

Tehtävien vastaukset s. 13

1. Käsitteitä

- a. biosfääri – elokehä, ekosfääri. Se osa maapalloa, jossa esiintyy elämää. Maapallon kaikkien ekosysteemien muodostama toimiva kokonaisuus.
- b. ekosysteemi – eliöiden ja niiden kanssa vuorovaikutuksessa olevan elottoman luonnon muodostama toiminnallinen kokonaisuus jollakin ympäristötekijöiltään jokseenkin yhtenäisellä alueella, esim. metsä, järvi, pelto, akvaario
- c. ekologia – biologian osa-alue, joka tutkii eliöiden levinneisyyteen ja runsauteen vaikuttavia tekijöitä sekä eliöiden ja niiden ympäristön välisiä suhteita
- d. ympäristöekologia – ekologian osa-alue, joka tutkii ihmisen vaikutuksia eliöiden levinneisyyteen ja runsauteen sekä ekosysteemeihin ja luonnon ekologisiin prosesseihin.
- e. antroposeeni – lähihistoriaan ja nykyaikaan sijoittuva aikakausi, jolloin ihmisen vaikutukset ympäristöön ovat suuria.
- f. kestävä kehitys – maailmanlaajuisesti, alueellisesti ja paikallisesti tapahtuva toiminta, joka turvaa nyt elävien ihmisten tarpeiden tyydyttämisen vaarantamatta tulevien sukupolvien mahdollisuutta tyydyttää omia tarpeitaan. Sisältää ekologisen, taloudellisen, sosiaalisen ja kulttuurisen ulottuvuuden.

2. Ympäristöuutiset

Seurantatehtävä, ei mallivastausta

3. Tärkeimmäksi koetut ympäristöongelma

Tutkimustehtävä, ei mallivastausta

4. Taantuneita lajeja

Tutkimustehtävä, ei mallivastausta



Tehtävien vastaukset s. 25–26

1. Käsitteitä

- a. levinneisyys - Lajin tai alalajin maantieteellinen esiintymisalue, esim. alue, missä kuusi luontaisesti kasvaa
- b. ekolokero – Eliön, populaation tai lajin, paikka, asema ja tehtävä ekosysteemissä. Ilmaisee tapaa, jolla se on sopeutunut ympäristöönsä ja hyödyntää sitä.
- c. ympäristöresurssi – Ympäristötekijä, jota eliöt hyödyntävät, kuten valo, ravinteet, ravinto, elintila jne.
- d. sietoisuus – Eliön kyky kestää ympäristötekijöiden vaihtelua.
- e. optimi – Eliön kannalta paras tilanne jonkun ympäristötekijän suhteen; lajin yksilöt menestyvät optimitilanteessa parhaiten, ovat elinvoimaisimpia ja lisääntyvät tehokkaimmin
- f. minimitekijä – Fysikaalinen tai kemiallinen ympäristötekijä, joka voimakkaimmin rajoittaa jonkin eliön menestymistä.
- g. bioindikaattori - Ilmentäjälaji; laji, jonka sietoalue jonkun (joidenkin) ympäristötekijän suhteen on kapea, esim. naavan häviäminen kertoo ympäristön saastumisesta.

2. Luokittele ympäristötekijöitä

- a. abioottisia ympäristötekijöitä: hiekkamyrsky, tulva, hapan sade, helle, sumu, salamanisku, kuivuus, metsäpalo, tuuli, routa, lumipeitteen paksuus, maaperän karkeus, maaperän ravinteisuus.
- b. bioottisia ympäristötekijöitä: loinen, home, virustauti (?), suojaava kasvipeite, peto, ravinto, ihminen.

3. Miten kasvit selviytyvät talvesta (yo s-15)

A - Varpukasveilla talvehtivia osia ovat juuret ja versot (varret). Monilla lajeilla myös maavarret talvehtivat. Monien varpukasvien, esim. puolukan ja variksenmarjan lehdetkin selviävät talvesta, mustikan lehdet varisevat syksyllä. Lumi suojaa talvehtivia osia.

B – Lehtipuilla, kuten esimerkiksi koivulla, haavalla ja vaahteralla runko, juuret, oksat ja silmut selviävät talvesta. Lehtien lehtivihreä hajoaa ja värikkään ruskan jälkeen ne putoavat syksyllä. Uusien lehtien ja kukkien aiheet ovat kovakuoristen silmujen sisällä ja kestävät kylmyyttä ja jäätymistäkin.

C, D ja E Monivuotisilla ruohokasveilla maanpäälliset osat yleensä kuolevat talven aikana. Talvehtivia osia ovat: juuret (C) - esimerkiksi kissankello, harakankello, monet heinät ja sarat, maavarret (D) – esimerkiksi valkovuokko ja kielo tai sipulit (E) – esimerkiksi tulppaani ja narsissi.

F – Yksivuotiset ruohokasvit, esimerkiksi unikko, metsä- ja kangasmaitikka ja ruiskaunokki talvehtivat kylmyyttä kestävinä ja joillakin lajeilla jopa itääkseen seuraavana keväänä, kylmän kauden vaativina siemeninä.

4. Siementaimien kasvattaminen

- Diagrammilla pitää olla otsikko. Vaaka-akseli: leveyspiiri (°N), pystyakseli: elonjääneiden taimien osuus (%). Hajontadiagrammi (kukin taulukon arvo merkitty pisteellä) on paras diagrammityyppi.
- Mitä lähempää kasvatusaluetta taimet olivat kotoisin, sitä suurempi osa niistä oli elossa 15 vuoden kuluttua. Samalta leveysasteelta peräisin olevien siementen itämisprosentit vaihtelevat eli niissä on hajontaa.
- Eri leveyspiireillä on erilainen ilmasto. Lämpö- ja valaistusolot (kasvukauden pituus, päivän ja yön suhteellinen pituus) vaihtelevat leveyspiireittäin. Eri alueiden mäntypopulaatiot ovat perinnöllisesti sopeutuneet oman alueensa lämpö- ja valaistusoloihin. Niistä poikkeavissa oloissa kuolleisuus kasvaa.
- Kannattaa hankkia sellaiset taimet, jotka on kasvatettu mahdollisimman läheltä hakkuualuetta kerätyistä siemenistä. Tällöin saadaan juuri paikallisiin oloihin parhaiten sopeutunutta alkuperää olevia taimia.

5. Kasvit ja kuivuus

- a. Saadakseen vettä kasvit voivat kasvattaa hyvin pitkät juuret syvälle maahan. Välttääkseen liiallista haihtumista kasvien verso on yleensä pieni. Lehdet ovat tavallisesti pieniä, piikkimäisiä, paksuja tai vahapeitteisiä ja niissä on erilaisia haihtumista estäviä rakenteita. Myös kasvin varsi voi olla paksu, jolloin siihen voi varastoitua vettä (vrt. kaktukset). Jotkin kasvit ovat erikoistuneet ottamaan vettä suoraan ilmassa olevasta vähäisestä kosteudesta.
- b. Sadekausi mahdollistaa kasvun ja lisääntymisen. On kasvatettava nopeasti lehtiä, joiden avulla kasvi kerää itselleen energiaa kukkimista varten. Kukinta ja siementen kypsyminen tapahtuu nopeasti. Kuivakauden tullessa kasvi voi lakastua, koska esim. siemenet sietävät hyvin kuivuutta ja odottavat suotuisaa kasvukautta. Kuivan kauden yli selviytyvät osat voivat olla maassa olevia silmuja (sipulikasvit). Monet puut karistavat lehtensä ja säilyttävät rungossaan tai juurissaan eväät uutta sadekautta varten.

6. Kaksiosainen levinneisyys

- a. Kanta B on pieni ja eristynyt. Geenivirta populaatioiden A ja B välillä on katkennut. Populaatio B on vaarassa kuolla sukupuuttoon satunnaisten tekijöiden (esim. sääolot, ravinnon saatavuuden vaihtelu) seurauksena. Jos syntyvyys on pientä ja kuolevuus suurta eikä uusia yksilöitä tule muualta, on mahdollista, että kanta kuolee sukupuuttoon. Pullonkaulailmiön vuoksi kanta on geneettisesti kapea (sukusiitos) ja haitallisten alleelien vaikutus voi olla merkittävä. Myös sattuman vaikutus kantaan on suuri.
- b. Kanta A on osa suurempaa populaatiota. Sillä ei ole vakavaa sukupuuton uhkaa, koska se saa jatkuvasti täydennystä manteren suunnasta. Mahdolliset haitalliset alleelit sekoittuvat huomattavasti suurempaan yksilömäärään kuin kannassa B. Kannan A geneettinen pohja on tästä syystä laajempi kuin kannan B eikä sukusiitoksen vaaraa ole.

Tehtävien vastaukset s. 36–37

1. Perus käsitteitä

1. - D. (ympäristön vastus-ympäristön kantokyky)
2. – C. (täpläverkkoperhoset-metapopulaatio)
3. – B. (eksponentiaalinen kasvu-J-käyrä)
4. – A. (reviiri-elinalue)

2. Lajien siirto

- a. Pylväsdiagrammi on sopiva. Vaaka-akselille aika (vuosiluvut) ja pystyakselille konnien määrä.
- b. Populaation kasvu on ollut lähes eksponentiaalista. Lajilla ei ole ollut Australiassa luontaisia vihollisia, kuten petoja, loisia tai kilpailevia lajeja. Juuri mikään ei ole rajoittanut populaation kasvua.
- c. Havaijilla laji oli osa luontaista eliöyhteisöä. Sille oli kehittynyt populaation kasvua rajoittavia mekanismeja, kuten petoja, loisia ja kilpailevia lajeja ym. (yhteisnimityksenä: ympäristön vastus).

3. Populaation kasvun säätely sinitiaispopulaatioissa

- a. Sinitiaisen alkuperäistä elinympäristöä ovat rehevät lehti- ja sekametsät. Sen ravinto koostuu pääasiassa hyönteisistä, perhosten toukista ja hämähäkeistä. Syksyllä ja talvella sinitiaisen syö myös siemeniä. Sinitiaisen on kolopesijä, joten se tarvitsee elinympäristössään myös vanhoja puita. Laji on viimevuosikymmeninä laajentanut ekolokeroaan myös kaupunkien puistoihin ja pihapiireihin ja pesii mielellään pönttöihin. Sinitiaisen on nykyisin lintulautojen vakiovieras talviaikaan.
- b. Sinitiaispopulaation tiheyden kasvaessa pulaa voi tulla sopivista pesäpaikoista (puiden koloista ja pöntöistä). Populaation koon kasvaessa myös ravinnosta voi tulla kilpailua. Talviruokinta ja lintulaudoilla ja pihaille, puistoihin ja puutarhoihin laitettut pöntöt mahdollistavat tiheänkin populaation selviytymisen eli ne ovat kasvua lisääviä tekijöitä. Tiheässä populaatioissa myös lisääntymiskumppanin löytäminen on helppoa. Populaation kasvua hillitseviä tekijöitä ovat esimerkiksi ravinnon riittävyys ja tiheässä populaatioissa helposti lisääntyvät loiset.
- c. Talousmetsissä sinitiaisen elinmahdollisuudet ovat luonnontilaisia metsiä heikommat, koska pesäpaikoiksi sopivia kolopuita on niukasti. Talviruokinta ja pihapiiriin ja puistoihin laitettut pesäpöntöt ovat mahdollistavat nykyisen suhteellisen tiheän sinitiaispopulaation menestymisen ja ovat auttaneet lajia siirtymään uusille elinalueille. Lajin levittäytymistä pohjoiseen on myös ilmeisesti auttanut ilmastonmuutos.

4. Bakteripopulaation kasvu

- a. Bakteerit lisääntyvät jakautumalla kahtia. Populaation kasvu on aluksi hidasta, sitten erittäin nopeaa ja noudattaa lähestulkoon logistista kasvua. Ravinnon ja tilan puute alkavat hidastaa populaation kasvua.
- b. Populaation kasvu hidastuu, sillä se saavuttaa ympäristön (petrimaljan) kantokyvyn. Bakteerien käytettävissä oleva ravinto ja tila alkavat loppua.
- c. Petrimaljalle alkaa kertyä haitallisia aineenvaihduntatuotteita, jotka ovat myrkyllisiä bakteereille. Populaatio romahtaa. Jäljelle jää muutamia bakteereita, joilla mahdollisesti on vastustuskyky myrkyille. Vastustuskykyisiä bakteereja syntyy mutaatioiden tuloksena.

5. Kanien joukkokuolema

- a. Pääkaupunkiseudun kanikanta on luontoon karanneiden tai sinne tahallaan vapautettujen lemmikkikanien villiintyneitä jälkeläisiä.
- b. Suureksi kasvanutta kanikantaa on yritetty pitää kurissa metsästämällä niitä (erityiset luvansaaneet metsästäjät) jousipyssyillä ja frettien avulla sekä pyydystämällä niitä loukuilla. Myös pesäkoloja on yritetty hävittää.
- c. Vuoden 2016 kanikuolemien syynä pidetään kalikiviruksiin kuuluvan rhd-viruksen leviämistä. Virus- ja muutkin loistaudit leviävät herkästi tiheässä kanipopulaatiossa.
- d. Ylitiheän populaation kasvua voivat virusten lisäksi rajoittaa myös bakteeritaudit ja varsinaiset kaneissa elävät loiset. Myös kilpailu ravinnosta ja pesäpaikoista hillitsee populaation kasvua. Petojen, kuten kettujen, pöllöjen ja haukkojen lisääntyminen ja ihmisen torjuntatoimet sekä ylitiheän populaation aiheuttama stressi hillitsevät populaation kasvua.
- e. Erityisesti virustaudit voivat tarttua lemmikkikaneihin. Siksi niiden ulkoiluttamista pitäisi tautialueilla välttää. Muihin lemmikkieläimiin taudin ei ole todettu tarttuneen.

6. Ikäpyramidien tulkinta

Populaatioiden ikärakennetta kuvataan usein ikäpyramidien avulla. Pyramideista voidaan päätellä eri ikäluokkien ja eri sukupuolien suhteelliset osuudet populaatiossa.

Pyramidi A. (leveäkantainen pyramidi) Kuvaa voimakkaasti kasvavaa populaatiota, jossa nuoria ikäluokkia on runsaasti ja jälkeläistuotto ja on suuri.

Pyramidi B. (vakaa pyramidi) kuvaa populaatiota, jonka kasvu on suhteellisen pientä ja eri ikäluokkien osuudet ovat tasapainossa. Kaikkia ikäluokkia on populaation kannalta sopivasti.

Pyramidi C. (kapeakantainen pyramidi) kuvaa populaatiota, jossa vanhojen, lisääntymisiään ohittaneiden ikäluokkien osuus on nuoria ikäluokkia suurempi. Tällainen populaatio voi vähitellen pienetä eli tilanne on populaation kannalta epäedullinen.

7. Kaupunkisiilien ekologia ja liikenteen vaikutus siilipopulaatioihin

Siili on Suomessa levinneisyytensä pohjoisrajoilla. Parhaiten se näyttää selviävän ihmisen muokkaamassa elinympäristössä kuten kaupunkien omakoti- ja reuna-alueilla. Kaupunkiympäristössä laji hyödyntää ravinnonhakemisessaan, pesimisessään ja talvehtimisessaan niin pihoja ja puutarhoja kuin kaupunkimetsiä ja joutomaitakin.

a. Vinkkejä tutkimukseen koulussa:

- Kyselytutkimus siilihavainnoista. Pyydä luokkakavereitasi ilmoittamaan kaikki kesän aikana tekemänsä siilihavainnot omalta paikkakunnaltaan (ruokintapaikoilla, muualla luonnossa, liikenteessä kuolleet, talvipesät jne). Kirjoita raportti omista ja luokkakavereiden havainnoista.
- Tee video ”Siilin elämää”. Kuvaa ruokintapaikkojen siilejä ja jos löydät siilin talvipesän kuvaa sitäkin (siiliä häiritsemättä).
- Seuraa siilejä: Pienimuotoista siilitutkimusta on myös seuranta ja siilien lukumäärän laskeminen ruokintapaikoilla. Ruokintapaikoilla voidaan tehdä havaintoja myös vuotuisesta poikastuotannosta ja siitä millainen ruoka siileille parhaiten maistuu.
- Selvitä eri tietolähteistä: 1. Siilien normaali ravinto, 2. Mitä ruokaa siileille saa tarjota ruokintapaikoilla? 3. Miten voit auttaa siilejä selviytymään Suomen talvesta.
- Hyvä siilisivusto: www.siilikiikarissa.fi

Tieteellinen tutkimus:

- Keskeisinä tutkimusmenetelminä yliopistojen siilien ekologian tutkimisessa voidaan käyttää seurantaa, jota tehdään siilin piikkeihin kiinnitetyillä radiolähettimillä. Toinen tapa seurata siilien elämää on merkitä siilit korvamerkillä tai värisymbolilla. Siilihavainnoista voi ilmoittaa Joensuun yliopiston biologian laitokselle ja Luonnontieteellisen keskusmuseon Hatikka tietokantaan.

b. Käyttäytymisekologiaa:

- Urossiili liikkuu keskimäärin noin 100 hehtaarin ja naarassiili noin 50 hehtaarin alueella. Uroksen elinpiiri on laajimmillaan keväällä pariutumisaikaan. Naaras laajentaa elinpiiriään poikasten itsenäistyttyä loppukesällä. Kaupunkirakenteen tiivistyminen, uudet liikenneväylät sekä liikennemäärien kasvu, vaikeuttavat siilien liikkumista alueelta toiselle. Siilejä kuolee paljon autojen alle. Ekologisten käytävien rakentamisella yritetään turvata siilien ja monien muidenkin eläinten liikkumista kaupunkialueella.
- Siilien luontaista ravintoa ovat hyönteiset ja etanat, mutta se syö myös sammakoita, jyräjän poikasia ja raatoja, joskus linnun munia ja poikasiakin. Ruokintapaikoilla siilille voi antaa raakaa jauhelihaa, raakaa kalaa ja kissan tai koiran muonaakin. Ei maitoa.

- Lisääntyminen: Siilillä voi olla 1-2 pesyettä vuodessa ja poikasia on tavallisesti 4-6. Poikaset syntyvät noin 33 viikon kantoajan jälkeen sokeina ja noin 20 gramman painoisina. Poikaset jättävät pesän runsaan kolmen viikon ikäisinä ja hakeutuvat loppukesästä omille alueilleen, mutta voivat vieraila tutulla ruokintapaikalla alkusyksyyn saakka. Tutkimusten mukaan noin puolet poikasista selviytyy ensimmäisestä ikävuodestaan.
 - Pesät: Siili rakentaa kupolimaisen, halkaisijaltaan 30-60 cm kokoisen pesän heinistä ja lehdistä.
 - Talvipesät ovat tiiviimpiä ja siilit rakentavat niitä puiden juuristoon ja lehtikasoihin, joskus myös rakennusten alle. Siilin talvihorrosta voi helpottaa rakentamalla niille suojaisia keinopesiä, pesälaatikoita.
- c. Ympäristömyrkkujen tutkiminen:
- Ilman asianmukaisia mittaus ja tutkimuslaitteita se on oikeastaan mahdotonta. Ympäristömyrkkytutkimusta tehdään kuolleina löydetyistä siileistä. Esimerkiksi Joensuun yliopiston biologian laitos pyrkii keräämään kaikki kuolleina löydetyt siilit kaupunkialueeltaan ja määrittämään niistä ympäristömyrkkypitoisuudet. Ympäristömyrkkujen on todettu kertyvän siileihin iän myötä, vaikka todetut pitoisuudet eivät ole kovin korkeita olleetkaan.

Tehtävien vastaukset s. 47–48

1. Lajien väliset suhteet

- a. hirvi – susi
Hirvi on suden saalis eli niiden välillä on peto-saalissuhde.
- b. kimalainen – kimalaisorho
Symbioosi eli kiinteä yhteiselämä. Kimalainen erehtyy luulemaan kimaisorhon kukkaa naaraaksi ja yrittää paritella sen kanssa. Seuraavaan kukkaan mennessään se samalla suorittaa kukan pölyttämisen. Kimalainen ei hyödy suhteesta, joten suhde ei ole mutualismi.
- c. mänty – sen rungolla elävä jäkälä
Pöytävieras. Jäkälän sieniosakas ottaa jäkälän tarvitsema veden ilmasta ja leväosakas kykenee fotosynteesiin. Mänty antaa kasvupaikan jäkälälle.
- d. hömötiainen – töyhtötiainen
Lajien välinen kilpailu. Lajit kilpailevat osittain samasta ravinnosta, mutta välttävät kilpailua saalistamalla eri osissa puuta.
- e. tunturimittari – tunturikoivu
Tunturimittari on laiduntaja (kasvinsyöjä) ja tunturikoivu on sen ravintoa.
- f. naali – kettu
Lajien välinen kilpailu. Ne ovat välttäneet kilpailua aiemmin, koska ketun esiintymisalue oli eteläisempi kuin naalin. Kettu on levittäytynyt kohti pohjoista ja valtaa siellä naalin pesiä ja kilpailee sen kanssa ravinnosta.

2. Hyötyä pedoista

- petopopulaatio rajoittaa saalispopulaation kasvua
- pedot saalistavat heikkoja ja mahdollisesti sairaita yksilöitä, joten ne suorittavat luonnonvalintaa
- saalispopulaation jäljelle jääneiden yksilöiden elinkyky ja perinnölliset ominaisuudet ovat todennäköisesti paremmat kuin saaliiksi joutuneiden

3. Karhun elämää

- a. Kun karhu syö marjoja tai viljaa, se on laiduntaja eli kasvinsyöjä.
Kun karhu syö kaloja, muurahaisia tai nisäkkäitä, se on peto. Eli niiden välillä on peto-saalissuhde.
Haaskoja syödessään karhu aloittaa hajottajaketjun eli on hajottaja.
Mehiläispesästä hunajaa syödessään karhu on laiduntaja.
- b. Karhu on suuri nisäkäs, joten sillä on vähän kilpailijoita. Ihminen kilpailee karhun kanssa esimerkiksi hirvisaaliista. Haaskoja syödessään sillä on runsaasti kilpailijoita: korppi, varikset, susi, joskus ilves.

4. Punkki ja petopunkki

- a. - punkilla ei ole petoja uhkanaan
- ympäristön kantokyky on noin 2 000 – 3 000 yksilöä.
- ympäristön kantokyky ylittyy ajoittain
- ylityksen jälkeen populaatio pienenee nopeasti
- seurauksena ajoittainen kannanvaihtelu
- b. - saalispunkki ei voi piiloutua petopunkilta
- petopunkki syö kaikki saalispunkit
- myös petopunkkipopulaatiosta kuolee kaikki yksilöt ravinnon puutteeseen
- c. - saalispunkki pääsee piiloon saalistajilta
- petopunkki ei pääse saalistamaan kaikkia yksilöitä
- saalispunkkipopulaatio kasvaa vähitellen
- petopunkeille on enemmän ravintoa
- petojen määrä kasvaa ja saalispopulaatio pienenee

5. Lajien välisiä suhteita lähiympäristössä

Tutkimustehtävä, ei mallivastausta.

Vinkki: Opiskelijoiden ottamia kuvia kannattaa koota esimerkiksi Padlet –seinälle. Kuvia voi käyttää opiskelijoiden suostumuksella myös siten, että jokainen laittaa kuvansa yhteiselle alustalle ja tämän jälkeen muut selvittävät, mistä lajien välisestä suhteesta kuvassa on kysymys.

6. Lajien välinen suhde (yo k-06)

1. Talitiainen saa suojaa pesimisaikana ja ravintoa muun muassa koivunlehtiä syöivistä toukista. Suhde on mutualismi.
2. Koivumittarin toukka käyttää ravinnokseen koivun lehtiä. Suhde on laidunnus (kasvinsyöjä).
3. Jäkälä (paisukarve) kasvaa koivun rungolla. Se ottaa veden sadevedestä sieniosallaan ja sen leväosa kykenee fotosynteesiin. Se ei käytä koivua ravinnokseen tms. Suhde on pöytävieras (päällysvieras eli epifyytti).
4. Kääpä (taulakääpä) ottaa tarvitsemiaan aineita (vettä, ravintoa) isännältään eli koivulta, joka kykenee fotosynteesiin. Suhde: kääpä on koivun loinen. Koivun kuoltua kääpä hajottaa sen ravinnokseen eli kääpä on silloin hajottaja.
5. Kantarelli eli keltavahvero muodostaa sienijuuren koivun juuriston kanssa. Suhde on ehdollinen mutualismi, jossa molemmat osapuolet hyötyvät. Sienirihmasto tehostaa koivun veden- ja ravinteidenottoa ja sieni saa koivulta sokeria. Koivun kanssa myös muut sienet voivat muodostaa sienijuuren eli siitä syystä ehdollinen mutualismi.
6. Koivu ja kuusi kilpailevat samoista ympäristöresursseista. Oksat kilpailevat valosta ja juuristossa lajit kilpailevat vedestä ja ravinteista. Suhde on lajien välinen kilpailu.

Tehtävien vastaukset s. 61–62

1. Käsitteitä

- a. omavarainen – toisenvarainen
Omavarainen eliö kykenee joko fotosynteesiin tai kemosynteesiin. Pystyy sitomaan energiaa orgaanisiin yhdisteisiin. Tuottaa itse tarvitsemansa orgaaniset yhdisteet. Toisenvarainen eliö käyttää hyväkseen omavaraisten sitomaa energiaa ja niiden tai toisten toisenvaraisten eliöiden biomassaa.
- b. perustuotanto – jatkotuotanto
Perustuotanto on tuottajien eli omavaraisten eliöiden sitomaa energiaa ja biomassaa. Jatkotuotanto on kuluttajiin sitoutunutta energiaa ja biomassaa.
- c. ekologinen tehokkuus – energian ohivirtaus
Ekologinen tehokkuus tarkoittaa hyötysuhdetta, jolla tietty ravintoketjun lenkki sitoo ottamansa energian biomassaksi. Tämän se siirtää seuraavan ravintoketjun lenkin käyttöön. Energian ohivirtaus tarkoittaa eliöiden omiin elintoimintoihinsa kuluttamaa energiaa.
- d. bruttoperustuotanto – nettoperustuotanto
Bruttoperustuotanto on tuottajien kokonaistuotanto eli koko niiden sitoma energiamäärä, kun taas nettoperustuotannosta on vähennetty tuottajien omiin elintoimintoihinsa käyttämä energia. Nettoperustuotanto on seuraavien portaiden käytössä oleva biomassa.
- e. fotosynteesi – kemosynteesi
Fotosynteesillä tarkoitetaan tuottajien Auringon valoenergian avulla sitomaa energiaa. Energia sidotaan orgaanisiin yhdisteisiin, glukoosiin. Kemosynteesissä orgaanisten aineiden tuottamiseen tarvittava energia tulee epäorgaanisten yhdisteiden kemiallisista sidoksista hapetusreaktioiden avulla.

2. Ravintoketjun toiminta (yo s-12)

- a. Ravintoketju kuvaa ravinnon ja sen sisältämän aineen ja energian siirtymistä tuottajilta eri asteiden kuluttajille ja lopulta hajottajille. Ravintoketju lähtee tuottajista. Ravintoverkot muodostuvat toistensa kanssa risteävistä ravintoketjuista.
- b. Auringon valoenergia sitoutuu fotosynteesissä kasveihin. Ravintoketjun muodostavat tuottajat eli tässä kasvit (kuva 2). Kyseessä on perustuotanto. Kuvassa 3 on kasvinsyöjä (pikkujyrsijä/myyrä/peltomyyrä), joka on I asteen kuluttaja. Sen ja kasvin suhde on tuottaja-kasvinsyöjä -suhde eli laidunnus. Kuvassa 3 on (viiru)pöllö, joka on II asteen kuluttaja eli se syö kuvan 1 pikkujyrsijöitä. Kyseessä on peto-saalis suhde. Tuottajien alun perin sitoma energia siirtyy aina seuraavalle portaalle, mutta osa energiasta kuluu tuottajien ja kuluttajien omiin elintoimintoihin, joten seuraavan portaan käytettävissä on aina pienempi määrä energiaa. Tätä kutsutaan energian ohivirtaukseksi.
- c. Tarvitaan hajottajia (mikrobit, pienet selkärangattomat), jotka palauttavat ravinteet tuottajien käytettäväksi.

3. Saaren eliöyhteisö

- a. Jos lajin B kaikki yksilöt kuolevat, se vaikuttaa niiden käyttämän ravinnon eli lajien E ja F populaatioihin. Lajia E ei sen jälkeen käytä ravintonaan mikään saaren laji, joten todennäköisesti sen populaatio kasvaa. Myös lajin F populaatio kasvaa. Mutta koska sitä saalistaa myös laji C, käy todennäköisesti niin, että lajin C populaatio kasvaa, koska sille riittää paremmin ravintoa. Laji A saalistaa myös lajia D, joten lajin B häviäminen vaikuttaa todennäköisesti myös lajin D populaation pienemiseen.
- b. Laji A on ainoa peto alueella. Sen häviäminen vaikuttaa erityisesti lajien B ja C populaatioihin, koska se saalistaa niitä. Mutta koska kyseessä on saari, lajien B, C ja D populaatioiden kokoon vaikuttaa niiden ravinnon määrä eli lajien E, F ja G populaatioiden suuruudet. Lajien B ja C populaatioiden koot asettuvat ympäristön kantokyvyn puitteissa tietylle tasolle.
- c. Perustuotanto on tuottajien E, F ja G sitoman energian määrä. Bruttoerustuotanto on kaikki sidottu energia ja nettoerustuotanto seuraavan trofiatason käytettävissä olevan energian määrä.
- d. Uusi peto voi kilpailla lajin A kanssa. Jos niiden ekolokerot poikkeavat toisistaan, ne asettuvat alueelle kilpailematta keskenään. Mutta jos niiden ekolokerot ovat samankaltaiset, esiintyy lajien välistä kilpailu. Toinen lajeista voi syrjäyttää toisen tai jompikumpi lajeista sopeutuu esimerkiksi siirtymällä käyttämään erilaista ravintoa.

4. Energiabudjetit

- Hernesimpukka elää pohjassa, liikkuu vain vähän ja ottaa ravintonsa suodattamalla ympärillään olevaa vettä. Ahven liikkuu paljon, laajalla alueella ja hankkii ravintonsa eri kohteista.
- Hernesimpukalla kuluu vähän energiaa liikkumiseen ($R=28$), koska se pysyttelee paikallaan. Huomattava osa sen ottamasta ravinnon energiasta jää hyödyntämättä ja poistuu ulosteiden mukana (45).
- Koska ahven liikkuu aktiivisesti, suuri osa sen ravinnosta saamasta energiasta kuluu sen omiin elintoimintoihin ($R=74$). Nettotuotantoa eli seuraavien portaiden käytössä olevaa biomassaa kertyy vain vähän, kun taas hernesimpukan nettotuotanto on suurempi eli sen ekologinen tehokkuus on korkeampi.

5. Ekosysteemien välisiä vuorovaikutussuhteita

- Koska kalat syövät sudenkorentojen toukkia, kalojen yksilömäärän lisääntyessä sudenkorentojen toukkien määrä vähenee.
- Kalapopulaation kasvaessa aikuiset sudenkorennot vähenevät, vaikka kalat eivät niitä saalistakaan. Toukkien vähentyessä aikuiset vähentyvät.
- Aikuiset sudenkorennot syövät pölyttäjähönteisiä. Jos sudenkorentojen yksilömäärät putoavat, pölyttäjähönteisten yksilömäärät nousevat, koska niitä saalistetaan vähemmän. Kun pölyttäjähönteisiä on paljon, ne pölyttävät kasveja, jotka sitten tuottavat runsaasti siemeniä. Näin viereisten lampien kalakantojen muutokset vaikuttavat metsien kasvien siementuotantoon.

6. Avainlajin häviäminen

- Avainlajilla tarkoitetaan ekosysteemin toimintaan voimakkaasti vaikuttavaa lajia. Avainlajin häviäminen vaikuttaa haitallisesti muiden lajien populaatioihin.
- Avainlajien merkitys perustuu siihen, että monet lajit ovat niistä riippuvaisia. Ne antavat elinpaikan muiden lajien populaatioille, ovat monen lajin ravintoa tai esimerkiksi muokkaavat maaperää muille lajeille otolliseksi.
- Luonnollisessa tilanteessa kalliorannalla on useita eri lajeja, kuten simpukoita ja rakkolevää sekä petomeritähtiä. Kun petomeritähdet poistetaan, muut lajit häviävät vähitellen ja simpukat jäävät jäljelle.

- d. Ekosysteemin monimuotoisuus pienenee, joten se on herkempi muutoksille. Todennäköisesti myös simpukoilta loppuu vähitellen ravinto, joten niidenkin populaatio pienenee.

7. Tuoreen kangasmetsän sukkessio

- a. Itse tuotettu sarjakuva, ei mallivastausta.

b.

Pioneerivaihe:

- valoa, vapaata kasvutilaa ja tuhkasta peräisin olevia ravinteita runsaasti
- tuhka alentaa maaperän pH:ta, joten ravinteet ovat helpommin kasvien käytettävissä
- tehokkaasti lisääntyvät ja leviävät kasvilajit runsastuvat nopeasti

Pensasvaihe:

- valon määrä vähenee
- kosteus- ja lämpöolot tasoittuvat
- ravinteita sitoutuu biomassaan, joten niiden määrä vähenee maaperässä
- lajien välinen kilpailu kiristyy

Sekametsävaihe:

- kasvilajien välinen kilpailu ankaraa
- parhaat kilpailijat menestyvät
- nuoret puut kasvavat nopeasti

Kliimaksvaihe:

- lajien välinen kilpailu vähäistä
- varjostus lisääntyy, kosteusolot tasoittuvat
- lahoavaa ainesta paljon

- c. Pioneerivaiheessa kilpailu on vähäistä, koska elintilaa ja ravinteita on runsaasti. Sen jälkeen kilpailu kiristyy. Pensas- ja sekametsävaiheessa lajien välinen kilpailu on ankaraa. Vanhassa metsässä eli kliimaksvaiheessa kilpailu ei enää ole ankaraa, koska lajit ovat saavuttaneet vakaan tilan.

- d. Pioneerilla tarkoitetaan tienraivaajaa tai uranuurtajaa. Armeijassa pioneerit rakentavat muille joukoille mahdollisuuden liikkua ja ovat ensimmäisinä paikalla. Myös pioneerilajit ovat ensimmäisinä paikalla metsäpalon tai avohakkuun jälkeen.

Tehtävien vastaukset s. 73–74

1. Kaupunki on erilainen kuin maaseutu

| | kaupunki | maaseutu |
|--------------------|--|--|
| abiottiset tekijät | <ul style="list-style-type: none"> - 1-3 astetta lämpimämpää kuin maaseudulla - 5-15 % enemmän sadetta kuin maaseudulla, mutta vesi kulkeutuu pois - valoa myös öisin - talvisin vähemmän lunta kuin maaseudulla - haitallisia päästöjä maahan, veteen ja ilmaan - melu, tallausta, kulutusta ym. häiriöitä - ympäristötekijöissä runsaasti vaihtelua | <ul style="list-style-type: none"> - viileämpää kuin kaupungissa - sadetta vähemmän, mutta se voi muodostaa pohjavettä - yöt pimeitä (paitsi keskikesällä) - enemmän lunta kuin kaupungissa - vähemmän päästöjä ja häiriöitä kuin kaupungissa |
| bioottiset tekijät | <ul style="list-style-type: none"> - kasvillisuus niukkaa, runsaslajista - kasvillisuus sukkession pioneerivaihetta - paljon tulokas- ja vieraslajeja - populaatiot rikkonaisia - reunavaikutus merkittävää - perustuotantoa vähän - hajottajia vähän - aineiden kierto avoin - ihminen ylläpitää häiriöitä | <ul style="list-style-type: none"> - kasvillisuutta runsaasti - kasvillisuus lähellä kliimaksia - lajisto vakiintunutta - populaatiot laajempia, yhtenäisiä - paljon hajottajia - aineiden kierto suljetumpi |

2. Kaupunkien ekolokerot

- Ekolokeroiden määrä on pienin kuvassa 1 ja todennäköisesti suurin kuvassa 2. Kuvan 1 paikasta puuttuu kasvillisuus lähes kokonaan, joten suoraan sen varassa elävä lajisto ei voi menestyä. Jätteitä ja seinustoilla eläviä hyönteisiä yms. syövät lajit voivat sen sijaan pärjätä. Lajisto koostuu ns. kaupunkilajeista. Mikäli tarkasteluun otetaan myös rantavesi, lajiston määrä kasvanee.
- Monipuolisin lajisto lienee kuvassa 2. Vastaus riippuu siitä, tarkastellaanko koko kuvan aluetta vai vain tiettyjä laikkuja siitä. Kuvan 2 alue lienee kuitenkin monimuotoisin ja kuvan 1 niukin ja vähiten monimuotoinen.

3. Kaupunkien monenlaiset elinympäristöt (yo s-07)

Tehtävä on jokeritehtävä, siksi asioita on mallivastauksessa lueteltu enemmän kuin hyvään vastaukseen vaadittiin.

- Ihminen muokkaa elinympäristöä. Ympäristötekijöissä suurta vaihtelua. Erilaisia ympäristöjä ovat nurmikot, puistot, kaupunkimetsät, joutomaat, puutarhat, pientaret, kaatopaikat ym.
- kaupunki-ilmastosta on ympäröivää maaseutua lämpimämpi. Pienilmastossa on suurta vaihtelua.
- Kasvien kasvukausi ja eläinten aktiivisuuskausi on pitempi kuin luonnonoloissa.
- ilma voi olla saasteisempaa (liikenne, lämmitys, pienhiukkaset)
- teollisuusmelanismia ilmenee (koivumittari) ja jäkälälajisto yleensä köyhtynyt (indikaattorilajit)
- keinovalaistus pidentää kasvien kasvu- ja kukintakautta
- sademäärä on suurempi kuin maaseudulla, koska tiivistymistä edistäviä hiukkasia on ilmassa paljon
- vesi kulkeutuu pois nopeasti viemäreissä eikä muodosta pohjavettä
- lunta on vähemmän kuin ympäristössä
- jätteiden ansiosta eläimillä on ruokaa tarjolla ympäri vuoden. Rotta-, lokki-, varis- ja naakkakannat voivat olla suuria
- viheralueilla eloperäistä kasviainesta kertyy maahan vähän, koska nurmikoita ja puistoja hoidetaan ja orgaaninen aines vietään pois. Monien aineiden kierto on sen vuoksi avoin
- maaperäeläimiä on niukasti
- ekologiset käytävät ovat eläinten kulkureittejä
- ympäristömyrkköjen rikastuminen nopeampaa kuin luonnonympäristöissä
- liikenne lisää kuolleisuutta (siili, monet linnut ym.)
- ruokinnan ansiosta monien lintulajien kanta kasvaa ja talvehtiminen onnistuu paremmin
- ihmisten ja tavaroiden liikkuvuus on suurta, mukana saapuu tarkoituksella tai tahattomasti suuri määrä vieraslajeja

Lajiesimerkkejä

- kasvilajien määrä voi olla suuri (esim. Helsingissä tavattu n. 1100 putkilokasvilajia), syynä hyvin vaihteleva ympäristö
- tulokas- ja vieraslajeja paljon (lupiini, jättiukonputki, jättipalsami)
- puistoissa ja nurmikoilla istutettuja kasvilajeja (koristekasvit, puistopuut)
- monet lajit tallausta sietäviä (piharatamo, pihatatar, pihasaunio)
- eläinlajisto yleensä niukempaa kuin ympäröivässä luonnossa
- monet luonnonvaraiset lajit ovat löytäneet uuden elinympäristön, ravintokohteen, pesäpaikan tms. eli niiden ekolokero on toisenlainen kuin luonnonoloissa (kettu, mäyrä, jotkin lepakot, orava, rusakko)
- kaupunkeihin kotoutuneita lintuja ovat kesykyyhky (pulu), tervapääsky, harakka, varpunen, lokit jne.)
- sisätiloissa asustaa erikoinen eläinlajisto (tuholaiset, seuralaislajit)
- monet tulokaslajeista voivat elää ja lisääntyä vain sisätiloissa (esim. viemäriliero, varastohämähäkki, sokeritoukka, jotkin hyönteiset)

4. Sopeutuminen kaupunkiluontoon

Tiedonhankinta- ja tutkimustehtävä, ei mallivastausta

5. Käyttäytyminen muuttuu kaupungissa

Tiedonhankinta- ja tutkimustehtävä, ei mallivastausta

6. Kaupunkien kasvillisuus

Tutkimustehtävä, ei mallivastausta

7. Viherkatot ja viherseinät

- a. Viherkatot ovat luonnonkasvillisuutta, jotka ihminen on siirtänyt tai joka on luontaisesti levinnyt rakennusten katoille.
- b. Viherkatot lisäävät kaupunkien ekologista monimuotoisuutta ja elinympäristön laatua. Viherkatoilla voidaan myös tuottaa ravintoa, esimerkiksi hunajaa. Niiden avulla vähennetään lisäksi kaupungistumisen ja ilmastonmuutoksen aiheuttamia haittoja.
- c. Kesällä viherkattojen kasvillisuus haihduttaa vettä, mikä viilentää ilmaa. Talvella viherkatto tai –seinä toimii lämmöneristeenä.
- d. mm. sopivien kasvien löytäminen eri ilmasto-oloihin, kasvien tuntemattomat haitalliset vaikutukset talon rakenteisiin, viherkaton tai seinän ylläpito.

Tehtävien vastaukset s. 84–85

1. Käsitteitä

- hiilinielu – runsaasti hiiltä sitovat ekosysteemit, joista tärkeimpiä ovat meret, metsät ja suot.
- hiilen nopea kierto – hiiltä sitoutuu eliöiden orgaanisiin yhdisteisiin tuottajien fotosynteesin kautta ja vapautuu eliöiden soluhengityksessä
- hiilen hidas kierto – hiiltä sitoutuu ja kertyy pitkäaikaisiin varastoihin kuten fossiiliseksi polttoaineiksi ja valtameren pohjan metaanivarastoiksi, niistä hiiltä vapautuu mm. tulivuorten purkauksissa, mutta myös ihmisen toiminnan vuoksi
- kasvihuoneilmiö – luontainen ilmiö, jossa ilmakehässä olevat kaasut estävät osaa maapallolta lähtevästä lämpösäteilystä karkaamasta avaruuteen. Kasvihuoneilmiö on välttämätön maapallon elämälle.
- kasvihuonekaasu – ilmakehässä oleva kaasu, joka absorboi (imee) maapallolta lähtevää lämpösäteilyä ja siten nostaa lämpötilaa maapallolla. Esimerkiksi hiilidioksidi ja metaani.
- fossiilinen polttoaine – uusiutumaton energialähde, joka on syntynyt muinoin eläneiden eliöiden jäänteistä. Fossiilisiin polttoaineisiin kuuluvat maaöljy, maakaasu ja kivihiihi. Myös turvetta voidaan pitää fossiilisena polttoaineena.

2. Hiilinielut (yo s-14)

- Ekosysteemin kokonaisperustuotantoon vaikuttavat eliöt, jotka kykenevät fotosynteesiin: vihreät kasvit (siemenkasvit, sanikkaiset, sammaleet), levät ja cyanobakteerit.

Ekosysteemissä kaikki eliöt hengittävät ja samalla vapauttavat hiilidioksidia – niin tuottajat, kuluttajat kuin hajottajatkin..

- Kesällä kuvan ekosysteemi toimii hiilinieluna: kokonaisperustuotanto on suurempi kuin ekosysteemin hengitys, jolloin hiiltä sitoutuu. Talvella perustuotantoa ei juurikaan tapahdu, mutta pieniä määriä hiiltä vapautuu hengityksen kautta (esim. maaperän hajotustoiminnasta). Tällöin ekosysteemi ei toimi hiilinieluna vaan toimii hiilen lähteenä.

Koko vuosi: Kun tarkastellaan kuvasta nettosidontaa (vihreä käyrä) koko vuoden ajalta, nollatason yläpuolella oleva alue (hiilen sidonta) on selvästi suurempi kuin nollatason alapuolinen alue (hiilen luovutus). Koko vuoden osalta ekosysteemi toimii siten hiilinieluna.

- c. Molemmat ekosysteemit toimivat hiilinieluinä. Soilla kosteissa ja happamissa oloissa kertyy turvetta, ja siten suoekosysteemin hiilivarasto kasvaa. Taimikkovaiheen metsässä hiiltä sitoutuu kasvavaan biomassaan. Myös maaperän hiilivarasto kasvaa hitaasti esim. humuksen lisääntyessä (niin taimikoissa kuin varttuneissakin metsissä).

3. Hiilen kiertokulun pääpiirteet (yo k-06)

- a.
1. Fotosynteesi; ilmäkehän hiilidioksidin sitoutuminen kasveihin, jotka muodostavat merkittävän hiilinielun ja -varaston.
 2. Hengitys; orgaanisista hiiliyhdisteistä soluhengityksessä muodostunutta hiilidioksidia vapautuu ilmäkeeseen.
 3. Fossiilisten polttoaineiden polttaminen; hiilidioksidin vapautuminen pitkäaikaisista varastoista.
 4. Maahengitys; hajottajien soluhengityksessä syntynyt hiilidioksidi vapautuu ilmaan.
 5. Kasvi- ja eläinjätteiden hapettomissa olosuhteissa tapahtuva fossiloituminen ja kertyminen pitkäaikaisiin hiilen varastoihin.
 6. Eliöiden eritteet ja kuolema; hiilipitoisten orgaanisten yhdisteiden siirtyminen hajottajille.
- b. Ekologiset seurausvaikutukset kytkeytyvät ihmisen toiminnan voimistamaan kasvihuoneilmiöön ja sen seurauksena tuuli- ja sadesuhteissa tapahtuneisiin alueellisiin muutoksiin.

Monista epävarmuustekijöistä huolimatta ennustetaan seuraavia ekologisia vaikutuksia:

- Pohjoiset lajit harvinaistuisivat ja niiden levinneisyysalueet siirtyisivät pohjoisemmiksi.
- Ohut lumipeite vaikeuttaisi talvehtimistä.
- Keväät aikaistuisivat (kukkiminen, muuttolintujen saapuminen).
- Lisääntynyt sadanta lisääisi ravinteiden huuhtoutumista vesistöihin ja johtaisi rehevöitymiseen.
- Kesäkuukausina haihdunta lisääntyisi ja maaperä kuivuisi.
- Kasvukauden piteneminen johtaisi viljelykasvien viljelyvyöhykkeiden siirtymiseen pohjoisemmaksi. Puuntuotanto lisääntyisi (sopeutuminen leudompaan ja kostempaan talveen).
- Lahottajasienten ja tuhohyönteisten lisääntyminen ja toimiminen entistä pidempään.
- Aavikoituminen ja muut muutokset suurekosysteemeissä eli biomeissa.

- c. Maanviljely nopeuttaa hiilen kiertoa: kyntäminen poistaa hiilidioksidia sitovan kasvillisuuden, muokkaus vilkastuttaa mikrobitoimintaa, maahengitys tehostuu ja hiilidioksidia vapautuu, sadonkorjuu nopeuttaa hiilen kiertoa. Luonnontilainen suo toimii hiilivarastona: turvetta muodostuu kuolleista kasveista ja syntyy alun perin ilmakehästä otetun hiilen varasto, turpeen hajoaminen (mikrobien toiminta) on alhaisen lämpötilan, hapettomuuden ja happamuuden takia erittäin hidasta.

4. Kioto ja Pariisi

- a. Kioton sopimus eli Kioton pöytäkirja on lisäys YK:n sopimukseen ilmaston lämpenemisestä. Se hyväksyttiin Japanin Kiotossa vuonna 1997.

Pariisin ilmastosopimus on 12. joulukuuta 2015 hyväksytty kansainvälinen sopimus, jonka tavoitteena on ilmastonmuutoksen pysäyttäminen. Pariisin ilmastokokoukseen osallistui 195 Yhdistyneisiin kansakuntiin kuuluvaa maata.

- b. Kioton sopimuksen mukaan pöytäkirjan ratifioivat teollisuusmaat sitoutuvat vähentämään vuosien 2008–2012 kasvihuonekaasupäästönsä alle tietyn prosenttiosuuden vuoden 1990 päästöistä.

Pariisin sopimuksessa lämpötilan nousu rajataan 1,5 asteeseen esiteolliseen aikaan verrattuna. Lisäksi siinä sovittiin kehittyneiden maiden ilmastorahoituksesta kehitysmaille. Kiina onnistui kuitenkin torjumaan itseään velvoittavan osallistumisen rahoitukseen.

- c. Jotkin teollisuusmaat (Yhdysvallat) eivät ratifioineet Kioton sopimusta, koska katsoivat sen haittaavan taloudellista toimintaa. Teollisuus- ja energiayhtiöiden lobbauksen takia poliitikot eivät tehneet myönteisiä päätöksiä. EU (mm. Iso-Britannia) ajoi tiukinta linjaa päästöjen rajoittamisessa. Kehitysmaat vaativat ja saivat siirtymäaikoja, jotta voisivat kehittää talouttaan ja teknisiä valmiuksiaan. Länsimaiden näkemyksen mukaan kehitysmaita ei voi vaatia korjaamaan ongelmaa, jota ne eivät itse ole aiheuttaneet. Pääosin ilmastonmuutos onkin seurausta teollisuusmaiden päästöistä 1800-luvulta lähtien.

Pariisissa saavutettiin yhteisymmärrys ja kaikki valtiot allekirjoittivat sopimuksen. Maat sitoutuivat pyrkimään saavuttamaan päästöjensä huippukohdan mahdollisimman nopeasti ja pääsemään päästöjen vähentämiseen.

- d. Prosessissa tulee pyrkiä toteuttamaan kestävä kehityksen periaatteita: fossiilisten polttoaineiden sijaan tulee kehittää uusiutuvia ja päästöttömiä energiamuotoja. Auringon hyödyntäminen lienee tulevaisuudessa merkittävin keino.

Rikkaiden maiden on tuettava kehittyviä ja köyhiä maita taloudellisesti, jotta nämä voivat hypätä energiantuotannossa suoraan päästöttömään toimintaan ja jättää fossiilisiin polttoaineisiin perustuvan vaiheen väliin.

Sosiaalisen kestävyuden kannalta on hyvä, jos lämpö- ja sähköenergiaa voidaan tuottaa puhtaasti ja hajautetusti lähellä ihmisiä, jotta näiden perinteinen elämismuoto voisi jatkua.

5. Ilmastonmuutoksen symboli (yo s-13)

Abioottiset tekijät: Keskilämpötilan nousu aiheuttaa jää- ja lumipeitteen supistumista. Tästä on jääkarhuille monia bioottisia seurauksia:

Yksilön kannalta:

- Ravintopula, sillä saalistaminen vaikeutuu, jääkarhu saalistaa jäältä avannoista hylkeitä
- Lisääntyminen vaikeutuu, sillä jääkarhu synnyttää poikaset lumipesiin.
- Valkoinen väri ei toimi suojavärinä sulan maan aikaan.
- Lämpeneminen vaikuttaa välillisesti koko polaarialueen ravintoverkkoon, josta jääkarhu on riippuvainen.
- Loiset ja taudit voivat lisääntyä.
- Ravinnon haussa eläin harhautuu lähelle ihmistä, jolloin vaino lisääntyy.
- Jääkarhuja hukkuu, kun uintimatkat pidentyvät.

Populaation kannalta:

- Populaatioiden pienentyessä lisääntymiskumppanin löytyminen vaikeutuu ja reviiririidat yleistyvät.
- Pirstaloituneiden populaatioiden geenipoolit pienenevät ja yksipuolistuvat, sisäsiittoisuus kasvaa.
- Syntyvyys vähenee ja kuolleisuus kasvaa.
- Kilpailu voi lisääntyä, jos eteläisiä lajeja leviää jääkarhujen elinalueelle.

Lajin kannalta

- Lajina jääkarhu on vaarantunut, ja sen uhanalaisuusaste kasvaa koko ajan. Eläintarhakasvatus ei poista jääkarhun uhanalaisuusongelmaa.
- Eteläisempien lajien (esim. karhu) leviäminen ilmaston lämmetessä jääkarhun elinalueille vaikeuttaa jääkarhun tilannetta entisestään

6. Suomen muuttuva ilmasto

Ilmaston lämpenemisen todennäköisiä vaikutuksia Suomen ekosysteemeihin:

| | |
|--|---|
| Metsät | <ul style="list-style-type: none"> - Puiden kasvu nopeutuu. Kasvua rajoittaa ravinteiden puute. - Etelä-Suomessa lehtipuiden osuus kasvaa ja kuusen vähenee. - Kuusi menestyy lehtipuita paremmin kosteilla mailla. - Mänty ja koivu yleistyvät kuivilla alueilla. - Jalot lehtipuut runsastuvat Lounais- ja Etelä-Suomessa. |
| Suot | <ul style="list-style-type: none"> - Eteläiset suotyyppit (kohosuot) levittäytyvät pohjoiseen. - Pohjoisten palsasoiden ikirouta sulaa. - Palsasoiden lajisto taantuu. |
| Sisävedet | <ul style="list-style-type: none"> - Pintavalunta ja rehevöityminen voimistuvat. - Rantojen kasvillisuus runsastuu. - Kasviplanktonin massaesiintymät runsastuvat ja aikaistuvat. - Kaloista kuha ja särkikalat runsastuvat; siika, nieriä ja taimen taantuvat. - Lumettomat ja jäättömät talvet Saimaalla uhkaavat saimaannorpan lisääntymistä. |
| Itämeri | <ul style="list-style-type: none"> - Itämerellä talvehtivien lintujen määrät ja talvehtimisalueet kasvavat (telkkä, koskelot). - Jääpeitteestä riippuvat lajit (halli, norppa) taantuvat. - Makeanveden lajit (särkikalat) hyötyvät, murtovesi- ja merilajit (turska, silakka) kärsivät. - Pohjaeliöstö voi hyötyä hapekkaan veden sekoittumisesta syvempiin vesikerroksiin. - Avainlajien (rakkolevä, meriajokas, sinisimpukka) taantuessa lajimonimuotoisuus vähenee. - Valunnan lisääntyessä rehevöityminen voimistuu, ja monet rihmalevät runsastuvat. - Monet planktonlevät ja syanobakteerit runsastuvat. - Rantakasvillisuus runsastuu (järviruoko). - Uusia vieraslajeja vakiintuu (vaeltajasimpukka, hopearuutana). |
| Tunturit | <ul style="list-style-type: none"> - Tunturipaljakka katoaa lähes kokonaan metsärajan noustessa ylemmäksi. - Tunturikoivikot voivat runsastua paljakoiden kadotessa. - Metsälajit runsastuvat ja levittäytyvät. Kettu on jo syrjäyttänyt naalin. - Kiiruna, tunturikihi, keräkurmitsa ja pulmunen taantuvat. |
| Ekosysteemi-palvelut (= luonnon ihmiselle ilmaiseksi tarjoamia palveluja) | <ul style="list-style-type: none"> - Perustuotanto ja hajotus nopeutuvat, joskin veden puute voi rajoittaa. - Monet tuhoeläinten määrää vähentävät lajit taantuvat. - Pölyttäjähönteisten ja kasvien kukinnan sekä hönteistoukkien ja niitä syövien lintujen pesinnän eriaikaisuus kasvaa. - Kasvien ja niiden siemeniä levittävien lintujen ja nisäkkäiden levinneisyysalueet saattavat eriytyä. |

7. HINKU-hanke

- a. Hankkeen tavoitteena on hillitä kasvihuonekaasupäästöjä yhdessä idoimalla sekä vahvistaa paikallista hyvinvointia esimerkiksi energiaomavaraisuuden kautta.
- b. Energiatohokkuutta parantamalla, uusiutuvan energian käyttöä lisäämällä, osallistamalla kuntalaisia mukaan.
- c. Osallistamalla ideointiin ja projektien toteutukseen.
- d. Tietoa hankkeesta ja mukana olevista kunnista löytyy seuraavalta sivulta:
http://www.hinku-foorumi.fi/fi-FI/Tietoa_foorumista/Hinkukunnat

Tehtävien vastaukset s. 99–100

1. Rehevöitymiseen liittyviä käsitteitä

- a. Vesistöjen pohjan sedimentteihin kertyneet ravinteet voivat olosuhteiden muuttuessa vapautua takaisin veteen tuottajien käyttöön ja kiihdyttää rehevöitymistä edelleen.
- b. Pohjanmerestä Itämereen tapahtuva hapekkaan ja suolaisen veden virtaus.
- c. Ympäristötekijä, joka ensimmäisenä rajoittaa eliön esiintymistä, esimerkiksi typpiravinne.
- d. Luontoon tulevaa kemiallista kuormitusta, joka on peräisin monesta hajallaan olevasta päästölähteestä.
- e. Luontoon tulevaa kemiallista kuormitusta, joka on peräisin yhdestä tietystä päästölähteestä.

2. Fosforin kierto

- a. Nukleiinihappojen, ATP:n ja solukalvojen rakennusaineiksi, eläimet luiden ja hampaiden rakennusaineiksi.
- b. Kallioperän ja maaperän fosfaattiyhdisteinä
- c.
 - Kallioperän rapautuessa siitä vapautuu fosfaatteja maaperään.
 - Tuottajat ottavat juurillaan fosfaatteja maaperästä ja muuttavat ne orgaaniseen muotoon.
 - Kasvinsyöjät ja pedot saavat tarvitsemansa fosforin orgaanisessa muodossa joko syömällä kasveja tai toisia eläimiä.
 - Hajottajat hajottavat kuolleet eliöt, ja samalla niiden sisältämät orgaaniset fosforiyhdisteet palautuvat takaisin epäorgaanisena fosfaattina maaperään.
 - Maaperän epäorgaanista fosfaattia voi huuhtoutua sadeveden mukana vesistöihin.
 - Osa vesistöihin huuhtoutuneesta fosfaatista sitoutuu pohjan sedimentteihin. Hapettomissa oloissa pohjasedimentteihin sitoutunut fosfori liukenee takaisin veteen.

3. Kasvien typensaanti (yo s-08)

- Kasvit tarvitsevat typpeä nukleiinihappojen, ATP:n ja proteiinien rakennusaineiksi.
- Kasvit saavat typen juurillaan maasta epäorgaanisina ammoniumioneina tai nitraatteina.
- Jotkut kasvit (esim. hernekasvit) elävät mutualistisessa suhteessa typensitojamikrobien kanssa. Nämä kasvit saavat ammoniumtyppensä suoraan kyseisiltä mikrobeilta.
- Maaperään vapautuu ammoniumioneja, kun hajottajat hajottavat kuolleita eliöitä, virtsaa tai ulosteita.
- Maaperään tulee nitraatteja salamoinnin tuloksena sekä kun tietyt maaperäbakteerit muuttavat ammoniumioneja nitraateiksi.
- Lihansyöjäkasvit saavat suurimman osan tarvitsemastaan tyypestä, kun ne hajottavat pyydystämiensä pikkueläinten sisältämiä proteiineja.
- Maataloudessa peltoihin lisätään typpilannoitteita viljakasvien riittävän typensaannin varmistamiseksi.
- Peltojen muokkaus lisää maan kuohkeutta ja estää siten denitrifikaatiota eli typen karkaamista ilmaan.
- Loiskasvit ”varastavat” typpeä isäntäkasviltaan.

4. Bakteerien merkitys

- Maaperässä vapaana tai jonkun kasvin kanssa mutualistisessa suhteessa elävät bakteerit sitovat typpikaasua ilmakehästä ja muuttavat sen ammoniumioneiksi tuottajien käyttöön.
- Ammoniumioneja syntyy tuottajien käyttöön myös silloin, kun hajottajat hajottavat kuolleiden eliöiden orgaanisia typpiyhdisteitä.
- Nitrifikaatiobakteerit muuttavat ammoniumionit nitraattitypeksi, jota tuottajat myös käyttävät.
- Denitrifikaatiobakteerit toimivat hapettomissa oloissa ja hajottavat maaperässä olevia nitraatteja, jolloin typpi karkaa takaisin ilmaan.

5. Kotiseudun vesien tilan tutkiminen

Tutkimustehtävä. Ei mallivastausta

6. Jätevedenpuhdistamon toiminta

Tiedonhakutehtävä. Ei mallivastausta.

7. Ravinteiden vaikutus pikkulimaskan kasvuun

Tutkimustehtävä. Ei mallivastausta

8. Hirvijärven tilan kehitys

a.

- Typpi- ja fosforiravinteiden määrän lisääntyminen aiheuttaa rehevöitymistä
- Syanobakteerit runsastuvat (sinileväkukinnot) ja vesikasvien määrä kasvaa
- Kuolleen kasvimassan määrä lisääntyy, jonka seurauksena hajotustoiminta kiihtyy ja hapenkulutus kasvaa
- Keväisin voi esiintyä happikadon seurauksena kalakuolemia
- Kasvi- ja kalalajisto muuttuu, koska valaistus ja happiolot muuttuvat. Esim. lohikalat vähenevät ja särkikalat lisääntyvät
- Rantakalliot ja kalaverkot ym. limoittuvat
- Vesi saattaa haista

b.

Maatalous

- Pelloilla käytettyjen lannoitteiden ravinteita (typpi ja fosfori) valuu sadevesien ja lumen sulamisvesien mukana lampeen.
- Suojavyöhykkeiden puuttuminen (pellot rajoittuvat suoraan lammen rantaan).
- Lannoitteiden levittämisaikojen ja lannoitteiden laadun vaikutukset.

Metsät

- Avohakkuualueelta valuu humusta ja ravinteita.
- Metsän lannoittaminen.
- Ojitettu suo
- Humushapot alentavat Hirvijärven veden pH:ta, jolloin happamoitumiselle herkät lajit kärsivät ja voivat jopa hävitä.
- Hajottajat hajottavat soilta valuvaa orgaanista ainetta (turvehumus), minkä seurauksena hapen kulutus kasvaa.

Asutus

- Järven rannalla ympärivuotista haja-asutusta ja runsaasti kesäasutusta.
- Viemäriverdet, käymälät ja kompostit, matonpesu ym.

c.

- Peltojen kyntösuunta toisin päin.
- Ei liikalannoitusta pelloille eikä metsiin
- Oikea lannoitusajankohta, etteivät esimerkiksi lumien sulamisvedet kuljeta lannoitteita järveen.
- Riittävän suuret suojavyöhykkeet pellon ja joen sekä hakkuualueiden ja järven väliin
- Toimiva jätevesien talteenotto/puhdistus.

9. Pikkulimaska rehevöitymisen ilmentäjänä (yo, s-11)

- a. Kuvaajista 1 ja 4 voi nähdä, että typen ja fosforin määrät vedessä vähenevät ajan kuluessa. Vähentäminen johtuu siitä, että pikkulimaska käyttää niitä omaan kasvuunsa ja valkuaisainetuotantonsa. Kuvaajasta 3 näkyy pikkulimaskan määrän lisääntyminen eli biomassan kasvu.
- b. Pikkulimaska käyttää vedestä typen ja fosforin omaan kasvuunsa (kuvaajat 1. ja 4.), joten näitä ravinteita ei enää riitä leville. Pikkulimaska peittää lisääntyessään veden pinnan ja estää valon pääsyä veteen, minkä seurauksena levien yhteyttämisteho heikkenee.
- c. Vesistöjen rehevöityminen johtuu liiallisesta tyypestä ja fosforista. Pikkulimaskat ”keräävät” vedestä typpeä ja fosforia tehokkaasti itseensä. Kun pikkulimaskat korjataan vedestä pois, saadaan rehevöittäviä ravinteita poistettua pikkulimaskojen mukana.

Tehtävien vastaukset s. 110–111

1. Happamoitumiseen liittyviä käsitteitä

- a. Tarkoittaa pH:n laskua maaperässä tai vedessä.
- b. Ilmaan päätyneet rikin ja typen oksidit tulevat maahan sellaisenaan painovoiman vaikutuksesta.
- c. Ilmaan päätyneen rikin ja typen oksidien reagoidessa veden kanssa syntyy rikki- ja typpihappoa, jotka tulevat maahan happamana sateena.
- d. Happamuutta osoittava luku. pH-luku vaihtelee välillä 1-14, 7 = neutraali, < 7 = hapan ja > 7 = emäksinen
- e. Havupuiden neulaskato, joka voi johtua esimerkiksi happamoitumisesta.

2. Happamoitumisen syitä ja seurauksia

- a. Lumien sulamisvedet valuvat järviin ja lisäävät veden happamuutta.
- b. Suurin osa kaloista lisääntyy keväällä. Kalojen sukusolut ja poikaset ovat herkimpää happamoitumiselle, koska niillä ei ole suojaavaa suomupeatettä.
- c. Osa ilman hiilidioksidista liukenee veteen hiilihapoksi. Ilman hiilidioksidipitoisuus on kasvanut fossiilisten polttoaineiden polton vuoksi, joten meriveteen joutuu entistä enemmän hiilihappoa. Hiilihappo ei ole pysyvä yhdiste, vaan se hajoaa edelleen bikarbonaatiksi ja karbonaatiksi, ja samalla vapautuu happamoittavia vetyioneja.
- d. Ne ovat pitkäikäisiä, kasvavat hitaasti, saavat veden ja ravinteet suoraan ilmasta tai sadevedestä, niiltä puuttuu tiivis pintasolukerros eikä lumi suojaa niitä, joten ne ovat läpi vuoden alttiita ilmansaasteille.
- e. Lehtipuut kasvattavat uudet lehdet joka kevät. Havupuissa samat neulaset ovat puussa monia vuosia, minkä seurauksena neulasten vaurioituminen haittaa havupuiden elinkykyä paljon enemmän.
- f. Niiden kalkkikuoren muodostuminen vaikeutuu, koska happamuus liuottaa kalkkia.

3. Rikin ja typen oksidit

- a. Kolmessakymmenessä vuodessa sekä rikin että typen oksidien määrä on pienentynyt, rikkidioksidin määrä huomattavasti enemmän. Kehitykseen ovat syynä savukaasujen puhdistus, autojen katalysaattorit, vähärikkisemmät polttoaineet.
- b. Suurin osa typen oksidien päästöistä on peräisin liikenteestä. Typen oksidien päästöjen pienentäminen on vaikeampaa, koska yksityisautoilu on lisääntynyt, ajonopeus vaikuttaa typen oksidien määrään, kaikissa autoissa ei edelleenkään ole katalysaattoreita, dieselautojen pakokaasuja on vaikea puhdistaa, hybridautot ovat kalliita.

4. Bioindikaattorit (yo, k-08)

Johdanto:

– Bioindikaattorilla tarkoitetaan lajia, joka on sietoisuudeltaan kapea-alainen ja jonka esiintymisestä ja yleisyydestä voidaan tehdä päätelmiä ympäristön tilasta. Esimerkiksi naavat ja lupot ovat puhtaan ilman bioindikaattoreita.

Ilman laadun muutokset:

– Johtuvat ihmisen toiminnan tuloksena syntyneistä 1. pölystä, noesta, ympäristömyrkyistä ja raskasmetalleista sekä 2. rikin ja typen oksidien aiheuttamasta happamoitumisesta. Ne ovat peräisin paikallisista päästöistä tai kaukokulkeuman mukana tulleita.

– Happamoitumisen seuraukset:

- Havupuiden neulasten vahapinta syöpyy, neulaset kellastuvat ja kuivuvat, viherhiukkaset tuhoutuvat, fotosynteesiteho heikkenee, tuholaiset iskevät helpommin.
- Maaperässä haitalliset aineet muuttuvat liukoisiksi ja vaurioittavat puiden juuria, sienirihmasto vaurioituu, puiden veden ja ravinteiden saanti häiriintyy.
- Havupuut harsuuntuvat
- Puiden rungoilla elävät jäkälät hyviä bioindikaattoreita, koska ne ottavat ilmasta kaiken veden ja ravinteet, joten myös saasteet kertyvät niihin.
- Naavat ja lupot häviävät ensimmäisinä.
- Pahimmassa tilanteessa syntyy jäkäläautio.

– Eräät perhoslajit: teollisuusmelanismi. Valinta suosii saastuneissa elinympäristöissä tummasiipisiä perhosia. Vaaleasiipiset perhoset erottuvat tummilta puidenrungoilta ja saalistus kohdistuu niihin.

– Raskasmetallit, kuten elohopea, ja ympäristömyrkyt, kuten DDT, rikastuvat huippupetoihin (esim. hylkeet). Seurauksena on mm. lisääntymishäiriöitä.

– Erilaisten toimien ansiosta ilman laatu on parantunut: savukaasujen puhdistus, katalysaattorit autoissa, vaihtoehtoiset energiamuodot, ympäristömyrkyjen kieltäminen. Seurauksena metsien ja vesien tilan koheneminen, huippupetokantojen toipuminen, melanististen perhoskantojen väheneminen.

Vesien happamoituminen:

- Happamoituneesta maaperästä huuhtoutuu veteen vesieliöille haitallista alumiinia.
- Herkimpiä happamoitumiselle ovat särki- ja lohikalat.
- Kalojen lisääntyminen häiriintyy, koska hapan vesi vahingoittaa eniten kalojen mätiä ja poikasia.
- Kalkkikuoriset lajit (simpukat, ravut) häviävät, koska eivät saa kalkkia kuorensa rakennusaineeksi.
- Plankton ja hajottajamikrobit kuolevat, vesi kirkastuu.
- Lopulta järvessä kasvaa enää rahkasammalta pohjassa.

Vesistöjen rehevöityminen:

- Johtuu haja- ja pistekuormituksen mukana tulevasta typestä ja fosforista.
- Kasvillisuuden määrä lisääntyy, erityisesti kelluslehtiset ja ilmaversoiset kasvit hyötyvät.
- Planktonin määrä lisääntyy.
- Syanobakteeriesiintymät.
- Bioindikaattorilajeja rehevöitymiselle: iso- ja pikkulimaska, vesirutto, kelluslehtiset kasvit, särkikalat lisääntyvät.
- Hajottajilla enemmän hajotettavaa, mikä voi johtaa happikatoon.
- Kalakuolemat.
- Hapen loputtua anaerobiset hajottajat alkavat mädättää orgaanista ainetta, ja sivutuotteena syntyy pahanhajuisia ja myrkyllisiä kaasuja (esim. rikkivety).
- Hapen vähetessä pohjasedimenttiin sitoutunutta fosforia alkaa liueta veteen ja rehevöityminen kiihtyy.
- Suomen vesistöjen tila parantunut mm. jätevedenpuhdistuksen ja maatalouden ympäristötoimien (mm. suojakaistat) ansiosta.

5. Jäkäläkartoitus

- Jäkäläkartoituksia on tehty useilla paikkakunnilla. Tutkimuksia ovat tehneet esim. alueelliset ympäristökeskukset. Tuloksia löytyy internetistä hakusanalla ”jäkäläkartoitus”.
- Jäkälästä kannattaa koota kouluun näytelaatikko niiden tunnistamista varten.

Malli tutkimusraportista

1. Alueen kuvaus, kartta alueesta, mahdolliset happaman laskeuman päästölähteet (lämpövoimalat, tehtaat jne.), valokuvia.
2. Tulokset
 - 2.1 Runkojäkälien peittävyys ja lajimäärät, taulukko tuloksista
 - 2.2 Löydetyt jäkälälajit
Esimerkiksi:
Kestäviä leväpeite, vihersukkulajäkälä, suomujäkälä
Melko kestäviä sormipaisukarve, keltatyvikarve, ruskoröyhelö, keltaröyhelö
Melko herkkiä harmaatyvikarve, hankakarve
Herkkiä lupot, naavat
 - 2.3 Sormipaisukarvejäkälän kuntoisuusluokat
Kartta ja valokuvia tuloksista.
3. Tulosten tarkastelu
Onko eri alueiden välillä eroja? Mistä erot johtuvat? Näkyykö päästölähteiden vaikutus?

6. Happamuuden vaikutus simpukankuorien kuntoon

Tutkimustehtävä. Ei mallivastausta.

Tehtävien vastaukset s. 125–126

1. Mikä myrkky?

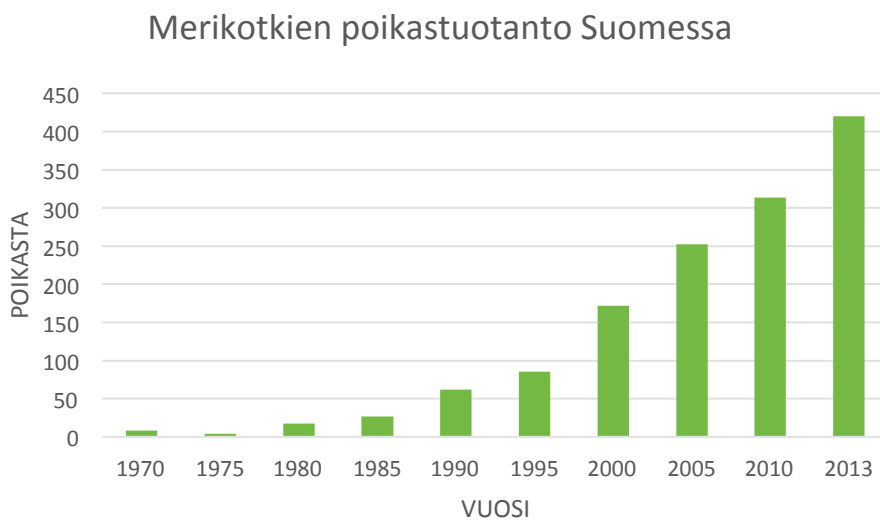
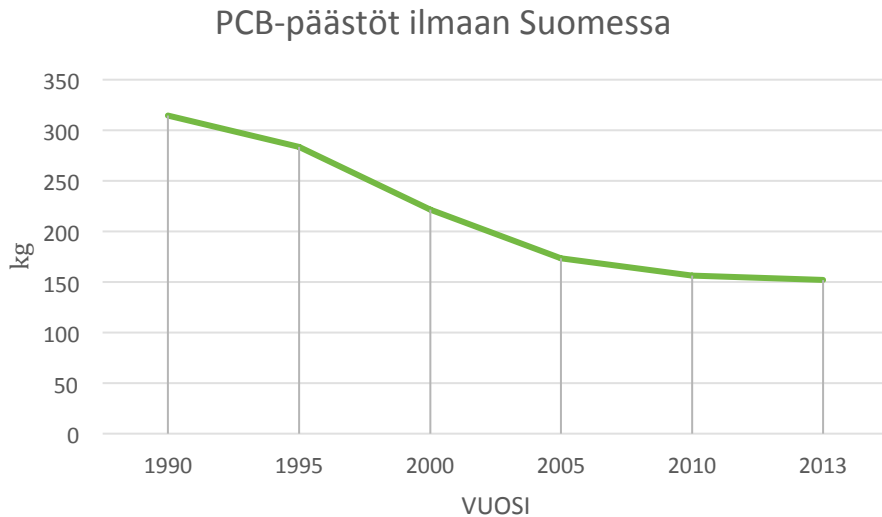
1-e, 2-b, 3-d, 4-a, 5-f, 6-c

2. Erilaisia ympäristömyrkkyjä

| Ympäristömyrkky | Alkuperä | Vaikutukset |
|-----------------|--|---|
| Elohopea | Klooritehtaat, kivihiilen poltto, maaperä, kaukokulkeutuma ilman mukana | Hermomyrkky, rikastuu ravinteketjussa |
| Kadmium | Akut ja paristot, lannoitteet, kaukokulkeutuma ilman mukana | Karsinogeeni, maksavaurioita |
| Lyijy | Akut, kaukokulkeutuma ilman mukana | Hermomyrkky |
| DDT | Hyönteisten myrkyttäminen, (malaria-alueilla), kaukokulkeutuma ilman mukana | Lisääntymishäiriöitä huippupedoissa, rikastuu ravintoketjussa |
| PCB | vanhojen sähkölaitteiden eristeet, kaukokulkeutuma ilman mukana | lisääntymishäiriöitä, karsinogeeni, rikastuu ravintoketjussa |
| Dioksiini | Muovien ja klooria sisältävien jätteiden polttaminen, teollisuus, kaukokulkeutuma ilman mukana | supermyrkky, joka aiheuttaa maksa- ja haimavaurioita, hormonitoiminnan häiriöitä ja elimistön puolustusjärjestelmän heikkenemistä sekä syöpää |
| Öljy | Öljytankkerien puhdistukset, öljyonnettomuudet, huoltoasemien päästöt | Sisältää syöpää aiheuttavia yhdisteitä (PAH), Tarttuu eläinten turkkiin tai höyheniin |

3. Merikotkakannan kehitys Suomessa

a. Huomaa otsikot, asteikot ja yksiköt



- b. Päästöt ovat laskeneet tasaisesti ja puolittuneet 20 vuoden aikana
- c. Vähentyminen on seurausta käyttökiellosta. PCB:tä joutuu kuitenkin edelleen ympäristöön Suomessa, koska vanhoja PCB:tä sisältäviä sähkölaitteita on edelleen kaatopaikoilla ja PCB:tä tulee rajojen ulkopuolelta kaukokulkeutumina.
- d. Merikotkan poikastuotanto on kasvanut erittäin nopeasti

- e. Diagrammien perusteella merikotkien poikastuotannon ja PCB-määrien laskun välillä näyttäisi olevan syy-seuraussuhde. Aineisto ei kuitenkaan riitä varmojen johtopäätösten tekemiseen, sillä merikotkien poikasmääriin voivat vaikuttaa aktiiviset suojelutoimenpiteet, ruokinta, pesimäalueiden rauhoittaminen jne.
- f. Monet ympäristömyrkyt rikastuvat ravintoketjussa. Merikotka on huippupeto, joten se saa ravintonsa mukana huomattavasti enemmän ympäristömyrkyjä kuin alemmalla tasolla ravintoketjussa (trofiatasolla) olevat linnut.

4. Kasvien sietokyvyn kehittyminen raskasmetalleille

- a. Kaivosalueilla nurmirölliä altistuvat haitallisille raskasmetalleille, mikä normaaliyksilöillä ilmenee lisääntymisen heikkenemisenä. Populaatiossa esiintyy kuitenkin raskasmetallien sietokyvyn suhteen muuntelua, joka perustuu sattumanvaraisiin mutaatioihin. Geenimutaation tuottavat uusia alleeleita populaatioon. Mikäli nämä alleelit lisäävät yksilön kykyä sietää raskasmetalleja, se saa valintaedun suhteessa muihin populaation yksilöihin. Luonnonvalinta suosii näitä raskasmetalleja sietäviä yksilöitä ja ne tuottavat eniten lisääntymiskykyisiä jälkeläisiä. Näin suuntaavan valinnan seurauksena populaatio alkaa sopeutua muuttuvaan ympäristöön.
- b. Esimerkki yhdestä tutkimustavasta testata hypoteesi

Altistuskoe laboratoriossa (erittäin pitkäkestoinen)

- yksilöitä altistetaan raskasmetalleille, siten että sukupolvi sukupolvelta raskasmetallimäärää lisätään
- valitaan jälkeläisistä parhaiten kasvavat yksilöt ja annetaan niiden lisääntyä keskenään
- kasvatetaan rinnalla vertailuryhmän yksilöitä, joiden kasvuolosuhteet (valo, vesi, lämpö ja ravinteet) ovat täysin samat, mutta joita ei altisteta raskasmetalleille
- lopuksi altistetaan testiryhmän ja vertailuryhmän yksilöitä samalle määrälle raskasmetalleja ja vertaillaan niiden kasvua ja siementuotantoa. Tärkeää on että yksilöitä on molemmista ryhmistä riittävän paljon (50 tai yli)
- kirjataan ja analysoidaan tulokset
- vedetään johtopäätökset
- esitetään tulokset

5. Muovijätteen määrä kotitalouksissa

Esimerkki tutkimuksesta

- tutkimusviikon tulisi olla mahdollisimman edustava (kaikki perheenjäsenet läsnä ja mitään erityisiä muutoksia kulutustottumuksiin ei pidä tehdä)
- muovijäte lajitellaan omaan keräysastiaan.
- tehdään luokittelu esim. muovipussit, elintarvikkeiden pakkaukset jne.
- punnitaan kukin muovijäteluokka ja tilastoidaan esim päivittäin
- selvitetään kunnallisesta jätehuollosta mitä kierrätettävälle muovijätteelle tapahtuu, mitä tapahtuu sekajätteessä olleelle muoville
- taulukoidaan tulokset
- tehdään tulosten perusteella johtopäätökset (koeta selvittää vastaako saadut tulokset keskiverto suomalaista perhettä
- raportoidaan tulokset: raportissa tulee olla seuraavat asiat: mitä tutkittiin, miten tutkittiin, tutkimustulokset (taulukkona tai diagrammina) ja johtopäätökset

Tehtävien vastaukset s. 136–137

1. Säteilyyn liittyviä käsitteitä

- a. Hiukkassäteilyä syntyy radioaktiivisessa hajoamisessa. Hiukkassäteilyssä energiaa siirtyy hiukkasten liike-energiana.
- b. Sähkömagneettinen säteily on aaltoliikettä, jonka aallonpituus vaihtelee säteilyn syntyvän mukaan, esim. valo- ja lämpösäteily.
- c. Säteilyä, joka sisältää runsaasti energiaa. Siksi se pystyy irrottamaan kohtaamansa aineen atomeista elektroneja tai rikkomaan molekyylien sidoksia. Ionit ja vapautuneet elektronit pystyvät vaurioittamaan esim. DNA- molekyyliä.
- d. Yläilmakehässä 15-30 kilometrin korkeudella sijaitseva maapalloa Auringon haitalliselta UV-säteilyltä suojaava kerros.
- e. Sähkömagneettista valoa aallonpituudeltaan lyhyempää säteilyä. Voidaan jakaa kolmeen ryhmään aallonpituuden mukaan: UVA, UVB ja UVC. Lyhyemmät aallonpituudet ovat ionisoivia.
- f. Radioaktiivinen aine lähettää ionisoivaa säteilyä, kun sen epävakaa ydin hajoaa. Useilla alkuaineilla on sekä pysyviä että radioaktiivisia muotoja, isotooppeja.

2. Testaa tietosi

- a. Väärin. Valo ja lämpö ovat välttämättömiä kasvien yhteyttämiselle. Osa säteilystä, esim. pitkät radioaallot, eivät vaikuta eliöihin millään tavalla.
- b. Oikein. Paljon energiaa sisältävä lyhytaaltainen sähkömagneettinen säteily tai hiukkassäteily vaurioittaa solun rakenteita, kun taas vähemmän energiaa sisältävä pitkäaaltainen säteily ei yleensä ole vahingollista.
- c. Väärin. Soluvaurion kannalta ei ole merkitystä, onko kyseessä luonnonsäteily vai keinotekoinen säteily. Merkitystä on kuitenkin sillä, saako ihminen säteilyannoksen pitkän vai lyhyen ajan kuluessa. Pienikin säteilyannos lisää syöpäriskiä. Lyhyen ajan kuluessa saatu suuri säteilyannos voi tuhota paljon soluja ja aiheuttaa säteilynsairauden, paikallisen vamman tai sikiövaurion.

- d. Väärin. Esimerkiksi nsäkkäiden karvat ja matelijoiden suomut estävät osaa UV-säteilystä pääsemästä ihoon saakka. Sen sijaan sammakon ohut iho päästää säteilyä helposti läpi ja aiheuttaa nopeammin soluvaurioita. Myös yksilön iällä voi olla merkitystä; poikaset ovat yleensä herkempiä säteilyvaurioille.
- e. Väärin. Infrapunasäteily on valoa pitempää lämpösäteilyä, joka ei ole ionisoivaa. Näin ollen se ei aiheuta vaurioita soluissa
- f. Väärin. Vaikka CFC-yhdisteitä ei enää joutuisikaan stratosfääriin, kestää vielä pitkään, ennen kuin kaikki aktiivinen kloori häviää yhdistymällä johonkin aineeseen tai joutumalla alailmakehään.

3. Fukushima mutanttiperhoset

- a. Perhonen on hyönteinen, jolla on täydellinen muodonvaihdos. Sen elämänkaareen kuuluu neljä eri kehitysvaihetta: muna, toukka, kotelo ja aikuinen
- b.
- toukkavaiheessa perhoset olivat erityisen herkkiä säteilyn vaikutukselle
 - radioaktiivisessa hajoamisessa syntyi ionisoivaa säteilyä, joka vaikutti sekä toukkiin että niiden ravintoon
 - ionisoiva säteily kykenee aiheuttamaan mutaation hajottamalla vesimolekyylin vetyioniksi ja sähköisesti varautuneeksi hydroksidi-ioniksi. Hydroksidi-ioni irrottaa nopeasti menettämänsä vetyatomit ottamalla sen DNA-molekyyliltä.
 - DNA:n muutokset aiheuttivat mutaatioita, jotka häyttivät solujen normaalitoimintaa. Tämä aiheutti epämuodostumia.
 - Toukkavaiheen jälkeen perhosen kehitys jatkui kotelossa, ja toukka-aikana syntyneet mutaatiot aiheuttivat kehityshäiriöitä myös kotelovaiheessa
- c. Säteilyn aiheuttamia mutaatioita tapahtui toukkien ja aikuisten perhosten eri soluissa. Sukusoluissa tapahtuneet mutaatiot periytyivät jälkeläisille ja jälkeläisten jälkeläisille aiheuttaen niille epämuodostumia.

d.

- toukkien saama säteily voi olla peräisin niiden käyttämästä ravinnosta, ympäristön säteilystä (gamma tai hiukkassäteilyä) tai molemmista
- tutkijat voivat käyttää säteilylähteen selvittämiseen altistuskokeita laboratoriossa. Tällöin muualta tuotuja tai puhtaissa olosuhteissa kasvatettuja saman lajin perhostoukkia voidaan altistaa esimerkiksi seuraavalla tavalla.
 - Ryhmä 1: altistus säteilylle + puhdas ravinto
 - Ryhmä 2: ei altistusta säteilylle + säteilytetty ravinto
 - Ryhmä 3: altistus säteilylle + säteilytetty ravinto
 - Ryhmä 4: ei altistusta säteilylle + puhdas ravinto
- kaikissa ryhmissä sama ja runsas määrä (50 tai yli) toukkia
- kaikki muut kasvatusolosuhteet kuten valo lämpö, tila ravinnonmäärä pidetään kaikilla ryhmillä samanlaisina
- tämän jälkeen toukkia kasvatetaan aikuisiksi ja lasketaan ryhmittäin epämuodostumien määrä. Ryhmä neljää tarvitaan, jotta luonnonlinen epämuodostumien määrä saadaan selville
- johtopäätöksien tekoon tarvitaan tilastollisia analyysejä, jotta sattuman vaikutus voidaan eliminoida tuloksista
- yleensä tämän tyyppiset kokeet toistetaan useampaan kertaan

4. Ydinvoima

Tietoa löytyy esimerkiksi: www.stuk.fi, www.posiva.fi, www.greenpeace.org/finland

5. Vahingollisen UV-säteilyn vaikutukset

- UV-B-säteily voi suoraan vaurioittaa DNA:ta tai proteiineja. Säteilyn seurauksena soluun voi muodostua happiradikaaleja, jotka vaurioittavat DNA:n ja proteiinien lisäksi solun kalvorakenteita.
- Solun rakenteessa ja aineenvaihdunnassa tapahtuu muutoksia. Solun aineenvaihdunta pitää yllä sen elämää, ja suuret muutokset voivat johtaa solun kuolemaan. Entsyymivauriot, jotka johtuvat joko DNA:ssa tapahtuneista geenimutaatioista tai proteiinien vaurioitumisesta, muuttavat solun biokemiaa. Solu voi myös alkaa jakautua väärässä paikassa väärään aikaan. Solulla on kuitenkin lukuisia korjausmekanismeja, joilla se pyrkii korjaamaan säteilyn aiheuttamat vauriot.

- c. UV-säteily voi vaikuttaa eliöyksilön kasvuun, lisääntymiseen ja terveyteen. Suoria vaikutuksia ovat esim. silmien ja ihon rakenteen muutokset. Epäsuoria vaikutuksia ovat perimän muutokset, jotka voivat myöhemmin johtaa syöpäsolujen syntyyn. Syöpä syntyy, kun mutaatioita tapahtuu useissa solun jakautumista ohjaavissa ja säätelevissä geneeissä.
- d. Säteilyn aiheuttamat yksilötason muutokset heijastuvat populaation syntyvyyteen ja kuolleisuuteen. Esimerkiksi havupuiden siementuotanto laskee ja kalanpoikasten kuolleisuus kasvaa. Kaikki lajit eivät ole kuitenkaan yhtä herkkiä UV-säteilylle, joten lajien lukusuhteet muuttuvat. Tämä heijastuu ravintoketjujen toimintaan. Myös perustuotannon lasku vaikuttaa ravintoketjuihin.

6. Lyhytaaltoisen säteilyn vaikutukset eliöihin

Esseetehtävä. Alla listattuna hyvästä vastauksesta löytyvät tiedot.

- näkyvää valoa lyhytaaltoisempaa säteilyä ovat: UV-, röntgen ja gammasäteily
- -UV- säteily jaetaan aallonpituuden mukaan UVA-, UVB- ja UVC- säteilyyn
- pitkäaaltoisinta on UVA- säteily, ei ole eliöille haitallista
- lyhytaaltoista säteilyä tulee maapallolle Auringosta sekä gammasäteilyä lisäksi radioaktiivisten alkuaineiden ytimien hajotessa
- säteilyn vaikutukset eliöissä riippuvat niiden sisältämästä energiamäärästä
- mitä lyhytaaltoisempaa säteily on, sitä enemmän se sisältää energiaa
- suuren energiamäärän takia lyhytaaltainen säteily tunkeutuu helposti eliöiden sisälle ja aiheuttaa niissä vaurioita
- lyhytaaltainen säteily on ionisoivaa säteilyä
- ionisoiva säteily pystyy irrottamaan kohtaamansa aineen atomeista elektroneja tai rikkomaan aineen molekyylin sidoksia
- molekyylit muuttuvat sähköisesti varautuneiksi ioneiksi
- ionit ja vapautuneet elektronit kykenevät vaurioittamaan mm. DNA:ta
- jos solu ei kykene korjaamaan vaurioitunutta DNA:ta, on seurauksena mutaatio eli pysyvä muutos perimässä
- mutaatiot voivat aiheuttaa syöpää ja epämuodostumia
- erityisen herkkiä ovat sukusolut ja kehittyvät alkiot
- sukusoluissa tapahtuvat muutokset voivat periytyä jälkeläisille
- säteilyn aiheuttamia välittömiä muutoksia ovat iho- ja muut kudolvauriot
- perimän muutokset säilyvät populaatiossa
- yksilöiden terveydentilan ja lisääntymiskyvyn heikkeneminen näkyy populaatioiden koossa
- eliöille on evoluution aikana kehittynyt suoja mekanismeja haitallista säteilyä vastaan, jotkin lajit kestävät esimerkiksi UVB- säteilyä paremmin kuin toiset
- lajien väliset kilpailuasetelmat voivat muuttua, ravintoketjut ja –verkot voivat muuttua
- useat sammakkoeläimet ja kalojen poikaset ovat herkkiä UVB- säteilylle, matelijat kestävät sitä paremmin, koska niiden iho on suompeitteinen

- UVB- säteily vaurioittaa kasvien viherhiukkasia, minkä takia fotosynteesiteho heikkenee
- fotosynteesitehon heikkeneminen vaikuttaa hiilidioksiditasapainoon ja ravinnontuotantoon
- ihmisellä runsas UVB- säteily saattaa aiheuttaa ihosyövän (melanooman), suurin riski on vaaleaihoisilla, ihon palaminen toistuvasti lisää sairastumisriskiä

Tehtävien vastaukset s. 149–151

1. Vuoriston kasvillisuusvyöhykkeet

- a. Kun nousee ylemmäksi merenpinnasta, lämpö-tila laskee noin $0,65\text{ °C}/100\text{ m}$.
- b. Kasvillisuusvyöhykkeet siirtyvät ylöspäin. Vuoriniittyjen ja tundran pinta-ala vähenee, ja jäätiköt pienenevät, kunnes lopulta kutistuvat olemattomiin
- c. Tropiikissa vuoret ovat eristyksissä toisistaan, koska niiden välisellä alavammalla alueella on savannia ja sademetsää. Siksi eri vuorten eliölajistot ovat kehittyneet erilaisiksi, koska niiden välillä ei ole voinut tapahtua geenivirtaa. Vuoret ovat ikään kuin saaria alavampien alueiden välissä.

2. Populaatiokoko ja populaation häviämistodennäköisyys

- mitä pienempi lajin populaatiokoko on, sitä suurempi on populaation häviämistodennäköisyys
- muuntelun vähäisyys
- pienellä alueella on vähemmän vaihtoehtoisia ekolokeroita
- sukusiittoisuus
- mitä kauempana alueet ovat toisistaan, sitä vähemmän geenivirtaa

3. Koralliriuttojen elämää (yo k-10)

- a.
 - lajimonomuotoisuus erittäin suuri molemmissa
 - monimutkaisia ravintoverkkoja, paljon ekolokeroita
 - runsaasti lajien välisiä suhteita (mutualismi)
- b. Perustuottajia koralliriutoilla ovat yhteyttävät levät, sademetsissä kasvit.
- c. A. polttiaiseläin (koralli), B. äyriäinen (katkarapu), C. ja D. piikkinahkainen (merisiili ja meritähti)
- d. ilmastonmuutos, turismi, kalastus, vesien likaantuminen, vesien samentuminen, happamoituminen, tulokaslajit, lisääntyvä meriliikenne, myrskyt

4. Guamin hämähäkin

- a.
- käärmeiden päästyä saarelle siellä ei ollut kilpailevia petoja, niille löytyi vapaa ekologinen lokero
 - saalistivat saaren endeemiset lintulajit sukupuuttoon
 - koska lintujen määrä väheni, niiden ravintonaan käyttämien hämähäkkien määrä kasvoi räjähdysmäisesti
 - kun linnut hävisivät, käärmeiden ekolokero muuttui ja ne alkoivat saalistaa liskoja
- b. Linnut olivat helppo saalis käärmeille, koska linnut eivät olleet tottuneet elämään käärmeiden kanssa, niille ei ollut kehittynyt puolustautumis- tai suojautumiskeinoja (ei koevoluutiota)
- c.
- laivojen ja lentokoneiden sekä niiden lastien tarkistaminen
 - käärmepopulaation pienentäminen tai tuhoaminen kokonaan
 - käärmeiden hävittäminen on työlästä ja kallista

5. Äärimmäisen uhanalaiset lajit

- a. Yhdysvalloissa, Etelä-Amerikan eräissä valtioissa (esim. Brasilia, Peru), Aasiassa (mm. Kiina, Intia, Indonesia), Madagaskarilla.
- b.
- tiheä asutus, metsien raivaaminen pelloiksi ja laitumiksi, ilmastonmuutos, öljypalmun viljely
 - esim. isopanda, jääkarhu, oranki
- c. Monissa Afrikan valtioissa, Pohjoismaissa
- d.
- Lajimäärä on luonnostaan pieni -> ei voi olla paljon uhanalaisia lajeyhdistelmiä. Esim. Saudi-Arabia.
 - Pohjoismaat: harva asutus -> vähäisempi rasite luonnolle. Lajeja suojellaan. Ihmisten asenteet pääasiassa myönteisiä suojelutyölle.
 - Afrikan maat: teollistuminen ei ole vielä päässyt kunnolla käyntiin -> alkuperäinen luonto on säilynyt ihmisen vaikutukselta -> vähän uhanalaisia lajeja. Myöskään turismi ei ole vaikuttanut (esim. metsästäminen).

6. Oravien sota Britanniassa

a.

- vieraslaji: Laji, joka ei ole alueella alkuperäinen, vaan on tullut sinne tahallisesti tai tahattomasti ihmisen mukana.
- ekolokero: Eliön, populaation tai lajin paikka, asema ja tehtävä ekosysteemissä. Ilmaisee tapaa, jolla se on sopeutunut ympäristöönsä ja hyödyntää sitä.

b.

vuosi 1940:

- eurooppalaisen oravan levinneisyysalue käsitti suurimman osan Brittein saarta.
- harmaaoravaa esiintyi vain yhdellä alueella Lontoon lähiympäristössä.
- neljällä alueella esiintyi sekä harmaaoravaa että eurooppalaista oravaa. (mm. Manchesterin ja Liverpoolin alueella.
- saaren pohjoisimmassa osassa ei esiintynyt kumpaakaan oravalajia. Syynä oli alueen puuttomuus ja karuus (nummialueita), minkä vuoksi oravat eivät löytäneet sieltä ravintoa eivätkä sopivaa elinympäristöä.

vuosi 2010:

- saaren pohjoisimmassa osassa ei edelleenkään elä kumpaakaan oravalajia.
- harmaaoravan levinneisyysalue on laajentunut käsittämään suurimman osan Brittein saarta.
- eurooppalaisen oravan levinneisyysalue on muutamana erillisenä laikkuna saaren keski- ja pohjoisosissa.
- Skotlannin etelä- ja keskiosassa esiintyy samoilla alueilla sekä eurooppalaista oravaa että harmaaoravaa.

c.

- koska eurooppalaisella ja harmaaoravalla on samanlaiset ekolokerot, on seurauksena syrjäyttävä kilpailu, jonka harmaaorava voittaa. Harmaaorava on tehokkaampi hankkimaan ravintoa kuin eurooppalainen orava.
- harmaaoravalla ei välttämättä ollut Brittein saarilla sen populaation kasvua rajoittavia tekijöitä samalla tavalla kuin eurooppalaisella oravalla (loisia, tauteja, petoja).
- ensimmäiset harmaaoravat vapautettiin luontoon ilmeisesti Lontoon alueella, koska siellä oli ainoa harmaaoravan esiintymisalue 1940-luvulla. Harmaaoravat olivat siellä ehtineet kokonaan syrjäyttää eurooppalaiset oravat.
- muiden suurkaupunkien (Liverpool, Manchester) ympäristöihin oli vapautettu harmaaoravia myöhemmin kuin Lontoossa, koska siellä eli rinnakkain sekä eurooppalaisia että harmaaoravia. Harmaaoravat eivät olleet ehtineet syrjäyttää niiltä alueilta eurooppalaisia oravia vielä 1940-luvulle mennessä.
- 2010-luvulle tultaessa harmaaorava on syrjäyttänyt eurooppalaisen oravan miltei koko Brittein saarilta.
- eurooppalaisen oravan pienet ja toisistaan erillään olevat levinneisyysalueet pienentävät lajin perinnöllistä muuntelua ja siten sopeutumista ympäristöolojen muutoksiin.

Tehtävien vastaukset s. 163–164

1. Tiikerien uhanalaisuus

- a. Uhanalaisimpia tiikerien alalajeja ovat erityisesti kiinantiikeri sekä siperiantiikeri, koska niiden populaatiokoot ovat pieniä. Vaarana on sisäsiittoisuus ja sattuman suuri vaikutus populaatioiden alleelikoostumukseen.
- b.
 - alalajien rauhoitus ja rauhoitustoimenpiteiden onnistumisen seuraaminen
 - ihmisten asenteiden muutos (ongelmana tiikerien elinten arvostaminen niiden kuviteltujen lääkinnällisten ominaisuuksien vuoksi)
 - tarhaaminen eläintarhoissa
 - tarpeeksi laajojen suojelualueiden perustaminen
 - rangaistukset tiikerien salametsästyksestä

2. Ekosysteemipalvelut

- a. marjat, sienet, riista, puu
- b. hapen tuotto, ravinteiden kierto
- c. eroosion torjunta, pölytys
- d. kaunis maisema, luonnonrauha, virkistysmahdollisuus

3. Suojelualueiden analysointi

- a. Suurempi alue tarjoaa enemmän erilaisia elinympäristöjä, ja siellä lajien populaatiokoot ovat suurempia kuin pienellä alueella, mikä lisää perinnöllistä monimuotoisuutta.
- b. Yksi yhtenäinen alue on parempi kuin monta erillään olevaa pientä aluetta, koska populaatioiden yksilöt pääsevät helpommin yhteyteen toistensa kanssa ja syntyy enemmän perinnöllistä monimuotoisuutta. Pienten erillisten alueiden haittana ovat pienet populaatiokoot ja sattuman vaikutuksen lisääntyminen populaatioissa.

- c. Lähellä toisiaan sijaitsevat alueet ovat parempia, koska silloin osapopulaatiot voivat helpommin lisääntyä toistensa kanssa ja syntyy enemmän perinnöllistä monimuotoisuutta.
- d. Vasemmanpuoleisessa kuvassa suojelualueet sijaitsevat siten, että osapopulaatioiden yhteys niiden kaikkien välillä on mahdollista. Peräkkäin sijaitsevat suojelualueet eivät mahdollista yhtä monipuolista geenivirtaa eri osapopulaatioiden välillä.
- e. Vasemmanpuoleisessa kuvassa ekologiset käytävät yhdistävät suojelualueet toisiinsa. Osapopulaatiot pystyvät helpommin lisääntymään toistensa kanssa. Oikeanpuoleisessa kuvassa suojelualueet ovat eristyksissä toisistaan.
- f. Pitkänomaisessa suojelualueessa ei synny lainkaan reunavaikutuksen ulottumattomissa olevaa ydinaluetta.

4. Tärkeät lepakot

- a. Säätelypalveluihin kuuluvaa, lepakoiden suorittamaa tuholaisten torjuntaa.
- b. Mikä merkitys lepakoilla on tuholaisten torjujina maissipelloilla.
- c. Tutkimukseen valittiin kuusi maissipeltoa. Jokainen niistä jaettiin kahteen osaan, joista toinen peitettiin yöksi verkolla ja toinen ei. Verkon tarkoituksena oli estää lepakoiden pääsy yöllä maissipelloille. Päivän ajaksi verkko otettiin pois, jotta lintujen pääsy pellolle oli mahdollista. Näin varmistettiin se, että saadut tulokset kertoivat pelkästään yöllä saalistamassa liikkuvien lepakoiden tehokkuudesta tuholaisten torjunnassa.
- d. Tutkijat vertailivat maissia syövien yökköstoukkien määriä peitetyillä ja peittämättömillä peltoaloilla. Samoin he vertailivat maissilla elävien haitallisten homeiden määriä.
- e.
 - Yökkösen toukkia oli 60 % enemmän ja ne olivat aiheuttaneet 50 % enemmän syöntituhoja peittämättömillä peltoaloilla.
 - Verkoilla suojatuilla alueilla oli enemmän kasvihomeita ja maissien fumosiinipitoisuudet olivat korkeammat. (Fumosiini on homeiden tuottama myrkky, joka aiheuttaa ongelmia karjalle.)
 - Yökköstoukat ja homeet liittyvät toisiinsa siten, että toukat ensin vioittavat kasvia syödessään sitä, minkä seurauksena homeet pääsevät infektoimaan kasveja.
- f. Miljardin dollarin arvoiseksi mitattuna pelkästään maissia syövien vaellusyökköstoukkien torjujina.

5. Luonnonsuojelua Suomessa ja maailmalla

- a. METSO-ohjelma on Suomessa metsänomistajille tarkoitettu, vapaaehtoisuuteen perustuva metsiensuojeluohjelma. Ohjelman tarkoituksena on suojella metsien monimuotoisuutta ja erityisen arvokkaita elinympäristöjä, kuten lehtoja.
- b. Natura2000- hanke on Euroopan Unionin hanke, jonka tarkoituksena on luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen suojelemalla lajeja ja arvokkaita luontotyypppejä.
- c. Erämaa-alue tarkoittaa Pohjois-Suomessa olevaa laajaa, asumatonta aluetta, joka on perustettu lain nojalla. Erämaa-alueiden tarkoituksena on mm. turvata alueiden virkistyskäyttö sekä luontaiselinkeinojen harjoittaminen.
- d. Luonnonmuistomerkki on jokin yksittäinen luonnonmuodostuma, kuten puu tai lähde, joka on suojeltu luonnonsuojelulain nojalla. Suojelun perustana voi olla esimerkiksi harvinaisuus tai maisemallinen arvo.
- e. CITES-sopimus on kansainvälinen sopimus, jolla säädellään uhanalaisilla eläin- ja kasvilajeilla, niiden osilla tai niistä valmistetuilla tuotteilla käytävää kauppaa.

6. Luonnonsuojelualueeseen perehtyminen

Tutkimustehtävä, ei mallivastausta.

7. Uhanalainen laji

Tutkimustehtävä, ei mallivastausta.

8. Metsien kestävä käyttö (yo k-13)

- tehometsänhoidon määritelmä: Talousmetsässä lajimäärä on pieni (yleensä pääosin yhtä puulajia, esim. mäntyä), puut ovat samanikäisiä, avohakkuut.
- kestävä kehityksen määritelmä: Metsien kestävä käyttö turvaa metsien riittävyyden ja elinkelpoisuuden myös tuleville sukupolville. Kestävä kehitys jaetaan neljään osa-alueeseen. ekologiseen, taloudelliseen, sosiaaliseen ja kulttuuriseen kestävään kehitykseen.
- biologisen monimuotoisuuden eli biodiversiteetin määritelmä: Elollisen luonnon monimuotoisuus, joka tarkoittaa ekosysteemien monimuotoisuutta, eliöyhteisöjen monimuotoisuutta eli lajimonimuotoisuutta sekä lajin sisäistä perinnöllistä muuntelua.
- keinot metsien biodiversiteetin turvaamiseen:
 - vähintään 10 % metsistä suojellaan (kansallis- ja luonnonpuistot, muut metsiensuojelualueet)
 - suojelualueiden oltava riittävän suuria
 - suojelualueiden väliin perustetaan ekologisia käytäviä tai ekologisia askelkiviä -> lajien perinnöllinen monimuotoisuus säilyy
 - talousmetsien metsänhoito ”pehmeämmäksi”: esim. jätetään pystyyn lahopuita
 - hakkuissa ei hakata suurta aluetta kerrallaan
 - metsien kenttäkerros pyritään jättämään mahdollisimman muuttumattomaksi

9. Ekosysteemipalvelujen merkitys

Tuottamistehtävä, ei mallivastausta.

Tehtävien vastaukset s. 176–177

1. Kestävän kehityksen käsitteitä

| Käsite | Mitä ilmaisee? | Miten määritellään? |
|-------------------------|---|--|
| ekologinen kapasiteetti | maapallon tai jonkin alueen ekologista tuotantokykyä | biologisesti tuottavan alueen laajuus / alueen asukas |
| ekologinen jalanjälki | yksilön, kunnan, valtion tms. kulutuksen ympäristövaikutuksia | kulutustarpeiden tyydyttämiseen tarvittavan maa- ja vesialueen suuruus |
| ekologinen selkäreppu | tuotteen tai palvelun tuottamisen ympäristövaikutuksia | valmistukseen, kuljetukseen ja käyttöön tarvittujen luonnonvarojen määrä (vähennettynä tuotteen omalla painolla) |
| MIPS | ekotehokkuutta | (tuotteen paino + sen ekologinen selkäreppu) / käyttökertojen määrä |
| ympäristömerkki | tuotteen tai palvelun ympäristöystävällisyyttä | puolueeton taho myöntää merkin, jos tuote täyttää ympäristökriteerit koko elinkaarensa ajalta |
| factor-4 tai factor-10 | energian käytön tehokkuutta | esim. energian kulutuksen vähentäminen 75 % tai 90 % |

2. Tarpeellista vai turhaa

Pohdintatehtävä, ei mallivastausta.

3. Ekologinen jalanjälki

Tiedonhaku- ja pohdintatehtävä, ei mallivastausta.

4. Ekologisesti kestävä kehitys (yo s-07)

Ekologisesti kestävä kehitys:

- luonnonvaroja käytetään siten, että tulevilla sukupolvilla on yhtä hyvät mahdollisuudet perustarpeidensa tyydyttämiseen kuin nykyisillä

Esimerkkejä teollisuuden piiristä:

- ravinnon ja energian tuotannossa käytetään vain uusiutuvia luonnonvaroja ja vain niiden uusiutumiskyvyn sallimissa rajoissa
- mukaan liitetään jätteiden tehokas kierrätys
- teollisuuden ja muun tuotannon ja kulutuksen päästöt vähennetään sille tasolle, että ne eivät haittaa maapallon ekosysteemin toimintaa eikä maapallon ilmasto muutu
- raaka-ainehankinnassa biodiversiteetin eli perinnöllisen monimuotoisuuden väheneminen pysäytetään
- ekotehokkuus

Esimerkkejä metsä- ja maatalouden piiristä:

- metsätaloudessa puuta korjataan vain kasvun verran ja korjuun mukana metsistä hävinneet ravinteet pyritään palauttamaan metsään (oksajätteet, tuhkalannoitus, puun kierrätys)
- metsäluonnon biodiversiteettiä pyritään pitämään yllä avainbiotooppeja säilyttämällä ja välttämällä yksilajisia 'puupeltoja'
- biologinen torjunta
- maataloudessa pyritään käyttämään menetelmiä, joilla vältetään keinolannoitteita, esimerkiksi kompostointi ja vuoroviljely (luomutuotanto)
- lähiruoka

Esimerkkejä jätehuollon piiristä:

- minimoidaan jätteen synty
- jätehuollossa kierrätysperiaate: paperi-, pahvi-, lasi- ja metallijätteet kierrätykseen
- maatuviin jätteiden keräys, kompostointi ja edelleen hyötykäyttö esimerkiksi maanrakennuksessa tärkeitä

5. Tuotteen elinkaari

- a. Raaka-aineen ottaminen luonnosta, tuotteen valmistus (jalostus), tuotteen kuljettaminen ja jakelu, tuotteen käyttö ja kunnossapito, tuotteen uudelleenkäyttö ja kierrätys, syntyvien jätteiden käsittely
- b.

| Elinkaaren vaihe | Esimerkkejä mahdollisista ympäristövaikutuksista |
|----------------------------------|--|
| raaka-aineen ottaminen luonnosta | maisemahaitat, haitat vesistöissä, maaperässä ja ilmassa |
| valmistus (jalostus) | energian käytöstä aiheutuvat päästöt ilmaan, maahan ja vesiin |
| kuljetukset ja jakelu | energian käytöstä johtuvat päästöt ilmaan (hiili, rikki, typen oksidit jne.) |
| käyttö ja kunnossapito | energian käytöstä johtuvat päästöt |
| uudelleenkäyttö ja kierrätys | mahdollinen roskaantuminen, päästöt kuljetuksista |
| jätteiden käsittely | kaatopaikat, roskaantuminen, polttamisesta aiheutuvat päästöt |

- c. Tiedonhakutehtävä, ei mallivastausta.

6. Hyvä vai paha luomu?

Luomuviljelyllä tarkoitetaan valvottua viljelyä, jossa ei käytetä kemiallisia lannoitteita, rikkakasvi-, tuhohyönteis-, sienitauti- tai bakteeritautimyrkkyjä, geenimanipulaatiota eikä kasvuhormoneja. Rikkakasvien torjuntaan käytetään kitkemistä, maanmuokkausta ja vuoroviljelyä, ja lannoitukseen kompostia ja karjanlantaa.

Etuja:

- tuotetuissa kasveissa ei ole jäämiä esim. torjunta-aineista
- luomutuotteiden väitetään olevan maukkaampia ja ravintoarvoltaan korkeampia kuin perinteisellä tavalla viljeltyjen tuotteiden
- luomuviljelyssä pidetään huolta maan viljelykunnosta kompostin levittämisen, vihantalannoituksen ja vuoroviljelyn avulla
- rehevöittäviä ravinteita ei pääse ympäristöön
- luomutuotteet ovat tavallisia kasviksia kalliimpia (voi olla etu sekä haitta)
- luomuviljely on kestävä kehityksen mukaista

Ongelmia:

- rikkakasvien torjunta on luomumenetelmillä (kitkeminen, haraus, kateviljely, vuoroviljely) työlästä eikä aina onnistu
- virallisen luomu-statusuksen saaminen ja ylläpitäminen hankalaa (monia ehtoja täytettävä)
- maan ravinnepitoisuuden ylläpito voi olla vaikeaa, sillä lanta, vuoroviljely tai vihantalannoitus eivät aina riitä
- luomutuotteet ovat tavallisia kasviksia kalliimpia (voi olla etu sekä haitta)
- äkillisiä ja laajoja kasvitauteja vaikea torjua ilman keinotekoisia myrkkyjä
- pienempi sato
- huonompi säilyvyys
- esim. juuresten ulkonäkö voi olla erilainen kuin mihin kuluttajat ovat tottuneet

7. Vastamainos

Tuottamistehtävä, ei mallivastausta.

8. Oma biosfääri

Tuottamistehtävä, ei mallivastausta.

9. Jätteiden hajoamistutkimus

Tutkimustehtävä, ei mallivastausta.

10. Kotitalouksien jätteiden kierrätys (yo s-15)

- ekologisen kestävyuden määritelmä: luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen, ekosysteemien toiminnan turvaaminen ja luonnon kestokyvyn huomioiminen

A.

| | |
|-----------------------------|---|
| biojäte | <ul style="list-style-type: none"> o koostuu orgaanisesta aineksesta, kuten ruuantähteistä o muodostaa suurimman osan (35 %) kotitalouksien sekajätteistä o voidaan kierrättää a. aerobisissa oloissa kompostoimalla -> syntyy multaa-> maanparannusaineeksi b. anaerobisissa oloissa mädättämällä -> syntyy metaania -> energiaksi |
| muovijäte | <ul style="list-style-type: none"> o osuus kotitalouksien sekajätteistä 18 % o vuoden 2016 alusta myös muovien kierrätys on tehty mahdolliseksi o ainoastaan muovilaatu p03 ei käy kierrätykseen o muovijätettä poltetaan -> saadaan energiaa o kierrätetystä muovista (esim. muovipullot) tehdään uusia tuotteita o muovijätteen kierrätys tärkeää, koska muovia tehdään öljystä, joka on uusiutumaton luonnonvara. Lisäksi muovijätettä joutuu meriin -> ongelmat eliöille. |
| paperi- ja kartonkijäte | <ul style="list-style-type: none"> o osuus kotitalouksien sekajätteistä 15 % o paperi ja kartonki tehdään selluloosasta -> kierrättämisellä säästetään neitseellistä puuraaka-ainetta ja jalostukseen kuluva energiaa |
| metallijäte | <ul style="list-style-type: none"> o osuus kotitalouksien jätteistä 3 % o metallien valmistus kuluttaa uusiutumattomia luonnonvaroja sekä energiaa (kaivos- ja jalostustoiminta). Kaivostoiminta aiheuttaa myös ympäristöhaittoja, kuten haitallisia päästöjä ja pohjaveden pilaantumista. Kierrättäminen -> ongelmat vähenevät. |
| lasi | <ul style="list-style-type: none"> o osuus kotitalouksien sekajätteistä noin 2 % o lasia voidaan kierrättää lähes rajattomasti-> säästyy energiaa ja raaka-aineita |
| puujäte | <ul style="list-style-type: none"> o osuus kotitalouksien sekajätteistä noin 2 % o haketettuna käyttö kompostoinnissa o kierrätys uusien tuotteiden rakennusaineeksi o polttaminen -> energiaa |
| sähkö- ja elektroniikkaromu | <ul style="list-style-type: none"> o osuus kotitalouksien sekajätteistä noin 0,5 % o sisältävät muovia ja erilaisia arvokkaita metalleja -> kannattaa erotella ja ottaa talteen o kierrätys: vanhan laitteen voi palauttaa siihen paikkaan, mistä ostaa uuden |
| muu sekajäte | <ul style="list-style-type: none"> o osuus kotitalouksien sekajätteistä 25 % o sisältää esimerkiksi tekstiilejä, kenkiä, toimistotarvikkeita, keramiikkatuotteita o sekin olisi mahdollista lajitella ja toimittaa asianmukaisesti kierrätyspisteisiin -> jäteasemalle menevä kuorma pienenee huomattavasti ja ekologinen kestävyys paranisi |

B.

- kierrätykseen päätyvän jätteen määrä kasvaa 30 % -> 50 % eli puoleen kaikesta jätteestä, mikä on myönteinen asia ekologisen kestävyuden kannalta
 - toteutuminen vaatii jätteiden entistä tehokkaampaa lajittelua ja kierrätystä, erityisesti sekajätteen osalta
- kaatopaikalle/jäteasemalle päätyvän jätteen määrä vähenee 30 % -> 20 %
 - vähentää kaatopaikkojen ongelmia: pinta-/pohjaveden saastuminen, hajuhaitat, metaanipäästöt, kuljetuskustannukset, ongelmajätteiden päätyminen kaatopaikoille