

Valintakoe C 4.6.2026

Lue huolellisesti kaikki ohjeet läpi.

Tässä valintakokeessa on yhteinen osio ja yksi eriytyvä osio. Sinulle näkyvät ne osiot, jotka sinun täytyy hakemiisi hakukohteisiin suorittaa.

Kullekin kokeen osiolle on määritelty suoritus aika, joka näkyy koejärjestelmässä. Kun osiokohtainen aika tulee täyteen, osio sulkeutuu. Jos osio jää sinulta kesken, viimeisin tilanne tallentuu vastaukseksi. **Valintakokeen yhteinen osio on suoritettava ensin, ennen eriytyvää osiota.** Kun olet suorittanut yhteisen osion, eriytyvien osioiden Aloita-painikkeet aktivoituvat. **Jokainen avattu osio tulee suorittaa kerralla loppuun etkä voi palata osioon enää myöhemmin.**

Osiokohtaisten suoritus aikojen lisäksi koe aika sisältää 5 minuuttia valintakokeen etusivun ohjeiden lukemiseen ja osioiden välisiin siirtymiin. Huom. jos tämä 5 minuuttia ylittyy, kuluttavat etusivun ohjeiden lukeminen sekä osioiden väliset siirtymät osioiden suorittamiseen tarkoitettua koe aikaasi.

Sinulla saa kokeen aikana olla auki ainoastaan valintakoejärjestelmä Vallu sekä järjestelmästä avautuvat erilliset aineistotiedostot.

Voit luonnostella vastauksiasi jaetuille papereille. Papereille tekemiäsi merkintöjä ei huomioida arvostelussa.

Yhteinen osio

Avattu osio täytyy suorittaa kerralla loppuun eikä osioon voi palata enää myöhemmin.

Kun osiokohtainen aika tulee täyteen, osio sulkeutuu. Jos osio jää sinulta kesken, viimeisin tilanne tallentuu vastaukseksi.

Osiossa on viisi tehtävää A1-A5. Aloita pakollisesta tehtävästä A1 Aineistojen tulkinta ja jatka sen jälkeen vaihtoehtoihin tehtäviin A2-A5.

Pakollinen tehtävä:

- A1 Aineistojen tulkinta

Vaihtoehtoiset tehtävät (valitse kaksi)

- A2 Biologia
- A3 Kemia ja fysiikka
- A4 Luonnonmaantiede ja geotiede
- A5 Yhteiskunta ja ympäristö

Valitse haluamasi tehtävät napsauttamalla tehtävien valintakytkintä ja vastaa kysymyksiin. **Vain valittujen tehtävien vastaukset arvioidaan.**

Pisteytys annetaan tehtävien yhteydessä. Jos tehtävän kokonaispistemäärä on negatiivinen, se muutetaan nolaksi pisteeksi kokeen loppuarvioinnissa.

Aineistotiedostot ovat pdf-tiedostoja, jotka saa avata millä tahansa pdf-lukuohjelmalla. Avatun koeaineiston saa vetää erilliseen ikkunaan tehtävien rinnalle.

Vain koejärjestelmän laskimen käyttö on sallittu. Erillisen laskimen hallussapito ja tietokoneen laskimen, muun laskinsovelluksen tai muiden laskintoiminnallisuuden auki oleminen katsotaan vilpiksi ja johtaa koesuorituksen hylkäämiseen.

Etsi-toiminnon käyttäminen valintakokeessa on sallittua (esimerkiksi näppäinyhdistelmällä Ctrl+F tai Cmd+F). Etsi-toiminto ei välttämättä löydä kaikkea tekstiä, esimerkiksi kuvissa olevaa tekstiä.

Oikeat vastaukset on lihavoitu.

Tehtävä A1 Aineistojen tulkinta

Tehtävä A1 on kaikille pakollinen ja koostuu 17 alakohdasta.

Tehtävät A1.1–A1.8

Oikeasta valinnasta saat + 4 pistettä, väärästä valinnasta vähennetään –1 piste. Vastaamatta jättämisestä saat 0 pistettä.

Aineisto 1.1 Valtioneuvoston kiertotalouden strateginen ohjelma

(Lähde: <https://ym.fi/kiertotalousohjelma>)

Kiertotalous on tulevaisuuden talousmalli, joka auttaa hillitsemään ilmastokriisiä, luontokatoa ja luonnonvarojen ylikulutusta. Kiertotaloudessa tuotteet ja materiaalit pysyvät käytössä pitkään ja turvallisesti. Kiertotalous ei ole vain kierrättämistä, vaan myös vuokrapalveluita, korjaamista ja jakamista.

Valtioneuvosto teki periaatepäätöksen kiertotalouden strategisesta ohjelmasta keväällä 2021. Tavoitteena on muutos, jolla kiertotaloudesta luodaan talouden uusi perusta vuoteen 2035 mennessä. Ohjelmalla hallitus haluaa vahvistaa Suomen roolia kiertotalouden edelläkävijänä.

Kiertotalousohjelman visio on "Suomi 2035: Hiilineutraali kiertotalousyhteiskunta on menestyvän taloutemme perusta". Vision toteutuminen edellyttää luonnonvarojen kestävää ja tehokasta käyttöä. Tätä linjaavat ohjelman seuraavat tavoitteet:

- Uusiutumattomien **luonnonvarojen kulutus vähenee** ja uusiutuvien luonnonvarojen kestävä käyttö voi kasvaa siten, että kotimaan primääriraaka-aineiden kokonaiskulutus ei vuonna 2035 ylitä vuoden 2015 tasoa. Vientituotteiden valmistukseen käytetyt luonnonvarat eivät kuulu tavoitteen piiriin.
- **Resurssien tuottavuus** kaksinkertaistuu vuoden 2015 tilanteesta vuoteen 2035 mennessä.
- Materiaalien **kiertotalousaste** kaksinkertaistuu vuoden 2015 tilanteesta vuoteen 2035 mennessä.

Tutkimuslaitosten (Syke, GTK, Luke, VTT, Aalto-yliopisto ja Tilastokeskus) luotsaamassa skenaariotyössä (2022–2024) luotiin tilannekuva luonnonvarojen kulutuksen tilasta ja vaikutuksista ympäristöön ja talouteen. Lisäksi laadittiin tutkimukseen nojaavia skenaarioita kiertotalouden mahdollisuuksista edistää hyvinvointia ja kestävää taloutta. Viimeaikaisen kehityksen lisäksi arvioitiin kolmea luonnonvarojen käytön skenaariota vuodelle 2035.

Skenaariot ovat

Perusskenaario on niin sanottu Business as usual (BAU)-skenaario sisältäen ilmastoon, energiaan ja kiertotalouteen liittyviä toimenpiteitä ja poliittisia ohjauskeinoja, jotka ovat jo voimassa tai joiden osalta on jo olemassa esimerkiksi investointipäätökset.

Kiertotalousskenaario sisältää perusskenaarioon nähden tehostettuja sekä uusia kiertotaloustoimenpiteitä sekä niiden kytkennät muihin sektoreihin muun muassa välituotteiden ja energian käytön kautta.

Hiilineutraalisuusskenaariossa tarkastellaan kiertotalouden strategisen ohjelman tavoitteiden lisäksi myös hiilineutraalisuuden saavuttamista vuonna 2035. Vähähiilisyden vahvistamiseksi skenaarioon on lisätty uusia kiertotalous- ja ilmastotoimenpiteitä.

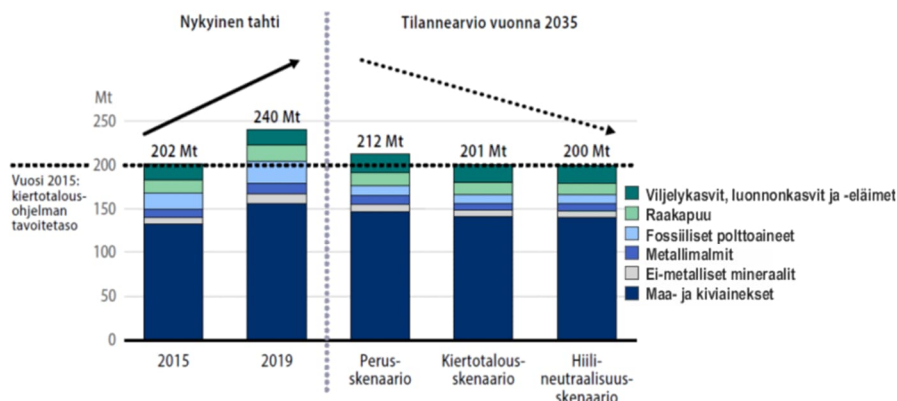
Tulosten mukaan kiertotalouden toimenpiteet voivat pysäyttää luonnonvarojen kulutuksen kasvun sekä vähentää ilmasto- ja muita ympäristövaikutuksia taloutta vahvistaen.

Aineisto 1.2 Skenaariotyön muutosalueet ja esimerkkejä

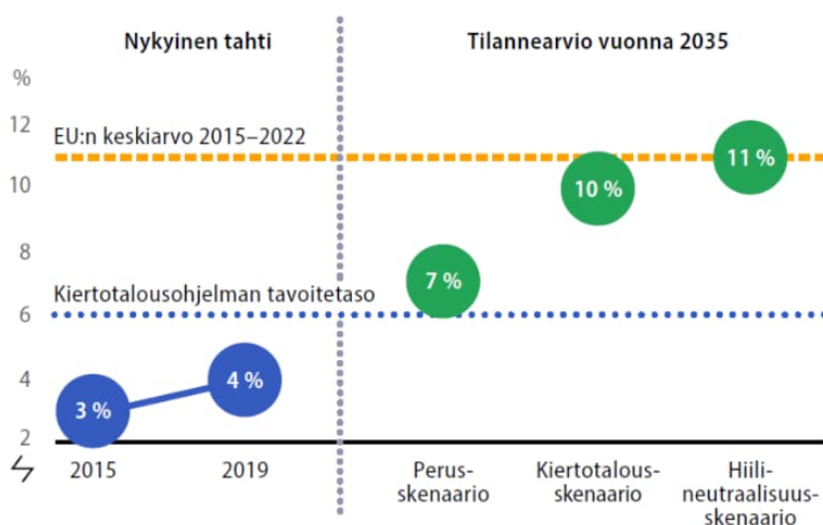
kiertotaloustoimenpiteistä (Lähde: Suomen kansantalouden materiaa livirrat ja niiden vaikutukset, Toteutunut kehitys ja kiertotalouden skenaariot vuodelle 2035, Valtioneuvoston julkaisuja 2024:8)



Aineisto 1.3 Suomen raaka-aineiden kulutus vuosina 2015 ja 2019 sekä luonnonvarojen käytön skenaarioissa vuonna 2035 (Lähde: Suomen kansantalouden materiaaalivirrat ja niiden vaikutukset, Toteutunut kehitys ja kiertotalouden skenaariot vuodelle 2035, Valtioneuvoston julkaisu 2024:8)



Aineisto 1.4 Kiertotalousaste vuosina 2015 ja 2019 sekä luonnonvarojen käytön skenaarioissa vuonna 2035 (Lähde: Suomen kansantalouden materiaaalivirrat ja niiden vaikutukset, Toteutunut kehitys ja kiertotalouden skenaariot vuodelle 2035, Valtioneuvoston julkaisu 2024:8)



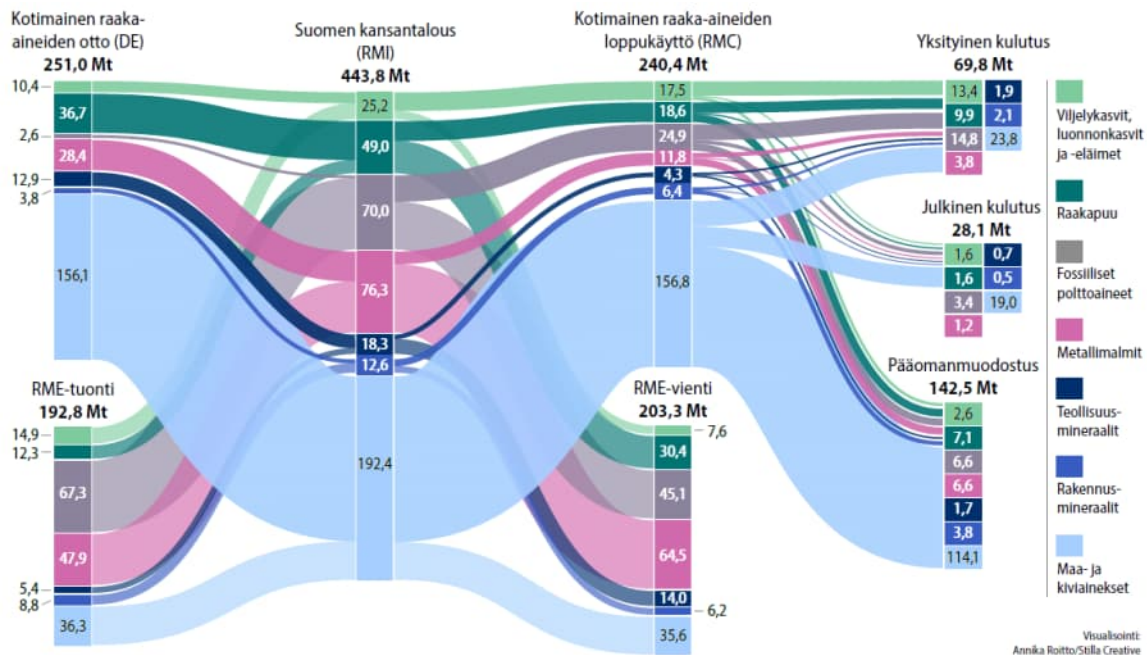
Aineisto 1.5 Raaka-aineiden kulutus (RMC) (Lähde: Suomen kansantalouden materiaaalivirrat ja niiden vaikutukset, Toteutunut kehitys ja kiertotalouden skenaariot vuodelle 2035, Valtioneuvoston julkaisu 2024:8)

Raaka-aineiden kulutus, Mt
(Muutos-% vuodesta 2015)

Ero perusskenaarioon, %

	2015	2019	2035 Perus	2035 Kierto- talous	2035 Hiili- neutraalisuus	2035 Kierto- talous	2035 Hiili- neutraalisuus
Viljelykasvit	18,2	17,1	20,5 (13 %)	20,0 (10 %)	19,9 (9 %)	-2 %	-3 %
Luonnonkasvit ja -eläimet	0,5	0,5	0,5 (13 %)	0,5 (6 %)	0,5 (4 %)	-6 %	-8 %
Raakapuu	14,9	18,6	14,4 (-3 %)	13,8 (-7 %)	12,7 (-15 %)	-4 %	-12 %
Fossiiliset polttoaineet	18,5	24,9	11,6 (-37 %)	10,3 (-45 %)	9,8 (-47 %)	-12 %	-16 %
Metallimalmit	9,1	11,8	10,2 (12 %)	7,3 (-19 %)	8,9 (-2 %)	-28 %	-12 %
Teollisuusmineraalit	3,9	4,3	4,4 (15 %)	4,2 (9 %)	4,2 (8 %)	-6 %	-6 %
Rakennusmineraalit	3,1	6,4	3,4 (10 %)	3,1 (1 %)	2,9 (-4 %)	-9 %	-13 %
Maa- ja kiviainekset	133,6	156,8	147,4 (10 %)	141,9 (6 %)	140,7 (5 %)	-4 %	-5 %
Yhteensä	201,8	240,4	212,4 (5 %)	201,2 (0 %)	199,6 (-1 %)	-5 %	-6 %

Aineisto 1.6 Suomen kansantalouden raaka-ainevirrat vuonna 2019, Mt (huom. luvut eivät välttämättä summaudu pyöristysten vuoksi) (Lähde: Suomen kansantalouden materiaalivirrat ja niiden vaikutukset, Toteutunut kehitys ja kiertotalouden skenaariot vuodelle 2035, Valtioneuvoston julkaisuja 2024:8).



Lyhenteiden selitykset

DE (domestic extraction) tarkoittaa kotimaista käytettyä ottoa eli kotimaan luonnosta talouden käyttöön otettuja raaka-aineita.

RMC (raw material consumption) tarkoittaa raaka-aineiden kulutusta. Se ilmaisee, kuinka paljon luonnon raaka-aineita (massana) kotimaisen loppukäytön eli kulutuksen ja pääomanmuodostuksen tyydyttäminen on vaatinut. Indikaattori sisältää sekä kotimaiset että ulkomailla käytetyt raaka-aineet.

RME (raw material equivalent) tarkoittaa raaka-aine-ekvivalenteja materiaalivirtoja, jotka saadaan, kun tuonti- ja vientituotteiden suoriin massoihin lisätään tuotteiden koko valmistusketjussa tarvittavat raaka-ainepanokset.

RMI (raw material input) tarkoittaa talouden raaka-ainepanoksia. Se sisältää kotimaisen luonnonvarojen oton sekä raaka-aine-ekvivalentin tuonnin.

A1.1 Valtioneuvoston kiertotalouden strateginen ohjelma

Mikä seuraavista väittämistä on aineistojen 1.1–1.2 perusteella virheellinen?

- Strategisen ohjelman tavoitteena on vähentää vientituotteiden valmistukseen käytettäviä luonnonvaroja.**
- Yksi ruokajärjestelmään liittyvistä toimenpiteistä on hävikin pienentäminen.
- Strategisen ohjelman tavoitteena on muuttaa talous kiertotalouteen perustuvaksi vuoteen 2035 mennessä.
- Skenaariotyön muutosalueet koskettavat julkisen sektorin lisäksi yrityksiä.

A1.2 Luonnonvarojen käytön skenaariot

Mikä seuraavista väittämistä on aineistojen 1.1–1.3 perusteella virheellinen?

- a) Hiilineutraaliusskenaario on luonnonvarojen käytön skenaarioista ympäristöystävällisin.
- b) Luonnonvarojen perusskenaario (BAU, business as usual) johtaa nykyistä suurempaan raaka-aineiden kulutukseen.**
- c) Uudistava ruokajärjestelmä on yksi skenaariotyön muutosalueista.
- d) Kiertotalouden toimenpiteet vahvistavat Suomen taloutta.

A1.3 Kiertotalouden strategisen ohjelman tavoitteiden toteutuminen

Mikä seuraavista väittämistä on aineistojen 1.1 ja 1.3–1.4 perusteella virheellinen?

- a) Kotimaan primäärraaka-aineiden kulutukselle asetettu tavoite toteutuu kaikissa kolmessa skenaariossa.**
- b) Suomen kiertotalousaste oli vuonna 2019 pienempi kuin EU:n keskiarvo vuosina 2015–2022.
- c) Raaka-aineiden kulutuksen arvioidaan vähenevän kaikissa skenaarioissa vuoteen 2019 verrattuna.
- d) Kiertotalousasteelle asetettu tavoite toteutuu kaikissa skenaarioissa.

A1.4 Resurssien tuottavuus

Resurssien tuottavuutta kuvataan kiertotalouden strategisessa ohjelmassa indikaattorilla, joka lasketaan jakamalla bruttokansantuote (€) raaka-aineiden kulutuksella (kg). Vuonna 2015 resurssien tuottavuus oli 1,04 €/kg.

Mikä seuraavista väittämistä on aineistojen 1.1 ja 1.5 perusteella virheellinen?

- a) Resurssien tuottavuudelle asetettuun tavoitteeseen voidaan laskennallisesti päästä kaksinkertaistamalla bruttokansantuote.
- b) Resurssien tuottavuudelle asetettu tavoite edellyttää raaka-aineiden kulutuksen pienentämistä.**
- c) Jos bruttokansantuote ei muutu, resurssien tuottavuudelle asetettuun tavoitteeseen voidaan päästä vähentämällä raaka-aineiden kulutus 100,9 Mt:iin.
- d) Resurssien tuottavuudelle asetettu tavoite toteutuu, jos vuonna 2035 indikaattorin arvo on vähintään 2,08 €/kg.

A1.5 Raaka-aineiden kulutus

Mikä seuraavista väittämistä on aineiston 1.5 perusteella virheellinen?

- a) Raaka-aineiden kulutuksen kolmen eri skenaarion keskiarvo on 204,4 Mt.
- b) Raakapuun kulutus on perusskenaariossa 4,17 % suurempi kuin kiertotalousskenaariossa.
- c) Metallimalmien kulutuksen odotetaan vähenevän eniten kiertotalousskenaariossa.

- d) Hiilineutraaliusskenaariossa fossiilisten polttoaineiden kulutus on 47 % pienempi kuin perusskenaariossa.**

A1.6 Suomen mineraalien sekä maa- ja kiviaineksen raaka-ainevirrat

Mikä seuraavista väittämistä on aineiston 1.6 perusteella virheellinen?

- a) Kotimaisista teollisuusmineraaleista suurin osa päätyy vientiin.
- b) Maa- ja kiviaineksia viedään 700 000 tonnia vähemmän kuin niitä tuodaan Suomeen.
- c) **Suomen kansantalouden rahallisesta pääomanmuodostuksesta suurin osa on maa- ja kiviainesvaroja.**
- d) Maa- ja kiviaineksista alle viidesosa on tuotu ulkomailta.

A1.7 Suomen raaka-ainevirrat

Mikä seuraavista väittämistä on aineiston 1.6 perusteella virheellinen?

- a) Suomen kansantalouden raaka-ainepanoksista yli puolet saadaan Suomen luonnosta.
- b) **Suomen kansantalouden (RMI) luonnonvaroista yli 20 % on uusiutuvia luonnonvaroja.**
- c) RMI kattaa sekä kotimaiset että ulkomaiset raaka-ainevirrat.
- d) RME:ssä huomioidaan myös valmistusketjussa tarvittut raaka-aineet.

A1.8 Suomen kansantalouden raaka-ainevirrat kotimaasta ja ulkomailta

Mikä seuraavista väittämistä on aineiston 1.6 perusteella virheellinen?

- a) Suomessa otetaan fossiilisia polttoaineita teollisuuden käyttöön myös kotimaasta.
- b) Valtaosa Suomessa prosessoidusta raakapuusta päätyy vientituotteina ulkomaille.
- c) **Maatalouden eloperäisten raaka-aineiden kotimainen loppukäyttö on suurempi kuin metsätalouden raakapuun.**
- d) Suomeen tuodaan enemmän kasveja ja eläimiä kuin Suomesta viedään.

A1.9 Raaka-aineet ja vienti

Oikeasta valinnasta saat + 1 pistettä, väärästä valinnasta ja vastaamatta jättämisestä saat 0 pistettä.

5.6. kokeen jälkeen tehtävään A1.9 liittyvässä ruotsinkielisessä aineistossa huomattiin virhe, joka korjattiin antamalla kaikille hakijoille tehtävästä A1.9 täydet pisteet.

Laita alasvetovalikossa olevat raaka-aineryhmät aineiston 1.6 perusteella järjestykseen suurimmasta pienimpään sen mukaan, miten suuri osuus Suomen kansantalouden raaka-ainepanoksista päätyy vientiin.

1. suurin osuus Teollisuusmineraalit (14/18,3) 76,5 %
2. toiseksi suurin osuus Fossiiliset polttoaineet (45/70) 64,3 %
3. kolmanneksi suurin osuus Raakapuu (30,4/49) 62,0 %

4. neljänneksi suurin osuus Rakennusmineraalit (6,2/12,6) 49,2 %”

Valikon vaihtoehdot: Raakapuu; Fossiiliset polttoaineet; Teollisuusmineraalit;
Rakennusmineraalit

Aineisto 1.7 Kohti kestävämpää yhteiskuntaa

Pelkkä **tehokkuuden lisääminen** (esim. resurssien käytön vähentäminen tuoteyksikköä kohden) ei riitä pysäyttämään ympäristövaikutusten kasvua, jos kokonaiskulutus jatkaa kasvamistaan. Vaikka prosessien ja teknologioiden parantaminen on lisännyt talouskasvun ja luonnonvarojen kulutuksen **suhteellista irtikykentää** eli talouskasvua ilman samassa suhteessa kasvavaa luonnonvarojen kulutusta, absoluuttinen materiaalien ja ympäristövaikutusten vähentyminen on harvinaista.

Kiertotaloudessa keskeistä on materiaalikulutuksen todellinen vähentäminen, erityisesti ympäristölle haitallisimpien materiaalien osalta. **Rebound-vaikutukset** (eli tehokkuuden kasvun aiheuttama lisääntynyt kulutus) voivat mitätöidä saavutetut hyödyt. Siksi tarvitaan **riittävyys** näkökulmaa: yhteiskunnan ja yksilöiden on **määriteltävä uudelleen, mikä on "tarpeeksi"** kulutusta ja hyvinvointia ilman jatkuvaa materiaallisen kulutuksen kasvua.

Kestävyyssiirtymässä on olennaista tarkastella kulutusta laajemmin **hyvinvoinnin**, ei pelkän tuotannon ja kulutuksen, kautta. Tätä voidaan hahmottaa **“Vältä/vähennä–Siirry–Paranna”**-mallilla, joka jäsentää kestävä toiminnan hierarkian:

1. **Vältä/vähennä:** tarpeettoman kulutuksen tai liikkumisen välttäminen tai vähentäminen. Toiminta vähentää kysyntää ja siten luonnonvarojen kokonaiskulutusta.
2. **Siirry:** siirtyminen vähemmän ympäristöä kuormittaviin vaihtoehtoihin. Toiminta ei välttämättä muuta kysyntää ja luonnonvarojen kokonaiskulutusta.
3. **Paranna:** olemassa olevien toimintojen tehostaminen teknologisin tai prosessimuutoksien. Toiminta voi jopa lisätä kysyntää ja luonnonvarojen kulutusta.

Tehtävissä A1.10 – A1.17 on kuvattu tilanteita, joissa pyrkimyksenä on muuttaa toimintaa kestävämmäksi. Tutustu aineistoon 1.7 ja pohdi ensin, onko kussakin kuvatussa muutoksessa kyse toiminnan **tehostamisesta** vai **riittävyys** uudelleen määrittelystä. Täsmennä sen jälkeen, mitä aineistossa kuvatun **vältä/vähennä – siirry – paranna** -mallin tasoa kuvattu toiminta vastaa.

Valitse alaspäinvalikosta aineiston 1.7 perusteella sopivin vaihtoehto.

Ensimmäisen kohdan oikeasta valinnasta saat + 1 pisteen. Toisen kohdan oikeasta valinnasta saat +2 pistettä. Väärästä valinnasta ja vastaamatta jättämisestä saat 0 p.

A1.10 Yritys kehittää teknologian, joka vähentää raaka-aineiden käyttöä 15 %.

Kyseessä on ”toiminnan tehostaminen” (toiminnan tehostaminen, riittävyyden uudelleenmäärittely) ja muutos perustuu mallin tasoon ”paranna” (vältä/vähennä, siirry, paranna).

A1.11 Kuluttaja päättää olla uusimatta älypuhelinta, koska vanha toimii vielä.

Kyseessä on ”riittävyyden uudelleenmäärittely” (toiminnan tehostaminen, riittävyyden uudelleenmäärittely) ja muutos perustuu mallin tasoon ”vältä/vähennä” (vältä/vähennä, siirry, paranna).

A1.12 Kaupunki rakentaa uusia pyöriteitä ja rajoittaa autoilua keskustassa.

Kyseessä on ”riittävyyden uudelleenmäärittely” (toiminnan tehostaminen, riittävyyden uudelleenmäärittely) ja muutos perustuu mallin tasoon ”siirry” (vältä/vähennä, siirry, paranna).

A1.13 Kaupunki siirtyy uusiutuvaan energiaan julkisten rakennusten lämmityksessä.

Kyseessä on ”toiminnan tehostaminen” (toiminnan tehostaminen, riittävyyden uudelleenmäärittely) ja muutos perustuu mallin tasoon ”siirry” (vältä/vähennä, siirry, paranna).

A1.14 Rakennusyritys ottaa käyttöön energiatehokkaampia työkoneita.

Kyseessä on ”toiminnan tehostaminen” (toiminnan tehostaminen, riittävyyden uudelleenmäärittely) ja muutos perustuu mallin tasoon ”paranna” (vältä/vähennä, siirry, paranna).

A1.15 Ihminen ostaa vähemmän vaatteita ja korjaa rikkoutuneet.

Kyseessä on ”riittävyyden uudelleenmäärittely” (toiminnan tehostaminen, riittävyyden uudelleenmäärittely) ja muutos perustuu mallin tasoon ”vältä/vähennä” (vältä/vähennä, siirry, paranna).

A1.16 Perhe lähimatkaillee kotimaassa ulkomaille lentämisen sijaan.

Kyseessä on ”riittävyyden uudelleenmäärittely” (toiminnan tehostaminen, riittävyyden uudelleenmäärittely) ja muutos perustuu mallin tasoon ”siirry” (vältä/vähennä, siirry, paranna).

A1.17 Kuluttaja päättää olla ostamatta uusia kodinkoneita ennen kuin vanhat hajoavat.

Kyseessä on ”riittävyyden uudelleenmäärittely” (toiminnan tehostaminen, riittävyyden uudelleenmäärittely) ja muutos perustuu mallin tasoon ”vältä/vähennä” (vältä/vähennä, siirry, paranna).

A2 Biologia

Tehtävä A2 on vaihtoehtoinen ja koostuu 17 alakohdasta.

Jos haluat valita tämän vaihtoehtoisen tehtävän, valitse tehtävä napsauttamalla yllä olevaa valintakytkintä ja vastaa kysymyksiin.

Kahteen vaihtoehtoiseen tehtävään (A2-A5) tulee vastata. **Vain valittujen tehtävien vastaukset arvioidaan.**

Tehtävät A2.1–A2.5 Biologian peruskäsitteitä

Oikeasta valinnasta saat + 3 pistettä, väärästä valinnasta vähennetään –1,5 pistettä.
Vastaamatta jättämisestä saat 0 pistettä.

A2.1 Lajien monimuotoisuus. Mikä seuraavista väittämistä on virheellinen?

- a) Laji voidaan määritellä yksilöiden kyvyllä saada lisääntymiskykyisiä jälkeläisiä.
- b) Kaikki lajit voidaan määritellä yksiselitteisesti biologisen lajimääritelmän avulla.**
- c) Uudet lajit voivat syntyä maantieteellisen eristymisen seurauksena.
- d) Polyploidia voi johtaa uusien kasvilajien syntyyn.

A2.2 Evoluutiomekanismit. Mikä seuraavista väittämistä on virheellinen?

- a) Evoluutio etenee ilman ennalta määrättyä päämäärää.
- b) Kompleksisuus voi lisääntyä evoluution aikana, mutta se ei ole väistämätöntä.
- c) Luonnonvalinta suosii aina suurinta mahdollista monimutkaisuutta.**
- d) Evoluution aikana lajit voivat sekä yksinkertaistua että monimutkaistua.

A2.3 Ekosysteemit. Mikä seuraavista väittämistä on virheellinen?

- a) Energia virtaa ekosysteemin läpi tuottajilta kuluttajille ja hajottajille.
- b) Jokaisessa trofiatasossa siirtyy keskimäärin noin 10 % edellisen tason energiasta.
- c) Energia kiertää ekosysteemissä suljetussa kierrossa ravinteiden tavoin.**
- d) Auringon säteily on tärkein energianlähde useimmissa ekosysteemeissä.

A2.4 Populaatiodynamiikka. Mikä seuraavista väittämistä on virheellinen?

- a) Eksponentiaalinen kasvu voi teoriassa jatkua rajattomasti, jos resursseja on loputtomasti.
- b) Logistinen kasvu hidastuu, kun populaatio lähestyy kantokykyä.
- c) Tiheydestä riippumattomat tekijät, kuten myrskyt, vaikuttavat populaation kokoon.
- d) Tiheydestä riippuvat tekijät, kuten saalistus, eivät rajoita populaation kasvua.**

A2.5 Taksonomia. Mikä seuraavista väittämistä on virheellinen?

- a) Laji on taksonomisen luokittelun perusyksikkö.
- b) Suku sisältää useita lajeja, jotka ovat toisilleen läheisesti sukua.
- c) Heimo on sukuja korkeampi taso luokittelussa.
- d) Luokka on taksonomian korkein taso.**

Tehtävät A2.6–A2.11 Ilmastonmuutos Suomessa

Pisteytys annetaan tehtävien yhteydessä.

A2.6 Oikeasta valinnasta saat +1,5 pistettä, väärästä valinnasta vähennetään –0,5 pistettä. Vastaamatta jättämisestä saat 0 pistettä.

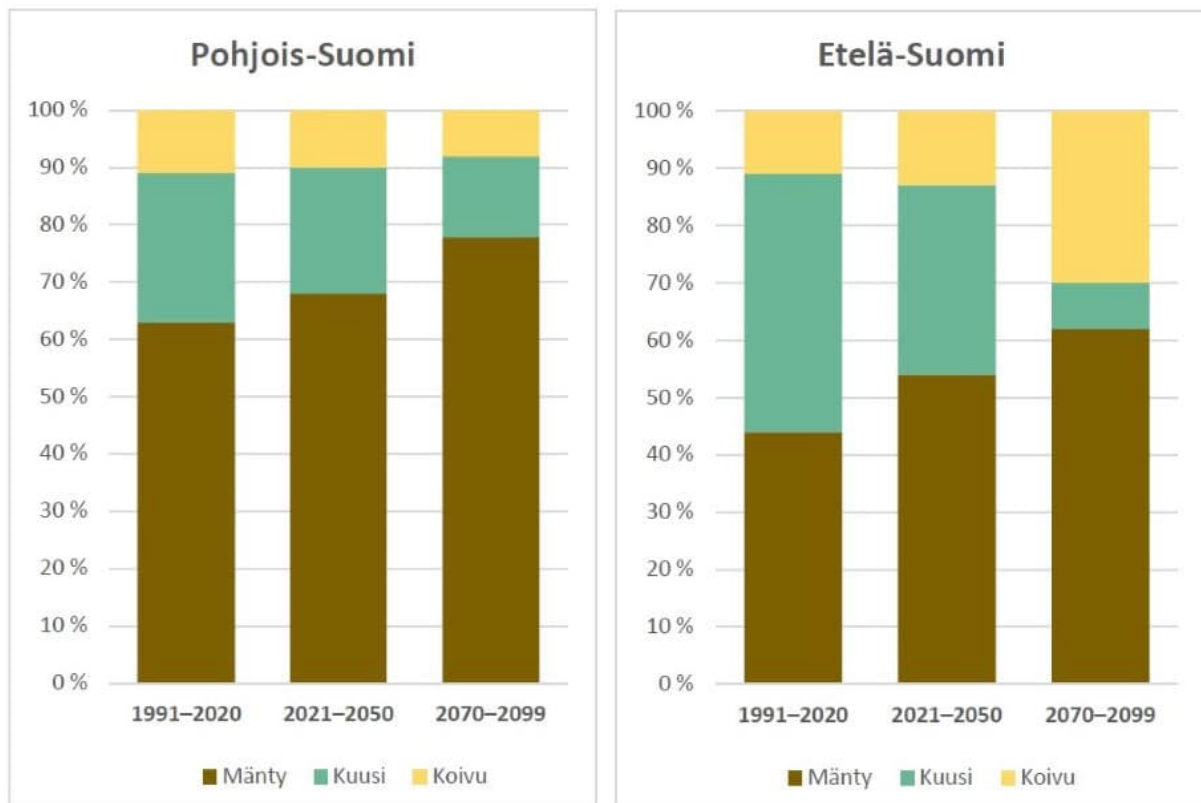
Ilmastonmuutos vaikuttaa Suomen luontoon. Täydennä tekstiin puuttuvat kohdat valitsemalla alavetovalikoista sopivin vastausvaihtoehto. Hyödynnä aineistoa 2.1 Ilmastonmuutos vaikuttaa Suomen eliölajistoon sekä aiemmin oppimaasi.

Ilmastonmuutoksen myötä lumipeitteen kesto lyhenee. Tämä vaikuttaa erityisesti lajeihin, joiden elinkierto on riippuvainen lumipeitteestä, kuten **1.** kurki / metsäkauris / **saimaannorppa** / merirokko. Lumipeite voi toimia myös suojavärinä, jolloin lajit, kuten **2.** rusakko / **metsäjänis** / saukko / karhu kärsivät. Ilmastonmuutos voi aiheuttaa haittoja myös välillisesti, esimerkiksi keväällä monien kasvilajien **3.** talveentuminen / ristipölytys / polyploidia / **kukinta** aikaistuu, mikä voi johtaa ajoitusvirheeseen esimerkiksi hyönteissyöjälintujen ja niiden ravintohyönteisten välillä.

Lämpeneminen muuttaa myös lajien levinneisyyksiä. Monet lämpöä suosivat lajit, kuten **4.** **puutiainen (punkki)** / riekko / hauki / tunturisopuli laajenevat kohti pohjoista, kun taas boreaalisiin tai arktisiin oloihin sopeutuneet lajit, kuten **5.** metsäkauris / merimetso / **tunturipöllö** / piisami, taantuvat.

Ilmastonmuutos vähentää myös **6.** **routajakson** / kasvukauden / hellejaksojen / sään ääri-ilmiöiden kestoja. Tämä lisää metsätuhojen riskiä sekä vaikuttaa myös vesistöjen ravinnekuormaan – talviaikainen sadanta lisääntyy, jolloin vesistöihin päätyy valunnan mukana enemmän ravinteita. Järviin ja murtovesiin päätyvät ravinteet aiheuttavat **7.** veden kerrostumista / huuhtoutumista / happamoitumista / **rehevöitymistä**, jolloin myös happikadon riski lisääntyy erityisesti järven pohjalla, koska **8.** **hajotustoiminta lisääntyy** / tuottajien määrä kasvaa / tumma vesi sitoo vähemmän happea / ravinteet syrjäyttävät hapen. Samanaikaisesti järvien **9.** täysikierto / fotosynteesijakso / eutrofikaatiojakso / **lämpötilakerrostuneisuus** pitkittyy kesällä, joka pahentaa pohjan happikatoa. Hapettomissa oloissa sisäinen kuormitus lisääntyy, kun **10.** **fosfori** / sulfidi / typpi / bikarbonaatti vapautuu pohjasedimentistä takaisin veteen.

Aineisto 2.2 Diagrammit esittävät männyn, kuusen ja koivun arvioituja osuuksia Pohjois- ja Etelä-Suomessa kolmena ajankohtana: 1991–2020, 2021–2050 ja 2070–2099.



Lähteenä käytetty mukaillen:

https://wwf.fi/app/uploads/e/e/8/nemcd2ojf64v9qtqt7rrii/ilmastonmuutos_ja_suomen_luonto.pdf

Ilmastonmuutoksen vaikutus Suomen luontoon esimerkkiympäristöissä: 26.11.2019

Työn tilaaja: Maailman Luonnon Säätiö (WWF) Suomen Rahasto sr

Työn toteuttaja: FM Paula Tallinen Ympäristöasiantuntija Ympäristöasiantuntijoiden osuuskunta Universo

A2.7 Oikeasta valinnasta saat +1 pistettä, väärästä valinnasta vähennetään –0,5 pistettä. Vastaamatta jättämisestä saat 0 pistettä.

Puulajien muutokset Suomessa. Mitkä väitteistä koskevat yllä olevien diagrammien perusteella Pohjois-Suomea, mitkä Etelä-Suomea, mitkä molempia tai eivät kumpaakaan? Valitse alasvetovalikoista sopivin vaihtoehto.

Kuusen osuus kasvaa 1. ei kumpikaan

Männyn osuus kasvaa jatkuvasti 2. molemmat

Koppisiemenisten osuus kasvaa 3. Etelä

Koivun osuus vähenee 4. Pohjoinen

Paljassiemenisten osuus kasvaa 5. Pohjoinen

Muuttuu kesävihantapuuvaltaiseksi 6. ei kumpikaan

vastausvaihtoehdot: Pohjoinen, Etelä, molemmat, ei kumpikaan

Tehtävät A2.8-A2.11 liittyvät aineistoon 2.1 Ilmastomuutos vaikuttaa Suomen eliölajistoon.

Oikeasta valinnasta saat +3 pistettä, väärästä valinnasta vähennetään –1,5 pistettä.

Vastaamatta jättämisestä saat 0 pistettä.

A2.8 Metsät ja puut. Mikä seuraavista väittämistä on aineiston 2.1 perusteella virheellinen?

- a) Ilmastomuutos voi lisätä puiden typen saantia maaperästä.
- b) Ilmastomuutoksen seurauksena pihlajan kasvunopeus on nopeampaa kuin männyn.
- c) Lämpeneminen ja lisääntyvä kuivuus heikentävät puulajien kasvua.**
- d) Ilmastomuutos pidentää kasvukautta, mikä tehostaa metsien kasvua.

A2.9 Eläinlajit. Mikä seuraavista väittämistä on aineiston 2.1 perusteella virheellinen?

- a) Tammitikka on vieraslaji.**
- b) Nokkavarpunen on hyötynyt ilmaston lämpenemisestä.
- c) Ilmaston lämpenemisen takia hirvellä on vihreää ravintoa pidempään saatavilla.
- d) Pähkinänakkelin levinneisyys laajenee kohti pohjoista.

A2.10 Muutokset eliölajistossa. Mikä seuraavista väittämistä on aineiston 2.1 perusteella virheellinen?

- a) Ilmastomuutos voi lisätä zoonoosien riskiä Suomessa.
- b) Talviruokinta on lisännyt laulujoutsenen talvehtimista.**
- c) Puulajisto voi muuttua ennusteista lajispesifien tuholaisriskien lisääntyessä
- d) Merilintujen määrä on lisääntynyt, koska jäätöntä aikaa on talvisin enemmän.

A2.11 Ilmastomuutoksen vaikutuksia. Mikä seuraavista väittämistä on aineiston 2.1 perusteella virheellinen?

- a) Suomen eliölajisto voi lisääntyä ilmastomuutoksen vaikutuksesta.
- b) Ilmastoa lämmittävä hiilidioksidi lisää myös puuston kasvua.
- c) Tuottajien on helpompi sopeutua ilmastomuutokseen kuin kuluttajien.**

- d) Ilmaston lämpeneminen voi lisätä hajotustoimintaa.

Tehtävät A2.12–A2.17 Elohopea ympäristömyrkkynä

Valitse alavetovalikoista se vaihtoehto, joka on aineiston 2.3 Elohopea ympäristömyrkkynä perusteella tosi.

A2.12 Aineiston 2.3 perusteella maa-alueilla elohopean nieluna toimiva kasvillisuus ja maaperä sitovat vuosittain noin _____ prosenttia kaikesta maa-alueilta ilmakehään vapautuvasta elohopeasta.

- a) 40 %
- b) 60 %
- c) 70 %**
- d) 90 %

A2.13 Aineistossa 2.3 olevan kaavakuvas perusteella ilmakehän alimman kerroksen elohopeapitoisuus _____.

- a) lisääntyy
- b) vähentyy
- c) on likimain tasapainossa**
- d) vaihtelee vuodesta toiseen

A2.14 Aineiston 2.3 mukaan ihmistoiminnan vaikutuksesta elohopeaa päätyy vuosittain maahan ja meriin _____ kuin ihmistoiminnan elohopeapäästöt ilmakehään.

- a) noin kaksi kertaa enemmän
- b) neljä kertaa enemmän
- c) kolmasosan verran vähemmän
- d) 230 % enemmän**

A2.15 Aineiston 2.3 mukaan maaperän ja merien mikrobien metagenominen tutkimus ei ole muuttanut käsitystämme elohopean _____.

- a) metanogeenisten mikrobien monimuotoisuudesta
- b) sedimentaatiosta meriin**
- c) substraateista metylaatiassa
- d) biogeokemiallisesta kierrosta

A2.16 Elohopeaa metyloivien ympäristöjen ja ravintoketjun trofiatason perusteella todennäköisesti eniten elohopeaa kertyy _____.

- a) kanahaukkaan
- b) haukeen**
- c) muikkuun
- d) suteen

A2.17 Aineiston 2.3 perusteella nykyisen käsityksen mukaan pääosin epäorgaanisen elohopean muuttamisesta metyylielohopeaksi vastaavat _____.

- a) aerobiset kasvit
b) anaerobiset mikrobiit
c) valtamerten plankton
d) aerobiset maaekosysteemit

A3 Kemia ja fysiikka

Tehtävät A3.1 – A3.5

Valitse oikea vaihtoehto. Voit käyttää aineistoa 3.1.

Oikeasta valinnasta saat + 4 pistettä, väärästä valinnasta vähennetään –1 piste. Vastaamatta jättämisestä saat 0 pistettä.

atomimassa																	² He 4,00	
elektro- negatiivisuus	¹ H 1,01 2,1																	
	³ Li 6,94 1,0	⁴ Be 9,01 1,5											⁵ B 10,81 2,0	⁶ C 12,01 2,5	⁷ N 14,01 3,0	⁸ O 16,00 3,5	⁹ F 19,00 4,0	¹⁰ Ne 20,18
	¹¹ Na 22,99 0,9	¹² Mg 24,31 1,2											¹³ Al 26,98 1,5	¹⁴ Si 28,09 1,8	¹⁵ P 30,97 2,1	¹⁶ S 32,07 2,5	¹⁷ Cl 35,45 3,0	¹⁸ Ar 39,95
	¹⁹ K 39,10 0,8	²¹ Sc 44,96 1,3	²² Ti 47,88 1,5	²³ V 50,94 1,6	²⁴ Cr 52,00 1,6	²⁵ Mn 54,94 1,5	²⁶ Fe 55,85 1,8	²⁷ Co 58,93 1,9	²⁸ Ni 48,69 1,8	²⁹ Cu 64,55 1,9	³⁰ Zn 65,39 1,6	³¹ Ga 69,73 1,6	³² Ge 72,64 1,8	³³ As 74,92 2,0	³⁴ Se 78,96 2,4	³⁵ Br 79,90 2,8	³⁶ Kr 89,80	
	³⁷ Rb 85,47 0,8	³⁸ Sr 87,62 1,0	³⁹ Y 88,91 1,2	⁴⁰ Zr 91,22 1,4	⁴¹ Nb 92,91 1,6	⁴² Mo 95,94 1,8	⁴³ Tc 98,9 1,9	⁴⁴ Ru 101,1 2,2	⁴⁵ Rh 102,9 2,2	⁴⁶ Pd 106,4 2,2	⁴⁷ Ag 107,9 1,9	⁴⁸ Cd 112,4 1,7	⁴⁹ In 114,8 1,7	⁵⁰ Sn 118,7 1,8	⁵¹ Sb 121,8 1,9	⁵² Te 127,6 2,1	⁵³ I 126,9 2,1	⁵⁴ Xe 131,3
	⁵⁵ Cs 132,9 0,7	⁵⁶ Ba 137,3 0,9	57-71	⁷² Hf 178,5 1,3	⁷³ Ta 180,5 1,5	⁷⁴ W 183,9 1,7	⁷⁵ Re 186,2 1,9	⁷⁶ Os 190,2 2,2	⁷⁷ Ir 192,2 2,2	⁷⁸ Pt 195,1 2,2	⁷⁹ Au 197,0 2,4	⁸⁰ Hg 200,1 1,9	⁸¹ Tl 204,4 1,8	⁸² Pb 207,2 1,9	⁸³ Bi 209,0 1,9	⁸⁴ Po 209,0 2,0	⁸⁵ At 210 2,2	⁸⁶ Rn 222
	⁸⁷ Fr 223,0 0,7	⁸⁸ Ra 226,0 0,9	89-103	¹⁰⁴ Rf 261	¹⁰⁵ Dd 262	¹⁰⁶ Sg 266	¹⁰⁷ Bh 264	¹⁰⁸ Hs 269	¹⁰⁹ Mt 268	¹¹⁰ Ds 269	¹¹¹ Rg 272	¹¹² Cn 277	¹¹³ Nh 286	¹¹⁴ Fl 289	¹¹⁵ Mc 290	¹¹⁶ Lv 293	¹¹⁷ Ts 294	¹¹⁸ Og 294
	⁹⁷ La 138,9	⁹⁸ Ce 140,1	⁹⁹ Pr 140,9	⁹⁰ Nb 144,2	⁹¹ Pm 144,9	⁹² Sm 150,4	⁹³ Eu 152,0	⁹⁴ Gd 157,2	⁹⁵ Tb 158,9	⁹⁶ Dy 162,5	⁹⁷ Ho 164,9	⁹⁸ Er 176,3	⁹⁹ Tm 168,9	⁷⁰ Yb 173,0	⁷¹ Lu 175,0			
	⁸⁹ Ac 227	⁹⁰ Th 232,0	⁹¹ Pa 231,0	⁹² U 238,0	⁹³ Np 237	⁹⁴ Pu 244	⁹⁵ Am 243	⁹⁶ Cm 247,1	⁹⁷ Bk 247	⁹⁸ Cf 251	⁹⁹ Es 254	¹⁰⁰ Fm 257	¹⁰¹ Md 258	¹⁰² No 259	¹⁰³ Lr 262			

Aineisto 3.1 Jaksollinen järjestelmä

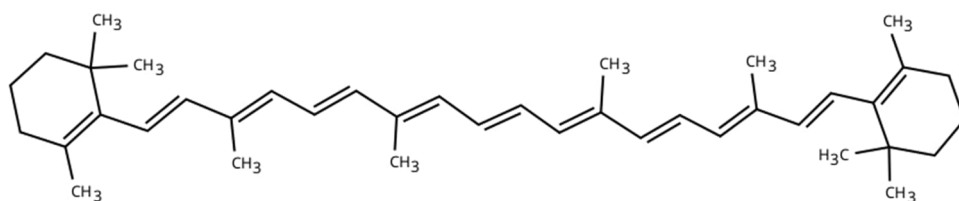
A3.1 Minkä atomien välillä elektronegatiivisuuden ero on suurin?

- a) natrium ja typpi
- b) vety ja hiili
- c) happi ja boori
- d) sinkki ja kloori
- e) **fluori ja rauta**

A3.2 Mikä seuraavista atomien välisistä vahvoista sidoksista ei ole poolinen?

- a) kalium ja typpi
- b) vety ja hiili**
- c) happi ja boori
- d) sinkki ja kloori
- e) fluori ja rauta

Aineisto 3.2 beta-karoteeni



A3.3 Mikä on oheisen beta-karoteenin (Aineisto 3.2) molekyylikaava? $C_{40}H_{40}$

- a) $C_{40}H_{40}$
- b) $C_{40}H_{82}$
- c) $C_{40}H_{56}$**
- d) $C_{40}H_{120}$
- e) $C_{38}H_{62}$
- f) $C_{10}H_{30}$

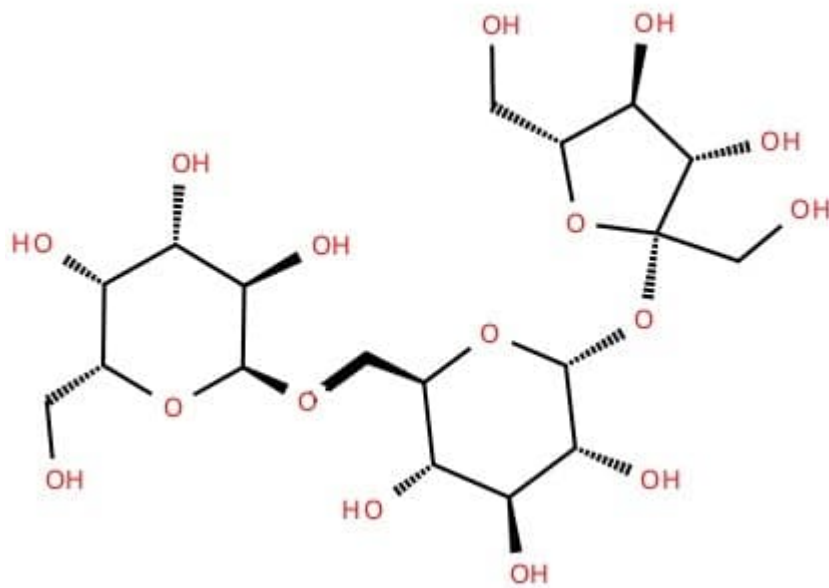
A3.4 Mikä on beta-karoteenin molekyylimassa?

- a) 536,96 g/mol**
- b) 520,22 g/mol
- c) 456,32 g/mol
- d) 602,12 g/mol
- e) 563,28 g/mol
- f) 150,40 g/mol

A3.5 Synteettistä beta-karoteenia myydään 5 mg pakkauksissa. Montako moolia pakkaus sisältää?

- a) 8,3 μmol
- b) 9,3 μmol**
- c) 10,9 μmol
- d) 8,3 mmol
- e) 9,3 mmol
- f) 10,9 mmol

Aineisto 3.3 Yhdiste



A3.6 Yhdisteen rakenne. Tutki yhdisteen rakennetta (Aineisto 3.3) ja valitse alasvetovalikosta oikea vaihtoehto.

A3.6.1 Veden kanssa yhdiste

- a) muodostaa kovalenttisia sidoksia
- b) muodostaa ionisidoksia
- c) muodostaa vetysidoksia**
- d) vuorovaikuttaa vain dispersiovoimin

A3.6.2 Yhdisteessä hiilen ja hapen väliset sidokset ovat

- a) poolisia kovalenttisia sidoksia**
- b) poolittomia kovalenttisia sidoksia
- c) ionisidoksia
- d) ioni-dipolisidoksia

A3.6.3 Yhdiste on

- a) poolinen**
- b) hydrofobinen
- c) hiilivety
- d) aromaattinen yhdiste

A3.6.4 Yhdiste on

- a) hiilihydraatti**
- b) proteiini
- c) rasva
- d) ei mikään näistä

Aineisto 3.4 Palkokasvit

Pajari AM, Bäck S, Kaartinen N. (2025). Palkokasveista terveyttä ihmiselle ja planeetalle. Puutarha & kauppa 7/2025, s. 28–29. https://www.leg4life.fi/wp-content/uploads/2025/05/Puutarha-ja-Kauppa-7_2025-Leg4Life-juttu-5-Palkokasvit-edistavt-ihmisen-ja-planeetan-terveytta.pdf

Aineisto 3.5 Kemian ja fysiikan kaavoja

$n = m/M$ $c = n/V$ $\rho = m/V$ $e = \Delta(BA)$ $\Delta t = \Delta\phi$ $\Delta t/p = 2\pi r$ $F = QvB$ $B = \mu_0 I / 2\pi r$ missä $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{Vs/(Am)}$ on tyhjiön permeabiliteetti

A3.7 Kuidun saanti (Aineisto 3.4):

Oikeasta vastauksesta saat + 4 pistettä, väärästä vastauksesta ja vastaamatta jättämisestä saat 0 pistettä.

Kuidun suositeltava saanti on vähintään 3 g/MJ päivässä eli vähintään 25 grammaa naisilla ja 35 grammaa miehillä päivässä. Kuinka monta grammaa miehen tulisi syödä tuoreita, vihreitä herneitä, jotta suositeltava saanti täyttyy? Anna vastaus kokonaislukuna.

Miehillä kuitusuositus täyttyy, kun syödään: 1129 g

2 pistettä sai vastauksista 1100, 1128, 1130 ja 1150

A3.8 Proteiinipitoisuus (Aineisto 3.1, Aineisto 3.4, Aineisto 3.5):

Oikeasta valinnasta saat + 4 pistettä, väärästä valinnasta vähennetään –1 piste. Vastaamatta jättämisestä saat 0 pistettä. Valitse alasvetovalikosta oikea vaihtoehto.

Elintarvikkeiden proteiinipitoisuus määritetään ns. Kjeldahlin menetelmällä, jossa proteiinipitoisuus (g/100 g) lasketaan elintarvikkeesta Kjeldahlin menetelmällä määritetyn typpipitoisuuden avulla seuraavasti:

typpipitoisuus $\times 6,25$ = proteiinipitoisuus

Laske typen ainemäärä ravitsemussuositusten mukaiselle linssiannokselle (50 g) taulukon (Aineisto 3.4) perusteella.

Typen ainemäärä 50 grammassa linssejä Kjeldahlin menetelmällä on ____ mol.

- a) 0,6
- b) 0,8
- c) 0,043**
- d) 1,2
- e) 5,8
- f) 8,5
- g) 17,0

$(7,6 \text{ g}/100\text{g})/6.25 = 1,216 \text{ g}/100\text{g}$

$50 \text{ g} \times 1,216\text{g}/100\text{g} = 0.608\text{g}$

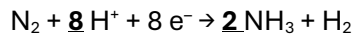
$$n(\text{N})=0,608/14,01=0,04343\text{mol}$$

A3.9 Palkokasvien typensidontareaktio (Aineisto 3.1 ja 3.5)

Oikeasta valinnasta saat + 2 pistettä, väärästä valinnasta vähennetään –1 piste. Vastaamatta jättämisestä saat 0 pistettä.

Reaktioyhtälössä vasemmalla on lähtöaineet ja oikealla tuotteet. Aineiden kertoimet määritetään niin, että molemmilla puolilla on saman verran kunkin alkuaineen atomeja. Nuoli kuvaa reaktion suuntaa.

Palkokasvit sitovat ilmakehästä typpeä seuraavalla reaktiolla



Täydennä reaktioyhtälöön puuttuvat kertoimet.

- a) 1
- b) 2**
- c) 3
- d) 4
- e) 5
- f) 6
- g) 7
- h) 8**
- i) 9

A3.10 Laskutehtävä (Aineisto 3.1, Aineisto 3.5):

Oikeasta valinnasta saat +4 pistettä, väärästä valinnasta vähennetään –1 piste. Vastaamatta jättämisestä saat 0 pistettä.

Olet määrittämässä kaliumpitoisuutta pavuista. Tarvitset analyysia varten perusliuoksen, jonka kaliumpitoisuus on 2000 mg/l. Valmistat liuoksen kaliumnitraatista (KNO_3) 500 ml:n mittapulloon. Kuinka paljon sinun tulee punnita kaliumnitraattia?

Punnitsen kaliumnitraattia ___ grammaa.

- a) 0,040 g
- b) 0,400 g
- c) 1,000 g
- d) 2,000 g
- e) 2,586 g**
- f) 2,651 g
- g) 5,303 g
- h) 5,712 g
- i) 10,605 g

Tehtävät A3.11 – A3.15

Oikeasta valinnasta saat + 4 pistettä, väärästä valinnasta vähennetään –1 piste. Vastaamatta jättämisestä saat 0 pistettä

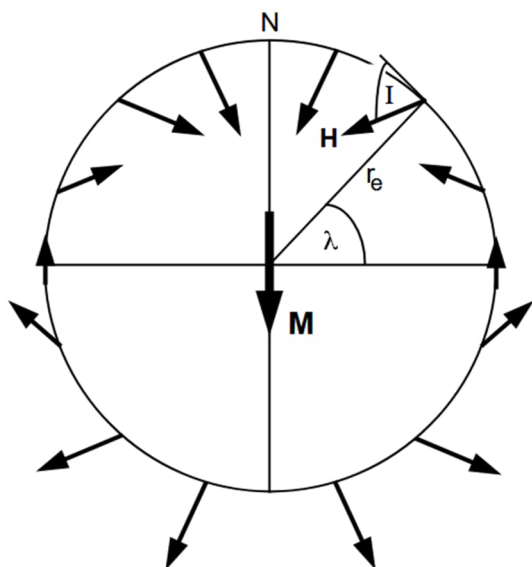
Aineisto 3.6 Magneettikenttä

Maan magneettikenttä syntyy maapallon ulkoytimessä, jossa sähköä johtava nestemäinen rautanikkeliseos liikkuu. Tämä liikkuva johde indusoi magneettikentän. Jo 1800-luvulla havaittiin, että magneettiset mineraalit laavakivissä säilyttävät kiven syntyhetken Maan magneettikentän suunnan. Paleomagneettisin menetelmin osoitettiin 1900-luvun alussa, että osa kivistä oli magnetoitunut vastakkaiseen suuntaan kuin nykyinen magneettikenttä, mikä viittasi magneettikentän napaisuuden vaihteluihin. Ajatus herätti aluksi epäilyksiä, kunnes 1960-luvun valtameren tutkimus paljasti keskiselänteiden molemmin puolin symmetriset magneettijuovat, jotka selittyvät merenpohjan leviämisellä ja magneettikentän toistuvilla napaisuuskäännöksillä.

Paleomagnetismi tutkii kiviin tallentunutta Maan magneettikentän suuntaa. Nykyaikainen paleomagneettinen tutkimus perustuu tarkkaan näytteenottoon ja suprajohdaviin magnetometreihin. Geologisissa aikaskaaloissa Maan magneettikenttää kuvataan aksiaalisella keskeisdipolimallilla, jossa dipoli oletetaan pyörähdysakselin suuntaiseksi (kuva 1). Tämän mallin mukaan mitattu magneettikentän inkliinaatio kertoo leveyspiirin, jolla magnetoituma syntyi. Yhteys leveyspiirin ja inkliinaation välillä ilmenee dipolyhtälön kautta

$$\tan I = 2 \tan \lambda, \quad (1)$$

missä I on magneettikentän inkliinaatio ($^{\circ}$) ja λ on leveyspiiri ($^{\circ}$). Inkliinaatio kertoo, kuinka paljon magneettikenttä osoittaa ylös tai alas maanpintaan nähden (kuva 1). Kun magnetoitumaan yhdistetään kivien iänmääritys, voidaan mallintaa muinaisten mantereiden sijaintia leveyspiirien suhteen. Kuvassa 2 on esitetty paleomagneettisiin mittauksiin perustuva tulkinta Suomen kallioperän ydinosan vaelluksesta maapallon leveysasteilla.



Kuva 1. Maan magneettikentän aksiaalinen keskeisdipolimalli. Magneettinen dipoli **M** on asetettu maan keskipisteeseen ja suunnattu pyörimisakselin suuntaisesti. Maantieteellinen pohjoisnapa on N. Maantieteellinen leveysaste on λ . Maan keskimääräinen säde on r_e (6371 km). Aksiaalisen keskeisdipolin tuottamat magneettikentän suunnat **H** Maan pinnalla on esitetty kaaviomaisesti nuolilla. Magneettikentän inkliinaatio tarkoittaa kulmaa, jonka Maan magneettikenttä muodostaa vaakatasoon nähden tietyssä paikassa. Inkliinaatio I on merkitty yhdelle sijainnille. Pohjoisella pallonpuoliskolla magneettikenttä suuntautuu kohti Maan pintaa ja inkliinaatio on positiivinen. Eteläisellä pallonpuoliskolla magneettikenttä suuntautuu poispäin Maan pinnasta ja inkliinaatio on negatiivinen.

Kuva 2. Poistettu tekijänoikeudellisista syistä. Se kuvasi Suomen kallioperän ydinosaan vaellushistoriaa maapallon leveysasteilla.

A3.11 Tarkastele annettua aineistoa Maan magneettikentästä ja paleomagnetismista. Mikä seuraavista väittämistä on virheellinen?

- a) Liikkuva sähköä johtava rautanikkeliseos indusoi Maan magneettikentän.
- b) Valtameren keskiselänteiden molemmiin puoliin havaittavat symmetriset magneettijuovat todistivat Maan magneettikentän toistuvat napaisuuskäännökset.
- c) Maan magneettikenttä syntyy pääosin maankuoren laavakivistä.**
- d) Maan magneettikenttää voidaan geologisissa aikaskaaloissa kuvata aksiaalisen keskeisdipolimallin avulla.

A3.12 Tarkastele annettua aineistoa Maan magneettikentästä ja paleomagnetismista. Mikä seuraavista väittämistä on virheellinen?

- a) Jäähdyvät laavakivet tallentavat Maan magneettikentän suunnan.
- b) Kiviin tallentunutta magneettikentän suuntaa voidaan käyttää apuna mallinnettaessa mannerlaattojen vaellushistoria maapallon leveysasteilla.
- c) Laavakivet menettävät magnetoitumansa täysin muutamassa vuodessa.**
- d) Kivien magnetoitumaa mitataan suprajohtavalla magnetometrillä.

A3.13 Tarkastele materiaalia 3.5, jossa esitetään Maan magneettikentän aksiaalinen keskeisdipolimalli ja Suomen kallioperän ydinosan vaellushistoria maapallon leveysasteilla. Mikä seuraavista väittämistä on virheellinen?

- a) Maan magneettikentän inkliinaatio osoittaa alaspäin pohjoisella pallonpuoliskolla.
- b) Suomi sijaitsi leveyspiirillä $\sim 30^\circ\text{N}$ 1881 miljoonaa vuotta sitten.
- c) Kivinäytteistä, joiden iäksi on määritetty 2295 miljoonaa vuotta, mitattu inkliinaatio oli -51° .
- d) **Kivinäytteistä, joiden iäksi on määritetty 1976 miljoonaa vuotta, mitattu inkliinaatio oli 45° .**

A3.14 Tarkastele kuvaa 2 materiaalissa 3.5, jossa esitetään Suomen kallioperän ydinosan vaellushistoria maapallon leveysasteilla. Laske Suomen kallioperän ydinosan liikenopeus 2295-1976 miljoonaa vuotta sitten, kun maapallon keskimääräinen säde r_e on 6371 km. Anna vastaus yksikössä cm/vuosi. Mikä seuraavista väittämistä on virheellinen?

- a) Maapallon ympärysmitta on 40030 km.
- b) **Suomen kallioperän ydinosan liikenopeus välillä 2295 ja 1976 miljoonaa vuotta sitten on 30 cm/v.**
- c) Suomen kallioperän ydinosaa liikkuu noin 80° leveyspiirin suhteen välillä 2295 ja 1976 miljoonaa vuotta.
- d) Yhden asteen pituus maapallolla vastaa noin 111 km:n matkaa.

A3.15 Sähkömagneettinen induktio suuressa johtavassa rakenteessa. Oleta, että magneettikentän napaisuuskäännöksen aikana magneettivuon tiheys Suomessa muuttuu $+60\ \mu\text{T}$:sta $-60\ \mu\text{T}$:aan $1,0 \times 10^4$ vuoden aikana. Laske sähköverkkoon indusoitu keskimääräinen jännite. Voit olettaa sähköverkon muodostavan silmukan, jonka säde on $1,0 \times 10^2$ km. Mikä seuraavista väittämistä on virheellinen?

- a) **Magneettivuon muutos on $7,6 \times 10^6$ Wb.**
- b) Sähköverkon silmukan pinta-ala on $3,14 \times 10^{10}$ m².
- c) Magneettivuon tiheys muuttuu $1,2 \times 10^{-4}$ T.
- d) Sähköverkkoon indusoituu $1,2 \times 10^{-6}$ V jännite.

A4 Luonnonmaantiede ja geotiede

Tehtävä A4 on vaihtoehtoinen ja koostuu 13 alakohdasta.

Jos haluat valita tämän vaihtoehtoisen tehtävän, valitse tehtävä napsauttamalla yllä olevaa valintakytkintä ja vastaa kysymyksiin.

Kahteen vaihtoehtoiseen (A2-A5) tehtävään tulee vastata. **Vain valittujen tehtävien vastaukset arvioidaan.**

Tehtävät A4.1 – A4.5 Islanti endogeenisten prosessien luonnonlaboratoriona

Oikeasta valinnasta saat + 4 pistettä, väärästä valinnasta vähennetään –1 piste. Vastaamatta jättämisestä saat 0 pistettä.

Aineisto 4.1

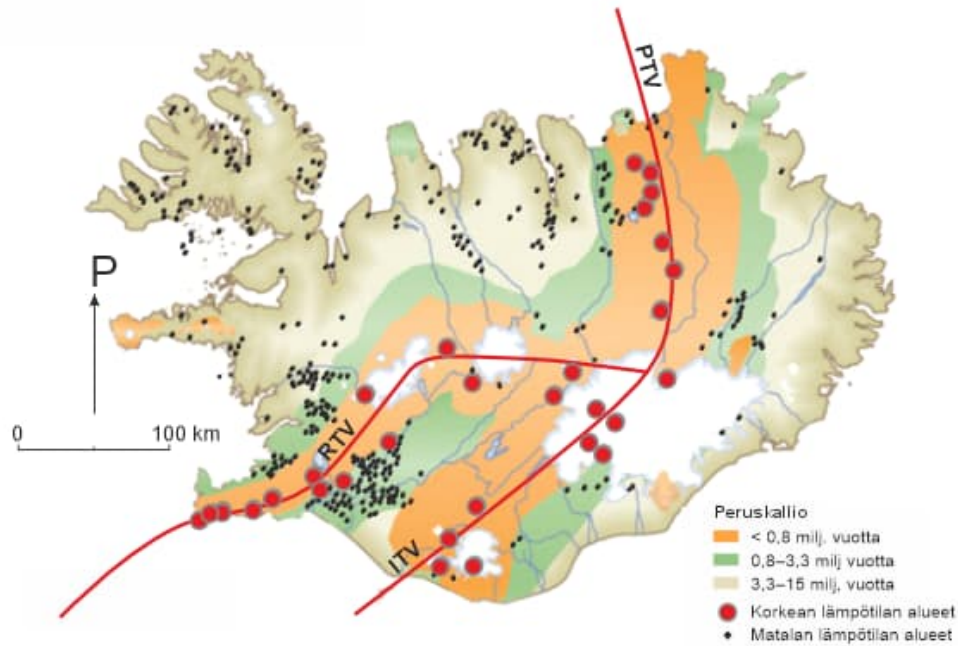
Islanti on harvoja paikkoja maailmassa, joissa litosfäärilaattojen erkanemissauma näkyy maan pinnalla. Valtameren keskiselänne ja Islannin alla sijaitseva vaipan kuuma piste ylläpitävät voimakasta seismistä ja vulkaanista aktiivisuutta. Vulkaanista lämpöä hyödynnetään energiantuotannossa ja lämmityksessä, mutta tulivuoret muodostavat myös riskin asukkaille ja infrastruktuurille. Tulivuorenpurkauksia seurataan geofysikaalisilla mittauksilla ja havainnoilla.

Islannin tulivuoret jakautuvat useaan tuliperäiseen vyöhykkeeseen (Aineisto 4.2). Näistä Reykjanesin tuliperäinen vyöhyke (RTV) on tällä hetkellä aktiivisin. Se sijaitsee maan lounaisosassa ja yhdistää Atlantin keskiselänteen Islannin mantereeseen. Reykjanesin vyöhyke siirtyi aktiiviseen purkausvaiheeseen lähes 800 vuoden hiljaiselon jälkeen vuonna 2021 Fagradalsfjallin repeämäpurkauksen myötä. Näitä purkauksia seurasivat toistuvat magmapulssit Grindavíkin ja vuodesta 2023 alkaen Svartsengin alueella.

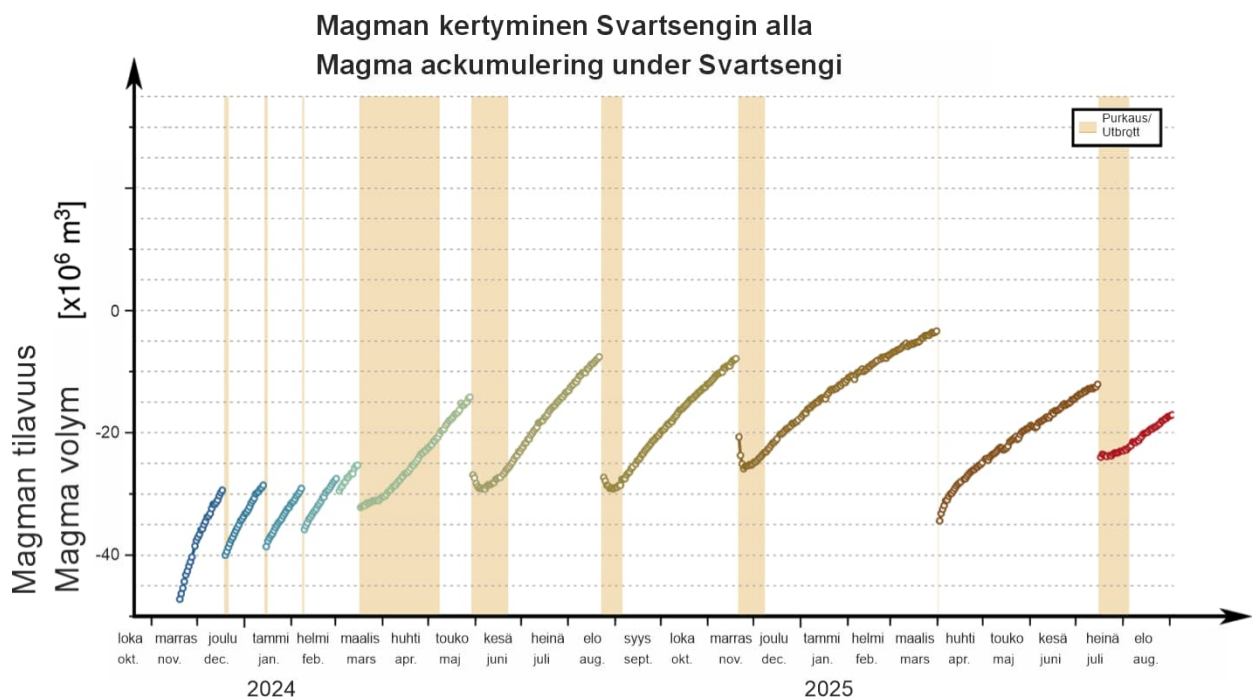
Islannin ilmatieteen laitos (IMO) seuraa magman liikkeitä ja maanpinnan kohoamista reaaliajassa hyödyntämällä nykyaikaisia geofysikaalisia menetelmiä, kuten painovoimamittauksia. Aineistossa 4.3 on esitetty malli, jossa arvioidaan Svartsengin alla syvällä sijaitsevan magmasäiliön magman suhteellista tilavuusmuutosta. Arviot perustuvat maanpinnan kohoamisen ja painovoiman muutoksiin lokakuun 2023 ja elokuun 2025 välisenä aikana. Esimerkiksi marraskuussa 2023 magmaa alkoi kerääntyä Svartsengin tulivuoren alle. Kun magman kertymä oli kasvanut noin 18 miljoonaa kuutiometriin, magmasäiliö purkautui joulukuussa 2023. Purkauksen aikana säiliöstä purkautui noin 11 miljoonaa kuutiometriä magmaa. Purkauksen seurauksena maanpinta painui ja prosessi alkoi alusta.

Magma ja siihen liittyvät kaasut lisäävät litosfäärin painetta, aiheuttaen kraatterikaasun koostumuksen muutoksia, maanpinnan kohoamista ja pieniä maanjäristyksiä. Tulivuoren levottomuutta seurataan jatkuvasti seismisin, geodeettisin ja kaasuhavainnoin. Mallilaskelmien avulla laaditaan vaarakarttoja, joissa riskivyöhykkeet on esitetty eri väreillä. Purkauksen varoitusaika on yleensä lyhyt, vain 20 minuutista hieman yli neljään tuntiin. Sen vuoksi jatkuva

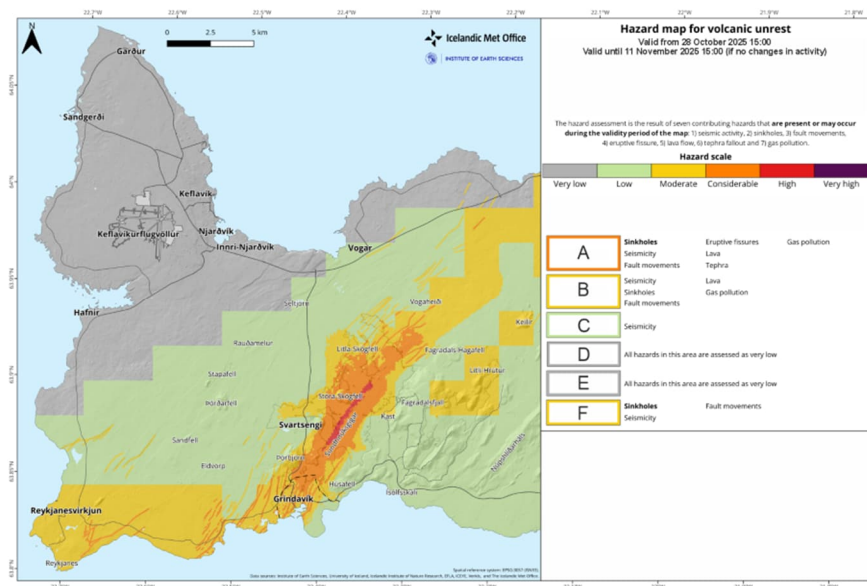
valmius on välttämätöntä. Esimerkiksi Reykjanesin tuliperäisen vyöhykkeen vaarakartta syksyltä 2025 (Aineisto 4.4) osoittaa, että Svartsengin alueen purkausriski on kasvanut selvästi.



Aineisto 4.2 Islannin geologia ja tuliperäiset vyöhykkeet RTV (Reykjanesin Tuliperäinen Vyöhyke), PTV (Pohjoinen Tuliperäinen Vyöhyke), ITV (Itäinen Tuliperäinen Vyöhyke).



Aineisto 4.3 Painovoima-aineiston perusteella mallinnettu Svartsengin magmasäiliön magman tilavuuden muutos Reykjanesin vyöhykkeellä Islannissa lokakuun 2023 ja elokuun 2025 välillä (viite: IMO).



Aineisto 4.4 Reykjanesin tuliperäisen vyöhykkeen vaarakartta, voimassa 3.3.-31.3.2026. Pohjautuu Islannin ilmatieteen laitoksen (IMO) havaintoihin (Viite: IMO).

Vastaa tehtäviin aineistojen ja aiemmin oppimasi perusteella.

A4.1 Mistä endogeenisiin prosesseihin tarvittava energia on peräisin? Mikä seuraavista väittämistä on virheellinen?

- a) Maan sisällä tapahtuvasta radioaktiivisesta hajoamisesta.
- b) Maan muodostumisen yhteydessä syntyneestä lämmöstä.
- c) Auringosta maahan tulevasta säteilyenergiasta.**
- d) Ulkoytimen kiinteytymisestä vapautuvasta energiasta.

A4.2 Tarkastele aineistoa 4.3, jossa on esitetty Svartsengin magmasäiliön magman tilavuuden muutos lokakuun 2023 ja elokuun 2025 välillä. Magman purkautuminen ja uudelleenkerääntyminen on otettu huomioon. Mikä seuraavista väittämistä on virheellinen?

- a) Magmaa kerääntyi magmasäiliöön kokonaisuudessaan noin 160 miljoonaa kuutiometriä lokakuun 2023 ja elokuun 2025 välillä.
- b) Magman tilavuus magmasäiliössä muuttui purkautumisen ja uudelleenkerääntymisen vuoksi.
- c) Magmasäiliö tyhjentyi kokonaan lokakuun 2023 ja elokuun 2025 välillä.**
- d) Lokakuun 2023 ja elokuun 2025 välisenä aikana magmasäiliöön kertynyt magmamäärä oli suurempi kuin purkautunut magmamäärä.

A4.3 Tarkastele aineistoa 4.3, jossa on esitetty painovoima-aineiston perusteella mallinnettu Svartsengin magmasäiliön magman tilavuuden muutos Reykjanesin vyöhykkeellä Islannissa lokakuun 2023 ja elokuun 2025 välillä. Mikä seuraavista väittämistä on virheellinen?

- a) Magmaa purkautui kokonaisuudessaan noin 130 miljoonaa kuutiometriä lokakuun 2023 ja elokuun 2025 välillä.
- b) Pienin purkaus tapahtui maaliskuussa 2024.

- c) Suurin määrä magmaa purkautui huhtikuussa 2025.
- d) Toiseksi suurin määrä magmaa purkautui tammikuussa 2024.**

A4.4 Magmapurkaus tapahtuu, kun paine magmakammiossa kasvaa tarpeeksi. Mikä seuraavista väittämistä on virheellinen?

- a) Magman kerääntymistä voidaan tutkia havainnoimalla kraatterikaasun koostumusta ja sen muutoksia ajan kuluessa.
- b) Magman ja kaasujen kerääntyminen magmakammioon voivat aiheuttaa pieniä maanjäristyksiä.
- c) Magman kerääntyminen syvällä sijaitsevaan magmakammioon ei vaikuta maanpinnan kohoamiseen.**
- d) Magman kerääntymistä voidaan tutkia mittaamalla painovoiman muutoksia ajan kuluessa.

A4.5 Tarkastele Reykjanesin tuliperäisen vyöhykkeen riskejä tehtävän aineistoja (4.1-4.4) hyödyntäen. Mikä seuraavista väittämistä on virheellinen?

- a) Alueet kaukana tulivuorista on merkitty pienemmällä riskitasolla kuin alueet aktiivisten kraatterien läheisyydessä.
- b) Maanalaisten sortumien esiintymisellä on yhteys Reykjanesin tuliperäiseen vyöhykkeeseen.
- c) Vaarakartan avulla viranomaiset voivat suunnitella turvallisia poistumisreittejä.
- d) Vulkaanisen purkauksen ennakkovaroitus aika on tyypillisesti 2–4 päivää.**

Tehtävät A4.6 – A4.10 Geoterminen energia Islannissa

Oikeasta valinnasta saat + 4 pistettä, väärästä valinnasta vähennetään –1 pistettä. Vastaamatta jättämisestä saat 0 pistettä.

Aineisto 4.5

Islantilaiset ovat hyödyntäneet geotermistä energiaa jo viikinkiajalta lähtien, jolloin ensimmäisiä käyttötarkoituksia olivat vaatteiden pesu ja kylpeminen kuumissa lähteissä. Geotermisen energian käyttö asuin- ja liiketilojen lämmitykseen alkoi toden teolla vuosina 1930–1944, kun Reykjavíkiin rakennettiin geoterminen laitos. Myöhemmin geotermistä energiaa alettiin käyttää koko maassa kotien, kasvihuoneiden ja uima-altaiden lämmittämiseen sekä katujen ja jalkakäytävien puhdistamiseen lumesta ja jäästä (Aineisto 4.6). Nykyään Islannissa yli 90 % kaikista kodeista lämmitetään geotermisellä energialla, ja yli 70 % Islannin kokonaissähkökulutuksesta on geotermistä energiaa (Aineisto 4.7).

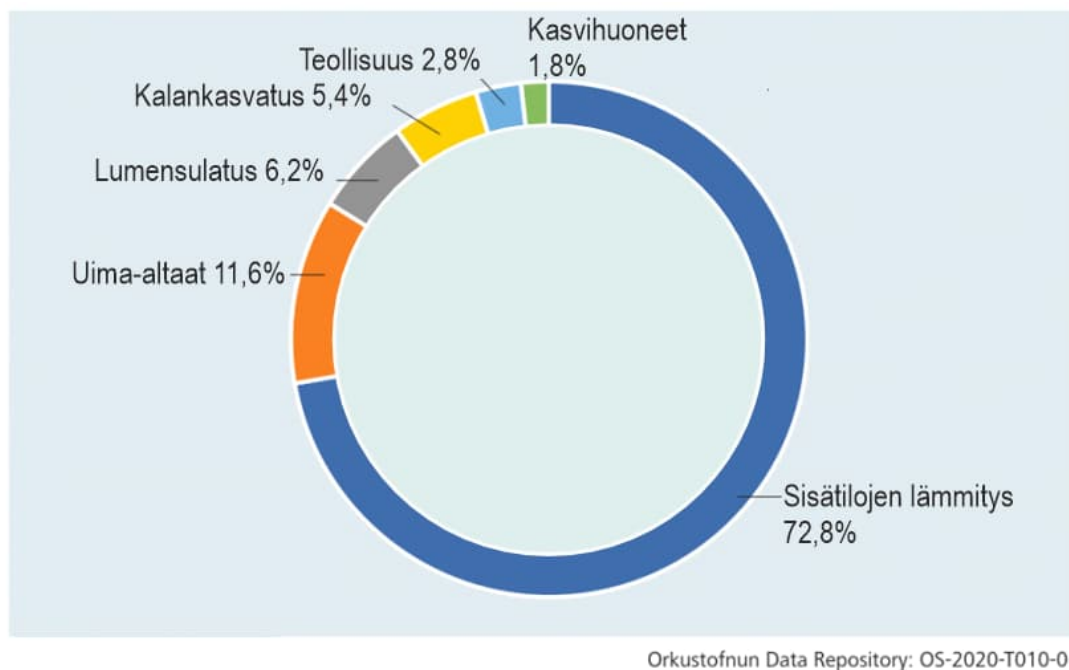
Islannin hallitus pyrkii siihen, että maa olisi hiilineutraali vuoteen 2040 mennessä. Suurimmat esteet tämän tavoitteen saavuttamiselle ovat tieliikenne ja kalatalous.

Geotermiset voimalaitokset sijaitsevat korkean lämpötilan alueella, Atlantin keskiselänteen tuliperäisellä vyöhykkeellä (Aineistot 4.2 ja 4.9). Yksi vanhimmista geotermistä voimalaitoksista

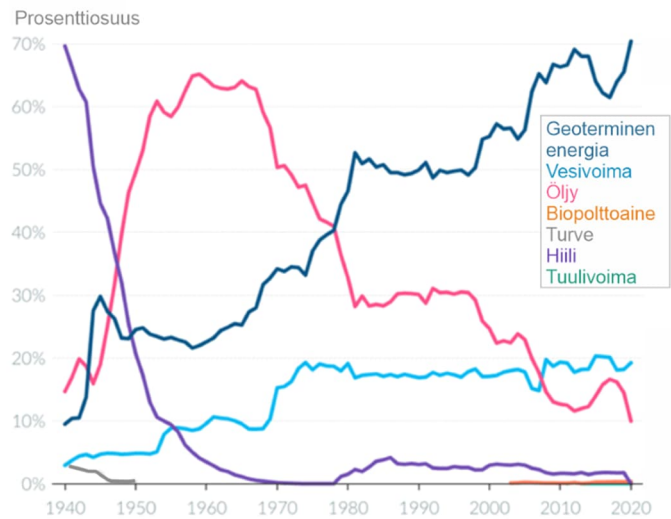
on Kraflan voimala Islannin koillisosassa. Voimalan lämpöenergianlähteenä on suuri magmasäiliö, jonka katto on 3 km syvyydessä ja vuosia jatkuneet rakopurkaukset (1975–1984) vaikeuttivat voimalaitoksen rakentamista ja käyttöönottoa. Kuitenkin Kraflan porausten ja tutkimusten avulla saadut menetelmät ja kokemukset ovat edistäneet merkittävästi geotermisen energian etsintää ja uusien korkean lämpötilan geotermisten voimalaitosten rakentamista Islannissa.

Korkean lämpötilan alueilla lämpötila 1000 m syvyydellä ylittää 200°C ja lämpötilagradientti on jopa 250°C/km. Porareikien lämpötila voi yltää 340°C:een. Tällaisia kenttiä on määritelty tähän mennessä 30 alueella Islannissa. Matalamman lämpötilan alueilla (kauempana keskilämpötilasta) lämpötila 1000 m syvyydellä alittaa 150°C ja lämpötilagradientti vaihtelee 35°/km-165°/km välillä.

Islannin kallioperän suuren huokoisuuden ja ruhjeisuuden ansiosta, pintavettä suodattuu 2–4 km syvyydelle saakka. Kallioperässä vesi kuumenee ja kohoaa, kun veden tilavuus kasvaa ja tiheys pienenee. Tämä seurauksen luonnolliset kuumat lähteet ovat hyvin tavallisia Islannissa ja niiden lukumäärä on noin 300.



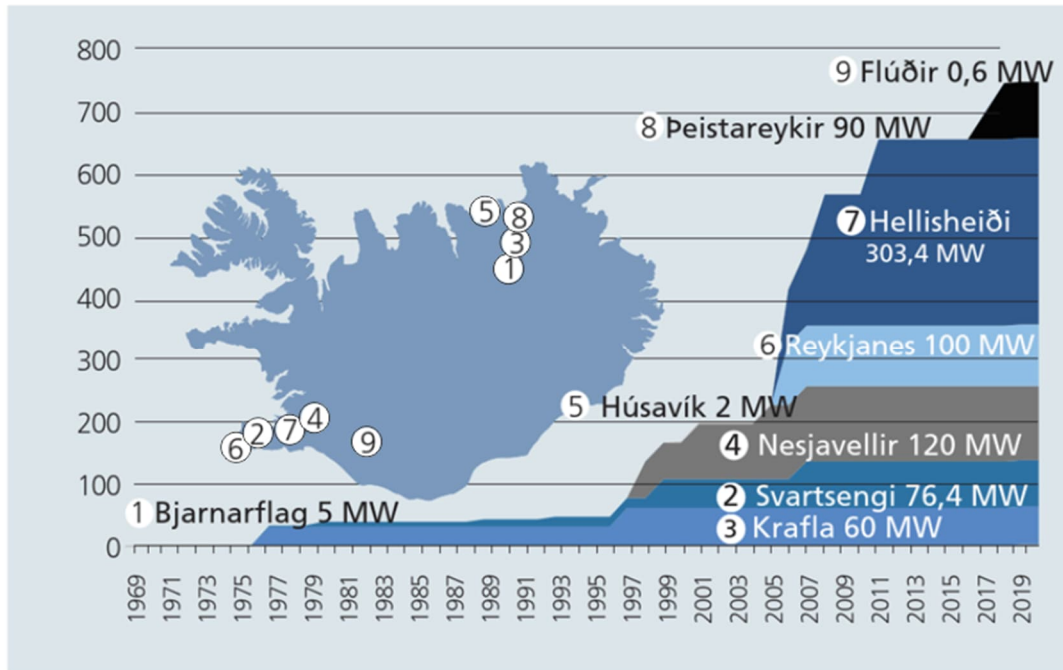
Aineisto 4.6 Energian käyttö lämmitykseen Islannissa.



Aineisto 4.7 Energian kokonaiskulutus Islannissa energian lähteen mukaan vuosina 1940-2020 (Statistics Iceland).

Sähkön tuotanto	2020		2019		2018	
	Gwh	%	Gwh	%	Gwh	%
Vesivoima	13 157	68,78	13 461	69,07	13 814	69,70
Geoterminen energia	5 961	31,16	6 018	30,88	6 010	30,30
Polttoaineet	3	0,02	3	00,2	2	0,01
Tuulivoima	7	0,04	7	0,04	4	0,02
Yhteensä	19 128	100	19 489	100	19 830	100

Aineisto 4.8 Voimalaitosten energian tuotanto vuosina 2020–2018 Islannissa (Orkustofnun).



Orkustofnun Data Repository: OS-2021-T004-01

Aineisto 4.9 Geotermisten voimalaitosten sähköteho, sijainti ja toiminta-aika Islannissa.

A4.6 Päättelä aineistojen 4.5–4.8 perusteella, mikä Islannin energiatalouteen liittyvistä väittämistä on virheellinen?

- a) Turpeen käyttö energialähteenä loppui Islannissa jo tultaessa 1950-luvulle.
- b) Geotermistä energiaa käytetään edelleen yli 10 % alkuperäiseen tarkoitukseen, kylpemiseen.
- c) Islannissa tuotetaan merkittävä määrä energiaa aurinkovoimalla.**
- d) Islannissa tuotetaan sähköenergiaa enemmän vesivoimalla kuin geotermisellä energialla.

4.7 Päättelä aineistojen 4.5–4.8 perusteella, mikä Islannin energiatalouteen liittyvistä väittämistä on virheellinen?

- a) Tuulivoiman osuus sähköenergian tuotannossa on < 1 % Islannissa.
- b) Kalankasvatukseen liittyvä lämmitys hidastaa hiilineutraalisuuteen pääsyä Islannissa.**
- c) Lämmitykseen käytettävästä energiasta >95 % on geotermistä.
- d) Hiilen käyttö energian lähteenä Islannissa väheni 30 vuodessa (1940–1970) lähes 70 %.

A4.8 Päättelä aineistojen 4.2, 4.5 ja 4.9 perusteella, mikä seuraavista väittämistä liittyen Islannin geotermisiin alueisiin sekä geotermisiin voimalaitoksiin on virheellinen?

- a) Hellisheiðin voimalan sähköteho vastaa 40 % kaikkien Islannin geotermisten voimalaitosten tehosta.

- b) **Kraflan voimalan sijainti tuliperäisellä vyöhykkeellä hidasti geotermisen energian käyttöönottoa Islannissa.**
- c) Korkean lämpötilan alueilla lämpötila 2000 m syvyydellä voi ylittää 400°C.
- d) Islannissa on noin 30 korkean lämpötilan geotermistä aluetta, joista jotkut sijaitsevat jäätikön alla.

A4.9 Päättelä aineistojen 4.2, 4.5 ja 4.9 perusteella, mikä seuraavista väittämistä liittyen Islannin geotermisiin alueisiin sekä geotermisiin voimalaitoksiin on virheellinen?

- a) Kraflan magmasäiliön yläpinnassa lämpötila on gradientin mukaan jopa 750°C.
- b) Bjarnarflagin geotermisen voimala on Islannin vanhin (avattu 1969).
- c) **Kun porareikien lämpötila ylittää 340°C:een, on korkean lämpötilan alueella porattu noin 1,60 km syvyyteen.**
- d) Kaikki Islannin geotermiset voimalaitokset sijaitsevat aktiivisella tuliperäisellä vyöhykkeellä.

A4.10 Päättelä aineistojen 4.2, 4.5 ja 4.9 perusteella, mikä seuraavista väittämistä liittyen Islannin geotermisiin alueisiin sekä geotermisiin voimalaitoksiin on virheellinen?

- a) Geotermistä energiaa käytettiin 1900-luvun alussa vaatteiden pesemiseen ja kylpemiseen.
- b) **Peistareykirin geotermisen voimala on Islannin uusin.**
- c) Osa matalan lämpötilan alueista sijaitsee yli 3 miljoonaa vuotta vanhalla kallioperällä.
- d) Islannin kuumien lähteiden vesi on peräisin pohjavedestä.

Tehtävät A4.11 – A4.13 Jökulhlaupit Islannissa

Oikeasta valinnasta saat + 4 pistettä, väärästä valinnasta vähennetään – 1 piste. Vastaamatta jättämisestä saat 0 pistettä.

Aineisto 4.10

Käsite "jökulhlaup" (eli "jäätiköjokitulva") on tunnettu maailmanlaajuisesti geotieteilijöiden keskuudessa ja se on tieteellisesti kuvattu ja saanut nimensä Islannissa tehtyjen havaintojen perusteella.

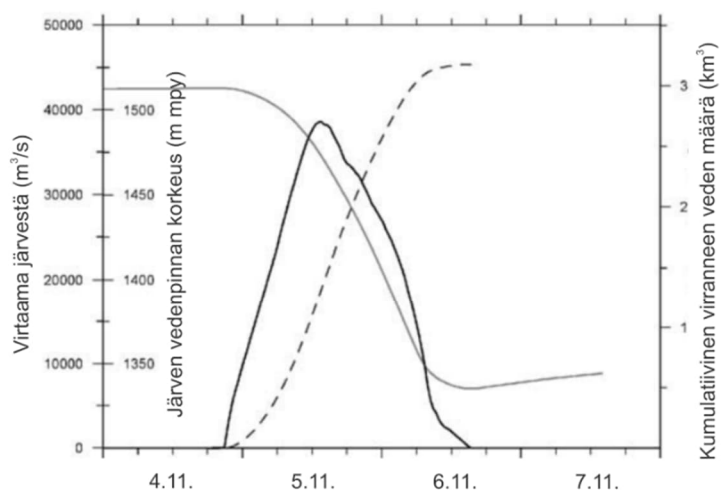
Jökulhlaupien luokittelu niiden alkuperän mukaan.

1. **Jökulhlaupit jäätikön sulamisvesistä syntyneiden jääjärvien purkautuessa.** Tällaiset järvet muodostuvat, kun jäävirta sulkee muuten jäättömän laakson. Grænalón on esimerkki tällaisesta järvestä Islannissa.
2. **Jökulhlaupit jäätikön päälle muodostuneista järvistä,** jotka ovat muodostuneet sulamisveden kertymisestä jäätikön pinnan painanteisiin. Tällaiset tulvat ovat yleensä pieniä Islannissa, mutta voivat olla huomattavan suuria Grönlannin jäätiköllä.
3. **Jökulhlaupit jäätikön alaisista järvistä.** Tällaiset järvet muodostuvat yleensä geotermisen toiminnan seurauksena jäätikön pohjalla. Ne ovat yleisiä Islannissa, kuten itäisillä ja läntisillä Skaftá-jäätikökatkilla sekä Grímsvötn-järvellä.

4. **Jökulhlaupit, jotka johtuvat tulivuorenpurkauksista jäätikön alla.** Sulamisvesi, joka syntyy jäätikön alaisessa tulivuorenpurkauksissa, virtaa usein heti purkauspaikalta pois, mutta se voi myös kerääntyä purkauspaikan ympärille. Lisääntynyt vesimäärä voi johtaa jökulhlaupin muodostumiseen. Eyjafjallajökullin purkaus vuonna 2010 on esimerkki tästä tulvatyypistä. Suurissa purkauksissa, kuten Katlan purkauksissa Mýrdalsjökullin alla, jään sulaminen voi olla erittäin nopeaa ja huomattavaa, mikä johtaa suuriin tulviin.
5. **Jökulhlaupit, jotka johtuvat kuumasta pyroklastisesta virtauksesta lumen ja jään päälle kerrostulivuorten räjähdysmäisissä purkauksissa.** Tällaiset tulvat alkavat yleensä kuuman purkausmateriaalin vyörymänä, joka muuttuu kiviä sisältäväksi tulvaksi ja lopulta mutavirtauksiksi, kun enemmän vettä sekoittuu virtaan. Näin on tapahtunut mm. 1900-luvun Heklan purkauksissa.
6. **Jökulhlaupit, jotka johtuvat jäätikön reunan vyörymisestä tai romahtamisesta jäätikön reunan lähelle aikaisemmin muodostuneisiin proglasiaalisiin järviin.** Jäätikkö, joka romahtaa tai vyöryy proglasiaaliseen järveen, työntää edellään suuren määrän järvivettä, mikä voi aiheuttaa tulvan. Hagafellsjökullin vyöryminen Hagafellsvatniin vuonna 1999 on esimerkki tällaisesta tapahtumasta. Pieni jökulhlaup voi syntyä myös vyöryn lopussa, kun jäätikön alla olevat tunnelit täyttyvät ja myös jään alla olevaa vettä vapautuu tulvassa.
7. **Jökulhlaupit, jotka johtuvat maa- tai kivivyöryistä.** Tällaisissa vyöryissä vapautuu huomattava määrä potentiaalienergiaa, mikä voi aiheuttaa jään sulamista ja tulvimista, jos vyöry putoaa jäätikön päälle. Tulva voi myös muodostua veden siirtymisestä, jos vyörymateriaali löytää tiensä jääpadottuun järveen. Kivivyöry Steinsholtsjökullin päälle vuonna 1967 ja sitä seurannut tulva ovat esimerkki tällaisesta tapahtumasta.

Ensimmäiset kaksi ja viimeiset kaksi ryhmää eivät liity tulivuorenpurkauksiin tai geotermiseen toimintaan. Suurin osa jökulhlaupeista Islannissa on vesitulvia, mutta jotkin Katlan ja Örfajökullin purkauksien tulvat voidaan luokitella mutavirtauksiksi.

Aineisto 4.11 Hydrografi Grímsvötnin jökulhlaupista vuodelta 1996.



Hydrografi Grímsvötnin jökulhlaupista 1996. (Merkkien selitykset: tumma viiva = virtaama jääjärvestä (m^3/s), katkoviiva = kumulatiivinen virranneen veden määrä (km^3), harmaa viiva = järven vedenpinnan taso (m mpy).

Jos kaikki on valittu oikein, saat + 4 pistettä. Väärästä valinnasta ja vastaamatta jättämisestä saat 0 pistettä. Valitse aineiston 4.10 perusteella kaikki OIKEAT kyseiseen väittämään liittyvät paikannimet.

A4.11.1

Endogeenisten prosessien aiheuttama tulva

- a) Öräfajökull
- b) Hagafellsvatn
- c) **Katla**
- d) Steinsholtsjökull
- e) **Grímsvötn**
- f) **Hekla**
- g) **Mýrdalsjökull**
- h) **Eyjafjallajökull**
- i) Grænalón
- j) **Skaftá**

A4.11.2

Tapahtunut tulivuorenpurkauksia jäätikön alla

- a) Öräfajökull
- b) Hagafellsvatn
- c) **Katla**
- d) Steinsholtsjökull
- e) Grímsvötn
- f) Hekla
- g) **Mýrdalsjökull**
- h) **Eyjafjallajökull**
- i) Grænalón
- j) Skaftá

A4.11.3

Jäätikköjärviä, jotka liittyvät jökulhlauppeihin

- a) Öräfajökull
- b) **Hagafellsvatn**
- c) Katla
- d) Steinsholtsjökull
- e) **Grímsvötn**
- f) Hekla
- g) Mýrdalsjökull
- h) Eyjafjallajökull
- i) **Grænalón**
- j) **Skaftá**

A4.11.4

Tapahtunut lahareita

- a) **Öræfajökull**
- b) Hagafellsvatn
- c) **Katla**
- d) Steinsholtsjökull
- e) Grímsvötn
- f) **Hekla**
- g) Mýrdalsjökull
- h) Eyjafjallajökull
- i) Grænalón
- j) Skaftá

A4.12 Mikä Grímsvötnin vuoden 1996 jökulhlaupiin liittyvistä väittämistä on aineiston 4.11 perustella virheellinen?

- a) Kumulatiivinen jökulhlaupissa virrannut vesimäärä oli yli 3 biljoonaa (3×10^{12}) litraa.
- b) Jääjärven vedenpinta laski noin 175 metriä.
- c) Jökulhlaupin veden virtaus loppui 6. päivänä marraskuuta.
- d) **Veden määrä jääjärvessä kasvoi 4.–5.11., mikä sai aikaan jökulhlaupin.**

A4.13 Hydrografin (aineisto 4.11) tulkintaa. Valitse virheellinen väittämä

- a) Kuvaajasta voi lukea jökulhlaupin aikana purkautuneen kokonaisvesimäärän.
- b) Kuvaajan perusteella jäätikköjärven veden pinnan vaihtelu ja jökulhlaupin kumulatiivinen veden virtausmäärä korreloivat keskenään negatiivisesti.
- c) **Virtaavan veden määrä oli suurin, kun jääjärven veden pinta oli laskenut alle 1350 m mpy korkeudelle.**
- d) Jääjärven veden pinnankorkeus alkoi nousta 6. päivän illalla.

A5 Yhteiskunta ja ympäristö

Tehtävä A5 on vaihtoehtoinen ja koostuu 15 alakohdasta.

Jos haluat valita tämän vaihtoehtoisen tehtävän, valitse tehtävä napsauttamalla yllä olevaa valintakytkintä ja vastaa kysymyksiin.

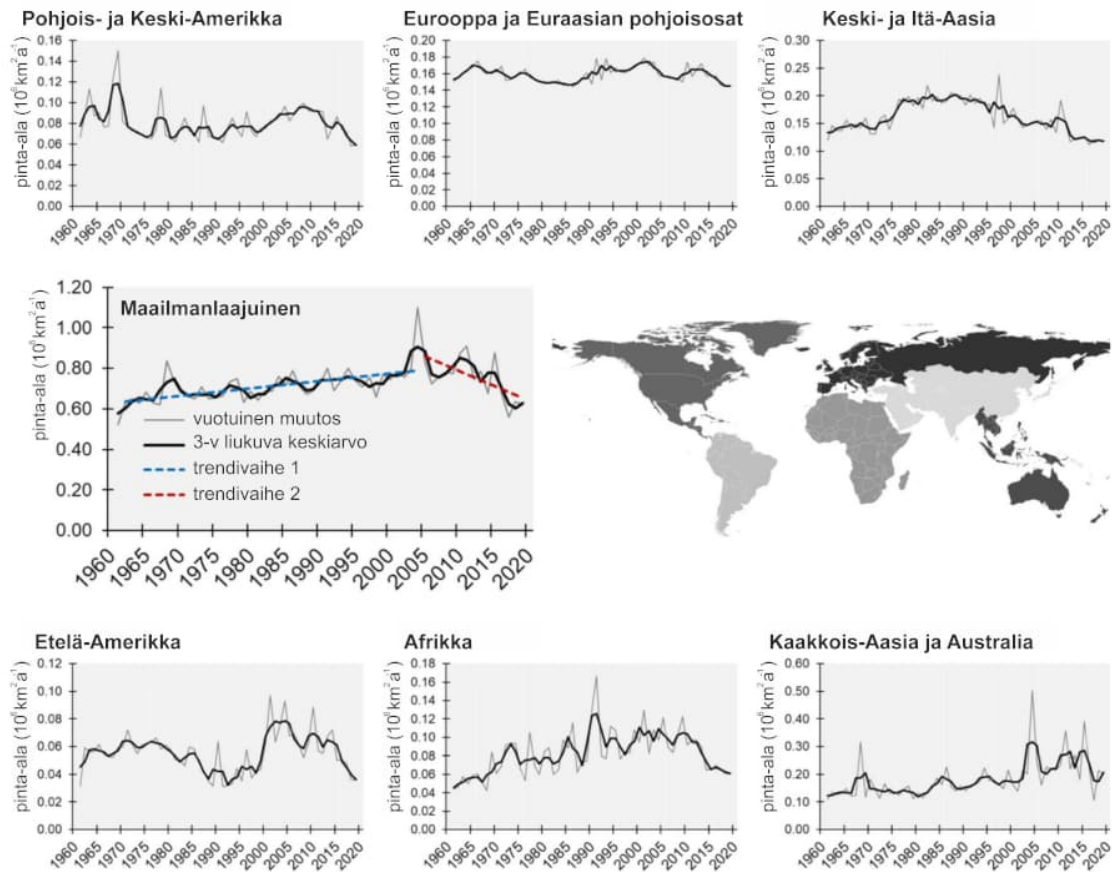
Kahteen vaihtoehtoiseen tehtävään (A2-A5) tulee vastata. **Vain valittujen tehtävien vastaukset arvioidaan.**

Aineisto 5.1 Globaalit maankäytön muutokset 1960–2019

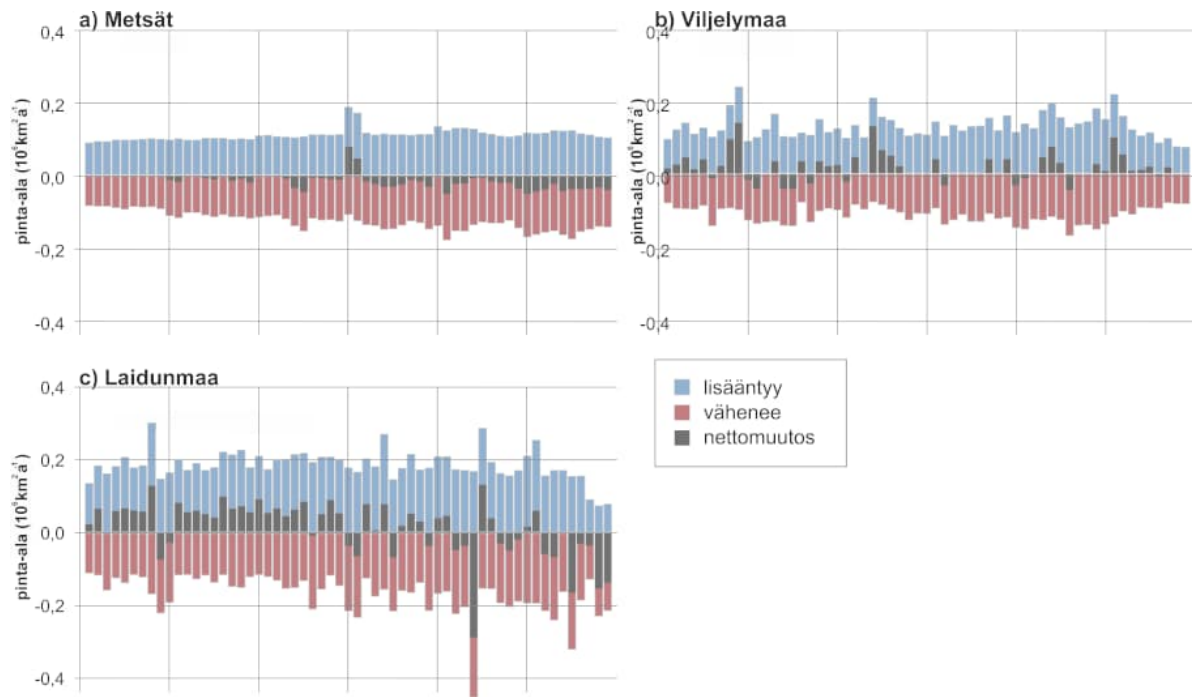
Ihmistoiminnan aiheuttamien maankäytön muutosten tuntemus on tärkeää ruokaturvan, ilmastonmuutoksen ja luonnon monimuotoisuuden köyhtymisen kaltaisten maailmanlaajuisien haasteiden ratkaisemisessa. Maankäytön muutos on vaikuttanut lähes kolmasosaan (32 %) maapallon maapinta-alasta vain kuudessa vuosikymmenessä (1960–2019). Muutokset ovat erilaisia eri alueilla: globaalissa pohjoisessa on tarkastelujaksolla tapahtunut metsittämistä, ja viljelysmaiden hylkäämistä ja globaalissa etelässä puolestaan metsäkatoa ja maatalouden maa-alan laajenemista. **Maailmanlaajuisesti metsäpinta-ala on pienentynyt 0,8 miljoonalla neliökilometrillä, mutta viljelysmaiden pinta-ala on kasvanut 1,0 miljoonalla neliökilometrillä ja laidunmaiden 0,9 miljoonalla neliökilometrillä.**

Tarkastelujakson alkupuolella ruoantuotantoon vaikutti maatalouden tehostuminen ja tarkastelujakson loppupuolella erityisesti maataloustuotteiden kansainvälinen kauppa. Yksi tärkeimmistä maankäytön muutokseen viimeisten kuuden vuosikymmenen aikana vaikuttaneista tekijöistä on maataloustuotteiden kansainvälinen kauppa. Erityisesti ruoka- ja rehukasvien tuotannolla on suuri vaikutus maankäyttöön. Globaalissa etelässä lisättiin vientimarkkinoille päätyvien maataloustuotteiden tuotantoa, millä oli merkittävä vaikutus erityisesti metsäkatoon ja maatalouden maa-alan lisääntymiseen globaalissa etelässä.

Maailmanlaajuisesti maankäyttömuotojen muutokset ja näiden muutosten nopeus kääntyivät vuosittain väheneviksi muutama vuosi ennen finanssikriisiä 2007–2009. Ennen finanssikriisiä ruoka- ja rehukasvien sekä biopolttoaineiden kasvanut kysyntä kiihdytti maataloustuotantoa. Finanssikriisin jälkeen tapahtui politiikkamuutoksia, jotka ovat hidastaneet maataloustuotannon laajenemista ja maataloustuotteiden kansainvälistä kauppaa.



Aineisto 5.2 Maankäyttömuotojen vuotuinen muutos vuosina 1960–2019 suuralueilla ja maailmanlaajuisesti. Maailmanlaajuiset trendit on jaettu vaiheisiin 1: 1960–2004 ja 2: 2005–2015. Harmailla viivoilla on kuvattu vuosittainen muutos ja paksummilla mustilla viivoilla vuosimuutos kolmen vuoden liukuvana keskiarvona.



Aineisto 5.3 (a) Metsien, (b) viljelysmaiden ja (c) laidunmaiden muutosten vertailu.

Aineisto 5.4 Suojeltujen maa-alueiden vaikutus hiilinieluihin

Maa- ja metsätalous käyttävät tällä hetkellä noin puolet maailman jäättömästä maa-alasta. Ihmiskunnan vaurastuminen ja väkimäärän lisääntyminen aiheuttavat merkittävää painetta lisätä erityisesti maatalouden käyttämää maa-alaa, joka heikentäisi hiilinieluja ja lisäisi merkittävästi luonnon monimuotoisuuden köyhtymistä. Tästä syystä biologista monimuotoisuutta koskevassa yleissopimuksessa on asetettu tavoitteeksi suojella vähintään 30 % maailmanlaajuisesta maa-alasta vuoteen 2030 mennessä. Merkittävä osa maaekosysteemien hiilinielusta sijaitsee luonnontilaisilla alueilla. Maaekosysteemien hiilinielu sitoo 25–30 % ihmiskunnan tuottamista hiilipäästöistä, jotka ovat keskimäärin 10,9 petagrammaa hiiltä (PgC) vuodessa. Simulaatiotutkimuksilla voidaan arvioida erilaisten maankäytön muutosten ja esimerkiksi luonnontilaisten alueiden suojelun vaikutuksia ilmastonmuutokseen ja luonnon monimuotoisuuteen.

Seuraavassa taulukossa vertaillaan kasvillisuuteen sitoutuneen hiilen ja nettoperustuotannon nykyisiä määriä ja kahden vuoteen 2060 asti simuloidun suojeluvaihtoehdon määriä. Sekä kasvillisuuteen sitoutuneen hiilen määrä että nettoperustuotanto kuvaavat kasvien kykyä sitoa hiiltä biomassaan. Tätä tietoa voidaan käyttää arvioitaessa hiilinielujen suuruutta. Simuloiduissa suojeluvaihtoehdoissa suojellaan luonnontilaisena joko 30 % tai 50 % jäättömästä maa-alasta ja samalla huomioidaan ihmiskunnan ruoantuotannon riittävyys. Kasvillisuuteen sitoutuneen hiilen määrä on ilmoitettu petagrammoina (PgC) ja nettoperustuotanto (PgC/vuosi). Simulaatiossa maapallo on jaettu leveysasteiden perusteella kolmeen vyöhykkeeseen, etelä ($25^\circ \text{ S} - 75^\circ \text{ S}$), tropiikki ($25^\circ \text{ S} - 25^\circ \text{ N}$) ja pohjoinen ($25^\circ \text{ N} - 75^\circ \text{ N}$).

Muuttuja	Vyöhyke	Nykytilanne	Suojeltu	
			30 %	50 %
Kasvillisuuden hiilen määrä (PgC)	Etelä	12	17	20
	Tropiikki	318	321	367
	Pohjoinen	120	156	150
	Maailma	450	494	537
Nettoperustuotanto (PgC/vuosi)	Etelä	3,1	3,7	3,6
	Tropiikki	33,2	38,8	39,5
	Pohjoinen	20,9	24,2	23,8
	Maailma	57,3	66,7	66,9

A5.1 Maankäyttömuotojen muutoksiin liittyvät tekijät (vastaa aiemmin oppimasi ja aineistojen 5.1 ja 5.2 avulla). Mikä seuraavista väittämistä on virheellinen?

- Maataloustuotteiden kansainvälisen kaupan muutokset liittyvät esimerkiksi Brasiliassa ja Kaakkois-Aasiassa tapahtuneisiin maankäytön muutoksiin.
- Maapallon väestön määrä oli 3 miljardia ja viljelysmaan pinta-ala noin 14 miljoonaa km² vuonna 1960. Väestön määrä on kasvanut ja tällä hetkellä viljelysmaan pinta-ala henkeä kohti laskettuna on suurempi kuin 1960-luvulla.**
- Globaalin pohjoisen maat ostavat maataloustuotteita globaalin etelän maista, mikä näkyy erityisesti 2000-luvun alussa metsien häviämisenä ja viljelysmaan lisääntymisenä globaalissa etelässä.
- Maailmanlaajuisesti maankäyttömuotojen muutokset ja näiden muutosten nopeus kääntyivät väheneviksi muutama vuosi ennen kansainvälistä finanssikriisiä 2007–2009.

A5.2 Maankäyttömuotojen muutokset (aineistot 5.1, 5.2 ja 5.3). Mikä seuraavista väittämistä on virheellinen?

- Aineistoissa mainituista maankäyttömuodoista viljelysmaiden maailmanlaajuinen pinta-ala on muuttunut eniten ajanjaksolla 1960–2019.
- Globaalissa pohjoisessa tehty metsittäminen on lisännyt maailmanlaajuisista metsien nettopinta-alaa.**
- Metsien pinta-alojen nettomuutosten vuosittaiset vaihtelut ovat pienempiä kuin viljelysmaiden pinta-alojen nettomuutosten vuosittaiset vaihtelut.
- Etelä-Amerikassa ja Afrikassa maankäyttömuotojen vuosittaisten muutosten trendi on ollut vähenevä ajanjaksolla 2005–2019.

A5.3 Mikä seuraavista väittämistä on virheellinen? Jos jäättömästä maa-alasta suojellaan tasaisesti 30 % kaikilla kolmella alueella, (aineisto 5.4)

- globaali kasvillisuuteen sitoutuneen hiilen määrä lisääntyy nykyisestä määrällä, joka ylittää monikertaisesti ihmiskunnan nykyiset vuosittaiset hiilipäästöt
- kasvillisuuteen sitoutuneen hiilen määrä lisääntyy nykyisestä prosentuaalisesti eniten eteläisellä vyöhykkeellä
- suurin hiilinielu on tropiikissa

d) tropiikissa kasvillisuuteen sitoutuneen hiilen määrä lisääntyy nykyisestä noin 5 %

Väittämä d on virheellinen, koska aineiston perusteella hiilen määrä lisääntyy 0,9 %. Lasketaan tropiikissa kasvillisuuteen sitoutuneen hiilen määrän lisääntyminen nykyisestä prosentteina: lisääntymisen suuruus petagrammoina hiiltä (PgC) on $321-318 = 3$ PgC, prosentteina lisääntyminen nykyisestä vuoteen 2060 on $3/318=0,00943$ eli noin 0,9 %.

A5.4 Mikä seuraavista väittämistä on virheellinen? Jos jäättömästä maa-alasta suojellaan tasaisesti 50 %, nettoperustuotanto (aineisto 5.4)

- a) lisääntyy nykyisestä 40 % globaalisti**
- b) on pohjoisella vyöhykkeellä noin 1,7 % pienempi verrattuna 30 % suojelun nettoperustuotantoon
- c) lisääntyy määrällisesti (PgC/vuosi) eniten tropiikissa
- d) on tropiikissa yli puolet globaalista nettoperustuotannosta

Väittämä a on virheellinen, koska aineiston perusteella nettoperustuotanto lisääntyy nykyisestä noin 17 %, jos jäättömästä maa-alasta suojellaan tasaisesti 50 %. Lasketaan nettoperustuotannon (PgC/vuosi) lisääntyminen nykyisestä vuoteen 2060: $66,9-57,3 = 9,6$ PgC/vuosi, $9,6/57,3 = 0,1675$ eli noin 17 %.

A5.5 Mikä seuraavista väittämistä on virheellinen? Nettoperustuotanto (aineisto 5.4)

- a) on yli 10 kertaa suurempaa tropiikissa kuin eteläisellä vyöhykkeellä sekä nykyisin että molempien suojeluvaihtoehtojen skenaarioissa
- b) on tropiikissa suurinta ja pohjoisella vyöhykkeellä pienintä**
- c) kasvaa tropiikissa lähes viidenneksen nykytilanteesta, jos 50 % jäättömästä maa-alasta suojellaan
- d) ei lisäännä eteläisellä ja pohjoisella vyöhykkeellä, vaikka suojelutavoitetta nostetaan 30 %:sta 50 %:iin

A5.6 ja A5.7

Valitse valikon aluevaihtoehtoista se, joka parhaiten vastaa väittämässä kuvattua maankäyttömuodon muutosta annetulla ajanjaksolla.

A5.6 Ajanjaksolla 1975–1995 maankäyttömuotojen keskimääräinen muutos (miljoonia neliökilometrejä vuodessa) on ollut suurinta " _ " (aineisto 5.2)

- a) Afrikassa
- b) Etelä-Amerikassa
- c) Keski- ja Itä-Aasiassa**
- d) Pohjois- ja Keski-Amerikassa

A5.7 Suurin maankäyttömuotojen muutos yhden vuoden aikana (miljoonia neliökilometrejä/vuosi) on tilastoitu " _ " (aineisto 5.2)

- a) Afrikassa

- b) Kaakkois-Aasiassa ja Australiassa**
- c) Euroopassa
- d) Keski- ja Itä-Aasiassa

Aineisto 5.5 Reaaliaikainen tieto metsien muutoksista

What is Global Forest Watch?

“Global Forest Watch (GFW) is an online platform that provides data and tools for monitoring forests. By harnessing cutting-edge technology, GFW allows anyone to access near real-time information about where and how forests are changing around the world.”

Founders, partners and funders include organisations, universities and companies such as World Resources Institute, UNEP, University of Cambridge, UK Aid, Danida, Moore Foundation, Conservation International, ESRI, Google, Airbus Defence & Space and Unilever.

What can you do with Global Forest Watch?

Conservation organisations

“The Amazon Conservation Association (ACA) works to protect biodiversity in the Amazon. With GLAD deforestation alerts on Global Forest Watch, we can detect illegal gold mining and logging in protected areas within days. By getting timely and precise information into the hands of policymakers, we’ve seen government authorities on the ground taking action within 24-48 hours of receiving an alert.”

GLAD The University of Maryland's Global Land Analysis and Discovery

Policymaker

“At the Forest Development Authority in Liberia, we saw a need to improve science-based decision making in forest resource management. We developed a Forest Atlas with Global Forest Watch that allows us to manage and share information about forest cover and land use. The Forest Atlas revolutionized how we communicate about the forest sector in Liberia.”

Journalist

“Mongabay is a science-based environmental news platform aiming to inspire, educate and inform the public. The deforestation and fire alerts on GFW allow us to identify stories as they’re happening on the ground. In Peru, we were able to track fires as they invaded protected areas and mobilize our Latin America team to get coverage. It added a really timely dimension to our reporting and led Peruvian officials to go out immediately and address the situation.”

Company

“At Mars, deforestation poses a risk to our business – we don’t want our supply chains to be associated with serious environmental issues. We used the PALM risk tool on GFW Commodities to evaluate our palm oil suppliers and help us make decisions about where to source from. With GFW, we were able to turn concerns about deforestation into an actionable method for engaging our suppliers.”

PALM Prioritizing Areas, Landscapes and Mills

Vastaa tehtäviin aineiston 5.5 ja aiemmin oppimasi perusteella.

A5.8 Tiedon tuottaminen metsien muutoksista. Mikä seuraavista väittämistä on virheellinen?

- a) **Reaaliaikaista tietoa maapallon metsäpeitteestä tuotetaan maastomittausten avulla.**
- b) Ympäristön kaukokartoituksessa käytetään sekä aktiivisia että passiivisia kaukokartoitusmenetelmiä.
- c) Ympäristön kaukokartoituksessa käytetään useimmiten aurinkosynkronisia satelliitteja, jotka kulkevat aina samaan aikaan saman kohteen yllä Maan pinnalla.
- d) Tutkakuvaukseen perustuvalla satelliittikuvauksella saadaan tietoa metsäpeitteestä myös pilvisellä säällä.

A5.9 Toimijoiden rooleja metsäpeitteen muutoksista. Mikä seuraavista väittämistä on virheellinen?

- a) Suklaayritys hyödyntää tietoa metsäpeitteen muutoksista palmuöljyn tuotannon kestävyuden varmistamiseksi.
- b) Tiedeuutisportaali pyrkii välittämään ajantasaista tietoa metsäpaloista päättäjille ja suurelle yleisölle.
- c) Valtionhallinto pyrkii vahvistamaan tiedeperustaista päätöksentekoa luonnonvarakysymyksissä.
- d) **Luonnonsuojeluorganisaatio käyttää reaaliaikaista tietoa lähettääkseen joukkojaan estämään laittomia hakkuita.**

A5.10 Global Forest Watch -palvelun tavoitteet. Mikä seuraavista väittämistä on virheellinen?

- a) Global Forest Watch tuottaa välineitä metsien muutosten seurantaan globaalisti.
- b) **Global Forest Watchin tavoitteena on estää metsien kaupallinen käyttö.**
- c) Global Forest Watchin rahoittajien joukossa on yliopistoja, yrityksiä, yhdistyksiä, tutkimuslaitoksia ja hallinnon organisaatioita.
- d) Global Forest Watchin kehittämiä työkaluja voi käyttää kuka tahansa.

A5.11 Metsäpeite globaalisti. Mikä seuraavista väittämistä on virheellinen?

- a) Aineistossa 5.5 kuvatut metsäalueet kuuluvat trooppisten sademetsien kasvillisuusalueeseen.
- b) Deforestaatiolla tarkoitetaan metsäpeitteen häviämistä.
- c) Metsäalan pieneneminen on suurinta tropiikissa.
- d) **Latinalaisessa Amerikassa on kaikkia metsätyyppejä trooppisista sademetsistä boreaalisiin havumetsiin.**

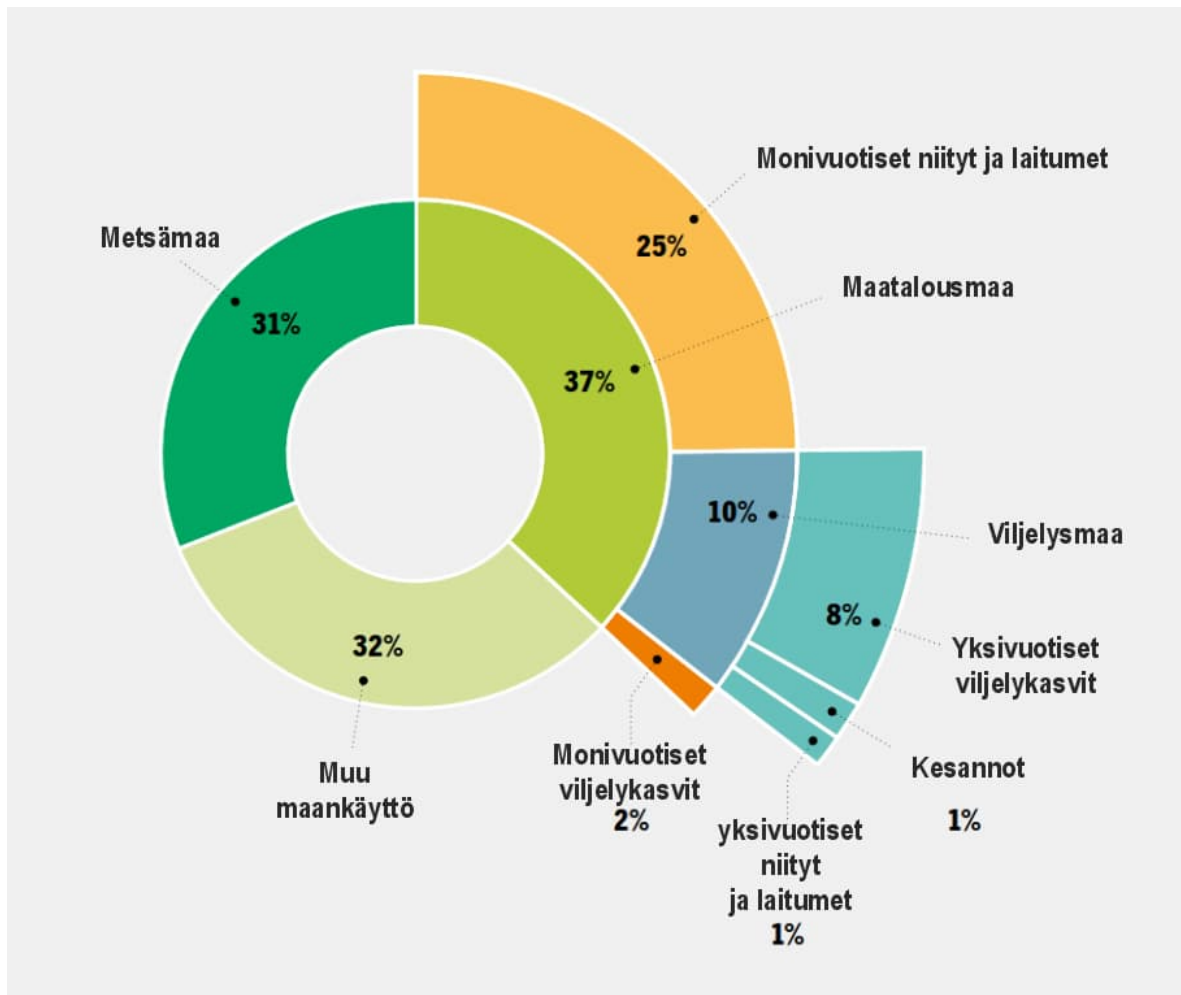
Puutuotteiden käyttö ja metsien pinta-alojen muutokset

Aineisto 5.6 Maailmanlaajuinen energiapuun korjuu alueittain (miljoonia m³).

	2019	2020	2021	2022	2023
Afrikka	706	713	720	728	741
Aasia ja Tyynenmeren alue	723	718	708	705	701
Eurooppa	170	169	176	181	176
Latinalainen Amerikka ja Karibia	265	265	273	277	277
Pohjois-Amerikka	73	62	73	74	67
Yhteensä	1937	1927	1950	1965	1962

Aineisto 5.7 Energiapuun ja teollisuuspuun käytön arvioidut prosenttiosuudet vuonna 2023.

	Energiapuun (%)	Teollisuuspuun (%)
Afrikka	90	10
Aasia ja Tyynenmeren alue	58	42
Eurooppa	23	77
Latinalainen Amerikka ja Karibia	49	51
Pohjois-Amerikka	12	88
Maailma	50	50



Aineisto 5.8 Maailman metsä- ja maatalousmaan ja muun maankäytön jakauma (%) vuonna 2023.

Valitse valikosta se vaihtoehto, joka pitää paikkansa aineistojen 5.6–5.8 perusteella.

A5.12 Afrikassa energiapuun hakkuiden määrä on muuttunut ajanjaksolla 2019–2023 enemmän kuin muilla suuralueilla. Huomioimatta muutoksen suuntaa, miten paljon suurempi hakkuiden muutos prosentteina on ollut Afrikassa kuin Aasian ja Tyynenmeren alueella? " _ " (aineisto 5.6)

- a) 25 %
- b) 70 %
- c) **59 %**
- d) 45 %

Lasketaan miten paljon suurempi hakkuiden muutos vuodesta 2019 vuoteen 2023 on ollut prosentteina Afrikassa kuin Aasian ja Tyynenmeren alueella. Lasketaan ensin muutoksen määrä vuodesta 2019 vuoteen 2023 (miljoonaa m³) Afrikassa: $741-706 = 35$ milj. m³ ja Aasian ja Tyynenmeren alueella $723-701 = 22$ milj. m³. Lasketaan montako prosenttia 35 on suurempi kuin 22: $(35-22)/22=0,5909$ eli noin 59 %.

A5.13 Mikä aineistoihin 5.6 ja 5.7 perustuva päätelmä pitää paikkansa?

- a) **Energiapuun käyttö väheni kahdella alueella 2019–2023.**
- b) Pohjois-Amerikan energiapuun kulutus on noin viidesosa Afrikan kulutuksesta.
- c) Energia- ja teollisuuspuun osuudet ovat Euroopassa lähinnä maailman keskiarvoja.
- d) Antarktis sisältyy Aasian ja Tyynenmeren alueeseen energiapuun ja teollisuuspuun tilastoinnissa.

A5.14 Miten suuri osuus viljelysmaan pinta-ala on kaikesta maatalousmaasta? " _ " (aineisto 5.8)

- a) 5 %
- b) kymmenesosa
- c) **yli neljäsosa**
- d) 12,5 %

Maatalousmaan pinta-alan osuus on 37 % kaikesta globaalista maankäytöstä.

Viljelysmaan pinta-alan osuus on kaikesta maatalousmaasta $10/37 = 0,2703$ eli noin 27 % eli yli neljäsosa.

A5.15 Oletetaan, että globaali lihankulutus vähenee ja monivuotisten niittyjen ja laitumien tarve vähenee 25 %:sta 20 %:iin. Jos vapautunut maa metsitettäisiin, miten paljon suuremmaksi metsien suhteellinen osuus maankäytöstä kasvaisi vuoteen 2023 verrattuna? " _ " (aineisto 5.8)

- a) 5 %
- b) 10 %-yksikköä
- c) viidenneksen
- d) **16 %**

Vuonna 2023 metsämaan pinta-alan osuus on ollut 31 % kaikesta globaalista maankäytöstä. Jos monivuotisten niittyjen ja laitumien osuus (25 %) pienenesi 20 %:iin, ja vapautunut maa metsitettäisiin, niin metsien suhteellinen osuus maankäytöstä kasvaisi vuoteen 2023 verrattuna noin 16 %. Lasketaan $5/31 = 0,1612$ eli noin 16 %.