaühikult kiiratud võimsus  $P = \sigma \epsilon T^4$ , kus  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/(m}^2\text{K}^4)$ ,  $T$  tähistab pinnatemperatuuri kelvinites ning  $\epsilon$  nn emissioonitegurit, mis näitab, mitu korda kiirgab antud keha soojuskiirgust vähem, kui seda teeb samasugune absoluutselt must keha.

- a) Maale jõudev päikesekiirguse voog on iseloomustatav solaarkonstandiga  $I_0$  - päikesekiirtega risti olevale pinnalühikule ajaühikus langev energia  $I_0 \approx 1360 \text{ W/m}^2$  ( $1\text{W}=1\text{J/s}$ ). Tuletage solaarkonstandi  $I_0$  ligikaudne väärtus lähtudes ülaltoodud Stefan-Boltzmanni seadusest. Päikese raadius  $R = 6,96 \cdot 10^8 \text{ m}$ , Päikese pinnatemperatuur  $T = 5780 \text{ K}$ , Maa keskmine kaugus Päikesest  $L = 1,50 \cdot 10^{11} \text{ m}$  ja emissioonitegur Päikese jaoks  $\epsilon = 1,00$ .
- b) Maa keskmine albedo (peegeldumisnäitaja) on  $\alpha = 0,3$ , mis tähendab, et 30% Päikeselt saabuvast kiirgusenergiast ei neeldu Maa pinnas, vaid peegeldub Maa pinnalt ja atmosfäärist tagasi kosmosesse. Maa pind kiirgab valdavalt infrapunast kiirgust keskmise emissiooniteguriga  $\epsilon_0 \approx 0,9$ . Milline oleks maapinna temperatuur kiirgusliku tasakaalu eeldusest lähtudes (kiirgumise ja neeldumise koguvõimsused on võrdsed)? Pane tähele, see arvutus näitab Maa temperatuuri ilma atmosfääri kasvuhooneefektita ja seda nimetatakse planeedi emissioonitemperatuuriks. Milline oleks see temperatuur kui Maa neelaks kogu temale langeva kiirguse? Anna vastused Celsiuse kraadides. Maa raadius  $r = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$ . Vihje: arvestage, et päikesekiirgus langeb Maale ühest suunast.
- Edaspidi kasutage arvutustes ülaltoodud solaarkonstandi väärtust ja arvestage peegeldumisnäitajaga  $\alpha = 0,3$ .
- c) Koguenergia, mille inimkond toodab ja tarbib ühe aasta jooksul on  $A = 8,8 \cdot 10^{20} \text{ J}$ . Mitu korda erineb see Päikeselt aasta jooksul Maa pinnale saabuvast kiirgusenergiast?
- d) Mitme Eesti (pindala  $45\,338 \text{ km}^2$ ) suurune pind tuleks katta päikesepaneelidega, et rahuldada kogu inimkonna energiavajadus ( $8,8 \cdot 10^{20} \text{ J}$  aastas)? Eeldage, et päikesepaneeli kasutegur on  $\eta = 20\%$ . Arvestage, et päikesepaneelid on maa suhtes liikumatud ja nende tootlikkust mõjutab öö ja päeva vaheldumine.
- e) Maa soojusbalanssi mõjutavad kasvuhoonegaasid, mis peegeldavad Maalt lähtuva soojuskiirguse osaliselt tagasi maapinnale ning vähendavad seeläbi Maa emissiooniteguri efektiivset väärtust  $\epsilon_{\text{eff}}$ . Milline on Maa pinna emissiooniteguri efektiivne väärtus  $\epsilon_{\text{eff}}$  soojuskiirguse jaoks arvestades, et Maa tegelik keskmine temperatuur on  $T_k = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ?