

## MAATEADUSTE OLÜMPIAAD 2024

## ÜLESANNETE LAHENDUSED

**Ülesanne 1. Lahendus.**

Teatavasti ei ole Eesti põlevkivi pürolüüsi läbi teinud. Seega ei tohiks maasisemuse temperatuur Eesti põlevkivialadel olla tõusnud üle 90 kraadi. Eeldades, et keskmine geotermiline gradient  $\alpha$  on 3 kraadi 100 meetri kohta, ja arvestades etteantud maapinna keskmist temperatuuri, arvutame millisel sügavusel  $h$  saab geotermilisest gradiendist põhjustatud temperatuur võrdseks 90 kraadiga:

$$\alpha = \frac{\Delta T}{\Delta h} = \frac{3 \text{ }^{\circ}\text{C}}{100 \text{ m}} = 0,03 \frac{\text{ }^{\circ}\text{C}}{\text{m}} \rightarrow h = \frac{T_1 - T_0}{\alpha} = \frac{90^{\circ}\text{C} - 15^{\circ}\text{C}}{0,03^{\circ}\text{C}/\text{m}} = 2500 \text{ m.}$$

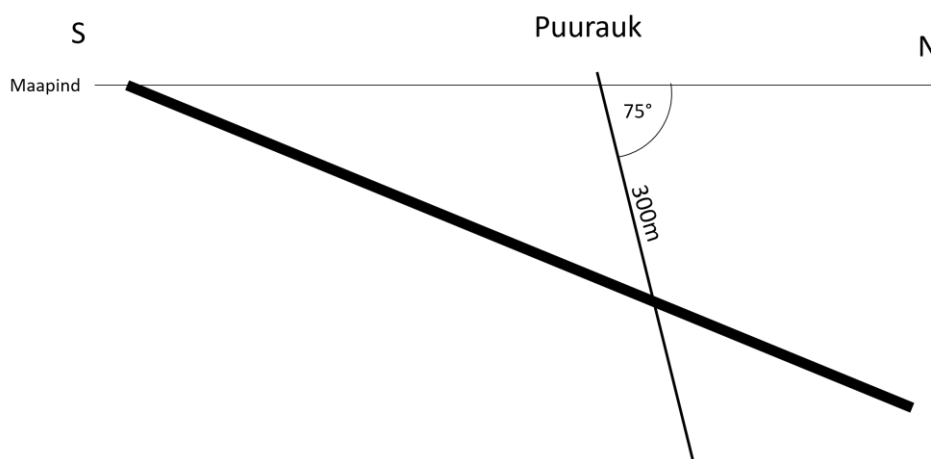
**Ülesanne 2. Lahendus.**

Sooja õhukihi  $w$  on 10,8 g/kg ja relatiivne niiskus on  $10,8/15 \times 100\% = 72\%$ . Külma õhukihi  $w$  on 1.2 g/kg ja relatiivne niiskus  $1,2/1,8 \times 100\% = 67\%$ . Seega pole kummaski õhukihi tingimusi udu tekkeks.

Segunenud kihis on uus temperatuur 5 degC ja sellele vastav küllastuse segusuhe 5.5 g/kg kohta. Segunemisel tekkinud õhukogumi niiskus on 6 g/kg kohta. Seega on uuel õhukihil relatiivne niiskus 109% ja õhukihi peab olema tekkinud udu. Ülesanne näitab kuidas kahe küllastumata õhukihi segunemisel võib udu tekkida.

**Ülesanne 3. Lahendus.**

Ülesande lahendamiseks võiks õpilane visandada S-N sihilise läbilõike, kus on kujutatud maapind, kaldpuurauk, maapõues kulgev maagikiht joonena ning teadaolev informatsioon. Korrektselt tehtud joonis näitab et õpilane on saanud ülesandest õigesti aru. – **1p**



1. Esimese küsimuse vastus on **põhjasuunas**
2. Teise küsimuse lahendamiseks peab õpilane teadma et kolmnurga nurkade summa võrdub 180 kraadi ning saama vastuseks **30 kraadi**
3. Kolmanda küsimuse lahendamiseks on võimalik olemasoleva info põhjal konstrueerida erinevaid täisnurkseid kolmnurki ja trigonomeetriat kasutades jõuda vastuseni **424 m**
4. Neljanda küsimuse lahendamiseks peab õpilane taas konstrueerima täisnurkse kolmnurga ja leidma maagikihi paksuse teades maagikeha näilist paksust (kolmnurga hüpotenuus) ja puursüdamiku piki telje ja maagikihi vahelist nurka 45 kraadi. **Maagikihi paksus 35.4 cm**
5. Viiendale küsimusele võib olla mitu õiget vastust.
  - a. Kuluefektiivsuse seisukohalt lähtudes peaks puurauke rajama uuritavate kivimkihtidega võimalikult risti – **lõunasuunas**
  - b. Samal ajal ei ole ka vertikaalse puurauku rajamine samas asukohas vale vastus, kuna kuluefektiivsuse seisukohast ei ole vaja rajada uut puurimisplatsi ja kolida puurmasinat ja varustust. **vertikaalselt**
  - c. Punkti võiks anda ka õpilasele, kes tuleb selle peale, et enne uue puurauku rajamist tuleks hoopis looduses veenduda kas maagistunud kiht ikka avaneb selles kohas maapinnal, mida arvutused näitasid ja siis edasi otsustada.

#### Ülesanne 4. Lahendus

1. Kanalist väljumise hetkel on veesakese kineetiline energia  $\frac{mv^2}{2}$ , kus m on veesakese mass ja v on selle väljumiskiirus. Potentsiaalne energia maapinna suhtes on sellel hetkel null. Kõrgeimas punktis on kineetiline energia null ja potentsiaalne energia on  $mgh$ . Koguenergia jäävusest saame

$$\frac{mv^2}{2} + 0 = 0 + mgh \Rightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 15} = 17,2 \text{ m/s. (7p)}$$

2. Joonisel (b) näidatud hetkel on veesamba kõrgus  $H = 25$  m. Rõhk sellel sügavusel on järelilikult

$$p = p_a + \rho gH = 10^5 + 1000 \cdot 9,81 \cdot 25 = 3,45 \cdot 10^5 \text{ Pa. (7p)}$$

3. Vee faasidiagrammilt näeme, et punktis 2. Leitud rõhule vastab keemistemperatuur

$$T_k \approx 412 \text{ K} = 139 \text{ }^\circ\text{C. (4p)}$$

Keemise käigus tekkivad mullid täidavad vertikaalse kanali ja kogu vee rõhk langeb seetõttu atmosfäärirõhuni. Keemine lõppeb siis kui õõnsuses oleva vee temperatuur langeb 100 kradini ehk 373 kelvinini, mis on keemistemperatuur atmosfäärirõhul.

4. Purskamise käigus aurustub vesi seni, kuni selle temperatuur langeb 100 kraadini ehk 373 kelvinini (vee keemistemperatuur atmosfäärirõhul). Vee aurustamiseks kulub sealjuures energia  $E = Lm$ , kus  $m$  on geisrist väljuva vee mass. See energia on võrdne energiaga, mille vesi saab õõnsust ümbritsevalt keskkonnalt, mis ülerõhu all olevat vett soojendab kuni keemistemperatuurini  $T_k$ . Seega

$$E = Lm = L\rho V_1 = cM\Delta T = c\rho V(T_k - T_0),$$

kus  $\rho$  on vee tihedus ja  $M$  on täitunud õõnsuses oleva vee mass. Siit saame

$$V = \frac{LV_1}{c(T_k - T_0)} = \frac{2,3 \cdot 10^6 \cdot 1}{4200 \cdot (431 - 412)} = 28,8 \text{ m}^3.$$

5. Purskamiste vaheline aeg on aeg, mis kulub õõnsuse uuesti veega täitmiseks ja selle vee soojendamiseks suuremal rõhul oleva keemistemperatuurini. Tekstis on öeldud, et õõnsus täitub väga kiiresti, seega on purskamiste vaheline aeg efektiivselt võrdne ainult vee soojendamiseks kuluva ajaga  $t$ . Võimsusel  $P$  soojendades on see aeg

$$t = \frac{cM\Delta T}{P} = \frac{Lm}{P} = \frac{2,3 \cdot 10^6 \cdot 1000 \cdot 1}{5 \cdot 10^6} = 460 \text{ s} = 7,7 \text{ min.}$$