

# Dabarties ir ateities karščio bangos Europoje

Atsidarykite ES Copernicus projekto klimato duomenų bazę – [Climate Data Store](#) puslapį. Jame pasirinkite skiltį aplikacijos (applications).

## 1. Dalis (viso 10 balų)

Pasirinkite aplikaciją skirtą Europos karščio bangų reanalizei (ERA5).

(<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/software/app-health-heat-waves-current-climate?tab=overview>) Naudojant ją atsakykite į šiuos klausimus (teisingas atsakymas į vieną klausimą 2 balai):

1. Kuo skiriasi 'Euroheat' ir 'Climatological EURO-CORDEX' karščio dienų atpažinimo metodika?
  - a. ('Euroheat' praktika paremta Europoje taikomu karščio bangų sveikatos poveikio standartu (European-wide health related definition), o 'Climatological EURO-CORDEX' praktika paremta Europoje taikomu karščio bangų klimatologiniu standartu (European-wide climatological definition). Dėl šios priežasties karščio bangų skaičius skiriasi)
2. Kokie įvesties meteoriniai duomenys naudoti reanalizei ERA5?
  - a. (Naudojami du meteorologiniai rodikliai. **Oro temperatūra ir rasos tašo temperatūra 2 m aukštyje virš žemės paviršiaus.** Duomenų reanalizėje reikšmės išreiškiamos Kelvinais, K)
3. Kuriame Europos regione (pagal 'Euroheat' metodiką) buvo daugiausiai karščio bangų 2021 ir 2017 metais?
  - a. (Nustatoma iš bendro Europos žemėlapiu vizualiai. 2021 m. didžioji dalis Pietryčių Europos, tame tarpe ir Lietuva, pateko į padidintą dienų su karščio bangomis zoną. Tuo tarpu Vakarų iš Šiaurės Europoje karščio bangų buvo gerokai mažiau. 2018 m. daugiau karščio bangų būta Šiaurės ir Vakarų Europoje. Tais metais jų gerokai mažiau Pietryčių Europoje, nors Lietuvoje jų būta visai nemažai)
4. Kuriais metais Lietuvoje užregistruota vidutiniškai daugiausia karščio bangų remiantis abejomis 'Euroheat' ir 'Climatological EURO-CORDEX' metodikomis?
  - a. (Nustatoma paspaudus ant šalies ir atsiradus grafikui apačioje. **'Euroheat' - 2010 m. 21 atvejis; 'Climatological EURO-CORDEX' - 2021 m. 11 atveju**)
5. Išrikiuokite Europos šalis (Airija, Italija, Lietuva, Norvegija, Vokietija) pagal vidutinį dienų su karščio bangomis skaičių nuo didžiosios iki mažiausiais ('Euroheat' metodika) 2020 m.
  - a. (Nustatoma paspaudus ant šalies ir atsiradus grafikui apačioje. **Norvegija - 11, Lietuva - 9, Vokietija - 8, Italija - 5, Airija - 2**)

## 2. Dalis (viso 10 balų)

Pasirinkite aplikaciją skirtą Europos karščio bangų klimato projekcijos. (Šito nereiktų rodyti <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/software/app-health-heat-waves-projections?tab=overview>) Naudojant ją atsakykite į šiuos klausimus (teisingas atsakymas į vieną klausimą 2 balai):

- Koks bazinis laikotarpis pasirinktas 'Climatological EURO-CORDEX' klimato prognozėms sudaryti?  
(Ateities projekcijos sudaromos nuo 1971-2000 m. bazinio laikotarpio)

- Kas yra RCP scenarijai ir ką reiškia skaičiais 4.5 ir 8.5?

(RCP scenarijai yra skirti klimato projekcijoms XXI a sudaryti: 4.5 yra labiausiai tikėtinas, o o 8.5 pats blogiausias scenarijus. Ateities klimato pokyčiai siejami su RCP scenarijais. Juos sudaro socioekonominių, šiltnamio dujų emisijų ir klimato scenarijų rinkiniai, kuriuose energinis poveikis (balanso pokyčiai tarp ateinančios ir išeinančios spinduliuotės dėl atmosferos sudėties pokyčių) yra pagrindinis įvesties parametras modeliuojant klimata. Skaičiai 4.5 ir 8.5 reiškia kad tiek papildomų  $W/m^2$  energijos teks vidutiniškai mūsų planetos paviršiui. RCP4.5 scenarijus, pagal kurį energinis poveikis ( $4,5 W/m^2$ ) stabilizuosis iki 2100 m., o šiltnamio dujų koncentracija anglies dvideginio ekvivalentu sieks  $\sim 650$  ppm. RCP8.5 charakterizuojamas didėjančiomis šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijomis, vedančiomis prie didžiausių energinio poveikio reikšmių ( $8,5 W/m^2$ ). Šiltnamio dujų koncentracija amžiaus pabaigoje anglies dvideginio ekvivalentu pasieks  $\sim 1370$  ppm. Šaltinis: Keršytė ir kt., 2015 <https://www.lmaleidykla.lt/ojs/index.php/geologija-geografija/article/view/3069/1896>)
- Kuriuo iš laikotarpių artimos ar tolimos ateities ir kurio iš scenarijų RCP4.5 ar RCP8.5 karščio bangų skaičius Europoje bus didesnis ir kodėl?

(Nustatoma iš bendro Europos žemėlapis vizualiai. **Tolimoje ateityje 2071-2100 ir pagal RCP8.5 scenarijų dienų su karščio bangomis skaičius Europoje bus didžiausias**; Pagrindinė priežastis yra vidutinės globalios oro temperatūros kilimas kuris esant pačiomis nepalankiausioms sąlygoms bus labiausiai juntamas XXI a pabaigoje. Didėjant vidutinei oro temperatūra atsiranda daugiau tikimybių, kad daugiau bus ir karščio bangų)
- Kokia amplitudė tarp didžiausios ir mažiausios dienų su karščio bangomis reikšmės ('Euroheat') Lietuvoje 2025 ir 2075 metais?

(Nustatoma paspaudus ant šalies ir atsiradus grafikui apačioje. 2025 m. didžiausia – 7,5 mažiausia – 5,1 **amplitudė – 2,4**; 2075 m. didžiausia – 19,0 mažiausia – 8,6 **amplitudė – 10,4**)
- Kiek dienų skirsis vidutinės (RCP4.5 ir RCP8.5 scenarijai) dienų su karščio bangomis ('Climatological EURO-CORDEX') reikšmės Lietuvoje ir Ispanijoje 2075 metais?

(Nustatoma paspaudus ant šalies ir atsiradus grafikui apačioje. RCP4.5 Ispanija - 8,1 Lietuva - 4,5 **atsakymas 3,6 dienomis**; RCP8.5 Ispanija - 21,1 Lietuva - 7,0 **atsakymas 14,1 dienos**)

# Spinduliuotės balanso ypatumai miesto sąlygomis

## 1. Dalis (viso 2 balai)

Užrašykite bendrą žemės paviršiaus spinduliuotės balanso lygtį ir įvardinkite jos narius.

$$R = (I' + i)(1 - A) - (B_z - B_A)$$

R – žemės paviršiaus spinduliuotės balansas;

I' – tiesioginė Saulės spinduliuotė;

i – išsklaidytoji Saulės spinduliuotė;

A – albedas, atspindėtoji Saulės spinduliuotė;

(1 - A) – sugertoji Saulės spinduliuotė;

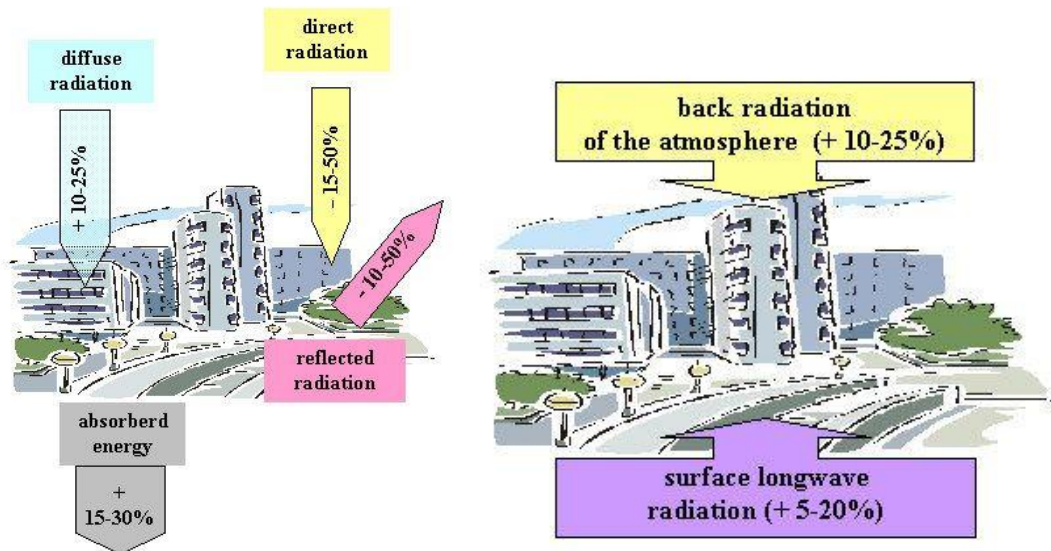
B<sub>z</sub> – Žemės paviršiaus spinduliavimas;

B<sub>A</sub> – Atmosferos priešpriešinis spinduliavimas.

## 2. Dalis (viso 12 balų)

Paveiksluose įrašykite spinduliuotės lygties narius (stačiakampiuose) ir galimus jų reikšmių pokyčius (%) (rodyklėse) dėl miesto poveikio. Kairėje trumpabangė Saulės spinduliuotė, dešinėje ilgabangė spinduliuotė.





### 3. Dalis (viso 6 balai)

Įvardinkite priežastis kodėl spinduliuotės nariai kinta miesto sąlygomis. (išvardinti 3, kiekviena sąlyga 2 balai)

1. Tiesioginė Saulės spinduliuotė mažesnė mieste dėl didelio dangaus uždengtumė faktoriaus. Pastatai neleidžia Saulės spinduliams pasiekti paviršiaus. Ypač ryto ir vakaro valandomis ir ten kur pastatai yra aukšti. Taip pat dalis tiesioginių spindulių praranda dėl oro taršos poveikio miestuose.
2. Išsklaidytoji išauga, dėl pakartotino atspindžių nuo stiklinių (metalinų, dažytų) paviršių, taip pat miesto oras yra labiau užterštas aerozoliais kas stipriai padidina išsklaidytosios spinduliuotės kiekius mieste.
3. Miestas yra sąlygiškai tamsus paviršius (mažas albedas), dėl šios priežasties daug Saulės energijos taip ir lieka neatspindėtos į atmosferą o yra sugeriamos stogų, asfalto ir kitų horizontalių bei vertikalų paviršių.
4. Mažesnis albedas ir didelis šiluminis medžiagų (asfalto, betono ir kt.) imlumas leidžia sugerti daugiau trumpabangės spinduliuotės miesto sąlygomis.
5. Didesnis sukauptos trumpabangės spinduliuotės kiekis leidžia paviršiams mieste labiau įšilti ir tokiu būdu sugeneruoti daugiau ilgabangės spinduliuotės. Kuo kūnas šiltesnis tuo daugiau energijos jis išspinduliuoja į aplinką pats.
6. Atmosferera miesto sąlygomis yra labiau užteršta, dėl šios priežasties didelė dalis ilgabangės spinduliuotės yra atspindimą atgal atmosferos priešpriešinio spinduliavimo pagalba. Tokiu būdu, šiluma niekur neišeina iš miesto aplinkos, o tik šildo jo orą. Taip pat miestams būdingos temperatūros inversijos uždarančios šilumą miesto atmosferoje, o didesnis debesuotumas virš miesto gali padidinti priešpriešinį atmosferos spinduliavimą.

#### Šaltiniai

Rimkus, E. (2011). Spinduliuotė atmosferoje. *Meteorologijos įvadas*, VU leidykla, 28-40 psl.

ESPERE Climate Encyclopaedia (2004). Climate in cities. ESPERE Project.  
<https://open.uj.edu.pl/file.php/72/weather/Encyclopaediamaster.pdf>

## Požeminio vandens filtracijos charakterizavimas

Požeminis vanduo slūgso uolienu porose (Pav. 1). Kadangi egzistuoja skirtingi geologiniai sluoksniai sudaryti iš įvairių uolienu, jų geba talpinti, praleisti (filtruoti) požeminį vandenį skiriasi. Sluoksnio geba praleisti požeminį vandenį yra apibrėžiama pagal filtracijos koeficientą **k**:

*Filtracijos koeficientas (angl. hydraulic conductivity) – dydis nusakantis vandens (ar kito skysčio) gebą filtruotis pro poringą medžiagą. Dimensijos – m/d (d-para), m/s, cm/s. Ką primena šios dimensijos?*

Teisingai, tai yra greičio matai, ilgis padalintas iš laiko. Vieni sluoksniai geba praleisti vandenį greitai, kiti daug lėčiau. Tokiu būdu galima hidrogeologiškai išskirti dviejų tipų sluoksnius.

*Vandeningas sluoksnis (angl. aquifer) – sluoksnis kuriame vyrauja vandeniui laidžios uolienos (porėtos, plyšiuotas, kaverningos). Filtracijos koeficientas  $k > 1$  m/d.*

*Vandensparinis sluoksnis (angl. aquitard, semipermeable layer) – sluoksnis kuriame vyrauja vandeniui mažai laidžios uolienos (molingos, mergelis, kompaktiškos klintys ir dolomitas). Filtracijos koeficientas  $k < 0,01$  m/d.*

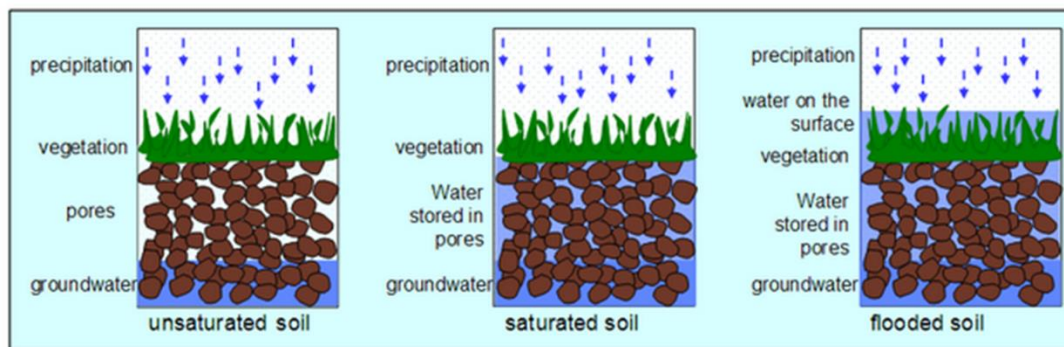
Pagrindinė požeminį vandenį varanti jėga yra gravitacija. Aukščiau slūgsantis vanduo teka į vietas kur vandens lygis yra žemiau. Tai yra susiekiančių indų principas. Aukščiau ir jų skirtumai yra vadinami spūdžiais **H** arba **h**, jie dažniausiai žymimi vertikaliomis rodyklėmis nukreiptomis į viršų. Rodyklės viršus yra aukštis metrais nuo vandenyno lygio atskaitos.

Atstumas tarp dviejų taškų viename sluoksnyje, kuriame yra žinomi spūdžiai yra **L**, metrais (Pav. 2). Žinant spūdžių skirtumą tarp dviejų taškų ir atstumą tarp jų galima apskaičiuoti hidraulinį gradientą (spūdžio perkrytį). Tai bedimensis dydis nes ilgį padaliname iš ilgio.

*I – hidraulinis gradientas (angl. hydraulic (pressure) gradient).*

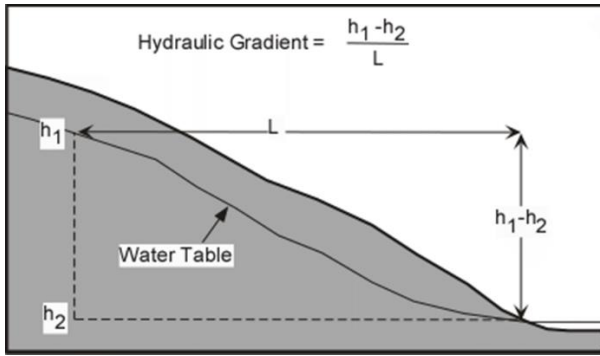
$$I = \frac{H_1 - H_2}{L} = \frac{\Delta H}{L}$$

Žinant ir suprantant šiuos parametrus galima apskaičiuoti įvairius hidrogeologinius parametrus. Jūs gausite tris užduotis, kuriose turėsite apskaičiuoti nurodytus hidrogeologinius parametrus vizualiai vertinant pateiktą informaciją. Atsakymus surašykite į lenteles. Sėkmės.



Pav. 1. Grunto porų sotinimas vandeniui.

<http://www.floodsite.net/juniorfloodsite/html/en/student/thingstoknow/hydrology/waterstorage2.html>



Pav. 2. Spūdžių ir gradiento principinė schema. <https://www.tulane.edu/~sanelson/eens1110/groundwater.htm>

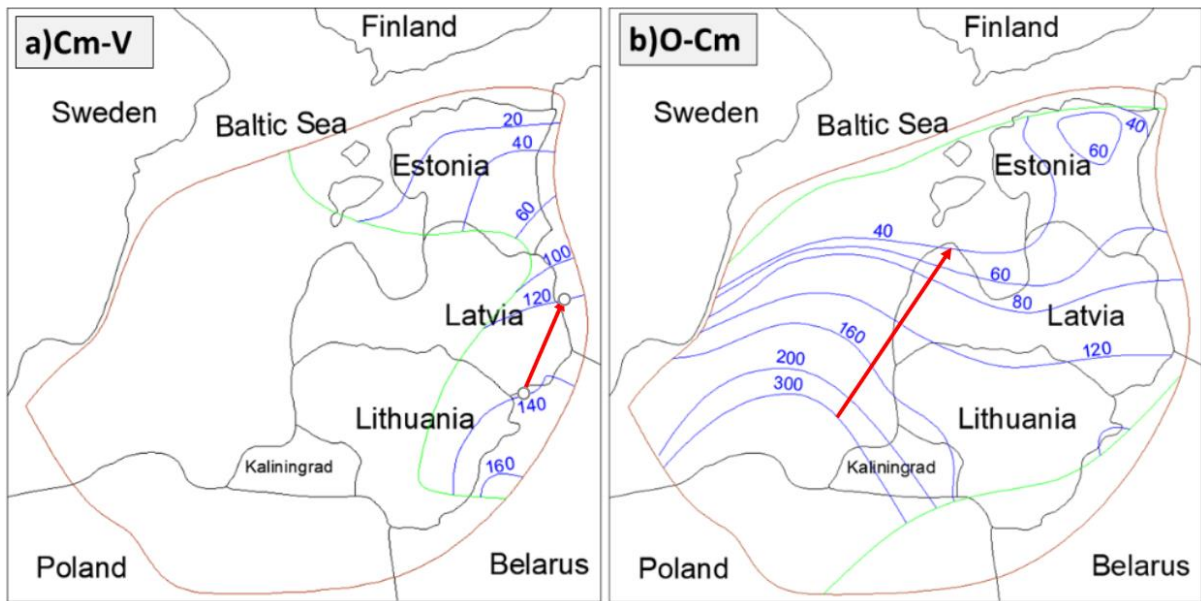
## 1. Darcy filtracijos greitis (viso 8 balai)

1856 m. Henry Darcy, suformulavo pagrindinį filtracijos dėsnį, kuris atrodo taip:

$$v = I \times k$$

$v$  – vandens filtracijos greitis m/d (angl. filtration velocity). VMA yra klaida vietoj  $I$  yra 1. Visiems dalyviams balai už skaičiavimus, kuriems naudojama ši lygtis yra užskaitomi.

Šios lygties pagalba turite apskaičiuoti vandens filtracijos greitį dviejuose vandeninguose sluoksniuose, palei raudonas rodykles (Pav. 3). Mėlynos linijos – spūdžių izopjezės, metrais. Apskaičiuotus parametrus užpildykite lentelėje. 100 km, 335 km



Pav. 3. Spūdžių pasiskirstymas Kambro-Vendo (Cm-V) ir Ordoviko-Kambro (O-Cm) vandeninguose sluoksniuose (Samalavičius, 2022).

Vandeningas sluoksnis	Atstumas L, m	Filtracijos koeficientas k	Hidraulinis gradientas I	Filtracijos (Darcy) greitis, m/d	Balai
a) Cm-V	101 000	2 m/d	0,00020	0,00040	4
b) O-Cm	335 000	0,000579 cm/s	0,00078	0,00039	4

Visiems dalyviams yra skirti 4 taškai už Darcy greičio skaičiavimą.

## 2. Pratakumo koeficientas (viso 2 balai)

Gradiento, filtracijos greičio ir koeficiento nepakanka nusakyti kaip gerai sluoksnis praleidžia vandenį. Tam reikalingas sluoksnio storis  $m$ , metrais. Žinant jį galima apskaičiuoti pratakumo koeficientą  $T$ .

*Pratakumo koeficientas (angl. transmissivity) – vandeningo sluoksnio storio ir filtracijos koeficiento sandauga. Dimensija –  $m^2/d$ . Apskaičiuojamas:*

$$T = k \times m$$

Naudodamiesi 1 užduoties duomenimis apskaičiuokite  $T$ . Užpildykite lentelę.

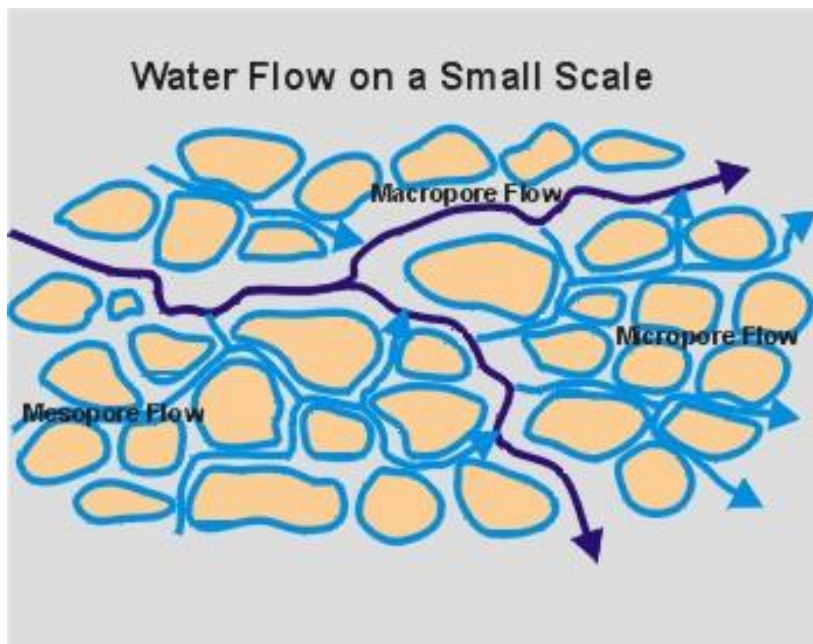
Vandeningas sluoksnis	Sluoksnio storis $m$	Pratakumo koeficientas $T, m^2/d$	Balai
a) Cm-V	12 m	24	1
b) O-Cm	0,023 km	11,5	1

## 3. Tikrasis vandens filtracijos greitis (viso 10 balų)

Nors pirmoje užduotyje skaičiavote vandens filtracijos greitį gamtoje vanduo teka kitaip. Besifiltruodamas požeminis vanduo turi tekėti iškraipyta trajektorija, nes aplenkia grunto daleles, uolienu blokus ir pan (Pav. 4). Dėl šios priežasties, tikrasis vandens judėjimo kelias skiriasi nuo  $L$ . Kadangi skiriasi  $L$ , atitinkamai skiriasi ir greitis. Tam, kad apskaičiuoti tikrąjį vandens judėjimo greitį  $u$ , reikalingas vandeningo sluoksnio poringumas  $n$ . Poringumas yra dydis kuriame uolienu tuštumų (porų) tūris yra padalintas iš viso uolienos tūrio. Tikrasis greitis apskaičiuojamas Darcy greitį ( $v$ ) padalinus iš efektyviojo poringumo ( $n$ ).

$$u = v/n$$

Tikrasis vandens filtracijos greitis ( $u$ ) – požeminio vandens tekėjimo uolienos poromis greitis (angl. Seepage velocity).



Pav. 4. Tikroji požeminio vandens judėjimo trajektorija tarp dalelių.

<http://www.earthdrx.org/influentandeffluentstreams.html>

Naudodamiesi pirmo uždavinio duomenimis apskaičiuokite reikalingus parametrus ir atsakykite į klausimus lentelėje.

Vandeningas sluoksnis	Sluoksniu poringumas n	Pratakumo koeficientas T, m <sup>2</sup> /d	Balai
a) Cm-V	0,30	0,00133	2
b) O-Cm	0,20	0,00195	2
<b>Klausimas</b>		<b>Atsakymas taip/ne</b>	
Ar gali būti $v > u$ ?		Ne	2
Ar gali būti Cm-V sluoksnyje kryptis, kurioje vandens judėjimo greitis $v = 0$ ?		Taip	2
Ar gali gamtoje būti atvejis kai hidraulinis gradientas $I > 1$ ?		Taip	2

Visiems dalyviams yra skirti 4 taškai už pratakumo koeficientos skaičiavimą.