

MAATEADUSTE OLÜMPIAAD SÜGIS 2019

PRAKTILINE OSA: LAHENDUSED

PLOKK 1: MINERAALIDE, KIVIMITE JA KIVISTISTE MÄÄRAMINE

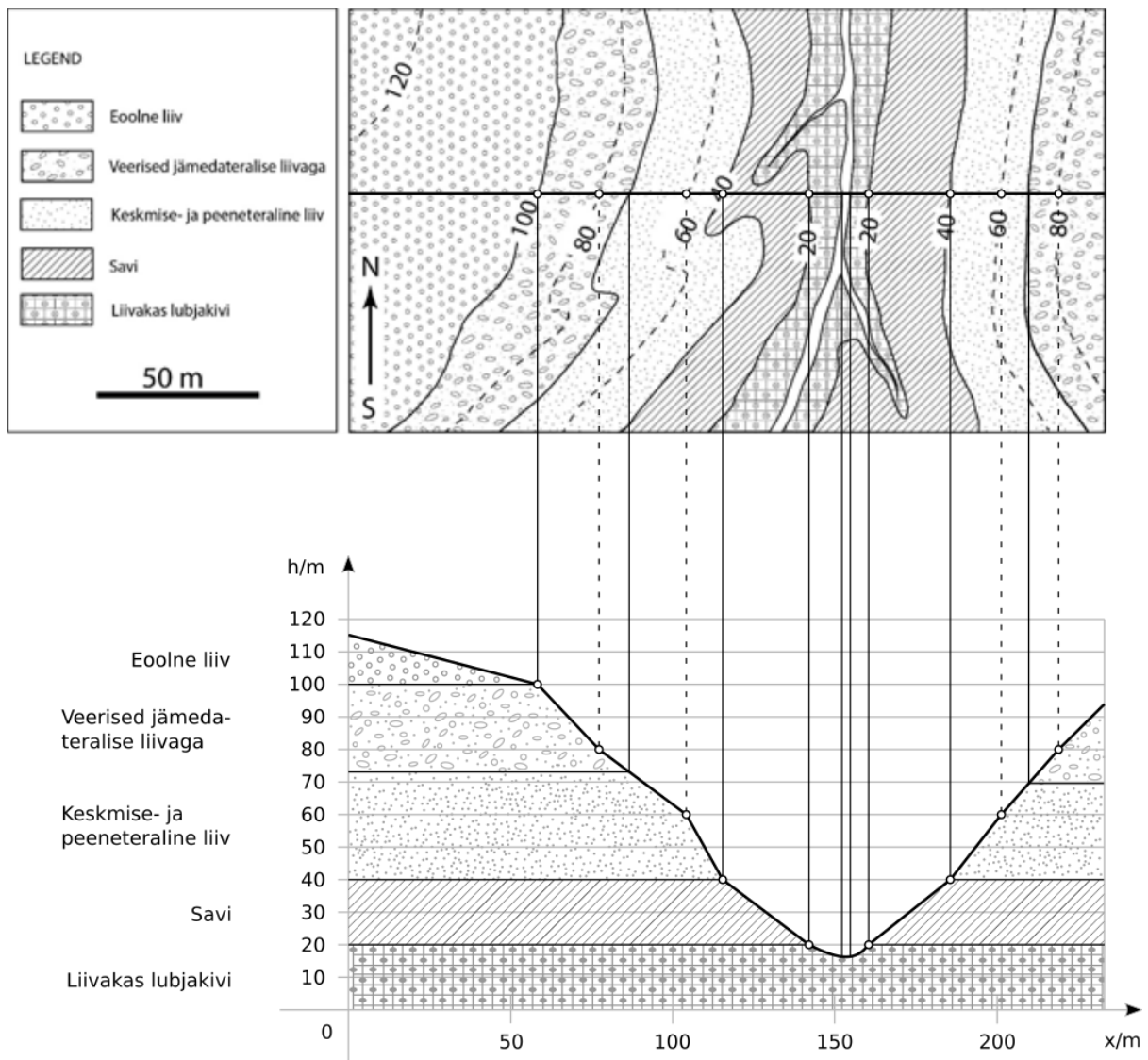
Vastused:

KÜSIMUS	VASTUSED märgi õige vastus ristiga (X)					
	A	B	C	D	E	F
1-1	X		X			
1-2	X					X
1-3	X		X			
1-4		X			X	
1-5	X				X	
2-1				X	X	
2-2	X					X
2-3	X				X	
2-4			X	X		
3-1			X			
3-2	X		X			X
3-3				X		

PLOKK 2: GEOLOOGILINE KAARDISTAMINE

Joonisel on väljavõtte topograafilisele kaardile joonistatud geoloogilisest kaardist, kus on näidatud erinevate horisontaalselt lasuvate kivimkihtide avamused maastikul. Topograafilise kaardi reljeefi samakõrgusjooned on antud meetrites. Ülesanne on joonistada kaardi põhjal antud piirkonna lääne-idasuunaline (ilma ülekõrgendusega) geoloogiline läbilõige. (15 p.)

Üks võimalik lahendus:



PLOKK 3: ARVUTUSÜLESANNE: TSUNAMI**Lahendus:****(a) Vabanenud energia**

Veesamba tõstmiseks vajalik energia on $E_v = mg\Delta h$, kus $m = \rho V = \rho h_1 \pi d^2 / 4$, seega protsessi käigus vabanenud energia

$$E_v = \frac{\pi g \rho h_1 d^2 \Delta h}{4} = 1,16 \cdot 10^{18} \text{ J}$$

(b) Maavärina magnituud

Tabelist 1 võib valida suvalise maavärina referentsiks. Näiteks magnituudile $M_2 = 3$ vastab energia $E_2 = 2 \cdot 10^9 \text{ J}$, seega saame magnituudiks

$$M = M_2 + \frac{2}{3} \log \left(\frac{E_v}{E_2} \right) = 8,8.$$

(c) Tsunami koguenergia

Ülestõstetud vee mass on $m = \rho V = \rho \Delta h \pi d^2 / 4$ ning selle massikese paikneb häirimata veetaseme suhtes kõrgusel $\Delta h / 2$. Potentsiaalne energia on seega

$$E_p = mg \frac{\Delta h}{2} = \frac{\pi g \rho d^2 \Delta h^2}{8} = 9,63 \cdot 10^{14} \text{ J} = E,$$

mis ongi tsunami koguenergia.

(d) Rannikule jõudmise aeg

Tsunami liikumiskiirus on $v = \sqrt{gh_1} = s/t$, millest aeg, mis kulub tsunamil rannikule jõudmiseks

$$t = \frac{s}{v} = \frac{s}{\sqrt{gh_1}} = 5830 \text{ s} = 97,2 \text{ min} = 1 \text{ h ja } 37,2 \text{ min.}$$

(e) Tsunami kõrgus sügavas vees

Koguenergia jaotub sümmeetriliselt üle kogu lainefrondi, mille pikkus vaadeldaval hetkel on $2\pi s$. Ühikulise laiusega laineosa energia on järelikult $\varepsilon = E/(2\pi s)$, kus E on varem leitud tsunami kogunenegria. Seega

$$\frac{E}{2\pi s} = \frac{1}{8} \rho g H_1^2 L \rightarrow H_1 = \sqrt{\frac{8E}{2\pi s \rho g L}} = 1,12 \text{ m}$$

(f) Tsunami kõrgus madalas vees

Et $H^2 v = \text{const}$, siis järelikult $H_1^2 v_1 = H_2^2 v_2$, millest saame

$$H_2 = H_1 \sqrt{\frac{v_1}{v_2}} = H_1 \sqrt{\frac{\sqrt{gh_1}}{\sqrt{gh_2}}} = H_1 \left(\frac{h_1}{h_2}\right)^{\frac{1}{4}} = 3,7 \text{ m}$$

(g) Ülesjooksu kõrgus

Antud valemi põhjal saame

$$R = h_2 \cdot 2,831 \left(\frac{H_2}{h_2}\right)^{1,25} \sqrt{\cot \alpha} = 34,8 \text{ m}$$

(h) Evakueerida või mitte?

Arvutame, kui kaugele sisemaale tsunami tungib. See kaugus on võrdne täisnurkse kolmnurga hüpotenuusiga, kui nurk $\alpha = 2^\circ$ ja selle vastaskaatet on R . Saame

$$l = \frac{R}{\sin \alpha} = 996 \text{ m.}$$

Antud mudeli ennustuse põhjal ei ole evakueerimine teoreetiliselt vajalik, sest veetulv peatub vahetult enne spordiväljakut. Realse juhtumi korral tuleks seda aga kindlasti teha, sest kasutatud mudel on tugevalt lihtsustatud ja võib seetõttu ülesjooksu pikkust alahinnata.