Eesti loodusteaduste olümpiaad
piirkonnavoor

ÜLESANNETE LAHENDUSED

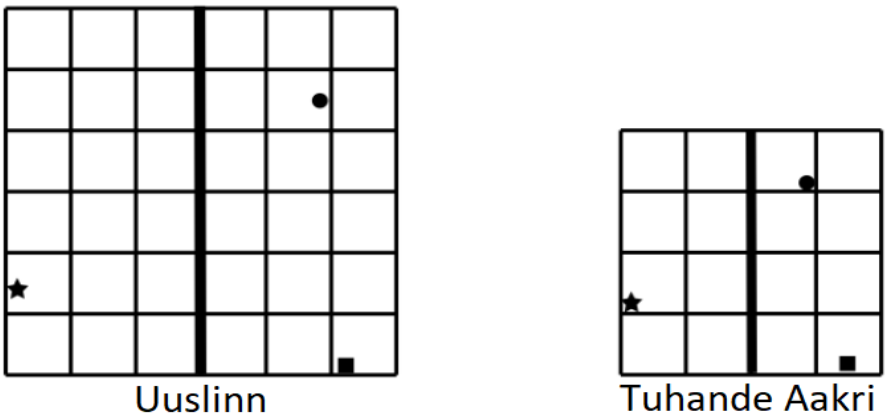
NB! Ülesannete maksimumpunktides on muudatusi võrreldes võistlustöös tooduga!

1. Linn (37 p)

Koolielist last kasvatav perekond Tamm elab ühe suurlinna kauges eeslinnas, aga on hiljuti hakanud seoses paremate töö- ja õppimisvõimalustega mõtlema keskusele lähemale kolimise peale. Sellega seoses on nad kaalumas tiheasustusega linnakeskkonna plusse ja miinuseid. Kas eelistada äärelinna või linnakeskust? Kummagi iseloomulik hoonestus on toodud **joonisel 1.**

Joonis 1. Äärelinn Californias[1] ja Londoni kesklinn[2]

Kinnisvaraportaalidest leidsid pr ja hr Tamm ühe sobiva elukoha äärelinnas, Uuslinna nime kandvas linnaosas, ja ühe kesklinnas, Tuhande Aakri linnaosas. Kummaski linnaosas asub sobiv kool nende lapsele ja lisaks on hr ja pr Tamme tööandjal mõlemas linnaosas filiaal, kus nad saaksid tööle asuda. Tammed otsustasid plusside ja miinuste paremaks vaagimiseks teha uurimistööd ja joonistada mõlemast linnaosast mudelid, mis oleksid lihtsad, aga sisaldaksid kõiki olulisi detaile. Selle töö tulemus sai järgmine:



Joonis 2. Suurlinna kaks linnaosa: Uuslinn ja Tuhande Aakri. Täheke tähistab kodu asukohta, ruuduke vanemate töökohta ja täpp kooli asukohta. Mustad jooned tähistavad suuremaid tänavaid, paks joon kesktänavat. Iga joonevahe pikkus on 500 meetrit.

[1] https://www.westend61.de/en/imageView/BCDF00254/usa-california-aerial-view-of-suburbs
[2] https://www.westend61.de/en/imageView/AJOF00657/united-kingdom-london-financial-district-and-thewalkietalkie-building-aerial-view

1.1. Asustustihedus

Uuslinn on iseloomulik äärelinn ühepereelamutega, selle pindala on suurem kui korrusmajadest koosneval Tuhande Aakri linnaosal. Mõlemas linnaosas elab 9000 inimest (eelda, et kummaski on inimesed ühtlaselt jaotunud). Mõlemast sõidab läbi üks bussiliin mööda kesktänavat (**paks** joon), peatudes iga ristmiku juures.

1.1.1. Arvuta mõlema linnaosa asustustihedus ruutkilometri kohta. (3 p)

Uuslinn	Tuhande Aakri
Linnaosa on ruudukujuline. Külg: 6 · 500 m = 3000 m = 3 km (0,5 p arvutus + 0,5 p teisendus) Pindala: 3 km · 3 km = 9 km^2 (0,5 p) Asustustihedus: 9000 in : 9 km^2 = **1000 in/km^2** (0,5 p) Kokku 2 p.	Linnaosa on ruudukujuline. Külg: 4 · 500 m = 2000 m = 2 km Pindala: 2 km · 2 km = 4 km^2 Asustustihedus: 9000 in : 4 km^2 = **2250 in/km^2** Sama lahenduskäik, mis Uuslinna puhul, seetõttu 50% punktidest ehk kokku 1 p.

1.2. Autoga või bussiga?

Esimese teemana arutab perekond kooli- ja tööleminekuaegu. Perel on üks auto, mistõttu sõidutatakse igal hommikul esmalt koos laps kooli ja edasi sõidavad vanemad koos tööle.

1.2.1. Arvuta mõlema linnaosa jaoks aeg (minutites), mis kulub kogu perekonna kohta (iga pereliikme sõiduajad kokku), kui vanemad peavad last autoga kooli viima ja siis ise sealt tööle sõitma. Eelda, et auto sõidab keskmiselt kiirusega 30 km/h. (7,5 p)

Uuslinn	Tuhande Aakri
Kodu-kooli vaheline kaugus ~8 joonevahet (sobib vastus vahemikus 8 ± 0,2) = 4 km. (0,5 p) Kooli-töö vaheline kaugus ~4,75 ± 0,2 joonevahet = 2,4 km (0,5 p) Aeg, mis kulub kodust kooli sõitmiseks: 4 km : 30 km/h = 0,133 h = 8 min. (0,5 p õige aja valem, 0,5 p arvutus + 0,5 p teisendus) Aeg koolist tööle sõitmiseks: 2,4 km : 30km/h = 0,08 h = 4,8 min. (1 p) Kodust kooli sõidab 3 inimest: laps ja 2 vanemat, koolist tööle 2 inimest. (0,5 p) Seega, kokku kulub perekonna kohta: 8 · 3 + 4,8 · 2 = **33,6 minutit**. (1 p) Kokku 5 p.	Analoogselt. Kodu-kooli vaheline kaugus ~5 joonevahet. Kooli-töö vaheline kaugus ~3,5 joonevahet. Aeg (kodust kooli): 2,5 km : 30 km/h · 60 min/h = 5 min Aeg (koolist tööle): 3,5 km : 30 km/h · 60 min/h = 3,5 min Kogu ajakulu: 3 · 5 min + 2 · 3,5 min = **22 minutit**. Sama lahenduskäik, mis Uuslinna puhul, seetõttu 50% punktidest ehk kokku 2,5 p.

1.2.2. Mõeldes bussiga sõitmise peale, otsustasid hr ja pr Tamm, et see tuleb kõne alla vaid Tuhande Aakri linnaosas elades, sest Uuslinnas oleks bussipeatus liiga kaugel ja autoga sõitmine oluliselt mugavam. **Arvuta Tuhande Aakri linnaosa jaoks, mitu minutit läheks ainult lapsel aega kooli minekuks, kui ta sõidab auto asemel bussiga.** Bussipeatusesse jalutamise kiirus on 6 km/h, kusjuures laps läheb kodule lähimasse bussipeatusesse. Keskmine bussiooteaeg on 5 minutit. Bussi keskmine kiirus on 30 km/h. **(5,5 p)**

Jalutuskäik kokku 3 · 500 m (skeemilt) = 1500 m = 1,5 km (1 p)
Sellele kuluv aeg: t = s / v (0,5 p)
t = 1,5 km / 6 km/h = 0,25 h = 15 minutit. (arvutus 0,5 p + teisendus 0,5 p)
Bussisõidu teepikkus: 1000 m (skeemilt) ehk 1 km (0,5 + 0,5 p).
Bussisõidu aeg: 1 km / 30 km/h = 1/30 h ehk 2 minutit. (arvutus 0,5 p + teisendus 0,5 p)
Aeg kokku: 15 + 5 + 2 = **22 minutit**. (1 p)

1.3. Bussiliini tulevik

Jätkates uurimistööd, avastasid Tammed linnavalitsuse otsuse, mille kohaselt asutakse peagi bussiliine kärpima. Bussiliini ülalpidamist peetakse vajalikuks vaid siis, kui sellega sõidab kooli või tööle vähemalt 2000 inimest. Raha kokkuhoiu huvides uuriti vaid bussipeatusest kuni 5-minutilise jalutuskäigu kaugusel (jalutuskiirus: 6 km/h) elavaid peresid, kelle puhul loeti bussi kasutamist tõenäolisemaks. Leiti, et igapäevast bussisõitu eelistab neist 50%.

1.3.1. Ligikaudu kui suur osa Uuslinna rahvastikust on kuni 5-minutilise jalutuskäigu kaugusel bussipeatusest? Tõmba sobivale valikule ring ümber. (1 p)

1/10 **1/3** 3/4 1/2

1.3.2. Ligikaudu kui suur osa Tuhande Aakri rahvastikust on kuni 5-minutilise jalutuskäigu kaugusel bussipeatusest? Tõmba sobivale valikule ring ümber. (1 p)

1/4 7/16 **1/2** 1/10

1.3.3. Arvuta eeltoodud infot arvestades kummagi linnaosa kohta, kas linnavalitsus peab sealse bussiliini säilitamist vajalikuks. (2,5 p)

Uuslinn	Tuhande Aakri
9000 in · ⅓ · 0,5 = 1500 < 2000. (1 p) Ei pea bussiliini vajalikuks. (0,5 p)	9000 · 0,5 · 0,5 = 2250 > 2000. (0,5 p) (Sama arvutus, mis Uuslinna puhul) Peab bussiliini vajalikuks. (0,5 p)

1.4. Transport ja keskkond

Perekond Tamm saab teada, et bussiliikluse kaotamise oht on tekitanud Uuslinna elanike seas tugevat vastuseisu. Nad soovivad vaidlusesse lisada keskkonnaga seotud põhjendusi. See aga nõuab taas arvutamist. Autoga sõites eraldub heitgaasina keskmiselt 170 g CO_2 iga sõidetud

kilometeetri kohta. Buss kulutab kolm korda rohkem kütust kui auto. Samas tähendab autost loobumine osa vahemaa jalgsi läbimist.

1.4.1. Arvuta, mitu grammi süsihappegaasi tekitab 10 Uuslinnas elavat peret ühe päeva jooksul kokku, juhul kui iga pere sõidab oma autoga keskmiselt 6 km päevas. (1 p)

Kokku sõidab 10 peret: 10 · 6 km = 60 km (0,5 p) Süsihappegaasi tekib: 60 km · 170 g/km = **10 740 g** (0,5 p)

1.4.2. Arvuta, mitu grammi süsihappegaasi tekitab 10 Uuslinnas elavat peret ühe päeva jooksul kokku, kui viis peret sõidavad päevas kolm kilomeetrit ühiselt ühe bussiga ja ülejäänud viis peret kolm kilomeetrit ühiselt teise bussiga. (1,5 p)

Kokku sõidetakse bussidega: 2 · 3 km = 6 km (0,5 p) Selle käigus tekib süsihappegaasi: 170 g/km · 3 · 6 km = **3060 g** (1 p)

1.4.3. Kumb transpordiviis on keskkonnasäästlikum sellise liikluskoormuse juures? Tõmba ring ümber õige valiku tähele. (0,5 p)

A. Autotransport **B.** Bussitransport

1.5. Asustus ja taristu

Ilmnes, et hõredamalt asustatud Uuslinnas kuluks Tammedel rohkem aega transpordile. Linnaosa asustustihedus mõjutab ka ressursikulu taristu rajamiseks ja haldamiseks. Iga uus hoone vajab ühendusi: elekter, teed, vesi jne. Järgmisena otsustasid Tammed hinnata kummaski linnaosas elava inimese keskkonnamõju taristule kuluva ressursi vaatevinklist.

1.5.1. Mitu kilometeetrit tänavaid on kummaski linnaosas inimese kohta? (3 p)

Uuslinn	Tuhande Aakri
Tänavaid kokku: 7 + 7 = 14 (0,5 p) Nende pikkus: 14 · 3 km = 42 km. (0,5 p) Inimese kohta: 42 km : 9000 in = = **0,0047 km/in**. (1 p)	Tänavaid kokku 5 · 2 km = 10 km. Inimese kohta: 10 km : 9000 in = **0,0011 km/in**. Sama lahenduskäik, mis Uuslinna puhul, seetõttu 50% punktidest ehk kokku 1 p.

1.5.2. Oletame, et, kumbagi linnaossa kolib 100 uut inimest nii, et asustustihedus jääb samaks. Milline järgnevatest on muutus, mis selle tulemusel toimuma pidi? Tõmba ring ümber õige valiku tähele. (1 p)

A. Keskmine hoonete kõrgus suurenes.
B. Linnaosa pindala suurenes.
C. Igas majas elab nüüd keskmiselt rohkem inimesi.
D. Vanade majade vahele ehitati uusi maju.

1.5.3. Kui kumbki linnaosa suureneb sel viisil 100 inimese võrra, siis kumb peab rohkem ressursse kulutama, et ehitada uut taristut (elektrivõrk, veevärk, teed jm)? Põhjenda. (2 p)

Uuslinn, sest 100 inimese lisamine kulutab Uuslinnas rohkem maad, mistõttu kogu taristu pikkus ja suurus peab ka olema suurem.
1 p õige vastuse eest (kui on lisatud ka põhjendus) ja 1 p sisuliselt korrektse põhjenduse eest. Õige põhjendus peab mainima suuremat maa-ala.

1.6. Linnaloodus

Mitmed asjaolud räägivad kesklinna kasuks, aga perekond Tamm näeb positiivset ka äärelinnas. Kahtlemata on seal rohkem rohelust, mis paljude inimeste arvates muudab keskkonna nauditavamaks. Rohelus võib kasulik olla aga ka muudel põhjustel. Järgnevalt vaatleme mõningaid neist.

1.6.1. Mitmel pool maailmas on kuumalained muutumas üha tavalisemaks. Linnades võimendab neid soojussaare efekt: linnas on temperatuur kõrgem kui ümbritsevas maapiirkonnas. Üks viis, kuidas linnas lokaalselt temperatuuri alandada, on puude istutamine. **Hinda, millised väited selgitavad, kuidas puud linnas oluliselt kuumuse mõju leevendavad (kirjuta väite järele +), ja millised mitte (kirjuta –). (2 p)**

A. Puud peegeldavad rohkem päikesevalgust kui asfalt, mistõttu neeldub vähem energiat.
B. Puud puhastavad saastunud õhku ja puhas õhk on külmem kui saastunud õhk.
C. Puude elutegevuse käigus toimub vee aurustumine, mis neelab energiat.
D. Puud linnas soodustavad oluliselt äikesepilvede teket, mis vähendab tänavale langeva päikesevalguse intensiivsust.

A	+	B	–	C	+	D	–

Iga õige vastus annab 0,5 p, iga vale vastus võtab ära 0,5 p, minimaalne tulemus on 0 p.

1.6.2. Parkides elab hulk taime- ja loomaliike, keda tänaval üldiselt ei kohta. Paiguta järgnevad pargis leiduvad liigid õigesti toiduahelasse: lehetäi, rasvatihane, harilik pärn, seitsetäpp-lepatriinu. (2 p)

Harilik pärn → Lehetäi → Seitsetäpp-lepatriinu → Rasvatihane
Õige liik õigel kohal toiduahelas: 0,5 p

1.7. Vana maja

Kaalunud hoolikalt mõlemaid variante, otsustas perekond Tamm kolida Uuslinna linnaossa, kus nad ostsid vanema, renoveerimist vajava puitmaja. Remondi käigus on neil ka plaan teha oma kodu keskkonnasõbralikumaks ja energiatõhusamaks. Kahjuks ilmneb remondi käigus mitmeid ettenägematuid probleeme. Järgnevalt tegelemegi nende selgitamisega.

1.7.1. Maja seisukorra remondieelsel hindamisel leiavad Tammed laest mädaneva kandetala. **Mis põhjustab puidu mädanemist? Tõmba õige valiku tähele ring ümber!** **(1 p)**

A. Putukas **B.** Bakter **C. Seen** **D.** Lihtsalt keemiline reaktsioon

1.7.2. Lagi kaalub 1400 kilogrammi ja seda kannab 3 puittala. Maja dokumentidest leidsid Tammed info, et iga korraliku tala kandevõime on 500 kilogrammi. Samas hindas pere poolt nõustajaks kutsutud ehitaja, et mädaneva tala kandevõimest on säilinud 70%. **Tee vajalikud arvutused ja sõnasta järeldus: kas Tammede majas on laevaringu oht?** **(2,5 p)**

Mädaneva tala kandevõime: 500 kg · 0.7 = 350 kg (1 p)
Kandevõime kolme talaga: 350 kg + 2 · 500 kg = 1350 kg. (0,5 p)
1350 < 1400, seega oht on suur. (1 p)

2. Kuumaveeallikad ja vulkaanipurse (27 p)

Island on tuntud oma aktiivsete vulkaanide ning kuumaveeallikate poolest. Kuumaveeallikaid toitev põhjavesi soojeneb kokkupuutel maakoorde tungiva magmaga ning neid leidub seega aktiivsete vulkaanide läheduses. Arvatakse, et elu Maal võis alguse saada kuumaveeallikatele sarnastes tingimustes, mistõttu pakub selliste allikate ja nende elustiku uurimine teadlastele suurt huvi. Samas tuleb aktiivse vulkanismi piirkonnas arvestada ka ohutusega – näiteks aktiveerus sel suvel Islandil taas Fagradalsfjalli vulkaan, mis praegugi muret valmistab. Selles ülesandes saad sa kõigepealt uurida kuumaveeallikate elustikku ning seejärel aidata teadlasi olukorras, kus ootamatult hakkab purskama uuritavate allikate läheduses asuv vulkaan!

2.1. Kuumaveeallikate bakterid

Elusorganismid vajavad energia tootmiseks ja elus püsimiseks erinevaid süsinikuühendeid, millest kõige olulisem on glükoos ($C_6H_{12}O_6$). Kuigi fotosüntees on tähtsaim viis glükoosi tootmiseks, leidub ekstreemsetes tingimustes elavaid baktereid, kes valmistavad glükoosi kemosünteesi abil. Kemosünteesivad bakterid kasutavad süsinikdioksiidist energia tootmiseks reaktsioone erinevate anorgaaniliste ainetega.

2.1.1. Alljärgnev tasakaalustatud reaktsioonivõrrand kujutab üht võimalikku väävlibakteri sees toimuvat reaktsiooni, mille käigus toodetakse glükoosi vulkaanilistes kuumaveeallikates leiduva divesiniksulfiidi ehk väävelvesiniku (H_2S) abil. **Kirjuta vastuse kasti võrrandist puuduva ühendi valem ja selle ette sobiv kordaja, nii et võrrand oleks tasakaalus.** (2 p)

$$18\ H_2S + \boxed{6\ CO_2} + 3\ O_2 \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 12\ H_2O + 18\ S$$

Õige valem 1 p, õige kordaja 1 p.

2.1.2. Milline on võrrandisse lisatud ühendi roll fotosünteesis? (0,5 p)

Süsinikdioksiidist saadakse glükoosi tootmiseks vajalik süsinik.

2.1.3. Glükoos on inimese keha esmane energiaallikas. Ühest grammist glükoosist on võimalik saada energiat 4 kcal. Päevane inimese energiavajadus on ligikaudu 2300 kcal. **Mitu grammi glükoosi on vaja inimese päevase energiavajaduse katmiseks?** (1 p)

Vajaminev glükoosi mass on: $m = \frac{2300\ \text{kcal}}{4\ \text{kcal/g}} = \underline{\mathbf{575\ g}}$

2.1.4. Teadlased tahtsid uurida olukorda, kus kemosünteesivaid baktereid kasutatakse inimtoidu tootmiseks. **Mitu mooli divesiniksulfiidi kuluks ülesandes 2.1.3. leitud glükoosikoguse tootmiseks ülesandes 2.1.1. esitatud reaktsioonivõrrandi järgi?** (3 p)

$18\ H_2S + 6\ CO2 + 3\ O_2 \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 12\ H_2O + 18\ S$
Iga glükoosi molekuli valmistamiseks kulub 18 molekuli divesiniksulfiidi.

M(glükoos) = 6 · 12 g/mol + 12 · 1 g/mol + 6 · 16 g/mol = 180 g/mol

$$n(\text{glükoos}) = \frac{m}{M} = \frac{575\ g}{180\ g/mol} = 3.19\ mol$$

n (H_2S) = 18 · n(glükoos) = **57,5 mol**
Õigesti leitud glükoosi molaarmass 1 p, glükoosi moolide arv: 1 p, H_2S moolide arv: 1 p.

2.1.5. Molaarruumala on ainet iseloomustav suurus, mis on arvuliselt võrdne ühe mooli selle aine osakeste ruumalaga. Molaarruumala tähis on V_m ning ühik dm^3/mol. Normaaltingimustel ehk atmosfäärirõhul ja temperatuuril 0 °C on ühe mooli gaasi ruumala 22,4 dm^3. Gaasilise aine moolide arvu leidmise valem: $n = \frac{V_m}{V}$

Kui suur on eelmises ülesandes leitud divesiniksulfiidi koguse ruumala normaaltingimustes? Esita vastus kuupmeetrites. **(2 p)**

V = Vm · n = 22,4 dm^3 · 57,5 mol = 1288,0 dm^3 = **1,288 m^3**
Ruumala avaldamine valemist: 0,5 p, korrektne arvutus 1 p, ühiku teisendamine 0,5 p.

2.1.6. ATP on ühend elusorganismides, mis salvestab rakkudes energiat. Üks bakterirakk vajab sekundis 10^7 ehk 10 000 000 ATP molekuli. Ühe glükoosimolekuli abil on väävlibakteril võimalik toota keskmiselt 32 ATP molekuli. **Kui oletada, et glükoos on bakteri ainus energiaallikas, siis mitu molekuli glükoosi vajab bakterirakk iga poole tunni jooksul?** Eeldame, et bakter selle poole tunni jooksul ei jagune. **(3 p)**

Pooles tunnis on 30 min · 60 sek/min = 1800 sekundit (1 p)
Selle aja jooksul vajab bakter 10^7 molekuli / s · 1800 s = 1,8 · 10^{10} molekuli (1 p)
Nende ATP molekulide tootmiseks on vaja glükoosi molekule
1,8 · 10^{10} / 32 = **5,6 · 10^8** (1 p)

2.2. Vulkaanipurse

Vulkaane on väga erinevaid: kui kõige tüüpilisemaid vulkaane teatakse kui koonusekujulisi mägesid, mis plahvatuslikult purskavad, siis näiteks Islandil asuva Fagradalsfjalli purskamist iseloomustab basaltse magma suhteliselt rahulik väljavool maapinda tekkivatest pragudest. **Joonisel 3** on näidatud kaart, mis annab ülevaate Fagradalsfjalli sarnasest piirkonnast nimega Vulkaaniorg, kus kuumaveeallikaid uurivad teadlased oma tööd tegid.

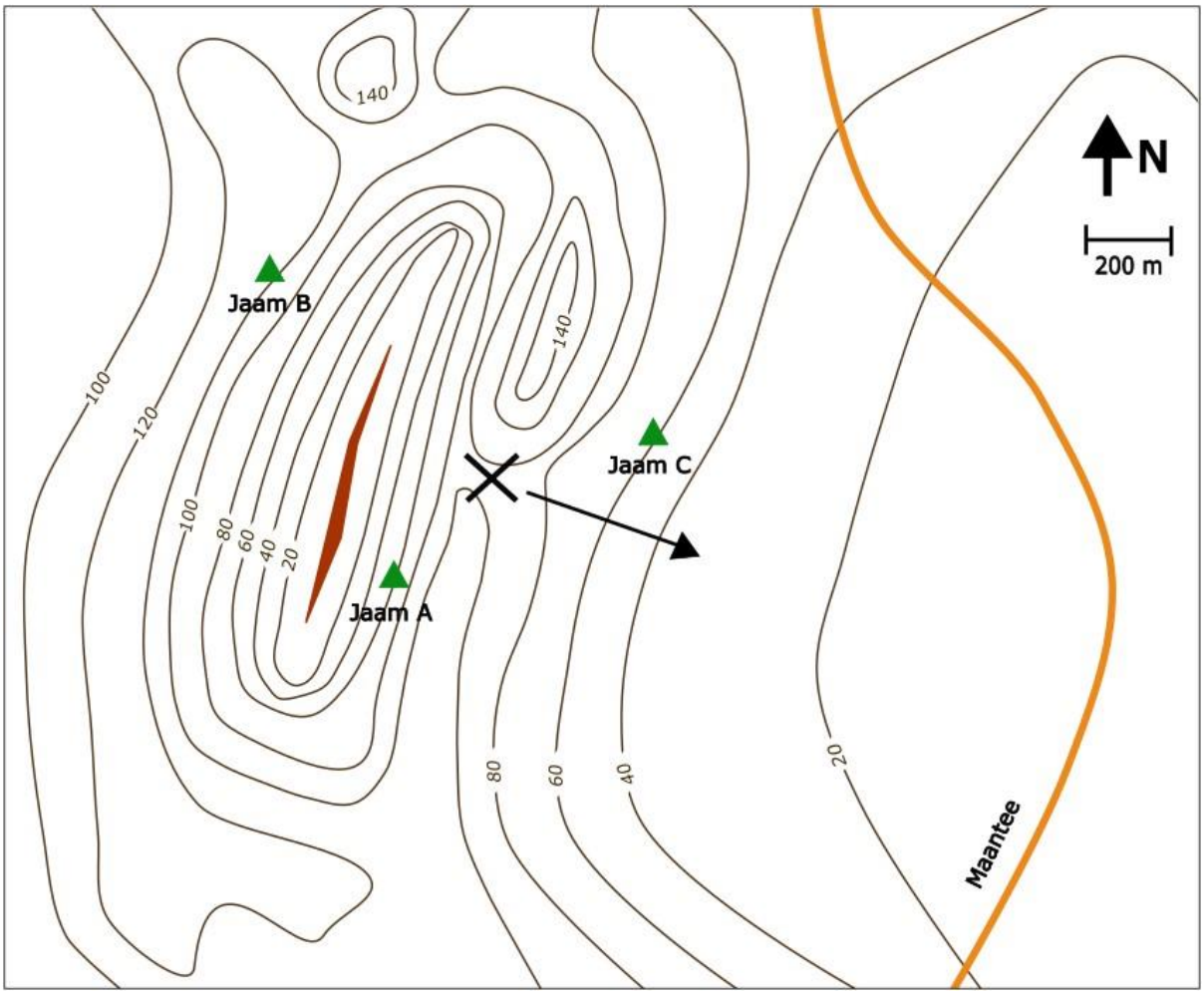
Vulkaanioru põhja tekkis suur pragu, kust hakkas välja voolama basaltlaava, mis asub orgu täitma. Purske jätkudes võib juhtuda, et basaltlaava täidab terve oru ning pääseb oru serva madalaimas punktis orust välja, tekitades kahju ka orust väljaspool. Et inimestele õigeaegselt hoiatus anda, tuleb teadlastel ennustada, kuidas selline stsenaarium täpselt välja võiks näha.

2.2.1. Uuri Vulkaanioru topograafilist ehk kõrgussuhteid näitavat infot joonisel 3 ning märgi ristikesega kaardile punkt, kust laava oru täitumise korral välja hakkaks voolama. (1 p)

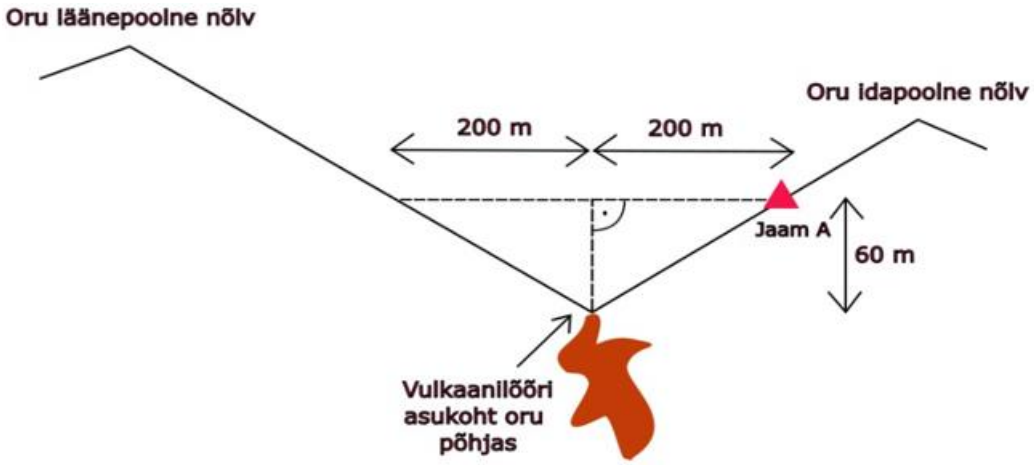
Vt tähistatud kaarti.

2.2.2. Tähista noolega laava täpne voolusuund pärast orust välja pääsemist. (1 p)

Vt tähistatud kaarti. Nool peab olema risti topograafiliste kontuuridega (0,5 p) ja näitama allamäge (0,5 p).



Oru nõlvadele on püstitatud uurimisjaamad. Teadlased tahaksid jaamades asuvad seadmed vulkaanipurske eest päästa, kuid kogu teadusgrupp on purske hetkel tööl Islandi saare teises otsas. Vulkaaniorgu jõudmiseks ja päästetööde sooritamiseks kuluks teadlastel 5 päeva. Et hinnata, kui ruttu laava tase orus tõuseb ning instrumendid enda alla matab, on vaja teada oru ligikaudset ruumala ning vulkaanipurske (laava maapõuest väljavoolu) kiirust. Selleks teeme lihtsustuse: laavaga täidetud Vulkaaniorust võib mõelda kui ühtlasest kolmnurkse ristläbilõikega tahukast **(joonis 4).** Uurimisjaam A asub oru põhjast 60 m kõrgusel ning selle horisontaalne kaugus oru põhjast on 200 m (mõõtmed on näidatud ka **joonisel 4**).



Joonis 4. Oru lihtsustatud ristläbilõige koos uurimisjaama A asukohaga

Orgu täitva laava ruumala arvutamiseks tuleb seega kõigepealt arvutada sellele ruumalale vastav ristlõikepindala ning seejärel ruumala leidmiseks korrutada leitud pindala oru pikkusega. (See vastab kolmnurkse püstprisma ruumala leidmisele.)

2.2.3. Oru pikkus on ligikaudu 1,0 km. **Arvuta, kui suur peab olema vulkaanilõõrist pursanud laava ruumala, et laava tase jõuaks orgu täites jaamani A.** Vastus esita kuupmeetrites. **(3 p)**

Oru ristlõige on kolmnurk pindalaga S = (a · h) : 2 (0,5 p kolmnurga eest + 0,5 p valem)
Toodud andmete põhjal: $S_{jaam\ A}$= (2 · 200 m · 60 m) : 2 = 12 000 m^2. (1 p)
Oru pikkus on 1 km ehk 1000 m. (0,5 p)
Laava ruumala Jaam A kõrgusele jõudmise hetkel:
12 000 m^2 · 1000 m = **12 000 000 m^3** (0,5 p)

2.2.4. Teadlased hindasid, et vulkaanipurske kiirus (ehk laava maa seest välja voolamise kiirus) on keskmiselt 200 m^3/min. **Eeldades, et purskamise kiirus ajas ei muutu, arvuta, kui mitu päeva kulub laava taseme kerkimiseks jaamani A.** (Kui sul ei õnnestunud eelmises alapunktis ruumala leida, kasuta väärtust 16 000 000 m^3.) **(2 p)**

Aega kulub: 12 000 000 m^3 : 200 m^3/min = 60 000 min (1 p)
Teisendame: 60 000 min · (1 h : 60 min) · (1 p : 24 h) = **42 päeva** (1 p)
(Kasutades väärtust 16 000 000 m^3 on vastuseks **56 päeva**.)

2.2.5. Kas teadlased jõuavad jaamas olevad instrumendid päästa? Tõmba õigele vastusele ring ümber. (0,5 p)

Jah **Ei**

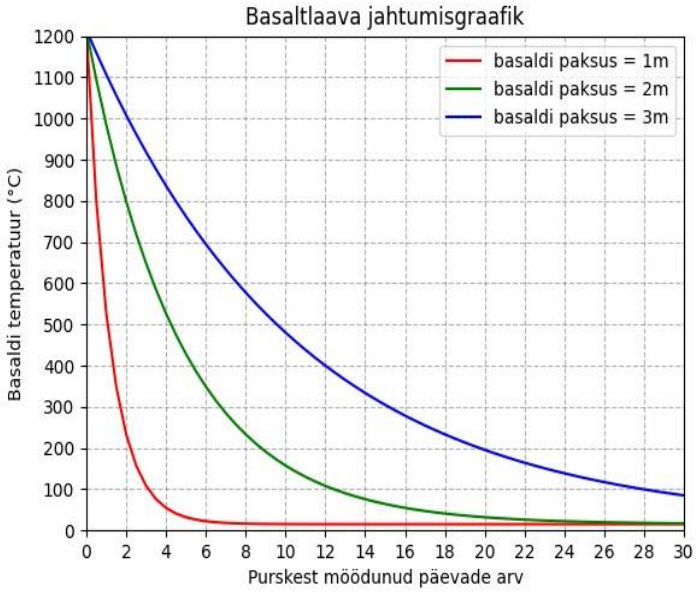
2.2.6. Vulkaanioru sügavus oru põhjast kuni kõige madalama servani on 90 m ja horisontaalne kaugus oru keskpunktist servani on 300 m. **Leia, kui kaua kuluks aega, et terve org täituks basaltlaavaga.** (Võid eeldada, et oru ristläbilõige on terve oru lõikes ühesugune (vt **joonist 4**) ning et vulkaani purskamise kiirus ajas ei muutu.) **(4 p)**

Kasutame sama loogikat kui ülesannetes 2.2.3. ja 2.2.4.
Oru ristlõikepindala S_{org}= (2 · 300 m · 90 m) : 2 = 27 000 m^2. (1 p)
Korrutades selle oru pikkusega (1 km = 1000 m) on laava ruumala oru madalaima servani jõudmise hetkel 27 000 m^2 · 1000 m = **27 000 000 m^3**. (1 p)
Aja saab ruumala korrutamisel kiirusega: 27 000 000 m^3 / 200 m^3 min^{-1} = 135 000 min (1 p)
Teisendame selle päevadeks: 135 000 min · 1 h : 60 min · 1 p : 24 h = **94 päeva** (1 p)

2.2.7. Piirkonnas asub veel kaks uurimisjaama: jaamad B ning C. **Uuri joonist 3 ning otsusta, kumb jaam on jätkuva vulkaanipurske korral suuremas ohus. Põhjenda oma vastust. (1 p)**

Jaam C; jaam B asub oru kõrgemal läänenõlval, kuhu laavavool ei ulatu, isegi kui org täitub, samas kui jaam C võib hõlpsasti jääda orust välja voolava laava alla.
Põhjendusega õige vastus 1 p.

Vulkaanipurse kestis hulk aega ning kuum, 1200 °C laavajõgi kattis välja voolates orust mööduva tee ja tõkestas läbipääsu. Et uus tee rajada, tuleb oodata, kuni basalt jahtub ohutu temperatuurini. **Joonise 5** graafik kujutab erineva paksusega laavakihtide jahtumist ajas.



Joonis 5. Basaltlaava jahtumisgraafikud

2.2.8. Uuri graafikuid joonisel 5 ning jooni allolevates lausetes alla õiged variandid. (2 p)
A. Laavavoolu jahtumine on kiirem ***vahetult / 10 päeva*** pärast purset.
B. Mida paksem on laavavool, seda ***kauem / vähem*** aega kulub laava maha jahtumiseks.

A: vahetult / 10 päeva **B: kauem / vähem**

2.2.9. Kui teele voolanud basaltlaava algtemperatuur on 1200 °C, siis mitu päeva kulub, et 2 meetri paksune laavavool teel jahtuks temperatuurini 50 °C? (1 p)

17 päeva (graafikult lugemine: ± 1 päev lubatud)

3. Põlevkivi (36,5 p)

Põlevkivi on kivim, millel on võime põleda ja anda soojust. See on Eesti olulisim maavara. Põlevkivi kasutatakse elektri, (kütte)õli, küttegaasi ja teekattematerjali (bituumeni) tootmiseks.

3.1. Põlevkivivarud

Eesti põlevkivivarusid on enam kui saja aasta jooksul kaevandatud 1,2 miljardit tonni, alles on veel ligikaudu 4,6 miljardit tonni, millest sobib kaevandamiseks 1 miljard tonni. Ligi 80% kogu maailmas kasutatavast põlevkivist on kaevandatud Eestis, sest teised suurte põlevkivivarudega maad nagu Venemaa ja USA ei kasuta põlevkivi.

3.1.1. Kui suur osa (protsentides) kogu põlevkivi kaevandatavast varust, mis oli Eestis enne põlevkivi kaevandamise algust, on juba kaevandatud? (2 p)

Kokku oli enne põlevkivi kaevandamise algust kaevandatavat varu:
1,2 mld t + 1 mld t = 2,2 mld t (0,5 p)
Kaevandatud varu moodustab algsest varust:
1,2 mld t : 2,2 mld t · 100% = **55%** (õige tehe 1 p + õige vastus 0,5 p)

3.2. Põlevkivi keemiline koostis

Ühes tonnis põlevkivis on orgaanilist, põlevat osa (kerogeeni) keskmiselt 45%. Sellest omakorda 77% on süsinik.

3.2.1. Mitu kilogrammi kerogeeni on ühes tonnis ehk 1000 kg põlevkivis keskmiselt? (1 p)

Kerogeeni massi saame leida näiteks ristkorrutisega:
100% – 1000 kg
45% – $m_{kerogeen}$ $m_{kerogeen}$ = 45% · 1000 kg : 100% = **450 kg**
Õige tehe 0,5 p + õige vastus 0,5 p.

3.2.2. Tee vajalikud arvutused ja täida lõpuni tabel põlevkivi orgaanilise osa kolme peamise elemendi sisalduste kohta. (2 p)

Elemendi nimetus ja tähis	Elemendi massiprotsent põlevkivi orgaanilises osas (%)	Elemendi mass ühe tonni põlevkivi orgaanilises osas (kg)
C - süsinik	77	77% on 0,77 osa. 0,77 · 450 kg = **347** kg
H - vesinik	10	0,1 · 450 kg = **45** kg
O - hapnik	**10**	45

Iga õigesti täidetud lahter: 0,5 p.

3.2.3. Arvuta, mitu mooli süsinikku on ühes tonnis põlevkivi orgaanilises osas. (2 p)

m (C) = 347 kg (ülesandest 3.2.2.)
Moolide arv: n = m / M (korrektne valem 0,5 p)
M(C) = 12 g/mol = 0,012 kg/mol (molaarmass 0,5 p)
$n(C) = \frac{347\ \text{kg}}{0{,}012\ \text{kg/mol}}$ = **29 000 mol** (õige tehe 0,5 p + õige vastus 1 p)

3.2.4. Eeldades lihtsustatult, et põlevkivist põleb vaid süsinik lihtainena, kirjuta põlevkivi täieliku põlemise reaktsioonivõrrand. (1 p)

$C + O_2 \rightarrow CO_2$

3.3. Rohelise tee valmistamine

Tervisliku ja maitsva rohelise tee valmistamiseks sobib kõige paremini 80 °C temperatuuriga vesi. Ühe tassi tee valmistamiseks kulub 300 cm^3 vett.

3.3.1. Leia tassis tees oleva vee mass kilogrammides. Vee tihedus on 1 kg/dm^3. **(1,5 p)**

$\rho = m/V \rightarrow m = \rho \cdot V$ (massi leidmise valem 0,5 p)

$V = 300\ cm^3 = 0{,}3\ dm^3$ (ruumala teisendus 0,5 p)

$m = 1\ kg/dm^3 \cdot 0{,}3\ dm^3$ = **0,3 kg** (arvutus 0,5 p)

3.3.2. Mitu džauli energiat on vaja, et kuumutada tassitäis vett toatemperatuurilt (20 °C) perfektsele rohelise tee valmistamise temperatuurile? (2 p)

Kuumutamiseks vajaliku soojusenergia hulka saab leida vastavalt valemile:

$Q = c_{vesi} \cdot m \cdot (t_1 - t_0)$, kus

Q on kuumutamiseks vajaminev soojusenergia džaulides (J),
c_{vesi} on vee erisoojus, mille väärtus on 4200 J / (kg · °C) ehk ühe kilogrammi vee soojendamiseks ühe kraadi võrra läheb vaja 4200 J energiat,
m on vee mass kilogrammides (kg),
t_1 on vee lõpptemperatuur Celsiuse kraadides (°C),
t_0 on vee lõpptemperatuur Celsiuse kraadides (°C).

Antud:
T_0 = 20 °C
T_1 = 80 °C
$C_{vesi} = 4200\ \frac{J}{kg \cdot °C}$
m = 0,3 kg

Lahendus:
$Q = 4200\ \frac{J}{kg \cdot °C} \cdot 0{,}3\ kg \cdot (80\ °C - 20\ °C)$ = **76 000 J**

Õiged lähteandmed 0,5 p, õige valemi kasutamine 0,5 p, korrektne arvutus 1 p

3.3.3. Põlevkivi kütteväärtus on 8,1 MJ/kg, mis tähendab, et ühe kilogrammi põlevkivi põletamisel eraldub keskmiselt 8,1 MJ ehk 8 100 000 J energiat. Eelmises ülesandes leidsid, kui palju energiat läheb vaja ühe tassitäie vee soojendamiseks. **Mitu kilogrammi põlevkivi on selleks vaja põletada?** Eeldame, et kogu põletamisel eraldunud energia kasutatakse vee soojendamiseks. (Kui Sa eelmises ülesandes vastust ei leidnud, siis eelda, et tassi vee soojendamiseks kulub 100 000 J energiat). **(2 p)**

Põlevkivi põletamisel eralduva soojusenergia arvutamise valem on:

$Q = k_{põlevkivi} \cdot m_{põlevkivi}$, kus

Q on põlemisel eralduv soojusenergia džaulides (J);

$k_{põlevkivi}$ on põlevkivi kütteväärtus (J/kg);

$m_{põlevkivi}$ on põlevkivi mass (kg).

Antud:	Lahendus:
k = 8 100 000 J/kg	Q = k · m → m = Q : k
m = 0,3 kg	m = 76 000 J : 8 100 000 J/kg = **0,009 kg**
Q = 76 000 J	(100000 J kasutamise puhul tuleb m = 0,012 kg)

Õiged lähteandmed 0,5 p, massi avaldamine Q valemist 0,5 p, korrektne arvutus 1 p

3.3.4. Nafta kütteväärtus on 45 MJ/kg. Oletame, et põletame teetassis oleva vee kuumutamiseks põlevkivi asemel naftat. **Kas vajamineva nafta mass oleks suurem või väiksem kui põlevkivi mass?** Jooni õige variant alla! **(1 p)**

Suurem / **väiksem**

3.3.5. Miks teised riigid, kellel on põlevkivivarusid (Venemaa, USA, Austraalia jt), ei kasuta elektrienergia, soojuse ja teiste toodete saamiseks põlevkivi, vaid **eelistavad kasutada põlevkivi asemel naftat?** **(1 p)**

Näidisvastus:
Kuna nafta kütteväärtus on üle 5 korra suurem põlevkivi kütteväärtusest, siis on naftast energia saamine efektiivsem ning seetõttu ka nende riikide jaoks tasuvam.
Iga hästi põhjendatud vastuse eest 1 p.
0,5 p kui vastus on liiga pinnapealne (nt "Sest see pole tasuv" – aga miks?).

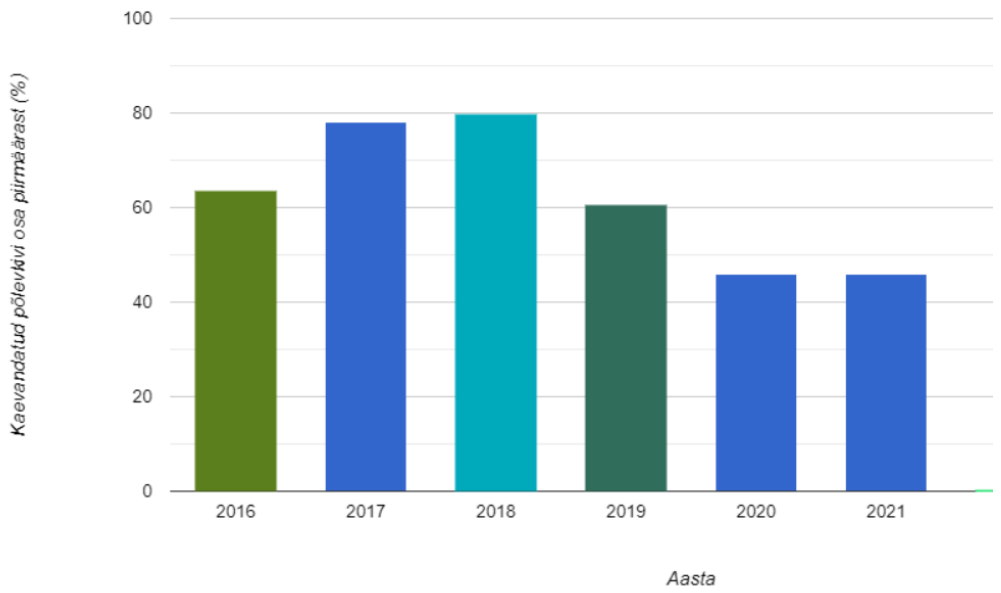
3.4. Põlevkivi kaevandamine ja sellega kaasnevad probleemid

Enamuse Eesti elektritoodangust annavad põlevkivi põletavad ja tekkivast soojusest elektrit tootvad soojuselektrijaamad. Põlevkivi kaevandamisega on aga seotud hulk ühiskonna- ja keskkonnaprobleeme.

3.4.1. Alltoodud **tabel** näitab viimastel aastatel Eestis kaevandatud põlevkivi koguseid. Eestis on riiklikult kehtestatud aastane põlevkivi kaevandamise piirmäär 20 miljonit tonni.

Koosta tabeli põhjal korrektselt vormistatud tulpdiagramm, mis näitab, mitu protsenti lubatud kaevandamismäärast igal aastal kaevandati. Aastaarvud paiguta x-teljele ja protsendid y-teljele. (5 p)

Aasta	Kaevandatud põlevkivi mass (tuhat tonni)	Mitu protsenti piirmäärast kaevandati?
2016	12691,4	12,6914 mln / 20 mln • 100 = **63,5**
2017	15632,7	**78,2**
2018	15944,0	**79,7**
2019	12127,6	**60,6**
2020	9194,6	**46,0**
2021	9208,8	**46,0**



Iga õige protsent tabelis 0,5 p, paberi mõõte optimaalselt ära kasutav joonis, kus ka teljed on õigesti vormistatud 0,5 p, õige ja selge tähistus 0,5 p, korrektselt joonestatud tulbad 1 p.

3.4.2. Elektrijaamades põletatakse 80% kaevandatud põlevkivist. Põlevkivi põletamisel jääb järele tuhk, mis moodustab 48% põlevkivi kogumassist. **Leia eelmise ülesande tabeli andmete põhjal, mitu miljonit tonni tuhka tekkis 2021. a kaevandatud põlevkivi põletamisel.** (2 p)

2021. a kaevandati 9,2 mln t põlevkivi.
Tuhka tekkis selle põletamisel: 9,2 mln t · 0,8 · 0,48 = **3,53 mln t**
Õige lähteinfo 0,5 p, korrektne avaldis 1 p, õige vastus 0,5 p

3.4.3. Põlevkivituha koostises on leelismuldmetallide oksiidid CaO ja MgO. Kuna põlevkivituhale lisatakse vett, tekivad oksiididest hüdroksiidid. **Kirjuta reaktsioonivõrrandid kummagi oksiidi reageerimisest veega, kui saaduseks on hüdroksiid ehk metalli ioonile lisandub hüdroksiidioon OH^-.** **(2 p)**

$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$
$MgO + H_2O = Mg(OH)_2$

Kumbki korrektne võrrand: 1 p.

3.4.4. Miks võivad tekkivad hüdroksiidid olla ümbritsevale keskkonnale kahjulikud? **(1 p)**

Muudavad keskkonna aluseliseks / imbuvad sademete abil põhjavette.

3.4.5. Et põlevkivi kaevandada, on vaja maapõuest välja pumbata põhjavett. Keskmiselt pumbatakse ühe tonni põlevkivi kaevandamiseks välja 13 m^3 põhjavett. **Arvuta eespool toodud andmete põhjal, mitu miljonit kuupmeetrit vett pumbati põlevkivi kaevandamisel pinnasest välja aastal 2021.** **(1,5 p)**

Põhjavee kogus tonnides: 9,2 mln t · 13 m^3/t = **119,6 mln m^3**
Õiged lähteandmed 0,5 p, korrektne tehe 0,5 p, õige vastus 0,5 p

3.4.6. Eestis kasutatakse aastas umbes 700 miljonit m^3 vett. **Mitu protsenti moodustab põlevkivi kaevandamisel väljapumbatav vesi terve Eesti aastasest veekasutusest?** **(1,5 p)**

119,6 mln m^3 : 700 mln m^3 · 100% = **17,1%**
Korrektne protsendi leidmise avaldis 1 p, õige vastus 0,5 p.

3.4.7. Nimeta lisaks põlevkivituha kahjulikkusele ja suurele veekasutusele veel kolm põlevkivi kaevandamise ja sellest energia tootmisega seotud keskkonna- või ühiskonnaprobleemi. **(3 p)**

Suur CO_2 heide, kasvuhooneefekti soodustamine.
Laastav ümbritsevale maastikule
Ümbritsevaid elanikke häiriv müra, varingud, halb õhukvaliteet, …

Iga asjakohase, sisuliselt mittekorduva probleemi eest 1 p.

3.5. Põlevkivi ja tsüanobakterid

Põlevkivi on settekivim, mis tekkis 400 kuni 450 miljonit aastat tagasi. Põlevkivi tekkis peamiselt soojade merede kaldalähedastes vetes, lahtedes ja laguunides, samuti jõgede deltades ja mõningatel juhtudel mageveejärvedes. Põlevkivi on peamiselt tekkinud tsüanobakteritest.

3.5.1. Kirjuta kaks tsüanobakterite kohta kasutatavat eestikeelset sõna (sünonüümi). **(1 p)**

Sinivetikad	**Sinikud**

Kumbki õige nimetus 0,5 p.

3.5.2. Millisesse elusorganismide riiki kuuluvad tsüanobakterid? (0,5 p)

Bakterid

3.5.3. Märgi iga väite tähise järele + või – vastavalt sellele, kas väide tsüanobakterite kohta on tõene (+) või väär (–). (3,5 p)

A. Nad on eeltuumsed.

B. Sarnaselt rohevetikatele võivad nad moodustada kooselus (sümbioosis) seentega sambliku.

C. Nad võivad moodustada kolooniaid.

D. Neil on võime siduda õhust väävlit ja olla seeläbi kasulik taimedele.

E. Neil on elutegevuseks vaja veetemperatuuri vähemalt 10 °C.

F. Neid leidub ka punastes ja rohelistes toonides.

G. Nad saavad elada ainult magedas vees.

A	+	**B**	+	**C**	+	**D**	–	**E**	–	**F**	+	**G**	–

Iga õige vastus annab 0,5 p, iga vale vastus võtab ära 0,5 p, minimaalne tulemus on 0 p.

4. Mets (31,5 p)

51,3% Eesti maismaast on kaetud metsaga, metsandusel ja metsatööstusel on ka oluline roll meie riigi majanduses. Metsamajandamine on aga tihedalt seotud nii kliima kui ka loomulike ökosüsteemidega. Seetõttu on viimastel aastatel sageli uudisekünnist ületanud selle mõju elurikkusele ja süsiniku sidumisele ning vajadus metsamajandamisele keskkonda säästvalt läheneda.

4.1. "Metsakahjurid"

Üks potentsiaalseid konfliktikohti metsaomanike ja ökosüsteemi vahel on niinimetatud "metsakahjurite" ehk metsa rahalist väärtust vähendavate liikide – näiteks ulukite, seente või putukate – tegevus. Mitmed neist on samas ökosüsteemi olulised osad, mistõttu on loodushoiu seisukohalt oluline vahetada laialdase kahjuliku mõjuga mürgid ja muud tõrjevahendid võimalikult suunatud ning loomulike kaitsevahendite ja -võtete vastu. Järgnevalt vaatlemegi mõningaid silmapaistvamaid "metsakahjureid" ning võimalusi vähendada nende metsaomanikule kahju toovat tegevust loomulikult ja kaasnevat keskkonnakahju piirates.

4.1.1. Seosta metsa kahjustava looma või seene nimi õige välimuse, iseloomuliku kahjustuse ning meetmetega, mille abil selle kahjuriga võidelda. Selleks uuri joonist 6 ja kirjeldusi järgmisel leheküljel ning kirjuta tabelisse sobivad tähistused. (12 p)

Kahjuri nimi	Välimus (1...8)	Kahjustus (I...VIII)	Vastumeetmed (A...H)
Toominga-võrgendikoi	5	VI	F
Kuuse-juurepess	1	V	B
Põder	2	VIII	E
Kuuse-kooreürask	6	I	H
Metsa-külmavaksik	7	III	D
Kobras	8	II	C
Saaresurm	3	VII	G
Harilik männikärsakas	4	IV	A

Iga õigesti täidetud lahter: 0,5 p.

1.	2.	3.	4.
5.	6.	7.	8.

Joonis 6. „Metsakahjurid“[3]

Tekitatud kahjustused:

I Puutüve koores on väikesed augud, maas ja augu sisemuses peen pruun puru. Koore niineosas on näha mustrit: peakäik, millest hargnevad väiksemad kõrvalkäigud.
II Üleujutused, langetatud puud.
III Ära söödud pungad ning lehed.
IV Paljaksnäritud laigud noorte võrsete koores, tekitatud põhiliselt soojal aastaajal.
V Juurte ning tüve mädanemine.
VI Loorilaadsest võrgust “pesad”, kuhu on mässitud ka kahjuri toiduks olevad puulehed.
VII Esmalt kärbub koor peenetel võrsetel, hiljem ka suurtel okstel ning tüvel, puu hukkub.
VIII Noortel istikutel on eemaldatud ladvad, vanematel puudel koor, näha on “peitlijäljed”.

Vastumeetmed:

A. Vältida kiiret sama liigi istutamist pärast lageraiet ja viivitada uute raietega läheduses.
B. Biopreparaadiga – hiidkooriku eoseid sisaldava vedelikuga – pritsimine.
C. Jahilubade väljastamine, kiskjate populatsioonide kasvu soodustamine piirkonnas.
D. Lindudele sobivate pesitsustingimuste tagamine, puutüvedele liimivööde paigaldamine.
E. Noortaimede pritsimine lambarasvaga, suuremate tüvede katmine savi- või vaigukihiga.
F. Kahjurite ärakorjamine. Kuna puud taastuvad üsna kergesti, pole pigem vaja sekkuda.
G. Sissetoodud istikute ja seemnete testimine, karantiin. Tormimurru õigeaegne koristus.
H. Feromoonpüünised ja lamavad püünispuud peibutuseks, kogunenud kahjurid eemaldada.

4.1.2. Mitmed “metsakahjurid” on korraga nii majandusliku kahju tekitajad kui ka ökosüsteemi oluline osa. Liike, kelle mõju nende elukeskkonnale ja -kooslusele on selle püsimiseks eriti tähtis, nimetatakse võtmeliikideks. Eelmainitud liikidest loetakse võtmeliikideks eelkõige kobrast ja põtra. Võtmeliikide puhul saab hinnata nii nende rolli kui

[3] Fotod ja joonised: Wikipedia.

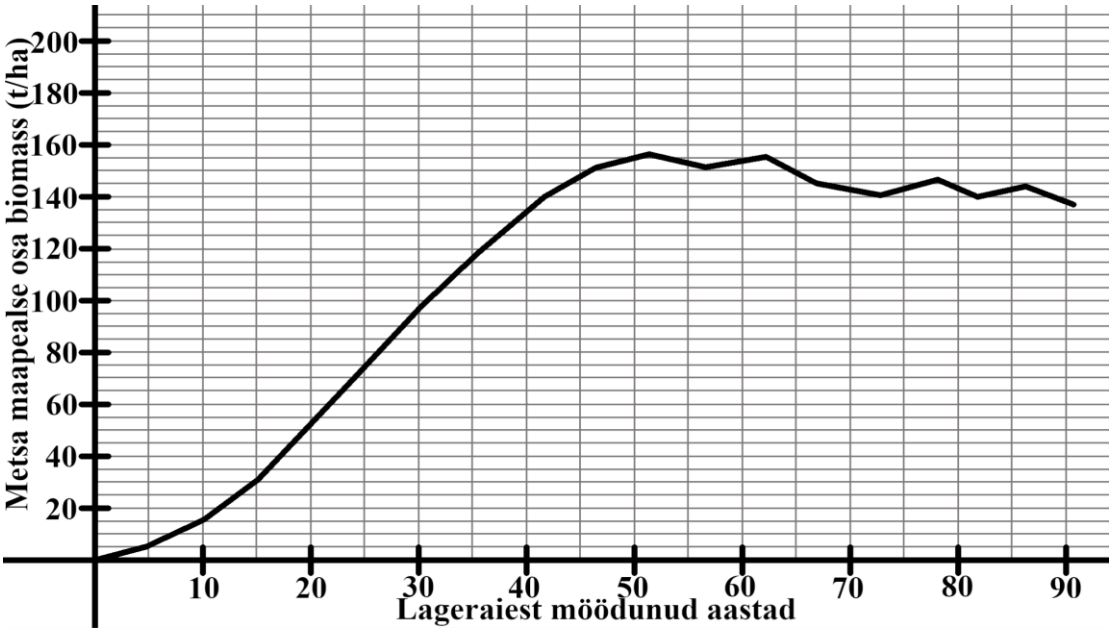
ka nende võimalikust kadumisest tulenevat kahju. **Mõtle kopra ja põdra iseloomulikule elutegevusele ja täida tabel nende liikide seosest oma elukeskkonnaga.** (4 p)

	Kobras	Põder
Kuidas mõjutab oma elukeskkonda ja selle liigilist koosseisu?	Muudab tammide loomisega oma elukeskkonna veerežiimi, millega aitab vähendada põudade mõju ja vähendab tulvavete voolukogust. Soodustab viljakate setete kuhjumist ja vähendab pinnase erosiooni. Muudab elukeskkonda mitmekesisemaks ja mosaiiksemaks, lisades sobivaid elupaiku märgalade asukatele ja lisades puid langetades maa- või veepinnale jõudva valguse hulka. 1 p saamiseks võiks olla ära märgitud üleujutusalade / paisjärvede loomine ja mingi sellest tingitud muutus.	Valikuliselt noori puid ja põõsaid süües muudab alusmetsa valgusrikkamaks ja hõredamaks, mis loob elupaiku mitmekesisemale alustaimestikule ja seda asustavatele liikidele. Põdrad on ühtlasi ka suurkiskjatele oluline saakloom ning söövad ka suuremas koguses veetaimi, vähendades sellega tiikide ja ojade kinnikasvamist.
Millist kahju põhjustaks väljasuremine?	Kasvab põudade ja üleujutuste mõju, kasvab vee-erosioon, väheneb konnadele, kaladele, veelindudele ja muudele märgalade asukatele sobivate elukohtade arv, väheneb veekogude valgustatus, suureneb reostunud vee levimine allavoolu (paisjärvede setitava mõju puudumise tõttu), väheneb looduslike tuletõkete arv metsatulekahjude korral jmt.	Võsastumine, veekogude umbe kasvamine, kiskjate toidulaua vähenemine. Kuna põdrad on toidu suhtes valivamad kui hirved, siis põtrade asendumisel hirvedega muutuks kasvu alustavate ja noorte metsade koosseis märkimisväärselt.

1 p iga sobivalt täidetud lahtri eest, 0,5 p osalise / ebatäpse vastuse eest.

4.2. Mets ja süsinikuringe

Metsadel on oluline roll süsinikuringes, sh kliimamuutuste mõju leevendamisel. Metsa võimet atmosfäärist inimtegevuse mõjul lisandunud süsihappegaasi eemaldada ja metsa poolt seotavat süsiniku kogust saab ligikaudselt hinnata, uurides metsa biomassi muutumist ajas.



Joonis 7. Ühe niiske leht-segametsa maapealse osa biomassi muutumise sõltuvus metsa vanusest (pärast lageraiet)

4.2.1. Millises vanuses on mets sidunud kõige rohkem süsinikku? Tõmba õigele vastusele ring ümber. **(1 p)**

10 30 50 70 90

4.2.2. Eelda, et metsa maapealse osa biomass on 80% metsa kogubiomassist. **Kui suur oli uuritava metsa kogubiomass hektari kohta hetkel, millal mets oli sidunud kõige rohkem süsinikku?** **(1,5 p)**

Maapealse osa biomass (graafikult) on 156 tonni hektari kohta (t/ha).
Kogubiomassi leidmiseks kasutame nt ristkorrutist:
80% on 156 t
100% on x t
x = 156 t/ha · 100% / 80% = **195 t/ha**
Graafikult õige väärtuse (lubatav viga 2 t) lugemine 0,5 p, sobiv tehe 0,5 p, vastus 0,5 p.

4.2.3. Millises neist vanusevahemikest oli süsiniku sidumine kõige kiirem? Tõmba õigele vastusele ring ümber. **(1 p)**

0–10 20–30 40–50 60–70

4.2.4. Kui suur oli metsa kogubiomassi keskmine kasv hektari kohta aastas vahemikus, mil süsiniku sidumine oli kõige kiirem? (Kasuta ülesandes 4.2.2. toodud eeldust.) **(3 p)**

Algus: maapealse osa biomass 52 t/ha (0,5 p) → kogubiomass 52 : 0,8 = 65 t/ha (0,5 p)
Lõpp: maapealse osa biomass 98 t/ha (0,5 p) → kogubiomass 98 t : 0,8 = 122,5 t/ha (0,5 p)
Loeme õigeteks graafikult loetud väärtusteks 50–55 t/ha ja 95–100 t/ha.
Kogubiomassi juurdekasv 10 aastaga: 122,5 t/ha - 65 t/ha = 57,5 t/ha (0,5 p)
Kogubiomassi juurdekasv aastas: 57,5 / 10 = **5,75 t/ha** (0,5 p)

4.2.5. Tõmba õigele valikule joon alla. (1 p)

A. Atmosfäärist eemaldab täiendavat süsihappegaasi eelkõige **kasvamist alustav / kasvav / vana** mets.

B. Kõige suurem puude biomassi talletunud süsinikuvaru on **kasvamist alustaval / kasvaval / vanal** metsal.

4.2.6. Teatud tingimustes võib mets süsinikku püsivalt talletada. **Tõmba ring ümber süsinikku ringlusest eemaldavat protsessi kirjeldava lause tähele.** (1 p)

A. Metsas elavad rohusööjad tarbivad taimi süües neisse salvestunud süsiniku ära.

B. Maha varisenud materjal (lehed, oksad) mattub kiiremini, kui lagundajad seda lagundada suudavad, eriti liigniisketes ja happelistes oludes.

C. Puudest toituvad seened, mis erinevalt taimedest ja loomadest ei vabasta hingates süsihappegaasi.

D. Osa puid on kuivanud, seega ei ole nende biomass kasvavate puude biomassi osa.

A B C D

4.2.7. Süsihappegaasi atmosfäärist eemaldamise peamiseks mehhanismiks on fotosüntees, kus veest ja süsihappegaasist toodetakse valgusenergia abil glükoosi ($C_6H_{12}O_6$). **Kirjuta fotosünteesi tasakaalustatud võrrand.** (3 p)

$6CO_2 + 6H_2O$ (+ valgusenergia) → $C_6H_{12}O_6 + 6O_2$ Korrektsed lähteained 1 p, korrektsed saadused 1 p, tasakaalustamine 1 p.

4.2.8. Nimeta kolm varianti, kuidas võib metsa poolt atmosfäärist eemaldatud süsihappegaas atmosfääri tagasi sattuda. (3 p)

Puidu põletamine kütteks / kunagisest metsa varimaterjalist tekkinud fossiilkütuste kasutamine, turba ja muu poolkõdunenud materjali kasutamine aianduses, kus see edasi laguneb (võivad olla eraldi loetletud, kõik kolm õiged).
Puude rakuhingamine.
Lagundajate (nt seente) ja puudest või nende osadest toituvate olendite elutegevus. (Võimalikke õigeid vastuseid on rohkem.)

Iga sobiv vastus 1 p.

4.2.9. Nimeta üks moodus, kuidas võib inimene puitu kasutada nii, et süsinik jääb pikemaks perioodiks seotuks. (1 p)

Puidu kasutamine ehitusmaterjalina (jääb seotuks, kuni ehitis püsib), saepuru vms kasutamine maatäitematerjalina, kus see jääb maetuks. (Võimalikke õigeid vastuseid on rohkem.)

Iga sobiv vastus 1 p.