

Nykyaikainen kasveihin liittyvä opetus



**HARJOITUKSIA
ALAKOULUUN**

Nykyaikainen kasveihin liittyvä opetus – Harjoituksia alakouluun

Ulla Kemi¹ (toim.), Ilkka Rätinen¹, Marjaana Kangas¹, Saara Krook¹, Renata Ryplová², Jan Pokorný³, Vladimír Jirka³, Petra Hesslerová³, Jan Petr², Zbyněk Vácha², Eveline Neubauer⁴, Birgit Steininger⁴, Yvor Broer⁵, Lene Mogensen⁵, Maren Junker⁶, Sarah Dannemann⁶ ja Martin Lindner⁶

¹Kasvatustieteiden tiedekunta, Lapin yliopisto

²Faculty of Education, University of South Bohemia in České Budějovice, Czech Republic

³ENKI, o.p.s., Czech Republic

⁴University College for Agricultural and Environmental Education (UCAEP), Austria

⁵In Dialogue, Netherlands

⁶Department of Biology Education, Martin Luther University Halle-Wittenberg, Germany

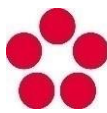
Suomenkielinen käännös: Saara Krook ja Ulla Kemi

Käännöksessä on käytetty apuna DeepL Translator -ohjelmaa.

Tämä julkaisu on Euroopan unionin osarahoittama. Julkaisussa esitetyt näkemykset kuvastavat ainoastaan kirjoittajien näkemyksiä, eikä Euroopan komissio ole vastuussa sen sisältämien tietojen mahdollisesta käytöstä.



**Euroopan unionin
rahoittama**



Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice



**LAPIN YLIOPISTO
UNIVERSITY OF LAPLAND**

Tätä kirjaa on tuettu hankkeesta EDUCATION for PLANT LITERACY, Key action 2 Partnerships for Cooperations PROJECT NUMBER - 2021-1-CZ01-KA220-HED-000030213.

Sisällysluettelo

1	Johdanto	4
1.1	Tieteen rooli yhteiskunnassa ja opetuksessa	4
1.2	Tiedekasvatus.....	5
1.3	Taiteiden rooli tiedekasvatuksessa	6
1.4	Leikillisyyden rooli opetuksessa	7
1.5	Nykykaikaisen teknologian ja digitaalisten laitteiden rooli kasvitieteen oppimisessa peruskouluissa	8
2	Lähiopetuksessa toteutettavat harjoitukset alakouluun	12
2.1	Lämpötilan kartoitus lähiympäristössä	12
2.2	Transpiraation kuluttama energia jäähdyttää kasvin pintaa	14
2.3	Paras salapoliisi – Peli koulun pihalle kasvillisuuden viilentävästä vaikutuksesta	16
2.4	Vesihöyry luonnollisena jäähdytyslaitteena	20
2.5	Kaikki lehdet eivät ole samanlaisia	22
2.6	Kukkien värien ja tuoksujen tutkiminen	24
2.7	Kasvien monimuotoisuus ja sopeutuminen: kasvien tutkiminen pienillä mobiilimikroskoopeilla (Easi-Scope)	26
2.8	Kasvien siementen levittäytymistavat	31
2.9	Metsäekosysteemi – kaikki ovat jollakin tapaa yhteydessä toisiinsa	32
2.9.1	Ryhmäversio.....	32
2.9.2	Parityöversio	33
2.10	Mitä olemme oppineet kasveilta?	36
2.10.1	Luonnon tarranauha	36
2.10.2	Lentämään oppiminen kasvien avulla.....	40
2.11	Kasvien ja muun luonnon tarkastelu	45
2.12	Poro tunturiluonnon ekosysteemissä - peli	50
3	Verkossa tehtävät harjoitukset alakouluun	55
3.1	Biodiversiteetti kartalla.....	55
3.2	Biodiversiteettinäyttely verkossa.....	59
	Lähteet	61

1 Johdanto

Ulla Kemi, Renata Ryplová ja Ilkka Ratinen

Kasvien rooli elämän mahdollistajina ja tärkeinä toimijoina ilmastonmuutoksen hillitsemisessä on kiistaton (Amprazis & Papadopoulou, 2020). Kasveilla on iso merkitys eri aineiden, aurinkoenergian ja veden kierrossa esimerkiksi fotosynteesin ja transpiraation kautta. Vaikka kasveilla on ratkaiseva roolia maapallon monimutkaisissa järjestelmissä ja ilmastonmuutoksen hillitsemisessä, kasveja on perinteisesti huomioitu eläimiä vähemmän peruskoulun opetuksessa (esim. Wandersee & Schussler, 1999; Nyberg & Sanders, 2014). Eläimet ovat usein lasten mielestä kiinnostavampia kuin kasvit. Koska kasvit eivät liiku kuten eläimet, niitä voidaan pitää merkityksettömänä osana ympäristöä, jolloin niiden tärkeä rooli maapallolla jää huomiotta. Tätä kutsutaan kasvisokeudeksi (Wandersee & Schussler, 1999). Kasvisokeus on haaste, johon täytyy puuttua, sillä kasvien merkityksen ymmärtäminen on kestävä elämän perusta (Amprazis & Papadopoulou, 2020).

Jotta kasvisokeutta voitaisiin ehkäistä, kasvit on huomioitava aiempaa paremmin opetuksessa. Peruskouluopetuksessa kasvit tulee tehdä näkyviksi ja niiden rooli elämän ylläpitäjänä on tuotava lasten tietoisuuteen. Nykyaikaisista kasveja koskevista opetusmateriaaleista on kuitenkin peruskoulussa pula. Peruskoulun ja toisen asteen opettajat ovatkin ehdottaneet, että kasvitieteeseen liittyvien aineiden opetus olisi mielenkiintoisempaa aktiivisten opetusmenetelmien avulla (Kletečki ym., 2023).

Tässä kirjassa on alakouluun 12 lähiopetuksessa toteutettavaa harjoitusta ja kaksi verkossa toteutettavaa harjoitusta. Koska alakoululaisten lasten ikä vaihtelee eri Euroopan maissa, kohderyhmä on ilmoitettu ikähaarukkana eikä luokka-asteina. Suurin osa kirjan harjoituksista soveltuvat 6–12-vuotiaille. Taustateoriat harjoituksissa käytetyistä opetusmenetelmistä sekä käsiteltävien biologisten ilmiöiden perustasta selitetään yksityiskohtaisesti *Kasvilukutaito – opettajan käsikirjassa*, joka on saatavilla ilmaiseksi usealla kielellä osoitteessa <https://planteducation.eu/>. Kirjassa esitellyjä harjoituksia on testattu ja pilotoitu kouluissa ja opettajankoulutuksessa Suomessa, Tšekissä, Itävallassa, Saksassa ja Alankomaissa.

1.1 Tieteen rooli yhteiskunnassa ja opetuksessa

Ilkka Ratinen

Yhteiskunnallis-luonnontieteellisten aiheiden (SSI, *socioscientific issues*) käsittely mahdollistaa oppilaille tieteeseen liittyvien kysymysten eettisten ja moraalisten ulottuvuuksia pohtimisen. Tähän pedagogiseen strategiaan liittyy sosiaalinen vuorovaikutus ja moraalisten ulottuvuuksien käsittely, mitkä ovat tärkeitä tieteellisissä lukutaidoissa (Zeidler ym., 2005), kuten kasvilukutaidossa. Kasveja on hyödynnetty kouluopetuksessa vähemmän kuin eläimiä, mutta SSI-kehys voi auttaa käsittelemään luontoa kasveineen ympäristönä, joka edistää oppijoiden sitoutumista kouluun ja muuhun ympäröivään ympäristöön. Omaan ympäristöön kiinnittyminen on tärkeää vastuullisen kansalaisuuden kehittymisen kannalta (ks. Zeidler, 2014). Ilman tietoa kasveista sekä niiden toiminnasta ja vuorovaikutuksesta muiden lajien ja ilmaston kanssa, ei voi syntyä vastuullisia asenteita niitä kohtaan. Tieto yksinään ei kuitenkaan riitä. Meidän on osattava opettaa kasveihin liittyviä asioita lapsille innostavasti. SSI auttaa luomaan sopivan kontekstin, koska sen tavoitteena on helpottaa oppijoiden päätöksentekotaitoja, parantaa heidän tieteellistä lukutaitoaan, edistää älyllistä kasvua, edistää moraalista kehitystä ja rohkaista yhteisölliseen sitoutumiseen paikallisissa, sosiaalisissa ja globaaleissa kysymyksissä (Chowdhury ym., 2020). Metsät, niityt, puutarhat ja muut paikat, joissa kasvit kasvavat, tarjoavat ainutlaatuisia oppimisympäristöjä SSI:n toteuttamiseen oppitunneilla.

Kasvit ovat monin tavoin vuorovaikutuksessa maaperän, veden ja ilmakehän kanssa; ilman kasveja maailmaa, jossa nyt elämme, ei olisi olemassa (*Kasvilukutaito – opettajan käsikirja*, <https://planteducation.eu/>). Kasvilukutaito on luonnontieteellisen lukutaidon jatkeena keskeisessä asemassa kestävän kehityksen tavoitteiden (SDG, *sustainable development goals*) saavuttamisessa. Kasvilukutaidon kehittäminen antaa oppijoille mahdollisuuden ymmärtää kasveja ja niiden roolia maapallolla sekä toimia niin, että kasvit voivat jatkossakin ylläpitää (esim. O₂-taso), edistää (esim. biologinen monimuotoisuus) ja säädellä (esim. ilmasto) elämää maapallolla. Kasvit liittyvät siis aina kestävän kehityksen tavoitteisiin. Ympäristökysymysten käsittely on kestävän kehityksen tavoitteissa keskeistä, mikä näkyy useassa tavoitteessa, kuten puhtaan veden saatavuuteen ja ilmastotoimiin liittyvissä tavoitteissa (SDG 6 ja 13), (Nilsson ym., 2016). Kasveihin perustuvaan opetukseen sitouttaminen SSL:n avulla helpottaa kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttamista edistämällä kriittistä ajattelua ja tieteellistä lukutaitoa. Kestävän kehityksen tavoitteet tarjoavat puitteet kasveihin liittyvään opetukseen sekä koulutuspoliittisiin päätöksiin. Oppilaitosten ja yhteisöjen on edistettävä kasvilukutaitoa kestävän tulevaisuuden varmistamiseksi. On tärkeää sisällyttää tiede- ja teknologiaosaamisen kehittäminen osaksi opetusta, jotta kasvilukutaitoa voidaan edistää ja kestävä tulevaisuus varmistaa.

1.2 Tiedekasvatus

Ilkka Ratinen

Luokahuoneessa ja ulkona kasveihin liittyvän tiedon oppimista voidaan helpottaa tutkivan oppimisen avulla (*Kasvilukutaito – opettajan käsikirja*, <https://planteducation.eu/>). Tutkivan oppimisen periaatteet on kuvattu yksityiskohtaisesti *Kasvilukutaito – opettajan käsikirjassa*. Käsikirjassa tuodaan esiin myös näkökulmia luonnontieteen keskeisestä roolista koulutuksessa ja yhteiskunnassa, kuten myös *National Research Council* on esittänyt (Minner ym., 2010). Keskeiset tutkivan oppimisen periaatteet ovat:

1. **Sitoutuminen** tieteellisiin kysymyksiin. Opetuksessa oppilaat sitoutuvat oppimiseen todennäköisimmin silloin, kun he käsittelevät tieteellisiä kysymyksiä. Näin oppijoissa voidaan herättää uteliaisuutta ja kiinnostusta.

Miksi sama puu näyttää erilaiselta Lapissa ja Wienissä?

2. **Todisteiden** merkitys. Oppijoita kannustetaan asettamaan todisteet tärkeysjärjestykseen. Empiirisiin todisteisiin nojaavalla tieteellisellä menetelmällä on ratkaiseva rooli oppimisprosessissa. Keskittymällä todisteisiin oppijat saavat hyvät valmiudet tieteellisiin periaatteisiin perustuvien selitysten kehittämiseksi ja arvioimiseksi.

Seuraavat kuvat esittävät eroja. Mikä on todiste? Mitä voit nähdä?

3. **Selitysten** laatiminen todisteista. Tieteen prosessiin kuuluu selitysten rakentaminen todisteiden pohjalta. Oppijoiden odotetaan sekä keräävän tietoa että syntetisoivan sitä perusteltujen selitysten muotoilemiseksi. Tämä vahvistaa ajatusta siitä, että tieteellinen tieto on peräisin todisteiden järjestelmällisestä analysoinnista.

Kaksi todistetta ei riitä tieteelliseen päättelyyn. Hanki lisää todisteita ja tee synteesi selityksestäsi.

4. Selitysten **arviointi** eri vaihtoehtojen valossa. Tieteellisen ajattelun kriittinen näkökohta on omien selitysten arviointi vaihtoehtoisten selitysten valossa. Tämä edistää tieteellisten käsitteiden syvempää ymmärtämistä ja kannustaa oppijoita tarkastelemaan useita näkökulmia, mikä vahvistaa ennakkoluulottomuuden ja kriittisen ajattelun merkitystä.

Olet tarkastellut vain yhtä lajia, koivua. Entä muut kukkivat kasvit? Miten ne eroavat toisistaan? Vertaile myös Lapin ja Wienin kasveja. Millaisia eroja näet nyt?

5. **Viestintä** ja selitysten **perusteleminen**. Tehokas viestintä on luonnontieteiden keskeinen taito. Oppijoiden odotetaan paitsi muotoilevan selityksiä myös kertovan ja perustelevan niitä. Tämä korostaa tieteellisten ajatusten selkeän ja johdonmukaisen ilmaisun merkitystä sekä kykyä puolustaa perustelujaan näyttöön perustuen.

Mitä enemmän todisteita sinulla on, sitä enemmän voit nähdä johdonmukaisia eroja. Mitkä ovat mielestäsi tärkeimmät syyt siihen, että Lapissa ja Wienissä on erilaisia kasveja?

Kasveihin perustuva opetus on muutakin kuin pelkkää faktojen omaksumista; siihen kuuluu aktiivinen perehtyminen kysymyksiin, näyttöön perustuva päättely, ajatusten kriittinen arviointi ja tieteellisen ymmärryksen viestiminen. Lisäksi erilaisten selitysten arviointi korostaa tieteellisen tiedon muuttuvaa ja kehittyvää luonnetta.

1.3 Taiteiden rooli tiedekasvatuksessa

Ulla Kemi ja Renata Ryplová

Yksi tiedekasvatuksen tavoitteista on tehdä luonnontieteiden oppimisesta houkuttelevampaa lapsille. Lapsia pyritään rohkaisemaan opiskelemaan luonnontieteitä ja ehkä jopa tulemaan jonain päivänä tutkijoiksi itsekin. Yhä harvemmat lapset ja nuoret ovat kuitenkin kiinnostuneita ryhtymään tutkijoiksi (Braund & Reiss, 2019). Taiteellisten menetelmien sisällyttäminen tiedekasvatukseen on nähty mahdollisuutena tehdä tieteestä ymmärrettävämpää ja tieteellisestä urasta houkuttelevampaa lapsille. On jopa esitetty, että luonnontieteellistä tietoa on mahdotonta oppia ilman taiteellisten menetelmien huomioimista oppimisprosessissa (Braund & Reiss, 2019).

Taiteen ja tiedekasvatuksen yhdistäminen voi auttaa oppijoita ilmaisemaan ajatuksiaan, ideoitaan ja tunteitaan siten, että myös luovuuden mahdollisuudet otetaan huomioon (Izadi, 2017). Taiteelliseen ilmaisuun vaikuttavat usein kulttuuriset tekijät, joten taiteen ja tiedekasvatuksen yhdistäminen voi auttaa ymmärtämään myös kulttuurien monimuotoisuutta (Izadi, 2017), mikä on välttämätöntä kestävän globaalin tulevaisuuden saavuttamiseksi. Joidenkin tutkijoiden mielestä luova ajattelu on yksi tärkeimmistä tutkijan taidoista (Braund & Reiss, 2019). Näin ollen taiteiden sisällyttäminen luonnontieteiden opetukseen voi auttaa oppijoita kehittämään taitojaan, jotka ovat tärkeitä luonnontieteiden oppimisessa ja tieteellisellä uralla.

Erityisesti kasvitieteen oppitunneilla on havaittu, että lapset, jotka osallistuvat taidetoimintaan, kuten kasvien piirtämiseen tai niiden osien mallintamiseen, oppivat tunnistamaan muita paremmin kasvien yksityiskohtia ja erilaisia toimintoja. Bowkerin ja Tearlen (2007) tutkimuksen mukaan realististen piirrosten tekeminen kasveista voi johtaa parempaan ymmärrykseen niiden anatomiasta ja ekologiasta. Musiikki voi myös edistää tiedon muistamista, jopa niinkin vaikean aiheen kuin

fotosynteesin osalta. Laulut fotosynteesistä tai kasvien vesitaloudesta sitouttavat lapsia, jolloin heidän on helpompi muistaa näiden prosessien keskeiset käsitteet (Lynch & Simpson, 2021).

Draamallisten elementtien, kuten roolileikkien, käyttö opetuksessa, jossa lapset esittävät kasvien osia (esim. juuria, lehtiä tai siemeniä), ei ainoastaan syvennä ymmärrystä eri kasvinosien toiminnasta, vaan myös vahvistaa empaattista suhdetta kasvien rooliin luonnossa (Braund & Reiss, 2006). Tehokkaimpia ovat kuitenkin lähestymistavat, joissa yhdistetään useita taidemuotoja (Wilson, 2011). Modernit haasteet, kuten kestävän tulevaisuuden saavuttaminen, edellyttävät moderneja ratkaisuja. Luovaa ongelmanratkaisua voidaan harjoitella koulussa yhdistämällä taide- ja luonnontieteiden opetusta. Taide voi auttaa oppijoita tunnistamaan yhteyksiä eri tieteenalojen välillä (Izadi, 2017).

STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) ja Arts -oppimiskäsityksen yhdistelmä on STEAM. (Yksityiskohtainen kuvaus tästä opetuslähestymistavasta on *Kasvilukutaito – opettajan käsikirjassa*, <https://planteducation.eu/>). Kyseessä on pedagoginen lähestymistapa, jossa yhdistetään eri tieteenaloja luovuuden, kriittisen ajattelun ja käytännönläheisen oppimisen edistämiseksi. Lisäksi STEAM-opetuksella voidaan esittää kasvit lapsille elävinä organismeina, joilla on korvaamaton rooli luonnossa. Tämä mahdollistaa myös empatian kehittymisen kasveja kohtaan. Wilsonin (2011) tutkimus osoittaa, että useiden taidemuotojen integroiminen ympäristökasvatukseen johtaa syvempään emotionaaliseen yhteyteen luontoon, mikä on keskeinen edellytys ympäristövastuun kehittymiselle. STEAM-opetus vahvistaa lasten kasvitietoisuutta ja auttaa heitä yhdistämään teoreettisen tiedon käytännön ympäristöhaasteisiin, mikä tekee siitä keskeisen välineen nuoren sukupolven valmistamisessa tulevaisuuden haasteisiin.

1.4 Leikillisyyden rooli opetuksessa

Marjaana Kangas

Leikillisuus on olennainen osa ihmisyyttä ja oppimista. Se on mielentila ja asenne, jolle on ominaista sisäinen motivaatio ja halu tutkia ympäröivää maailmaa (Csíkszentmihályi, 1990; Brown, 2009). Leikkimielisyys tuottaa oppimisen iloa, ja sitä voidaan tukea tarjoamalla oppijoille mahdollisuuksia tiedon luomiseen ja yksilöllistämällä oppimisen olosuhteita (Reeve, 2022). Leikillisyyteen voidaan liittää mielikuvitusmaailmojen luominen sekä avoimuus ideoilla ja uusilla mahdollisuuksilla leikkimiseen (Egan, 2005). Leikillisuus oppimisessa aktivoi aivoja ja edistää ajatuskokeilujen tekemistä ja epätavanomaisten ratkaisujen keksimistä. Monet innovaatiot ja tieteelliset keksinnöt juontavat juurensa ihmisen leikillisyyteen, joten se on olennainen prosessi tieteellisessä luovuudessa (Bateson & Martin, 2013).

Leikillinen oppiminen tarkoittaa kokonaisvaltaista, vuorovaikutteista ja oppijakeskeistä lähestymistapaa, jolla voidaan pienentää akateemisen oppimisen ja ihmismielelle luontaisen leikillisen tutkimisen välistä kuilua. Leikilliset oppijat ovat aktiivisia tiedon rakentajia, jotka voivat jakaa ideoita ja käyttää mielikuvitustaan. He todennäköisesti paneutuvat syvällisesti sisältöön ja käyttävät luovuuttaan ongelmanratkaisussa. Leikillisessä oppimisessa luovuus, tunteet, narratiivisuus, yhteistyö ja kehollisuus nähdään oppimisen olennaisina elementteinä (Kangas ym., 2017). Kaikkia näitä voidaan hyödyntää luonnontieteiden oppimisessa. Oppiminen on mielen, käsien ja kehon toimintaa. Sopivien medioiden, digitaalisten välineiden tai taidepohjaisten välineiden käyttäminen on avainasemassa leikillisessä oppimisessa. Aivan kuten tutkijat käyttävät työssään erilaisia välineitä, leikkimielisiä oppijoita kannustetaan hyödyntämään erilaisia oppimisvälineitä osana tutkimista.

Leikillisuus luonnontieteiden opetuksessa avaa uusia mahdollisuuksia tutkivaan oppimiseen. Se rohkaisee oppijoita esittämään kysymyksiä, pohtimaan ”mitä jos” -skenaarioita (Craft, 2004),

tekemään havaintoja ja etsimään yhteyksiä eri ilmiöiden välille. Leikillisessä oppimisessa oppilaat eivät vain noudata annettuja ohjeita ja sääntöjä, vaan luovat myös uutta, ja kehittävät ja testaavat omia hypoteesejaan. Tämä lähestymistapa voi lisätä oppijoiden uteliaisuutta, oppimisen iloa, luovaa ajattelua ja ongelmanratkaisutaitoja – ja samalla vahvistaa heidän toimijuuden tunnettaan (Boysen ym., 2022).

1.5 Nykyaikaisen teknologian ja digitaalisten laitteiden rooli kasvitieteen oppimisessa peruskouluissa

Renata Ryplová, Jan Pokorný, Vladimír Jirka ja Petra Hesslerová

Nykyaikaisen teknologian, kuten mittauslaitteiden, digitaalisten työkalujen ja verkko-oppimisalustojen, integrointi on muuttanut eri oppiaineiden opetusympäristöjä, mukaan lukien kasvitieteen aiheet peruskouluissa. 2020-luvun peruskoululaiset kuuluvat alfa-sukupolveen, jota kutsutaan myös ”kosketusnäyttösukupolveksi” (Pogue, 2015). Tämä sukupolvi on tottunut saamaan tietoa digitaalisen teknologian, tablettien, älypuhelinien jne. avulla jo varhaislapsuudesta lähtien. Niinpä oppiminen näiden teknologioiden avulla on heille luonnollista.

Nykyaikainen teknologia tarjoaa mahdollisuuksia tehdä kasvitieteestä helpommin lähestyttävää ja kiinnostavaa. Digitaalisten mikroskooppien, lisätyn todellisuuden (AR) sovellusten ja pelillistettyjen verkko-oppimisalustojen kaltaiset välineet mahdollistavat vuorovaikutteisen ja visuaalisesti houkuttelevan opetuksen, joka vastaa nykyisten digitaalisesti taitavien oppilaiden oppimismielityksiä (Smith ym., 2020).

Nykyaikaiset teknologiat kannustavat yhteistoiminnalliseen oppimiseen, sillä oppilaat voivat tehdä yhteistyötä projekteissa pilvipohjaisten työkalujen avulla. Tämä ei ainoastaan paranna ryhmätöitä vaan edistää myös vertaisoppimista, joka on yhdistetty parempiin akateemisiin tuloksiin (Smith ym., 2020).

Digitaalisten mittalaitteiden hyödyntäminen opetuksessa antaa oppilaille käytännön taitoja, jotka ovat arvokkaita heidän tulevaa koulutustaan ja uraansa ajatellen. Lisäksi nämä välineet tekevät oppimisprosessista passiivisen sijaan aktiivisen, mikä edistää kriittistä ajattelua ja ongelmanratkaisukykyä (Johnson ym., 2021).

Digitaaliset visuaaliset laitteet: Nykyaikaiset visuaaliset laitteet, kuten digitaaliset mikroskoopit, antavat oppilaille mahdollisuuden tutkia kasvien mikroskooppista maailmaa korkealla resoluutiolla. Tällaiset laitteet tekevät lehtien, varsien ja solurakenteiden monimutkaiset yksityiskohdat näkyviksi, mikä herättää uteliaisuutta ja kiinnostusta. Johnsonin ja kollegoiden (2021) tutkimus osoittaa, että digitaalisia mikroskooppeja käyttävien oppilaiden ymmärtämiskyky ja opitun muistaminen kasvoivat 40 % verrattuna perinteisiin välineitä käyttäviin oppilaisiin.

Verkko-oppimisalustat: Verkkoalustojen käyttö kasvitieteen projekteissa on antanut oppilaille mahdollisuuden tehdä yhteistyötä ja käyttää erilaisia resursseja. Näiden alustojen avulla opettajat voivat myös muokata sisältöä yksilöllisesti oppilaiden tarpeiden mukaan, mikä edistää parempaa oppimista ja sitoutumista (Lee & Wu, 2022).

Digitaaliset mittalaitteet – lämpökamerat, IR-lämpömittarit, solarimetrit (Kuvat 1–3): Näiden mittalaitteiden avulla oppilaat voivat havainnollistaa ja mitata kasvien prosesseja, joihin liittyy lämpötilan muutoksia reaaliajassa. Nämä laitteet helpottavat keskeisten biologisten käsitteiden, kuten transpiraation, tai kasvien ja ympäristön vuorovaikutuksen syvällisempää ymmärtämistä.

Yksi lämpökameroiden ensisijaisista sovelluksista kasvitieteen opetuksessa on kasvien transpiraation tutkiminen (Ryplová & Pokorný, 2020). Transpiraation aikana vesi haihtuu kasvin lehdistä ilmarakojen kautta, mikä aiheuttaa jäähdytysvaikutuksen. Lämpökameroiden avulla oppijat voivat tarkkailla lämpötilan vaihteluita lehtien pinnoilla ja etsiä yhteyksiä ilmarakojen aktiivisuuteen. Grantin ym. (2006) tutkimukset ovat osoittaneet, että tällaiset visualisoinnit tekevät abstrakteista käsitteistä konkreettisia ja parantavat nuorten oppijoiden ymmärtämistä ja opitun muistamista.

Haihtumiseen eli kasvin sisältämän veden siirtymiseen nestemäisestä tilasta kaasumaiseen tilaan käytetään 50–70 % aurinkoenergiasta. Tämä energia varastoituu vesihöyryyn latenttina lämpönä, eikä sitä siksi voida käyttää ympäröivän ilman lämmittämiseen. Näin kasvit jäädyttävät itseään ja ympäristöään. Puu, jonka latvuksen säde on 4 metriä, haihduttaa noin 200 litraa vettä kirkkaana kesäpäivänä Keski-Euroopassa (auringonpaistetta on noin 10 tuntia). Tiedämme, että yhden litran veden höyrystymiseen normaalipaineessa ja 20 °C:n lämpötilassa käytetään 2,45 MJ energiaa. Tämä on noin 0,68 kWh saapuvaa aurinkoenergiaa. Näin ollen 1 litran veden haihduttamiseen kuluu 0,68 kWh aurinkoenergiaa. Täysikasvuinen puu kuluttaa siis 200 litran veden haihduttamiseen 136 kWh aurinkoenergiaa. Jos puu kaadetaan, aurinkoenergia ei varastoidu vesihöyryyn, vaan se lämmittää pintaa, jolle se kohdistuu; tältä pinnalta ympäröivä ilma lämpenee. Sen vuoksi alueilla, joilla ei ole vettä ja joilla ei ole vettä haihduttavaa kasvillisuutta, mitataan korkeampi pintalämpötila lämpökameralla tai IR-lämpömittarilla (Pokorný ym., 2010).



Kuva 1. Pieni lämpökamera.

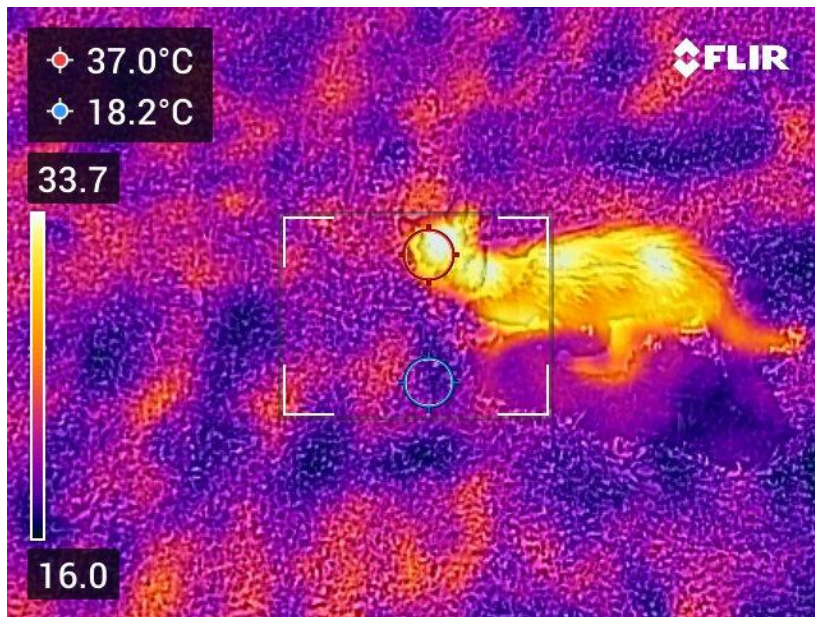


Kuva 2. IR-lämpömittari.



Kuva 3. Solarimetri.

Lämpökameran avulla (Kuva 1) jopa pienet lapset voivat nähdä, miten ympäröivä kasvillisuus jäädyttää ihmistä tai muita eläimiä (Kuva 4).



Kuva 4. Kuumina päivinä kasvit voivat myös viilentää eläimiä. Tässä lämpökuvassa on kissa ruohikolla. Kissan ruumiin pintalämpötila on 37 °C, kun taas ruohon pintalämpötila on 18,2 °C.

Kirkkaana kesäpäivänä ihmiskehon pintalämpötila on korkeampi kuin puun varjon lämpötila (Kuva 5).



Kuva 5. Ihmiset viilentävät itseään puiston puiden varjossa, koska heidän ruumiinsa lämpötila on korkeampi kuin puun varjossa vallitseva lämpötila.

Vertailemalla IR-lämpömittareilla mitattuja pintalämpötiloja ja solarimetrillä mitattua auringonsäteilyn voimakkuutta puun varjossa ja auringossa lapset voivat selvittää kasvillisuuden viilentävän vaikutuksen (Kuvat 6 ja 7).



Kuva 6. Puun varjossa voidaan mitata lämpötila 24,1 °C sekä auringonsäteily 74 W.m⁻².



Kuva 7. Jalkakäytävällä auringonpaisteessa auringonsäteily on 826 W.m-2 ja pintalämpötila 46,7 °C.

2 Lähiopetuksessa toteutettavat harjoitukset alakouluun

2.1 Lämpötilan kartoitus lähiympäristössä

Ilkka Ratinen ja Ulla Kemi

Tämä harjoitus osoittaa kasvillisuuden aiheuttaman lämpötilan vaihtelun. Tehtävä perustuu tutkivaan oppimiseen ja taidelähtöiseen oppimiseen.

Tavoitteet:

Oppija oppii

- miten kasvit viilentävät ympäristöä
- tekemään lämpökartan
- suunnittelemaan, toteuttamaan ja arvioimaan ohjattuun tutkivaan oppimisen ja taiteeseen pohjautuvan oppimistehtävän

Harjoituksen kesto:

- 90 min

Tarvittavat materiaalit:

- Lämpökamera
- IR-lämpömittari
- Maalaus- tai piirtämistarvikkeet
- Älylaitteen kamerasovellus

Ikätaso:

- 12–13-vuotiaat

Työvaiheet:

1. **Sitouttaminen:** Ota lämpökamerakuvia luonnosta ja tutki niitä oppilaiden kanssa. Keskustelkaa lämpötilan eroista ja niiden syistä. Kerää oppijoiden aiempaa tietoa.
2. **Tutkiminen:** Oppilaat ovat ulkona aurinkoisella säällä. Pyydä heitä valitsemaan puu, jonka he haluavat mitata. Ennen lämpötilan mittaamista heidän on päätettävä, kuinka monta mittauspistettä tarvitaan puun lämpökartan tekemiseen. Helpoin tapa arvioida tämä on ottaa puusta valokuva ja muokata sitä lisäämällä sen päälle ruudukko. Kun kaikki mittaukset on tehty, työ jatkuu sisätiloissa. Luokahuoneessa oppilaat maalaavat mittaamansa ja kuvaamansa puun. Käytetyt värit perustuvat oppijoiden määrittelemään asteikkoon, joka perustuu annettuun lämpötila-alueeseen. Valmiissa maalauksissa näkyy sama periaate lämpötilan vaihtelusta kuin todellisessa lämpökamerakuvassa, mutta paljon pienemmällä resoluutiolla (vähemmän pikseleitä).
3. **Selittäminen:** Tehtävän jälkeen oppilaat keskusteleivat ryhmissä tuloksista ja pohtivat, miten ja miksi lämpötila vaihteli puiden eri osissa. He vertailevat myös todellisen lämpökamerakuvan ja oman maalauksensa välistä eroa.

4. **Kehittäminen:** Oppilaat tekevät ryhmänä näyttelyn koulun käytävälle. Tässä näyttelyssä he jakavat oppimiskokemuksensa laajemmalle yleisölle. Näyttelyyn kuuluu infotaulu, jossa selitetään transpiraation teoriaa ja sen soveltamista yksinkertaiseen lämpökamerakartoitukseen.
5. **Arvioiminen:** Oppilaat keräävät vertaisarviointia näyttelyssä kävijöiltä. Tätä varten näyttelyn viereen asetetaan tabletti.

Vertaisarviointi

Arvioitavat osa-alueet	😊	😞	En osaa sanoa
Tämän harjoituksen perusteella ymmärrän, että kasvien transpiraatio jäähdyttää ympäristöä			
Ymmärrän lämpökuvauksen perusteet			
Tiedän, miten maalataan lämpökuva			
Mielestäni harjoitus oli mielenkiintoinen			
Haluaisin tehdä myöhemmin samanlaisen harjoituksen			

2.2 Transpiraation kuluttama energia jäähdyttää kasvin pintaa

Ilkka Ratinen ja Ulla Kemi

Tämä harjoitus osoittaa, että transpiraatio vaatii energiaa ja että se absorboi energiaa kasvin pinnalta. Tehtävä perustuu tutkivaan oppimiseen.

Tavoitteet:

Oppija oppii

- miten kasvit haihduttavat
- miten haihtuminen jäähdyttää kasvin pintaa
- suunnittelemaan, toteuttamaan ja arvioimaan ohjattuun tutkimukseen perustuvan oppimistehtävän

Harjoituksen kesto:

- 45 min

Tarvittavat materiaalit:

- IR-lämpömittari
- 2 oksaa, joissa on lehtiä
- 2 maljakkoa oksille
- Vettä

Ikätaso:

- 12–13-vuotiaat

Työvaiheet:

1. **Sitouttaminen:** Video motivoinniksi (e.g. *Hungry SciANNtist: Transpiration in plants*, <https://www.youtube.com/watch?v=KaRNwqYOrZg>), lämpökamerakuvat ja keskustelut haihduttamisen merkityksestä. Oppilaat pohtivat jokapäiväisiä kokemuksiaan, kuten hikoilun merkitystä. Oppilaat voivat tehdä myös jonkin haihduttamiseen liittyvän kokeen, mutta tässä harjoituksessa keskitytään energiaan.
2. **Tutkiminen:** Oppilaat tekevät kokeet käyttäen kahta maljakkoa: toisessa on vettä ja toisessa ei, ja molemmissa on kasvi. Ensin oppilaat muodostavat hypoteeseja kasvien pintalämpötilasta. Sitten he mittaavat lehtien alkulämpötilat IR-lämpömittarilla. Tämän jälkeen kasvit sijoitetaan valoisaan paikkaan. Lämpötilamittaukset toistetaan 15 minuutin kuluttua, ja oppilaat kirjoittavat ylös havaintonsa. Kokeen etenemistä odotellessaan oppilaat tutustuvat veden liikkumiseen kasveissa (esim. *Thatbioguy: Water transport in plants*, <https://www.youtube.com/watch?v=5CMrK8rlzZw>, vaatii opettajan selityksen).
3. **Selittäminen:** Kokeen jälkeen oppilaat keskusteleivat ryhmissä tuloksista ja pohtivat, miten ja miksi kasvien pinnan lämpötilamittaukset vaihtelivat. He pohtivat myös, miten käsitelty teoria liittyy heidän kokeeseensa.

4. **Kehittäminen:** Oppilaat pohtivat ryhmissä aiempaa tietämystään suhteessa tehtyyn kokeeseen. Keskustelussa keskitytään haihduttamiseen ja sen yhteyteen mikroilmastoon. Ensimmäisessä vaiheessa esitelty teoreettinen tausta veden haihtumiseen liitetään oppilaiden arkeen käytännön esimerkkien avulla.
5. **Arvioiminen:** Oppilaat arvioivat kokeen onnistumista opettajan johtamassa keskustelussa. Oppilaat täyttävät koko projektin ajan itsearviointitaulukkoa ja keskustelevat sitten vertaistensa kanssa siitä, mitä he ovat oppineet.

Itsearviointilomake

Kriteerit	Arvioimasi pisteet	Maksimi pisteet
Sitoutuminen: Osallistuin keskusteluun, ja jos en ymmärtänyt, pyysin apua.		20
Tutkiminen: Ymmärsin, mitä olimme tutkimassa ja miksi ja miten tutkimusasetelma rakennettiin ja toteutettiin.		20
Selittäminen: Pystyin selittämään, miksi saimme tietyn tuloksen, ja pystyin perustelemaan tuloksen aiemmin oppimani perusteella.		20
Kehittäminen: Pystyin tarkastelemaan tutkimusta ja tuloksia laajemmassa kontekstissa.		20
Arvioiminen: Pystyin arvioimaan kriittisesti tutkimustamme, sen tuloksia ja omaa oppimistani.		20
Pisteet yhteensä:		100
Kommentteja:		

2.3 Paras salapoliisi – Peli koulun pihalle kasvillisuuden viilentävästä vaikutuksesta

Renata Ryplová, Jan Pokorný ja Petra Hesslerová

Tämä on ulkona toteutettava peli, jossa tutkitaan kasvillisuuden viilentävää vaikutusta lämpökameroiden avulla. Paras ympäristö tälle oppimistoiminnalle on koulun piha, mutta se voidaan järjestää myös koulun lähellä olevassa puistossa jne.

Tavoitteet:

Oppija oppii

- kasvillisuuden ympäristöä viilentävän vaikutuksen
- ymmärtämään, että kasvit viilentävät ympäristöämme vesihöyryn avulla

Harjoituksen kesto:

- 45 min

Tarvittavat materiaalit:

- Tekokasveja
- Elävä ruukkukasvi ja samanlainen tekokasvi
- Lämpökamera
- Kaksi samanväristä pyyhettä; toinen kuiva ja toinen märkä (tai jokin muu hyvin imukykyinen materiaali, kuten keittiösieni tms.).

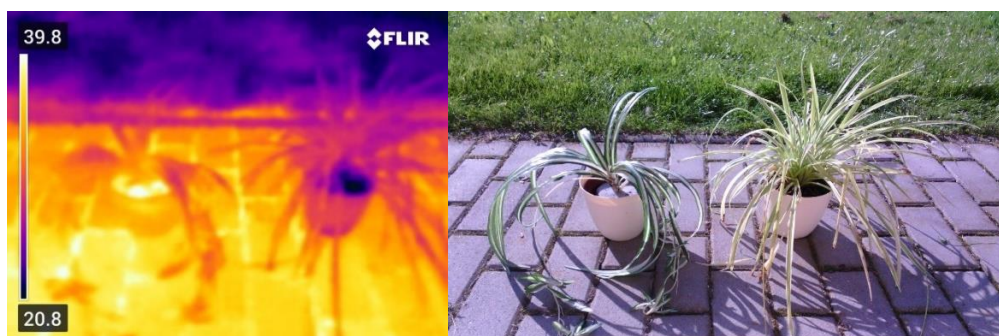
Ikätaso:

- 8–12-vuotiaat

Työvaiheet:

1. Motivointi ja tutkimuskysymyksen asettaminen (5 min)

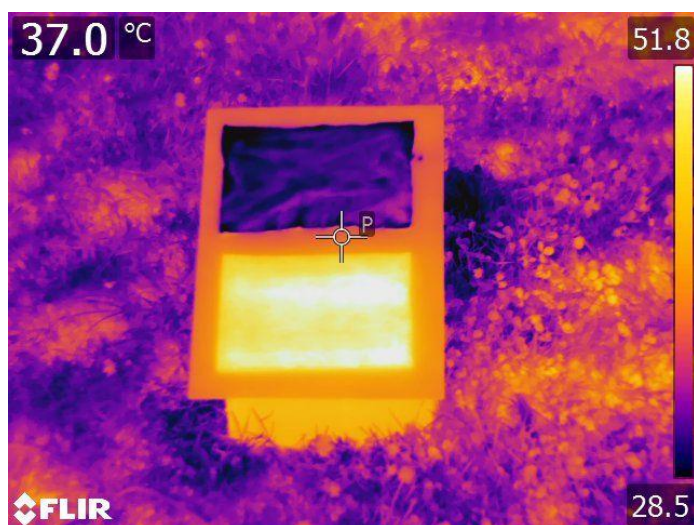
Tunnit pidetään ulkona aurinkoisena päivänä. Opettaja käyttää alkumotivaationa keinotekoisia ruukkukasvia ja elävää ruukkukasvia, jotka ovat mahdollisimman samankaltaisia keskenään. Tekokasvit ovat usein niin hyvin tehtyjä, että niitä ei erota elävästä. Opettaja pyytää oppilaita ottamaan lämpökameralla kuvan molemmista kasveista (Kuva 8) ja kysyy, miksi toisen kasvin pinta on viileämpi kuin toisen, vaikka ne näyttävät ensisilmäyksellä samanlaisilta.



Kuva 8. Keino- ja elävät ruukkukasvit ja niiden lämpökuva. Elävän kasvin pintalämpötila on huomattavasti alhaisempi.

2. Tutkiminen ja tulosten selittäminen (10 min)

Oppilaat arvaavat ja saavat lopulta selville, että yksi kasveista on keinotekoinen. Seuraavaksi opettaja kehottaa oppilaita ottamaan lämpökuvan kuivasta ja märästä pyyhkeestä sen jälkeen, kun niitä on pidetty auringonvalossa (Kuva 9). Oppilaat huomaavat, että kostean pyyhkeen lämpötila on alhaisempi kuin kuivan pyyhkeen. Opettaja selittää, että vesi haihtuu kosteasta aineesta käyttäen aurinkoenergiaa haihtumiseen, joten tämä energia on piilossa vesihöyryssä eikä voi lämmittää ilmaa. Siksi kostean aineen pinta on viileämpi. Vastaavasti elävä kasvi, toisin kuin keinotekoinen kasvi, haihduttaa vettä ja siksi sen pinta on viileämpi. Näin lapset tunnistavat omaa tutkimustaan käyttäen, että ympäristössämme olevan kasvillisuuden viilentävä vaikutus perustuu vesihöyryyn.

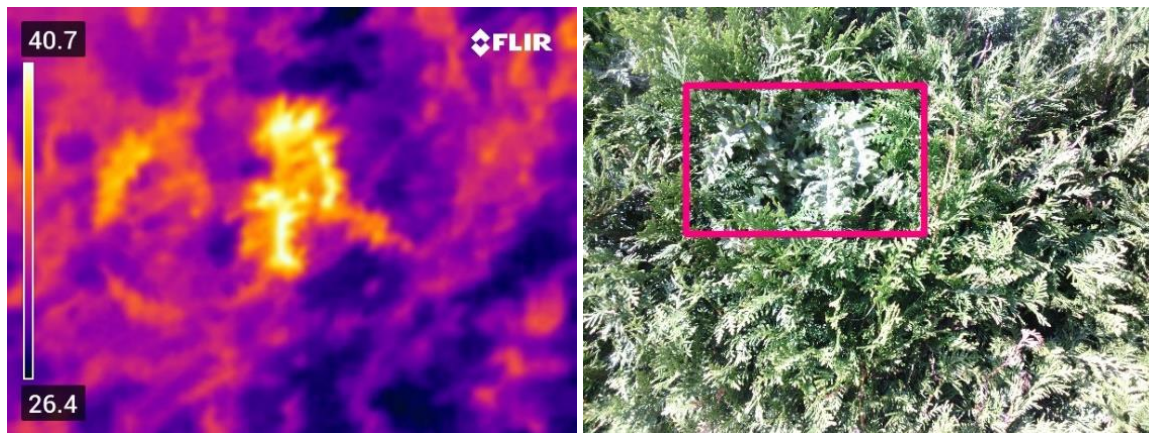


Kuva 9. Lämpökuva märästä (ylempänä) ja kuivasta (alempana) pyyhkeestä, joita on pidetty auringossa.

3. Ulkona toteutettava peli lämpökameraa käyttäen (20–25 min)

Kuka on paras etsivä? Lapset työskentelevät 3–4 oppilaan ryhmissä. Opettaja sijoittaa tekokasvit valmiiksi kasvillisuuden sekaan (nurmikko, pensaat) niin, että ne sulautuvat mahdollisimman hyvin ympäristöönsä. Tekokasvit on sijoitettava kasvillisuuteen niin, että ne altistuvat auringonvalolle. *Etsivät käyttävät etsinnössään usein lämpökameroita. Me käytämme lämpökameroita etsiessämme tunkeilijoita kasvillisuudesta. Mikä ryhmä löytää kaikki tunkeilijat nopeimmin?*

Opettaja kertoo oppilaille kasvillisuuteen piilotettujen tekokasvien määrän ja likimääräiset paikat, joista niitä on etsittävä (esim. kasvihuoneen takana olevat pensaat, puutarhan lounaiskulmassa oleva nurmikko jne.). Sitten ryhmän etsivät tekokasveja lämpökameran avulla tunnistamalla kasvillisuudesta lämpimiä kohtia (Kuvat 10 ja 11).



Kuva 10. Pensaaseen piilotettu tekokasvi ja siitä otettu lämpökamerakuva. Tekokasvin pintalämpötila on noin 40 °C, kun taas elävän kasvillisuuden pintalämpötila on alle 30 °C.



Kuva 11. Keinotekkoisten kasvien etsiminen kasvillisuudesta lämpökameran avulla.

4. Loppukeskustelu ja johtopäätökset (5–10 min)

Opettaja tekee yhteenvedon tärkeimmistä havainnoista. Lisäksi keskustellaan lasten kohtaamista arkisista tilanteista, joissa kasvillisuuden viilentävä vaikutus voidaan huomata.

Itsearviointilomake

Oppimisen tukemiseksi on tarpeen arvioida, miten oppiminen ja omat taidot ovat edistyneet. Arvioi seuraavat kohdat mahdollisimman totuudenmukaisesti.

				
Opin jotain uutta kasveista.				
Opin, miksi ympärilläni olevat kasvit ovat tärkeitä.				
Osallistuin aktiivisesti ryhmätyöskentelyyn.				
Osasin kysyä apua, jos tarvitsin sitä.				
Oppiminen oli minusta hauskaa.				
Haluaisin jatkossa tehdä lisää samankaltaisia harjoituksia.				
Miten on mahdollista, että kasvit jäähdyttävät ympäristöämme?				
Mistä pidit eniten tässä harjoituksessa?				
Mistä et pitänyt tässä harjoituksessa?				

2.4 Vesihöyry luonnollisena jäähdytyslaitteena

Petra Hesslerová, Renata Ryplová ja Jan Pokorný

Tavoitteet:

Tässä harjoituksessa harjoitellaan lämpökameralla tai IR-lämpömittarilla mittaamista. Harjoitus havainnollistaa yksinkertaisella tavalla haihtumisen fysikaalista periaatetta, joka on kasvien ympäristöä viilentävän vaikutuksen taustalla. Yhdessä harjoitusten 2.1, 2.2 tai 2.3 kanssa mukaan saadaan myös STEM-lähestymistapa. Harjoitus voidaan toteuttaa ulkona missä tahansa paikassa kuumana ja aurinkoisena päivänä.

Harjoituksen kesto:

- 60 min (riippuu ulkolämpötilasta ja auringonpaisteesta; mitä lämpimämpi, sitä parempi)

Tarvittavat materiaalit:

- Kaksi PET-muovipulloa, jotka on täytetty saman lämpöisellä vedellä
- Märkä pyyhe
- Lämpökamera

Ikätaso:

- 8–12-vuotiaat

Työvaiheet:

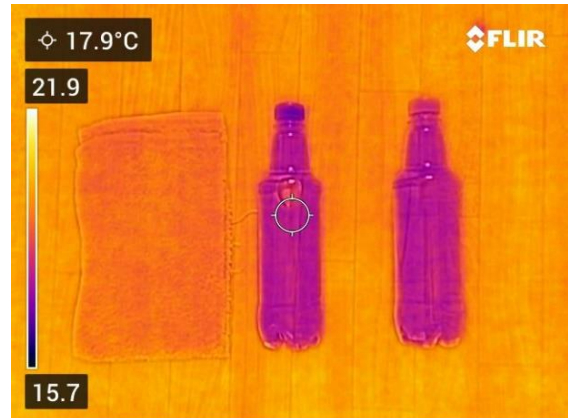
1. Ota kaksi muovipulloa ja täytä ne saman lämpöisellä vedellä (Kuva 12).
2. Mittaa pullojen alkulämpötila lämpökameralla (Kuva 13).
3. Aseta pulloet betoni-/asfalttipinnalle.
4. Kääri toinen pulloista märkään pyyhkeeseen ja mittaa pullojen lämpötila (Kuvat 14 ja 15).
5. Jätä molemmat pulloet auringonpaisteeseen 30–60 minuutiksi.
6. Seuraa jatkuvasti molempien pullojen lämpötilaa lämpökameralla ja kirjoita lukemat ylös (Kuva 16).
7. Poista märkä pyyhe toisen pullon ympäriltä 30–60 minuutin kuluttua ja mittaa molempien pullojen lämpötila (Kuva 17). Märän pyyhkeen sisällä olleen pullon lämpötilan pitäisi olla alhaisempi, koska vesi haihtuu märästä pyyhkeestä. Veden haihtuminen kuluttaa lämpöä - vesipullo jäähtyy.

Variaatiot:

Kokeesta saa mielenkiintoisemman demonstraation käyttämällä suklaapatukkaa, jolloin kokeen suorittaminen nopeutuu. Voit myös kääriä molemmat pulloet samanvärisen pyyhkeeseen – toinen kuivaan ja toinen märkään.



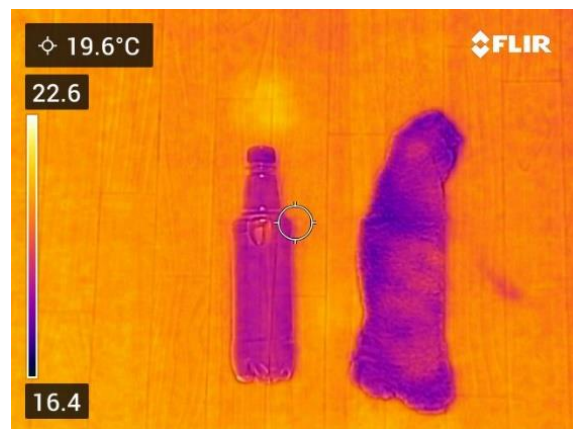
Kuva 12. Kokeessa tarvittavat välineet: kaksi PET-muovipulloa, jotka on täytetty saman lämpöisellä vedellä, lämpökamera ja pyyhe.



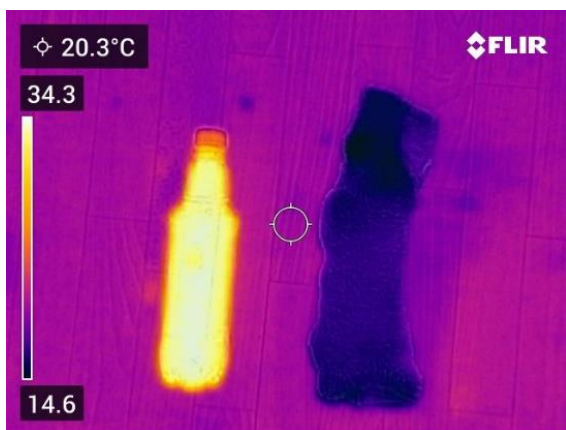
Kuva 13. Kummankin pullon lähtölämpötila on 18 °C.



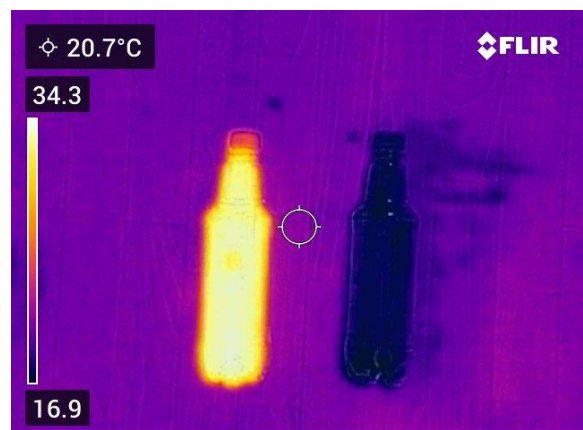
Kuva 14. Toinen pulloista on kääritty kylmään veteen kastettuun pyyhkeeseen.



Kuva 15. Kokeen alussa pullojen lämpötilat ovat yhtä suuret.



Kuva 16. Jonkin ajan kuluttua (aurionvalon voimakkuudesta riippuen) ensimmäisen pullon vesi on lämmennyt, kun taas märkä pyyhe on edelleen viileä.



Kuva 17. Kun kylmä pyyhe on poistettu, pullossa oleva vesi pysyy viileänä.

2.5 Kaikki lehdet eivät ole samanlaisia

Ilkka Ratinen

Tavoite:

Tämän harjoituksen tavoitteena on tutkia luonnontieteiden, matematiikan ja tietotekniikan yhdistelmän avulla erilaisten kasvien lehtien merkitystä ja niiden suuntautumista valoon ekologisessa kilpailussa. Tehtävässä yhdistetään valokasvien (*heliophytic*, valoa suosivien) ja varjokasvien (*sciophytic*, varjoa suosivien) kasvien lehtien tutkiminen sekä auringon säteilyn voimakkuuden mittaaminen ja taulukointi.

Harjoituksen kesto:

- 2 x 45 min

Tarvittavat materiaalit:

- Lehtiä saman puun latvuksen eri osista (aurinkoisesta osasta (*heliophytic*) ja varjoisasta osasta (*sciophytic*) otetut lehdet on pystyttävä erottamaan selvästi toisistaan). Harjoitukseen sopivat hyvin pyökki, lehmus tai koivu. Liuskoittuneet lehdet, joiden lehtilapa on jakautunut (esim. tammi), eivät tähän harjoitukseen sovellu.
- Neliönmuotoinen läpinäkyvä kalvo, johon on piirretty 1 cm²:n kokoiset ruudut
- Valomittari (lux)
- Solarimetri (W/m²)
- Tietokone, jossa Excel-ohjelma

Ikätaso:

- 12–13-vuotiaat

Tutkimuskysymykset:

- Onko puiden kaikilla lehdillä samanlaisia ominaisuuksia?
Lehtien pinta-ala ja vihreän eri sävyt
- Miten lehdet sijaitsevat oksilla suhteessa valoon?
Lehtien vastaanottaman valon määrä

Työvaiheet:

1. Auringon säteilyn mittaaminen (oppilaiden tulisi hallita käytetyt käsitteet)

Valitse paikka, jossa voit mitata auringon säteilyä. Mittaa säteilyn voimakkuus sekä avoimessa tilassa että valitsemillasi lehdillä (valoa suosivilla ja varjoa suosivilla).

2. Mittaa lehtien pinta-ala

Kerää edellisessä vaiheessa mittaamiasi lehtiä (sekä valoa että varjoa suosivia). Aseta kukin lehti läpinäkyvälle mitta-asteikolle ja laske, kuinka monta 1 cm²:n ruutua lehti peittää. Laske lehtien pinta-ala laskemalla yhteen peitettyjen ruutujen määrä.

3. Taulukoi

Laadi taulukko, jossa on seuraavat sarakkeet: kasvi, lehtityyppi (*heliophytic/sciophytic*), lehtipinta-ala (cm²), auringonsäteily (lux tai W/m²). Kirjoita kaikki mitatut arvot taulukkoon.

4. Laske keskiarvot ja esitä tulokset

Laske eri mittausten (lehtipinta-ala, auringonsäteily) keskiarvot Excelissä. Piirrä Excelissä kuvaaja, josta käy ilmi lehtipinta-alan ja auringon säteilyintensiteetin välinen suhde.

Oppilaan itsearviointilomake

Oppimisen tukemiseksi on myös arvioitava itse omaa oppimistaan. Arvioi seuraavat kohdat mahdollisimman totuudenmukaisesti.

Itsearviointiin liittyvät väitteet	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä	En osaa sanoa
Mielestäni kasveista oppiminen on kiinnostavaa.					
Olen oppinut uusia asioita kasveista ja niiden merkityksestä elämälle.					
Olen oppinut kasvien maailmasta parhaani mukaan.					
Haluan tietää lisää kasveista.					
Ymmärrän, miksi puiden lehdet suosivat valoa ja varjoa.					
Ymmärrän, miten lehden koko vaikuttaa sen kykyyn absorboida auringonvaloa.					
Ymmärrän, että lehdet järjestäytyvät eri tavoin puiden latvustossa.					
Olen valmis jakamaan oppimaani muiden kanssa.					
Jatka: <i>Mielestäni kasvien opiskelussa parasta on...</i>					

2.6 Kukkien värien ja tuoksujen tutkiminen

Ilkka Ratinen

Tavoitteet:

Tämän harjoituksen tavoitteena on ymmärtää, miksi kukat ovat värikkäitä ja miksi ne tuoksuvat, miten kukat houkuttelevat pölyttäjiä ja miksi pölytys on tärkeää kasveille. Tämä harjoitus auttaa oppilaita ymmärtämään luonnon ekosysteemin merkitystä ja sitä, miten pienetkin yksityiskohdat, kuten kukkien värit ja tuoksut, ovat osa suurempaa kokonaisuutta.

Harjoituksen kesto:

- 45 min

Tarvittavat materiaalit:

- Muistiinpanovälineet
- Suurennuslasi (jos saatavilla)
- Kasviopas tai älylaite kasvien tunnistamista varten (ei pakollinen)
- Erilaisia värikkäitä ja tuoksuvia kukkia puutarhasta tai luonnosta

Työvaiheet:

1. Tunnin avaus (10 min)

Kysy oppilailta, ovatko he huomanneet, että kukilla on erilaisia värejä ja tuoksua. Miksi he uskovat, että näin on? Keskustelkaa yhdessä siitä, että kukkien värit ja tuoksu houkuttelevat pölyttäjiä, kuten mehiläisiä ja perhosia, jotka auttavat kukkia lisääntymään siirtämällä siitepölyä kukasta toiseen.

2. Kukkien tutkiminen (20–30 min)

Vie oppilaat ulos koulun leikkikentälle, läheiselle kujalle tai puistoon. Pyydä heitä etsimään erivärisiä ja -tuoksuisia kukkia. Oppilaat voivat tutkia kukkia ja käyttää suurennuslasia yksityiskohtien tarkasteluun tai ottaa niistä kuvia myöhempää tarkastelua varten. Eriyttämistä voidaan lisätä kasvien tunnistamisen avulla. Oppilaat kirjaavat ylös, mitä värejä he näkevät ja miltä kukat tuoksuvat. Pyydä oppilaita lisäksi kirjaamaan, huomaavatko he hyönteisiä kukkien lähellä.

3. Havaintojen jakaminen ja keskustelu (10–15 min)

Kerää oppilaat yhteen ja pyydä heitä kertomaan havainnoistaan. Keskustelkaa siitä, miksi tietyt kukat saattavat houkutella enemmän hyönteisiä kuin toiset. Tarvittaessa opettaja voi huomauttaa, että kukkien kirkkaat värit ja tuoksut ovat keinoja houkutella pölyttäjiä.

Selitä, että pölyttäjät auttavat kasveja lisääntymään siirtämällä siitepölyä kukasta toiseen. Ilman pölyttäjiä monilla kasveilla olisi vaikeuksia tuottaa siemeniä ja hedelmiä.

4. Tunnin lopetus (5–10 min)

Opettaja tekee yhteenvedon tärkeimmistä havainnoista ja johtopäätöksistä, joita keskustelun aikana opittiin: Kukat ovat värikkäitä ja tuoksuvia pölyttäjien houkuttelemiseksi. Hyönteiset auttavat kasveja lisääntymään pölytyksen avulla, mikä on tärkeää luonnon monimuotoisuuden ja ravintoketjun kannalta.

Opettaja voi myös antaa oppilaille kotitehtäväksi seurata, näkevätkö he enemmän pölyttäjiä kotinsa kukkien ympärillä, ja kysyä heiltä seuraavalla kerralla, mitä he ovat havainneet.

Itsearviointilomake

Oppimisen tukemiseksi on myös arvioitava itse omaa oppimistaan. Arvioi seuraavat kohdat mahdollisimman totuudenmukaisesti.

	Pisteet	Mahdolliset pisteet
Osallistuin keskusteluun, ja jos en ymmärtänyt, pyysin apua.		1–5
Ymmärsin, mitä olimme tutkimassa ja miksi ja miten tutkimussuunnitelma rakennettiin ja toteutettiin.		1–5
Pystyin selittämään, miksi saimme tietyn tuloksen, ja pystyin perustelemaan tuloksen aiemmin oppimani perusteella.		1–5
Pystyin tarkastelemaan tutkimusta ja tuloksia sekä ymmärsin, mihin isompaan kokonaisuuteen ne liittyvät.		1–5
Pystyin arvioimaan kriittisesti tutkimustamme, sen tuloksia ja omaa oppimistani.		1–5
Yhteensä		1–25
Kommentteja		

2.7 Kasvien monimuotoisuus ja sopeutuminen: kasvien tutkiminen pienillä mobiilimikroskoopeilla (Easi-Scope)

Ulla Kemi ja Saara Krook

Jokapäiväisessä elämässämme kasvien havainnointia rajoittaa rajallinen näkökykymme. Kasvit ovat paljon enemmän kuin mitä voimme nähdä paljain silmin. Mikroskoopit voivat olla kalliita, ja vain harvoilla lapsilla on koulussa käytössään perinteisiä mikroskooppeja. Kuljetettavat, pienet ja helppokäyttöiset mikroskoopit (esim. Easi-Scope, TTS Group, UK) ovatkin hyvä mahdollisuus oppimisen monipuolistamiseen. Mikroskooppi on mahdollista liittää mobiililaitteeseen. Kohdetta voidaan tutkia ja samalla voidaan ottaa kuvia tai tehdä lyhyitä videoita. Yleensä noin 40-kertainen suurennos on mahdollinen.

Kasvien tutkiminen mikroskoopilla parantaa lasten havainnointikykyä, kasvilukutaitoa ja yleistä ymmärrystä luonnosta.

Lapset voivat tutkia itse löytämiään ja valitsemiaan kohteita, tai opettaja voi valita aiheen. Voitte esimerkiksi keskittyä lehtien rakenteeseen ja solukoihin tai kukkien rakenteeseen. Lapsia voidaan myös pyytää etsimään esimerkiksi vähintään 10 erilaista muotoa tai väriä. Jotta lasten huomio pysyisi tutkimustehtävässä, opettajan on hyvä rajata tehtävää.

Harjoituksen kesto:

- 45 min

Tarvittavat materiaalit:

- Mobiilimikroskooppeja (esim. Easi-Scope, TTS Group, UK)
- Älylaitteita (tai kannettavia tietokoneita, jos mikroskoopit vaativat USB-yhteyden)
- Muistiinpanovälineet
- Näytteenottotarvikkeet (esim. pinsetit, sakset, purkit)
- Kasvimateriaaleja

Ikätaso:

- 7–12-vuotiaat

Työvaiheet:

1. Johdanto

Opettaja kertoo oppilaille kasvin rakenteesta (johdatus aiheeseen). Alustavasti lehden rakenteesta voidaan mainita solukerrokset, lehden suonet ja ilmaraot riippuen oppilaiden iästä ja aiemmista tiedoista.

Keskustelkaa siitä, mitä lapset voisivat tutkia mobiilimikroskoopilla: lehtiä, kukkia, puun kuorta, sammalta jne.

2. Näytteiden kerääminen

Lapset voivat tutkia lehtiä, kukkia tai muita kasvinosio opettajan valitseman aiheen mukaan. Opettaja voi pyytää oppilaita etsimään erilaisia rakenteita, kasvilajeja tai kasvien osia. Lapsia ohjataan keräämään näytteitä, jotka ovat riittävän pieniä mahtuakseen mikroskoopin

näkökenttään. Samalla korostetaan, että luontoa on kunnioitettava ja että esimerkiksi puita ei saa heilutella rajusti tai muutoin vahingoittaa. Turvallisinta on valita vain maahan pudonneita kasvien osia.

Näytteet kerätään 2–3 oppilaan ryhmissä.

3. Näytteiden tutkiminen mobiilimikroskoopeilla

Kun näytteet on kerätty tai tutkittava kasvi valittu, oppilaat kiinnittävät älylaitteeseensa mobiilimikroskoopin ja tutkivat näytettä mikroskoopin alla (Kuva 18).

Lapset voivat ottaa näytteistään kuvia mobiililaitteillaan ja zoomata yksityiskohtia, kuten solu- ja lehtisuonia tai terälehtien rakennetta opettajan antaman tehtävänrajan mukaan.

4. Muistiinpanot

Oppilaat tarkastelevat, miltä näytteet näyttävät mikroskoopin alla. He voivat piirtää muistiinpanoja, ottaa kuvia tai kirjoittaa ylös, mitä he näkevät. Kuvien ottaminen on helppoa Easi-Scopen avulla, ja kuvat tallentuvat älylaitteen kuvagalleriaan. Sieltä niitä voi tarkastella myöhemmin.

Esimerkkejä kysymyksistä, joihin lapset voivat vastata:

- *Miltä lehden solut näyttävät?*
- *Näetkö lehden pinnalla eri kerroksia?*
- *Miltä kukan terälehdet näyttävät mikroskooppikuvassa?*
- *Miten eri kasvien kukkien terälehdet eroavat toisistaan?*

5. Tulosten jakaminen ja keskustelu

Oppilaat jakavat koko luokalle pienryhmässä tekemiään havaintojaan. Keskeistä on käydä läpi erilaisia havaintoja ja vertailla, miten esimerkiksi eri kasvilajien lehdet eroavat toisistaan.

Opettaja voi täydentää tietoja ja antaa lisätietoa kasvien rakenteesta ja niiden merkityksestä kasvien elintoiminnoille.

6. Pohdinta ja arviointi

Keskustelkaa siitä, mitä oppijat ovat oppineet kasvien rakenteista. Pohtikaa, miten kasveja olisi voitu tutkia eri tavalla.

Ohjattu tutkimus: Opettaja antaa valmiin aiheen, esimerkiksi lehtien rakenteen, ja lapset keskittyvät siihen. He voivat vertailla eri puulajien lehtiä tai analysoida eri elinympäristöistä otettuja lehtiä.

Avoin tutkimus: Lapset voivat keskittyä valitsemiinsä luontokohteisiin ja tehdä itsenäisiä havaintoja liikkuvan mikroskoopin avulla.

Itsearviointilomake

Oppimisen tukemiseksi on myös arvioitava itse omaa oppimistaan. Arvioi seuraavat kohdat mahdollisimman totuudenmukaisesti.

Harjoitukseen liittyvät väitteet				
Osallistuin harjoitukseen ja tutkimukseen.				
Ymmärsin mitä tunnilla harjoiteltiin.				
Osallistuin aktiivisesti ryhmätyöhön.				
Pystyin kysymään apua, jos sitä tarvitsin.				
Ymmärsin saamamme erilaiset tulokset ja pystyin perustelemaan ne.				
Osaan yhdistää johtopäätökseni omaan ympäristööni.				
Osaan analysoida ja arvioida kriittisesti tutkimustuloksiani.				
Opin jotain uutta kasveista.				
Opin jotain tutkimuksen eri vaiheista.				
Harjoittelin tutkimustaitojani.				
Osaan tunnistaa tutkimuksen tekemisen vaiheet.				
Mikä oli mieleenpainuvuin asia, jonka opit harjoituksen aikana?				
Mistä kasveihin liittyvästä aiheesta haluaisit tietää lisää?				
Mitä tekisit toisella tavalla harjoituksessa?				

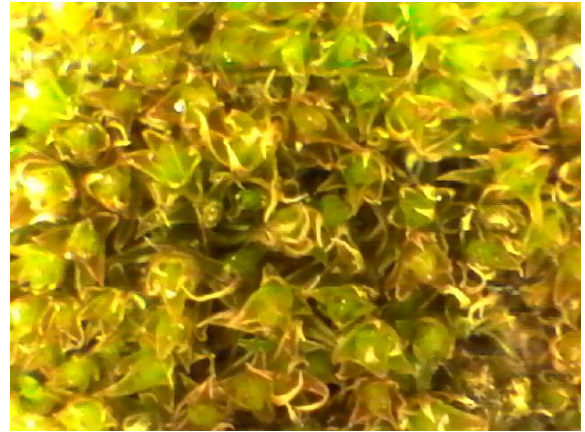
Tapausesimerkki

Erään Pohjois-Suomen koulun 5. luokan oppilaat käyttivät Easi-Scope-mikroskooppeja kasvien tutkimiseen toukokuun alussa vuonna 2023. Haasteena oli, että kevät on tällä leveysasteella myöhäinen ja maassa oli vielä jopa lunta, eli kasvukausi ei ollut vielä alkanut. Mikroskoopeilla oli tarkoitus tutkia kevään merkkejä (esim. uudet lehdet), mutta se ei ollut mahdollista. Oppilaat saivat kuitenkin kerätä luonnonmateriaaleja, joita he halusivat tutkia mikroskoopeilla. Oppilaille osoittautui motivoivaksi selvittää, että jopa hyvin aikaisin keväällä/lopputalvella kasveissa voi nähdä merkkejä elävästä kudoksesta. Oppilaat tutkivat esimerkiksi havupuiden neulasia, sammalta ja jäkälää (Kuva 19). Oli myös mielenkiintoista huomata, että lehtien rakennetta voi tutkia myös kuolleessa lehtimateriaalissa.

Myöhemmin oppilaiden ottamien kuvien perusteella järjestettiin tietokilpailu - kuka tietää, mitä missäkin kuvassa on?



Kuva 18. Lapset tutkivat keräämiään kasveja kannettavaan tietokoneeseen kiinnitetyllä Easi-Scope-mikroskoopilla.



Kuva 19. Esimerkkejä oppilaiden ottamista kuvista kerätyistä kasvimateriaaleista.

2.8 Kasvien siementen levittäytymistavat

Eveline Neubauer, Birgit Steininger ja Ulla Kemi

Tässä harjoituksessa oppilaat tutkivat kasvien siementen leviämistapoja. Harjoituksessa tarkastellaan myös ilmastomuutoksen seurauksia ja erityisesti sitä, miten eläinten sukupuuttoon kuoleminen voi vaikuttaa siementen leviämiseen.

Tutkimus alkaa pienryhmätyöskentelyllä ulkona (noin 15 min). Oppilaat keräävät eri kasvien siemeniä (Kuva 20). Oppilaita pyydetään miettimään yhdessä, miten kasvit pystyvät levittämään siemeniä. Ideat kirjoitetaan ylös.

Tätä vaihetta seuraa ryhmäesittely: ryhmät esittelevät keräämänsä siemenet ja kertovat keksimistään siementen leviämisstrategioista. Opettaja osallistuu keskusteluun ja antaa tarvittaessa uusia ideoita. Tämä vaihe kestää noin 30 minuuttia.

Kaikki ehdotetut siementen leviämisstrategiat kirjoitetaan ylös. Siementen leviäminen voi tapahtua esimerkiksi:

- Eläinten avulla (esim. takiainen, kirsikka)
- Tuulen avulla (esim. voikukat)
- Veden avulla
- Ihmisten avulla
- Kasvien itsensä levittämänä

On tärkeää keskustella myös ilmastomuutoksen vaikutuksesta siementen leviämiseen. Mitä seurauksia ilmastomuutoksella on kasveille, joilla on erilaiset siementen leviämisstrategiat? Mitä jos veden määrä vähenee kuivuuden seurauksena – mitkä siemenet eivät voi enää levitä? Mitä se merkitsi koko ekosysteemille?

Loppuvaiheessa (noin 10 min) tulokset dokumentoidaan. Lapset säilyttävät kerätyt siemenet ja kirjoittavat tai piirtävät leviämisstrategiat vihkoihinsa. Jos aikaa on käytettävissä enemmän, lapset voivat myös tehdä postereita erilaisista siementen leviämisstrategioista. Tämän jälkeen käydään postereiden esittelykierroksella.



Kuva 20. Oppilaat tutkivat löytämiään siemeniä.

2.9 Metsäekosysteemi – kaikki ovat jollakin tapaa yhteydessä toisiinsa

Eveline Neubauer, Birgit Steininger, Ulla Kemi ja Saara Krook

Tämä hauska ja mukaansatempaava harjoitus on suunniteltu auttamaan oppilaita ymmärtämään eri tekijöiden merkitystä ekosysteemissä. Tämän pelin tarkoituksena on leikillisesti osoittaa, miten tärkeitä kaikki tekijät ovat tasapainoisen ekosysteemin ylläpitämisessä. Lisäksi tämä harjoitus paljastaa, että ekosysteemin tasapaino häiriintyy, kun yksi tai useampi tekijä puuttuu.

Harjoitus voidaan tehdä joko ryhmässä tai pareittain.

2.9.1 Ryhmäversio

Harjoituksen kesto:

- 30–45 min

Ikätaso:

- 11–15-vuotiaat

Työvaiheet:

1. Muodostakaa suuri ympyrä ja pyytäkää jokaista osallistujaa miettimään, mitä roolia hän haluaisi esittää tai arpokaa roolit ryhmän kesken. Roolit voivat olla esimerkiksi ihminen, karhu, ruoho, sammal, puu, kettu, vesi, valo, hiilidioksidi, maaperä ja sieni. Voit halutessasi lisätä myös muita ekosysteemin osia. Esimerkkejä roolikorteista on liitteenä (Kuva 21).
2. Yksi henkilö aloittaa ja kertoo roolinsa.
3. Henkilö kutsuu mukaan toisen henkilön, joka on hänelle tärkeä (esim. puu tarvitsee ehdottomasti valoa). Henkilöt pitävät toisiaan kädestä kiinni. Näin luodaan yhteys puun (osallistuja 1) ja valon (osallistuja 2) välille. Lopulta kaikkien pitäisi olla jollain tavalla yhteydessä toisiinsa (Kuva 22).
4. Kun tämä on tehty, opettaja kysyy ryhmältä: Mitä tapahtuu, kun puut jätetään pois? Opettaja esittää ajatuksia herättäviä kysymyksiä, kuten: Mihin tekijöihin (osallistujiin) puut ovat yhteydessä, miksi?
5. Viimeisessä vaiheessa keskustellaan ekosysteemin ominaisuuksista.
6. Tämän harjoituksen jälkeen on suositeltavaa tehdä kirjallinen tai piirretty reflektio. Oppilaat voivat pohtia, miksi metsän puut ja muut kasvit kuolevat ilmastonmuutoksen vuoksi ja miksi tällä on niin merkittävät seuraukset koko ekosysteemille. Mikä on ihmisen rooli ekosysteemissä?

2.9.2 Parityöversio

Harjoituksen kesto:

- 30 min

Tarvittavat materiaalit:

- Ekosysteemiroolikortit (esim. Kuva 21)
- Lankaa tai narua

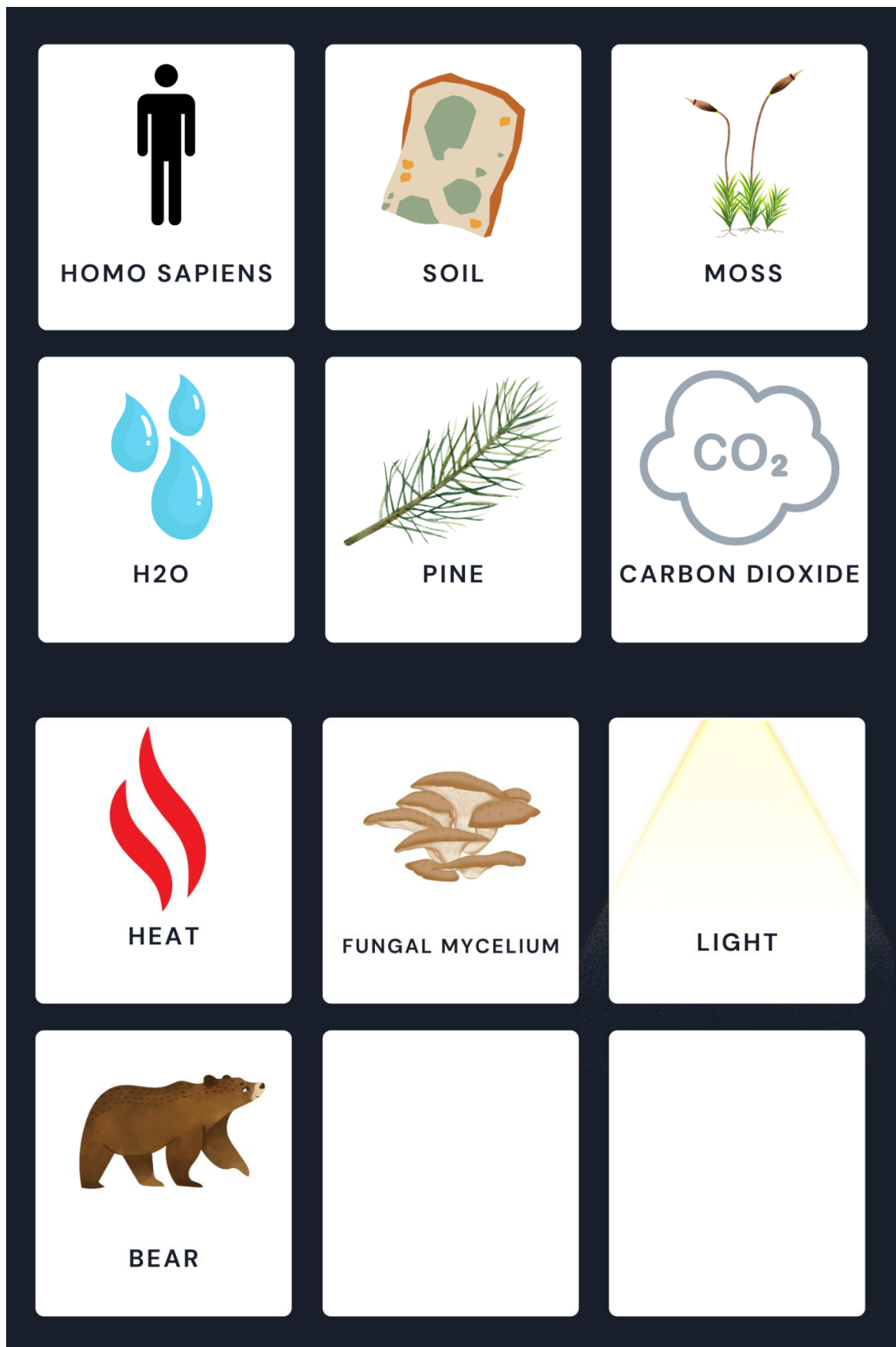
Työvaiheet:

1. Valmistele ennen harjoitusta ekosysteemin roolikortit (esim. Kuva 21). Voit tulostaa ne ja leikata neliöiksi. Oppilaat voivat myös tehdä omat korttinsa. Yksi oppilaspari / 3 oppilaan ryhmä tarvitsee yhden korttisarjan.
2. Yhdistää eri korttien väliset yhteydet naruilla (Kuva 23). Ryhmä keskustelee myös siitä, miksi yhteys on olemassa ja miksi se on merkityksellinen. Jos useampi ryhmä tekee harjoitusta yhtä aikaa, ryhmät voivat keksiä erilaisia ratkaisuja. Niistä keskustellaan seuraavassa vaiheessa.
3. Kun pienryhmät ovat valmiita, koko luokka pohtii yhdessä ja keskustelee erilaisista ratkaisuista.
 - *Millaisia yhteyksiä ekosysteemin osien välillä havaittiin?*
 - *Mitä tapahtuu, jos yksi tekijä poistetaan?*
 - *Miksi metsän puut ja muut kasvit kuolevat ilmastonmuutoksen vuoksi, ja miksi tällä on niin katastrofaaliset seuraukset koko ekosysteemille?*
 - *Mikä on ihmisen rooli ekosysteemissä?*
4. Harjoituksen jälkeen oppilaat täyttävät vertaisarviointilomakkeen.

Vertaisarviointi

Oppimisen tukemiseksi on myös arvioitava itse omaa oppimistaan. Arvioi seuraavat kohdat mahdollisimman totuudenmukaisesti.

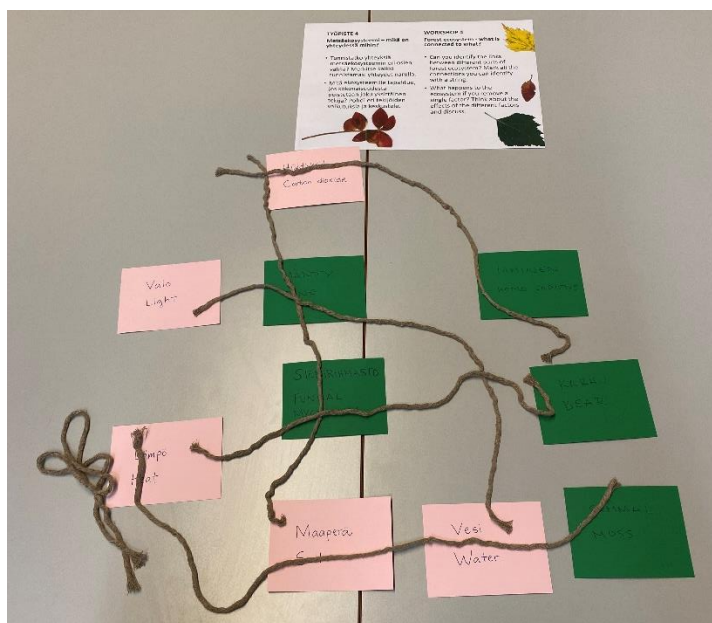
Kriteeri	😊	😞	En osaa sanoa
Tämän harjoituksen perusteella ymmärrämme ekosysteemin tasapainoon liittyvien tekijöiden merkityksen.			
Ymmärrämme luonnon tasapainon perusteet.			
Ymmärrämme, että luonnossa tasapaino muuttuu jatkuvasti.			
Pidimme harjoitusta mielenkiintoisena.			
Haluaisimme tehdä samanlaisia harjoituksia.			



Kuva 21. Esimerkki ekosysteempipelin roolikorteista.



Kuva 22. Ryhmä oppijoita visualisoi ekosysteemin yhteyksiä.



Kuva 23. Pöytäversio ekosysteemin yhteyksistä.

2.10 Mitä olemme oppineet kasveilta?

Jan Petr ja Zbyněk Vácha

Tässä harjoituksessa hyödynnetään tutkivaan oppimista ja STEM-painotteista oppimista.

Harjoitus sisältää kaksi tehtävää, joiden tarkoituksena on löytää samankaltaisuuksia kasvien rakenteen tai toiminnan ja ihmisten käyttämien ratkaisujen välillä. Oppilaat tulevat tietoisiksi siementen ja hedelmien sopeutumisesta kasvien lisääntymiseen ja huomaavat samojen periaatteiden toteutuvan ihmisen tekemässä tuotekehityksessä.

Ensimmäisessä harjoituksessa etsitään yhtäläisyyksiä kasvien siementen leviämisstrategian ja tarranauhakiinnityksen välillä. Toisessa harjoituksessa rakennetaan yksinkertainen paperimalli helikopterista, jonka lento-ominaisuuksia voidaan parantaa havainnoimalla kasvien, esimerkiksi lehmusten, tuulilevitteisiä siemeniä.

Molempia harjoituksia täydennetään havainnoimalla oikeita luonnonkasveja optisia apuvälineitä (suurennuslasi, stereomikroskooppi jne.) käyttäen. Niiden avulla oppilaat pääsevät tutkimaan kasvien rakenteita ja selvittämään, miten ne ovat innoittaneet kehittämään tarranauhan. Toinen tehtävä kehittää myös oppilaiden teknisiä taitoja.

2.10.1 Luonnon tarranauha

Tämän tehtävän tarkoituksena on verrata tarranauhan rakennetta valittujen kasvien siementen tai hedelmien rakenteeseen.

Teoreettinen perusta:

Eläimet levittävät siemeniä tai hedelmiä (*zoochory*, *zookoria*). Se on keskeinen prosessi, jonka avulla kasvit voivat levitä uusiin elinympäristöihin.

Eläimet voivat levittää siemeniä ja hedelmiä kahdella eri tavalla:

- 1. Eläimiin kiinnittyminen:** Siemenet tai hedelmät kiinnittyvät eläinten kehon pintaan, kuten turkkiin tai höyheniin. Tätä varten on kehittynyt erilaisia rakenteita, kuten koukkuja tai piikkejä. Esimerkkejä tätä menetelmää hyödyntävistä käyttävistä kasveista ovat rusokit (*Bidens*), kellukat (*Geum*), verijuuret (*Agrimonia*) tai takiaiset (*Arctium*) (Kuva 24).
- 2. Eläimen syömän ravinnon mukana:** Eläimet syövät siemeniä tai hedelmiä ja ne kulkeutuvat niiden ruoansulatuskanavan läpi. Tämä menetelmää hyödyntävillä kasveilla on tavallisesti mehukkaat hedelmät, kuten kirsikka (*Cerasus avium*) tai mustaselja (*Sambucus nigra*).

Siementen levittäytymisellä eläinten avulla on merkittävä ekologinen vaikutus. Esimerkiksi joidenkin keskeisten siementen levittäjinä toimivien eläinlajien katoaminen voi johtaa myös näistä riippuvien kasvien katoamiseen ja siten myös biodiversiteetin heikkenemiseen.

Tarranauhoja on ollut olemassa vuodesta 1941, jolloin sveitsiläinen insinööri Georges de Mestral sai inspiraation koiransa turkkiin tarttuneista takiaisten hedelmistä kävelyllä maaseudulla. Periaatteena on kiinnittää kaksi kangasnauhaa, joista toinen on varustettu tuhansilla pienillä koukuilla ja toinen tuhansilla pienillä silmukoilla. Koukut ovat saaneet innoituksensa takiaisen hedelmärungon rakenteesta, ja kuitusilmukat vastaavat turkista tai kudottua kangasta (Kuva 25).

Tämä keksintö patenttoitiin ja teollinen tuotanto alkoi. Sittemmin tarranauhaa on käytetty monissa eri sovelluksissa. Sitä käytetään pääasiassa vaatteissa, jalkineissa ja monissa muissa paikoissa, joissa sillä voidaan korvata napit, nepparit tai vetoketjut. Sitä käytetään yleensä esineiden tai osien kiinnittämiseen pintoihin, verhoilujen ja mattojen kiinnittämiseen, erilaisten työkalujen tilapäiseen kiinnittämiseen sekä laukkujen, reppujen ja matkalaukkujen sulkemiseen. Sitä käytetään terveydenhuollossa, ilmailussa ja monilla muilla ihmisen toiminnan aloilla, myös peleissä.

Tarvittavat materiaalit:

- Tarranauhan pätkiä (noin 5 cm:n pituisia)
- Eläinten turkkiin kiinnittyviä siemeniä ja hedelmiä (esim. kellukat (*Geum*), verijuuret (*Agrimonia*), takiaiset (*Arctium*), matarat (*Galium*))
- Suurenuslasi (tai mobiilimikroskooppi)
- Erilaisia kankaita (flanelli, puuvilla jne.)

Työvaiheet:

1. Sitouttaminen

Aivoriihi, jonka tarkoituksena on antaa esimerkkejä siitä, missä kaikkialla tarranauhoja käytetään: Oppilaat luettelevat ja kirjoittavat paperille kaikki käyttötarkoitukset, joita he ovat kohdanneet ympäristössään tai elämässään. Oppilaat voivat työskennellä pareittain tai ryhmissä vaihtaakseen ajatuksiaan.

Oppilaat voivat demonstroida tarranauhan käyttöä vaatteissaan, repuissaan, laukuissaan tai kengissään. Todennäköisesti myös joitain leluja tulee mainituksi, esim. palloveli jne.

2. Tutkiminen

Oppilaat tarkastelevat hedelmän rakennetta suurennuslasin (tai mikroskoopin) avulla ja piirtävät koukkujen muodon työpaperille. Sitten he tarkastelevat tarranauhan rakennetta ja vertaavat samankaltaisuutta hedelmän pinnan koukkujen ja nailonkoukkujen välillä.

Oppilaat kokeilevat kasvien hedelmien kiinnittämistä kangasliinoin ja vertaavat, minkä hedelmän kiinnitys on vahvin. He yrittävät kiinnittää koukuilla varustetun tarranauhakerroksen kankaanpalasiin ja myös toiseen tarranauhakerrokseen.

3. Selittäminen

Oppilaat selittävät, miksi tarranauhan kaksi kerrosta pitävät niin tiukasti kiinni toisissaan ja miksi ne pitävät joissakin kankaissa tiukemmin, toisissa heikommin ja toisissa ei ollenkaan.

Pohdittavaksi: miksi tämä kyky on kehittynyt kasveissa?

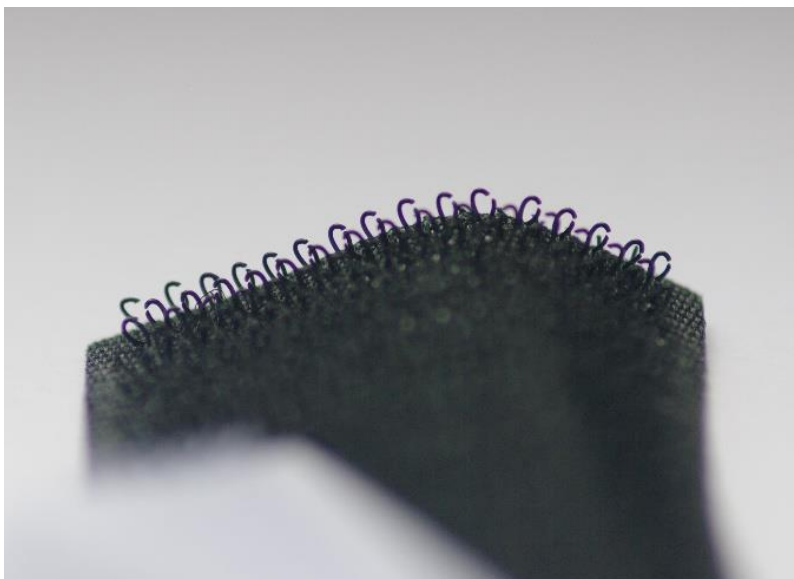
4. Kehittäminen

Mitkä muut kasvit voivat käyttää tarranauhan periaatetta levittäytyäkseen? Oletko törmännyt niihin luonnossa? Oppilaiden ei tarvitse antaa kasvien nimiä, vaan he voivat etsiä esimerkkejä kasvioppaista tai Internetistä ja etsiä tällaisia kasveja koulun tai kodin lähistöltä.

Oppilaat voivat miettiä, mitkä eläimet pystyvät parhaiten levittämään hedelmiä tällä tavoin.



Kuva 24. Takiaisen hedelmiä.



Kuva 25. Makrokuva tarranauhan koukuista.

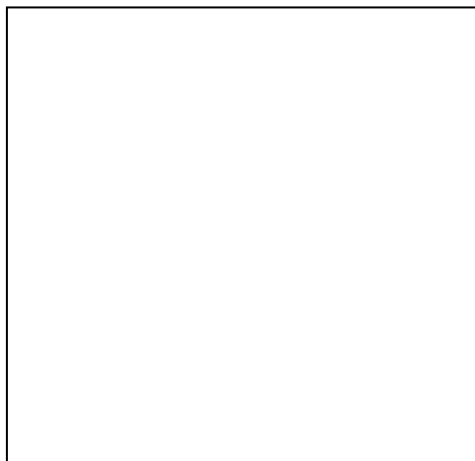
Luonnon tarranauha

Anna esimerkkejä, missä käytetään tarranauhoja?

Monet kasvit käyttävät samanlaista kiinnitystapaa. Sinulla on joitakin niistä edessäsi.

Katso, tarttuvatko ne kankaanpalasiin tai vaatteisiisi. Voit kokeilla erilaisia kankaita.

Katso tarkkaan suurennuslasin avulla, miten nämä kasvit ovat varustautuneet tekemään tämän, ja piirrä kaksi esimerkkiä.



Katso tarranauhaa. Miten se muistuttaa havaitsemaasi kasvia?

Mieti, miksi kasveilla on kehittynyt kyky kiinnittyä?

Tiedätkö muita kasveja, jotka voivat kiinnittyä eläinten turkkiin tai vaatteisiisi?

2.10.2 Lentämään oppiminen kasvien avulla

Tehtävässä kehitellään yksinkertaista paperihelikopteria, joka on saanut inspiraationsa tuulen levittämien siementen ja hedelmien anatomiasta. Oppilaat voivat parantaa helikopterin teknistä suunnittelua havainnoimalla lehmuksen (*Tilia*) hedelmän anatomiaa (Kuva 26).

Teoreettinen perusta:

Anemokoria on tapa, jolla kasvien siemenet tai hedelmät leviävät tuulen avulla. Se voi tapahtua monella eri tapaa, mutta yleisimpiä ovat nämä kaksi tapaa:

1. Kasvien siemenet ovat kevyitä, ja tuuli kuljettaa ne helposti mukanaan.
2. Siemenillä tai hedelmillä on erityinen rakenne, jonka ansiosta tuuli voi kuljettaa niitä. Joissakin siemenissä on siivet tai pörröinen pinta, jotka auttavat niitä lentämään. Erityisesti siipien tai hapsujen rakenne voi aiheuttaa siementen tai hedelmien pyörimisen, jolloin ne kulkeutuvat hitaammin maahan ja voivat kulkea pidempiä matkoja. Esimerkiksi vaahteran (*Acer*) siemenissä on siivet, joiden ansiosta ne pyörivät ja laskeutuvat hitaasti maahan.

Esimerkkejä anemokoriaa käyttävistä kasveista (Kuva 27):

- Voikukka (*Taraxacum*): hedelmissä on karvoja
- Vaahtera (*Acer*), lehmus (*Tilia*), saarni (*Fraxinus*), jalava (*Ulmus*), valkopyökki (*Carpinus*): hedelmissä on siivet, joiden avulla ne voivat pyöriä ja laskeutua hitaasti maahan
- Koivu (*Betula*): hedelmät ovat hyvin kevyitä ja niissä on liuskainen reunus
- Havupuut: siemenissä on siivet ja ne pyörivät laskeutuessaan maahan



Kuva 26. Lehmuksen hedelmät.



Kuva 27. Tuulilevitteisten kasvien siemeniä ja hedelmiä.

Tarvittavat materiaalit:

- Paperia
- Saksia
- Klemmareita
- Liimaa
- Havupuiden, voikukan, vaahteran, lehmuksen, jalavan, valkopyökin ja/tai koivun siemeniä ja hedelmiä

Työvaiheet:

Huom! Lapsia on muistutettava työskentelemään varovasti saksien kanssa.

1. Sitouttaminen

Oppilaat kokeilevat erilaisten siementen ja hedelmien lentämistä. He voivat testata, kuinka pitkälle ne lentävät, kuinka nopeasti ne laskeutuvat maahan, kuinka nopeasti ne pyörivät jne.

2. Tutkiminen

Oppilaat leikkaavat ja rakentavat helikopterin malleja. Yksi niistä kuitenkin lentää huonosti tai putoaa maahan lähes pyörimättä. Toinen pyörii ja laskeutuu maahan hitaammin. Oppilaille annetaan lehmuksen hedelmä, jotta he voivat tarkkailla ja verrata sen anatomiaa helikopterin rakentamiseen. He kokevat, miten lehmuksen hedelmä lentää ja liukuu maahan. He eivät luultavasti heti keksi, mikä helikopterin rakenteessa on ongelmana. He saattavat todeta, että paperihelikopterissa on kaksi siipeä ja lehmuksenhedelmässä vain yksi siipi tai että mallin kokonaispaino on liian suuri jne.

3. Selittäminen

Ohjaa oppilaita ymmärtämään, että lehmuksen hedelmät pyörivät ja laskeutuvat hitaasti maahan useasta syystä:

- Siinä on pähkinäpainolasti, joka ohjaa lentoa.
- Yksittäiset pähkinät kasvavat ohuen varren varassa, joka ei anna pyörimiselle vastusta, kun taas helikopterimallin leveä pohja estää pyörimisen.
- Lehti on muotoiltu siten, että se edistää pyörimistä.

4. Kehittäminen

Keskustelkaa:

Mitkä muut kasvit voivat käyttää tuulta lisääntymiseen?

Entä siitepölyn leviäminen ja leviäminen?

Kasvit opettavat meitä kehittämään teknisiä ratkaisuja

Tee kaksi yksinkertaista ”helikopteria” valmista pohjaa käyttäen.

Testaa, miten mallit lentävät ja pyörivät.

Ehkä osa malleista lentää huonosti.

Mikä niistä lentää parhaiten?

Katsokaa tarkkaan lehmuksen hedelmää ja tutkikaa, miten se lentää.

Voimmeko käyttää näitä havaintoja helikopterimallin parantamiseen?

Ehdota muutosta helikopterimallin suorituskyvyn parantamiseksi (sen pitäisi lentää hitaammin ja pyöriä enemmän) - katso annettuja kasveja, ne voivat auttaa sinua parantamaan mallia.

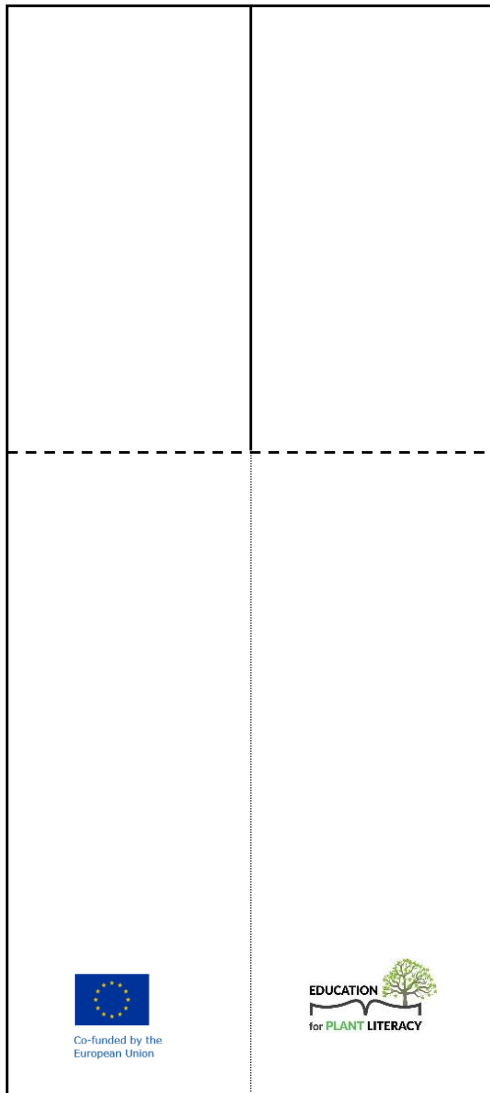
Voit käyttää: paperia, saksia, klemmareita, liimaa, tikkuja jne.

Tiedätkö muita kasveja, jotka käyttävät samanlaista lentotapaa siementensä levittämiseen?

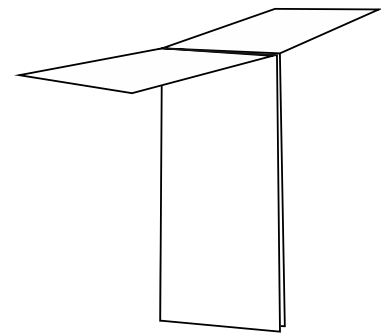
.....

Kommentti:

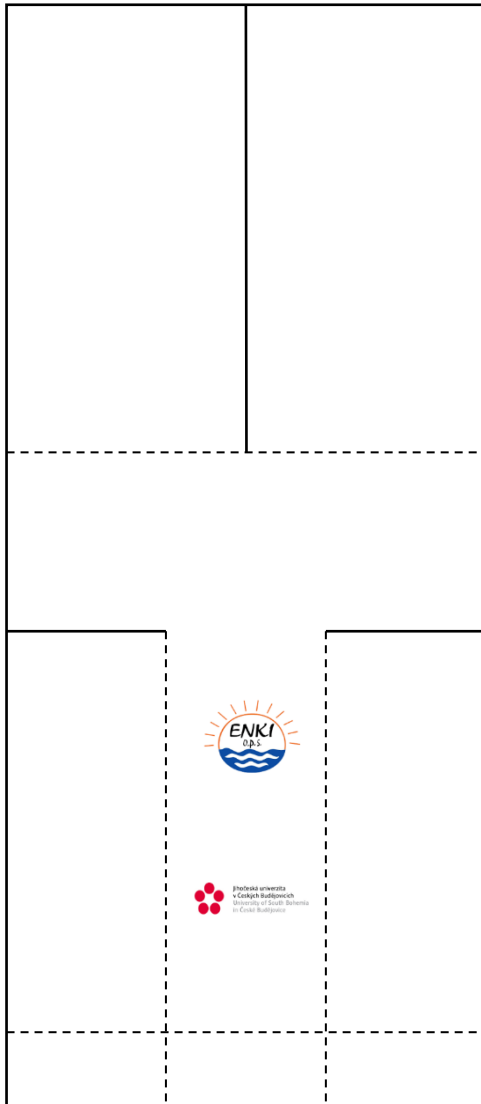
Helikopterimallien leikkaus on liitteenä.



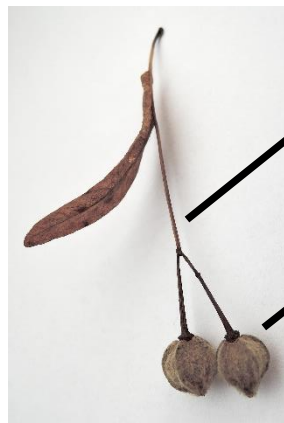
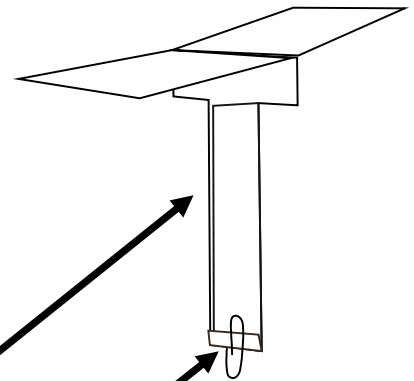
Tämä malli ei
lennä hyvin



liian paksu ja kevyt
pohja - aiheuttaa
vetoa eikä pidä
tasapainoa yllä



Tämä malli
lentää paremmin



ohuempi pohja

enemmän painoa

Lehmuksen hedelmät
auttavat sinua

2.11 Kasvien ja muun luonnon tarkastelu

Yvor Broer ja Lene Mogensen

Tässä harjoituksessa tutkitaan kasveja ja biologista monimuotoisuutta eri näkökulmien avulla. Harjoituksessa katsotaan erilaisia luontokuvia asettautumalla eri henkilöiden asemaan. Oppijat tulevat tietoiseksi uskomuksista ja olettamuksista, joita usein pidetään itsestäänselvyyksinä. Alun johdannon jälkeen keskustellaan ryhmissä. Harjoitus päättyy yhteenvetoon.

Harjoituksen kesto:

- 45 min

Ikätaso:

- 8–13-vuotiaat (vaikeustasoa voidaan mukauttaa vanhemmille oppijoille eri näkökulmia lisäämällä)

Tarvittavat materiaalit:

- Juliste, kuvat ja harjoitusmoniste (Kuvat 28-30)

Tavoitteet:

Oppija

- ymmärtää, miksi yhteiskunnan eri toimijat suhtautuvat kasveihin ja muuhun luontoon eri tavoin
- tiedostaa, että luontoon ja kasveihin liittyvät käsityksemme vaikuttavat toimintaamme
- ymmärtää, miten itse suhtautuu kasveihin

Teoreettinen tausta:

Harjoitusta ei tulisi tehdä irrallisena harjoituksena, vaan se tulisi liittää biologista monimuotoisuutta ja ekosysteemejä käsittelevään opetuskokonaisuuteen.

Sosiaalisen konstruktionismin teorian mukaan emme havaitse maailmaa objektiivisesti. Ei ole olemassa yhtä todellisuutta, vaan erilaisia versioita todellisuudesta, riippuen siitä, millaisesta näkökulmasta sitä tarkastellaan (esim. Bruner, 1986; Wetherell & Potter, 1987). Tätä voidaan selventää kuvittelemalla, millaisista näkökulmista eri ihmiset katsovat lammasta, esimerkiksi näin:

- tyttö, joka vierailee maatilalla ja huomaa lampaiden villaturkin
- lihakauppias miettii, onko hänellä enää työtä, kun yhä harvempi syö punaista lihaa
- maanviljelijä miettii, pitäisikö hänen harjoittaa luomuviljelyä
- kasvissyöjä/vegaani, joka ajattelee, että punaisen lihan syöminen edistää ilmastonmuutosta
- susi, joka ajattelee lampaita seuraavana aterianaan
- Picasso miettii, millä väreillä ilmaista hänen kokemuksensa lampaasta
- eläinlääkäri miettii, kuinka paljon antibiootteja yhdelle lampaalle voi antaa
- Platon miettii, onko lammas vielä siellä, kun hän kääntää sille selkensä

Se, mitä kukin henkilö kuvaa ja miten hän tulkitsee näkemänsä, riippuu kunkin henkilön rajallisesta näkemyksestä aiheesta. Erityisesti biologisen monimuotoisuuden kaltaisissa asioissa kokonaisuus on niin monimutkainen, ettei kukaan yksittäinen henkilö pysty tarkastelemaan kaikkia sen eri puolia. Jokainen näkee vain osan kokonaisuudesta ja pelkästään omasta näkökulmastaan, joka perustuu omaan kokemuksiin, tietoon, kiinnostuksen kohteisiin jne. Näin ollen meidän onkin ymmärrettävä,

että asioista on olemassa monia erilaisia näkökulmia ja että me kaikki emme ole samaa mieltä. Jokaisella on hyvät syyt uskoa uskomaansa, mutta yhdestä näkökulmasta itsestään selvältä vaikuttava asia saattaa toisesta näkökulmasta tarkasteltuna näyttää täysin erilaiselta (Mogensen, 2012).

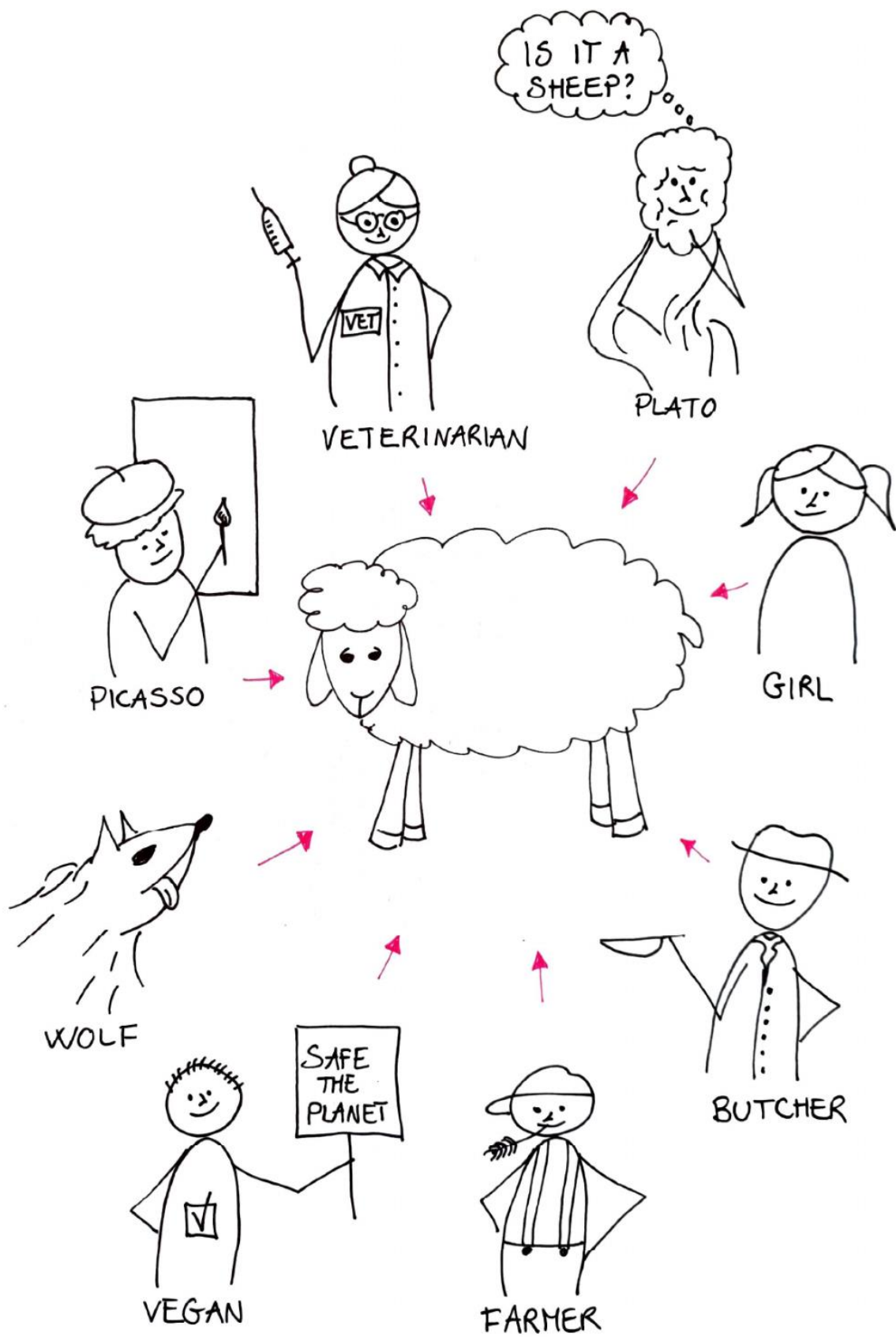
Tässä harjoituksessa tarkastellaan yhteiskuntamme eri toimijoiden itsestään selvyyksinä pitämiä ajatuksia kasveista. Miten nämä käsitykset vaikuttavat oppilaisiin? Miten he voivat ottaa aktiivisesti kantaa ja muodostaa oman mielipiteensä?

Työvaiheet:

1. **Johdanto:** Esittele ryhmälle teoria, joka käsittelee luontoa ja kasveja koskeviin itsestään selvinä pitämiimme käsityksiin. Näytä oppijoille juliste/dia, jossa on erilaisia lampaaseen liittyviä näkökulmia (Kuva 28). Ohjeista heitä sitten tutkimaan eri näkökulmia, samalla kun he katsovat kahta erilaista kuvaa luonnosta (esim. viljelymaa vs. luonnontilainen ympäristö; tai puutarha, jossa on suuri nurmikko vs. puutarha, jossa on villinä kasvava niittyalue; Kuva 29).
2. **Ryhmäkeskustelu:** Jaa luokka pienempiin 3–4 oppilaan ryhmiin. Jaa luontokuvat (Kuva 29) sekä eri henkilöitä sisältävä harjoitusmoniste (Kuva 30) ja ohjeista ryhmää keskustelemaan mitä kukin henkilöistä huomaa kuvassa ja mistä he pitävät tai eivät pidä kuvassa.
3. **Loppukeskustelu:** Keskustelkaa yhdessä, esim. näistä asioista:
 - Mihin kukin henkilö kiinnittää huomiota kuvassa?
 - Mikä heitä ilahduttaa kuvassa?
 - Mikä kuvassa ei ilahduta heitä?
 - Onko joku kasviryhmä jostain näkökulmasta tarkasteltuna muita tärkeämpi tai kiinnostavampi? Miksi?
 - Miten itse katsot eri kuvia?
 - Mistä pidät tai et pidä, ja miksi?
 - Mikä on vastuumme kasveja kohtaan?

Harjoituksessa edistettävät geneeriset taidot:

- Oppija ymmärtää, miten kokemuksemme, kiinnostuksen kohteemme, arvomme jne. vaikuttavat näkemyksiimme kasveista ja biologisesta monimuotoisuudesta
- Oppijat kykenevät eläytymään eri ihmisten asemaan ja ymmärtämään, miksi he suhtautuvat kasveihin eri tavoin
- Oppija tiedostaa oman näkökulmansa kasveihin
- Oppija ymmärtää, että suhtautumisemme kasveihin riippuu siitä, miten katsomme niitä



Kuva 28. Juliste eri näkökulmista tarkastella lammasta.



Kuva 29. Erilaisia luontoympäristöjä.



Kalastaja



Maanviljelijä



Biologi



Turisti



Liikemies



Siili



Mehiläinen



Sinä

Keskustele:
Mitä kukin henkilö näkee?
Mistä he pitävät?
Mistä he eivät pidä?
Miten selitätte ajatuksenne?

Kuva 30. Harjoitusmoniste erilaisista näkökulmista.

2.12 Poro tunturiluonnon ekosysteemissä - peli

Saara Krook

Millaisen ekosysteemin poro muodostaa yhdessä koivun kanssa? Ymmärrämmekö ekosysteemin käsitteen ja siihen liittyvän energiakierron? Tässä harjoituksessa tutustumme ekosysteemiin, jonka porot muodostavat yhdessä koivun kanssa Lapin tunturialueilla. Samalla opimme, miten energia kiertää ekosysteemissä. Poro vaikuttaa tunturikasvillisuuteen ja maisemaan monin tavoin. Tämä peli tekee oppilaille näkyväksi ja ymmärrettäväksi ekosysteemin tasapainon ja sen, miten pienetkin muutokset vaikuttavat tasapainoon. Peli on sovellettavissa myös muihin vuoristoekosysteemeihin. Peli korostaa kasvien roolia primäärituottajina ekosysteemin energiakierrossa.

Tavoitteet:

- Tutustutaan ekosysteemin käsitteeseen ja ekosysteemin energiakiertoon; miten energia kiertää ekosysteemissä?
- Opetellaan ekosysteemin monimuotoisuuden ja ainutlaatuisuuden säilyttämistä ja sen tasapainon ylläpitämistä
- Käytetään ekosysteemin käsittelyssä pelillisyyttä ja draaman muotoja

Ikätaso:

- 8–12-vuotiaat

Harjoituksen kesto:

- 30–45 min

Tarvittavat materiaalit:

- Jotain 6 neliön neliöitä ja 1 soikion merkitsemiseen lattialle/maahan, esim. käpyjä; vaihtoehtoisesti muotojen ääriviivat voidaan piirtää maahan
- Noin 50 kappaletta ”energiamerkkejä”, esim. legopalikoita tai kiviä; riittävän pieniä, jotta niitä voidaan pitää kädessä yhtä aikaa useita kappaleita (esim. 5 kpl kerrallaan), mutta kuitenkin riittävän isoja, jotta muut pelaajat näkevät montako kullakin pelaajalla on niitä käsissään
- Djembe-rumpu

Pelin taustalla oleva teoria on selitetty kuvassa 31.

Porojen laiduntaminen vaikuttaa osaltaan tunturimaisemaan ja suojelee sen ekosysteemiä. Porot voivat tallaamisen ja laiduntamisen avulla estää tunturin vihertymistä.

Jääleinikit kasvavat niin niukkakasvuisella alueella, että porot eivät käy siellä laiduntamassa. Näin ollen ne ovat turvassa porojen tallomiselta.

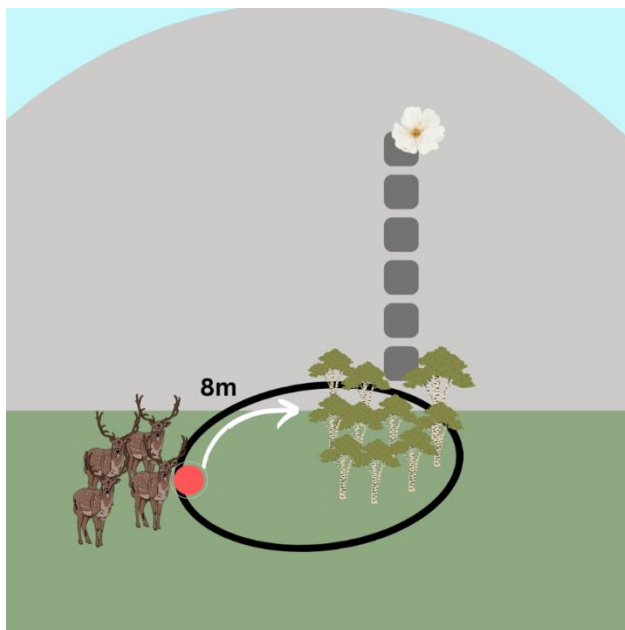


Talvella porot syövät koivua ja kaivavat jäkälää lumen alta.

Porojen kesälaiduntaminen rajoittaa avoimen tundran metsäkasvillisuudelle tyypillisten koivujen, pajujen ja suurten ruohojen esiintymistä ja leviämistä.

Ranunculus glacialis: By Tero Laakso - Flickr:
Ranunculus glacialis, CC BY 2.0
Birch: "Kilpisjärvi, Lapland" by Ninara is licensed under CC BY 2.0.
Cladonia rangiferina: by Saara Krook CC BY 2.0.
Graphic birch and reindeer: AI generated

Kuva. 31 Tunturiekosysteemi.



Kuva 32. Pelialue piirrettyä.



Kuva 33. Esimerkki liikuntasaliin tehdystä pelialueesta.

Vaiheet:

1. Pelialueen rakentaminen

Piirrä/merkitse pelialueelle suuri soikio. Voit merkitä soikion uloimmat reunat esimerkiksi kävyillä.

Soikion reunasta alkaen merkitään 6 peräkkäistä ruutua, ja viimeisessä ruudussa on jääleinikki (ks. Kuva 32 ja 33).

Koivut sijoitetaan soikion sisäpuolelle ja porot sen ulkopuolelle. Porojen lähtöpiste on merkitty.

2. Roolien jako

Oppilaat jakaantuvat itsenäisesti tai opettajan johdolla seuraaviin rooleihin:

- 10 oppilasta on koivuja
- 5 oppilasta on poroja
- (1 oppilas on jääleinikki (*Ranunculus glacialis*); voidaan käyttää myös jotain kukkaa esittävää esinettä)
- Opettaja on luontoäiti (myös oppilas voi olla tässä roolissa)

Näillä rooleilla peli on tarkoitettu 16–17 oppilaalle. Jos luokassa on enemmän tai vähemmän oppilaita, porojen ja puiden määrää voidaan vähentää tai lisätä, mutta suhde on pidettävä samana. Koivuja on aina 2 kertaa enemmän kuin poroja; esim. jos poroja on 2, koivuja on 4 = yhteensä 6 oppilasta.

Luontoäiti sijaitsee lähellä koivuja. Luontoäiti jakaa 3 energiamerkkiä jokaiselle koivulle ennen pelin alkua.

3. Tavoitteet ja säännöt

Koivut haluavat levittäytyä uudelle alueelle tunturissa (ruudut). Leviämiselle on kuitenkin muutamia ehtoja:

- Siirtyäkseen seuraavaan ruutuun koivulla on oltava 4 energiamerkkiä käsissään. Energiamerkkejä voi jakaa vapaasti koivujen kesken, mutta huomaa, että jos koivulla ei ole yhtään energiamerkkiä käsissään, se kuolee (= siirtyy pois pelistä). Vaarallinen tilanne on, jos koivulla on vain yksi energiamerkki kädessään.
- Seuraavaan ruutuun siirtyminen kuluttaa koivulta yhden energiamerkin.
- Koivun on oltava yhteydessä muihin koivuihin, eli kahden koivun välissä ei saa olla tyhjää tilaa. Luonnossa puut ovat yhteydessä toisiinsa sienirihmaston kautta.

Porotokka kiertää laidunmaata, eli kävelevät rauhallisesti soikion reunan ulkopuolelle. Jos koivut levittäytyvät seuraavaan ruutuun, porojen reitti muuttuu niin, että ne kävelevät koivun vieressä olevan, mutta tyhjän ruudun yli. Porot tarvitsevat energiaa, jota ne saavat koivuista. Energiaa porot keräävät seuraavasti:

- Yhden kierroksen aikana poro ottaa yhden energiamerkin yhdestä koivusta. Kaikki porot kävelevät kierroksen, joten kierroksen jälkeen niillä kaikilla on yksi energiamerkki. Kierros alkaa lähtöpisteestä ja päättyy samaan pisteeseen. Porolauma voi aloittaa uuden kierroksen vasta, kun koko porolauma eli kaikki porot ovat saapuneet kierroksen aloituspisteeseen.
- Kierroksen päätteeksi poro jättää keräämänsä energian luontoäidin koriin. Energia on kulunut poron lämpöön ja elintoimintoihin.

Luontoäiti soittaa rumpua tasaiseen tahtiin pelin ollessa käynnissä. Samalla hän laskee porojen kulkemien kierrosten määrän ja pysäyttää porot joka toisen kierroksen jälkeen lähtöpisteeseen ja antaa puille uusia energiamerkkejä. Luontoäiti antaa yhden energiamerkin jokaiselle puulle. Luontoäidin soitto heijastaa Lapin ajattomuutta, jossa ajan kulumista seurataan jollakin muulla kuin kellolla.

Jääleinikillä on myös oma energiakiertonsa. Jos oppilas on jääleinikin roolissa, hän esittää roolia liikkumalla omassa ruudussaan kuin herkkä kukka tunturimaisemassa. Tätä oppilasta varten on kaksi astiaa, joista toinen on täytetty kolmella energiamerkillä. Jääleinikki siirtää energiamerkit yksi kerrallaan toiseen koriin ja päinvastoin.

4. Pelin päättyminen

Peli on ohi, jos koivut leviävät niin pitkälle, että porot tallovat jääleinikin. Tämä tarkoittaa myös sitä, että tunturin ekosysteemi on muuttunut.

Opettajalle: Tällä puiden, porojen ja energiamerkkien määrällä ekosysteemin pitäisi pysyä tasapainossa niin, että puut eivät kuole, mutta eivät myöskään pääse leviämään. Tätä ei kerrota oppilaille etukäteen, mutta peliä pelataan tarpeeksi kauan, jotta oppilaat huomaavat tämän tasapainon.

Loppukeskustelun jälkeen voidaan muuttaa porojen tai puiden määrää. Lisäämällä porojen määrää puut kuolevat yksi kerrallaan. Lisäämällä puiden määrää ja vähentämällä porojen määrää puut voivat levittäytyä tunturiin.

5. Loppukeskustelu

Keskustelkaa yhdessä ryhmän kanssa havainnoistanne. Seuraavassa on muutamia kysymyksiä keskustelun avuksi:

- Miten porot ylläpitävät tunturimaisemaa?
Laiduntamalla ja tallomalla
- Miten energia kiertää luonnossa?
Emme keskustelleet fotosynteesistä, mutta kasvit tuottavat energiaa fotosynteesin avulla. Vaikka kasvit tuottavat energiaa, ne tarvitsevat sitä myös kasvaakseen. Porot saavat energiaa syömällä kasveja.
- Mitä tapahtuu, jos poroja on liikaa?
Ekosysteemi on epätasapainossa ja kasvillisuus katoaa vähitellen.

- Mitä tapahtuu, jos poroja ei ole?

Tunturiluonto vihertyisi alueilla, joilla se ei ole ollut vihreä. Kallio- ja jääekosysteemi katoaisi lopulta, kun uudet kasvit valtaisivat niiden elinympäristön. Esimerkiksi tunturileinikit menettäisivät elinympäristönsä. Tämä merkitsisi luonnon monimuotoisuuden heikkenemistä.

Itsearviointilomake

	😊	😞
Tämän oppitunnin perusteella osaan luetella ekosysteemiin vaikuttavia asioita.		
Ymmärrän, mitä ekosysteemin tasapaino tarkoittaa.		
Huomasin, että ekosysteemin tasapaino voi muuttua.		
Harjoitus oli mielenkiintoinen.		
Haluaisin pelata samanlaista peliä uudelleen tulevaisuudessa.		

Tapausesimerkki

Porot tunturiekosysteemissä -peliä testattiin 3.-luokkalaisilla eli noin 9-vuotiailla oppilailla. Ensimmäisellä testikierroksella energiamerkkejä jaettiin 30 sekunnin välein eikä kierrosten perusteella. Näillä säännöillä pelasimme kaksi kierrosta, joista ensimmäinen päättyi koivun leviämisen vuoksi. Poropelaajat eivät liikkuneet yhdessä ja söivät energiaa liian hitaasti. Toista pelikierrosta varten lisäsimme porojen määrää, ja kun porot oppivat pelin idean, puut kuolivat nopeasti pois. Kolmas kierros näillä säännöillä olisi voinut johtaa tasapainoon. Mutta vaikka pelikierrokset eivät olleetkaan onnistuneet, pelien jälkeisessä opetuskeskustelussa oppilaat olivat ymmärtäneet, mitkä tekijät vaikuttavat ekosysteemin tasapainoon, ja puhuivat niistä oikeilla termeillä. Näin ollen pelin tavoitteet saavutettiin, vaikka itse peli ei mennytkään tavoitteiden mukaisesti.

Tämän jälkeen sääntöjä päivitettiin siten, että aikarajoitus poistettiin ja energiansaanti laskettiin kierroskohtaisesti. Näillä säännöillä peliä testattiin toisella luokalla. Pelin seuraamisesta tuli ryhmälle helpompaa, ja jo ensimmäisellä kierroksella saavutettiin tasapaino. Peli tarjosi hyvän tilaisuuden harjoitella myös yhteistyö- ja tunnetaitoja. Pelin riskinä on, että jos porot ottavat energiaa vain yhdestä puusta, puun roolissa oleva voi kokea epäoikeudenmukaisuutta ja pahoittaa mieltänsä. Jos taas puut tekevät avointa yhteistyötä keskenään, viereinen puu voi antaa uutta energiaa sille puulle, jota kulutetaan paljon. Opettaja tuntee oman ryhmänsä parhaiten, mutta yhteistyön tärkeyttä on joka tapauksessa hyvä korostaa ennen peliä.

Peli auttaa ymmärtämään ekosysteemin toiminnan lainalaisuuksia. Samalla se kehittää yhteistyötaitoja ja vahvistaa ryhmän tunnetaitoja. Opettajan on hyvä huomioida luokkansa tapa toimia, jotta kokemus olisi mielekäs ja opettavainen kaikille.

3 Verkossa tehtävät harjoitukset alakouluun

3.1 Biodiversiteetti kartalla

Ulla Kemi, Renata Ryplová ja Zbyněk Vácha

Ympäristöolosuhteet voivat vaihdella huomattavasti eri paikkojen välillä, myös Euroopan sisällä. Kasvukauden pituus voi vaihdella suuresti, samoin kuin kasvukauden aikaiset ympäristöolosuhteet, kuten valo, lämpötila ja veden määrä. Kasvilajit sopeutuvat näihin vaihteleviin ympäristöolosuhteisiin erilaistumalla, mikä johtaa erilaisiin kasvien fenotyypeihin eli ilmiasuihin Euroopan eri osissa. On tärkeää ymmärtää oman ympäristön ominaispiirteitä, mutta myös sitä, miten ne eroavat muista alueista. Esimerkiksi luonnon rooli arkielämässä on omanlaisensa kussakin paikassa.

Tähän tehtävään tarvitaan vähintään kaksi oppilasryhmää eri paikkakunnilta. Ryhmät voivat olla samasta tai eri maasta.

Tavoitteet:

Oppija oppii

- tunnistamaan ja dokumentoimaan ympäröivän luonnon keskeisiä piirteitä
- ymmärtämään, että luontoympäristöt ovat erilaisia eri paikoissa
- ymmärtämään kasvien monimuotoisuutta
- ymmärtämään kasvien roolia eri ympäristöissä
- käyttämään karttoja verkossa

Tarvittavat materiaalit:

- Laite kuvien ottamista varten, esim. älypuhelin tai tabletti
- Verkossa jaettu kartta esim. Padlet

Työvaiheet:

Valitkaa aihe, johon haluatte keskittyä. Jos mahdollista, ota oppilaat mukaan aiheen valintaan. Aihe voi nousta esimerkiksi oppilaiden havainnoista tai ajankohtaisista uutisista, ja se voi olla esimerkiksi joku seuraavista:

- Oman alueen tyypillinen metsä
- Metsien käyttö omalla alueella
- Luonto osana kaupunkia
- Luonto osana koulun pihaa
- Erilaiset lehtien muodot
- Kasvit, joita oppilaat löytävät tietyssä ajassa
- Erikokoiset kasvit
- Värien monimuotoisuus

Oppilaat ottavat valokuvia valitusta aiheesta. He lisäävät ottamansa kuvat verkossa jaetulle kartalle. Tämä on mahdollista esimerkiksi Padletissa, jossa voit lisätä kartan taustalle ja lisätä kuvia/tekstiä eri paikoista koordinaattien mukaan.

Tutki kuvia oppilaiden kanssa. Keskustele kysymyksistä tai pyydä oppilaita tekemään omat johtopäätöksensä:

- Millaisia eroja huomaat?
- Miten ympäristöolosuhteet eroavat eri paikoissa?
- Miten kasvit ovat sopeutuneet erilaisiin olosuhteisiin?
- Mihin kasvillisuutta tarvitaan ja käytetään eri paikoissa?
- Voit myös yhdistää havaintoja esim. lämpötilakarttoihin

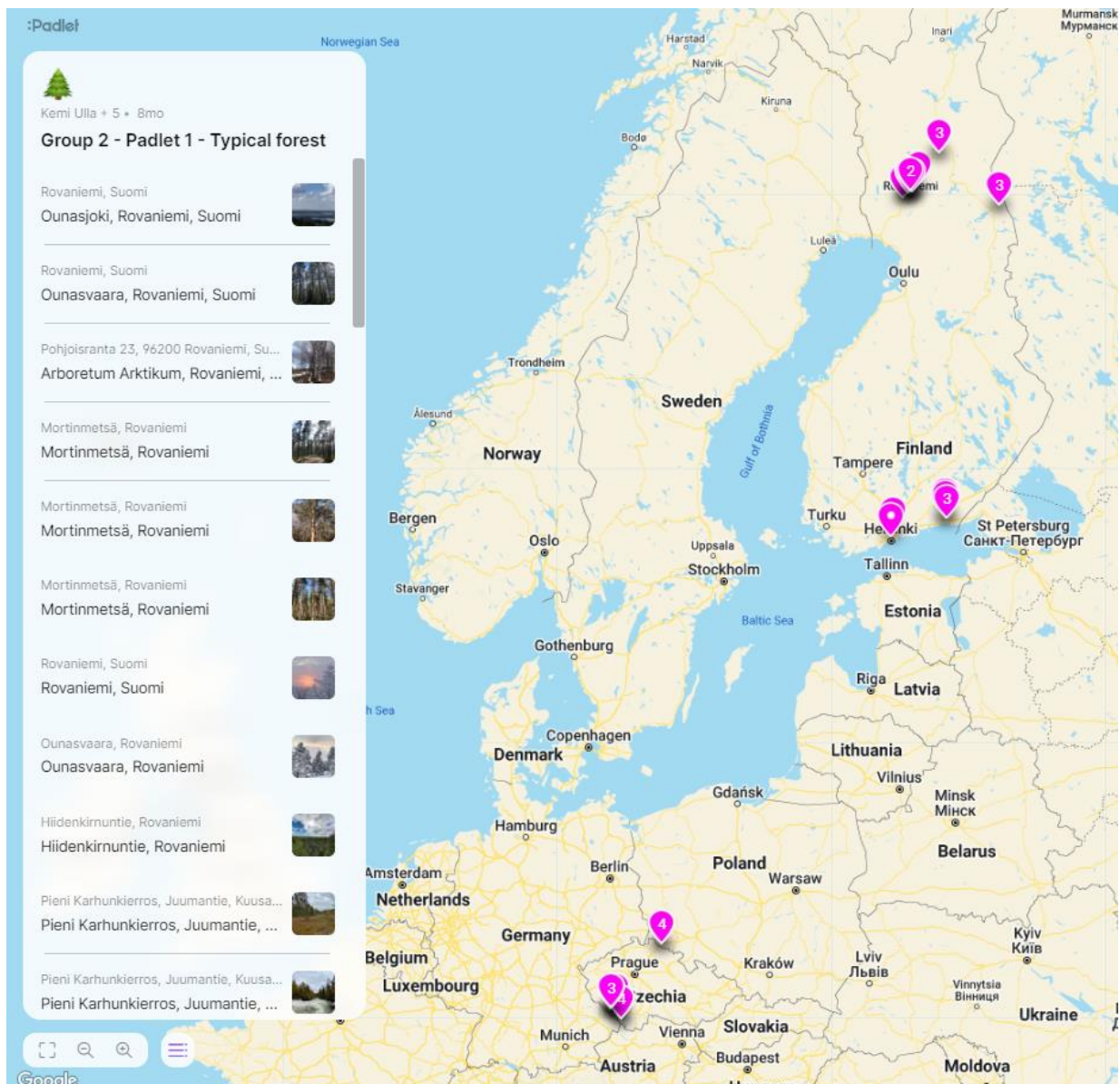
Tapausesimerkki

Tätä harjoitusta kokeiltiin huhti-toukokuussa 2023 Pohjois-Suomessa ja Etelä-Tšekissä. Harjoitukseen osallistuneet suomalaiset opiskelijat olivat kestävyys- ja luontokasvatuspainotteisia luokanopettajaopiskelijoita (4 opiskelijaa) tai kestävyyskasvatuksen opiskelijoita (2 opiskelijaa), ja harjoitus oli osa tiedekasvatuksen kurssia. Myös tšekkiläiset opiskelijat olivat tiedekasvatuskurssille osallistuvia luokanopettajaopiskelijoita.

Harjoitus toteutettiin 4–6 opiskelijan kansainvälisissä ryhmissä. Yksi opettajista teki jokaiselle ryhmälle yhteisen Padlet-kartan (Kuva 34), ja opiskelijat lisäsivät kartalle kuvia alueensa tyypillisistä metsistä (Kuva 35). Kuvien lisäämisen jälkeen jokainen ryhmä järjesti verkkotapaamisen ja keskusteli näistä aiheista:

- Mitä olet oppinut muiden ottamista kuvista?
- Millaisia havaintoja ja johtopäätöksiä voit tehdä näkemiesi erojen perusteella?
- Mihin kasvillisuutta tarvitaan omassa ympäristössäsi?
- Miten kasvit voivat elää maasi ilmasto-olosuhteissa? Miten ne ovat sopeutuneet paikallisiin ilmasto-olosuhteisiin?
- Miten tällaista harjoitusta voitaisiin käyttää koululaisten kanssa?
- Mitä muuta haluaisit oppia muiden maiden opiskelijoilta?

Palautteen perusteella opiskelijat pitivät tätä harjoitusta mielenkiintoisena ja pitivät ryhmätyöstä. Jälkeenpäin opiskelijat ehdottivat, että olisi ollut mielenkiintoista keskittyä luontoon kaupunkiympäristössä eri paikoissa.

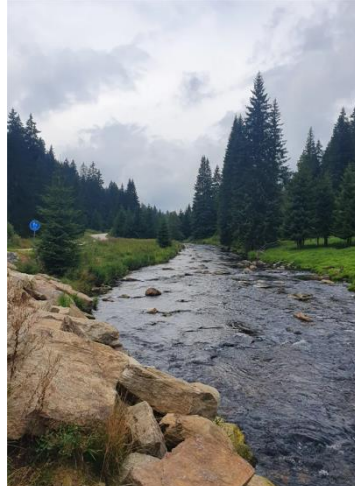


Kuva 34. Kansainväliset opiskelijat lisäsivät kuvia oman alueensa tyypillisistä metsistä Padlet-kartalle.

Pohjois-Suomi



Etelä-Tšekki



Kuva 35. Esimerkkejä suomalaisten ja tšekkiläisten opiskelijoiden kartalle lisäämistä kuvista.

3.2 Biodiversiteettinäyttely verkossa

Eveline Neubauer, Birgit Steininger, Ulla Kemi, Renata Ryplová ja Martin Lindner

Tässä hausassa harjoituksessa oppijat saavat käyttää luovuuttaan ja ympäriltään löytyviä luonnonmateriaaleja. Harjoitus voidaan tehdä yhden ryhmän kanssa, mutta se on hauskempaa useamman ryhmän yhteistyönä. Mukana voi olla ryhmiä joko samasta maasta tai eri maista. Näyttelyn teemana voi olla esimerkiksi:

- Värien monimuotoisuus
- Muotojen monimuotoisuus
- Lehtien monimuotoisuus
- Kukkien monimuotoisuus
- Puiden monimuotoisuus
- Vihreän eri sävyt
- Kasvit matkan varrella

Tarvittavat materiaalit:

- Paperilautasia
- Kaksipuolista teippiä
- Kukkia tai muuta luonnonmateriaalia teeman mukaan

Työvaiheet:

Valitkaa näyttelyn teema.

Kiinnittäkää kaksipuolisen teipin pätkiä paperilautasille. Oppilaat voivat nyt tehdä kuvia liimaamalla lautaselle kukkia, lehtiä tai muita pieniä luonnosta löytyviä materiaaleja valitun teeman mukaisesti. Kuvaa tehdyt taideteokset ja lisää kuvat yhdessä sovitulle verkkoalustalle, esimerkiksi Padlet-seinälle.

Tapausesimerkki

Biodiversiteettinäyttely toteutettiin usean maan opiskelija- ja oppilasryhmien yhteistyönä keväällä ja alkukesästä 2024. Näyttelyyn osallistui ryhmiä Suomesta, Tšekistä, Itävalasta ja Saksasta. Kukin ryhmä valitsi oman teemansa ja teki taideteoksia luonnonmateriaaleista (Kuva 36).

Rovaniemi, Suomi

Osallistujat: 8

luokanopettaja-
opiskelijaa ja 16
oppilasta (12–13-
vuotiaita)

Teema: Muotojen
monimuotoisuus tai
vihreän eri sävyt



České Budějovice,

Tšekki

Osallistujat: 50

kasvitieteen
opiskelijaa

Teema: Värien
monimuotoisuus



Vienna, Itävalta

Osallistujat: 10

kasvitieteen kurssin
opiskelijaa

Teema: Lehtien
monimuotoisuus



Halle, Saksa

Osallistujat: 30

luokanopettaja-
opiskelijaa

Teema: Kasvit matkan
varrelta



Kuva 36. Biodiversiteettinäyttely toteutettiin Padletissa huhti-heinäkuun välisenä aikana vuonna 2024. Ryhmät valitsivat oman teemansa vuodenajan ja kurssin perusteella. Kuvissa on joitain esimerkkejä näyttelyn teoksista.

Lähteet

- Amprazis, A., Papadopoulou P. & Malandrakis G. (2019). Plant Blindness and Children's Recognition of Plants as Living Things: A Research in the Primary Schools Context. *Journal of Biological Education* 53: 1 – 16.
- Amprazis, A. & Papadopoulou, P. (2020). Plant blindness: a faddish research interest or a substantive impediment to achieve sustainable development goals? *Environmental Education Research*, DOI: 10.1080/13504622.2020.1768225.
- Bateson, P.P.G. & Martin, P. (2013). Play, playfulness, creativity and innovation. Cambridge University Press.
- Bowker, R., & Tearle, P. (2007). Gardening as a learning environment: A study of children's perceptions and understanding of school gardens as part of a primary school environmental education programme. *International Journal of Environmental Education and Information* 26(3), 197 – 208.
- Boysen, M., Sørensen, M., Jensen, H., Von Seelen, J. & Skovbjerg, H.-M. (2022). Playful learning designs in teacher education and early childhood teacher education: A scoping review. *Teaching and Teacher Education* 120, 103884.
- Braund, M., & Reiss, M. (2006). Validity and worth in the science curriculum: Learning school science outside the classroom. *The Curriculum Journal* 17(3), 213 – 228.
- Braund, M. & Reiss, M.J. (2019): The 'Great Divide': How the Arts Contribute to Science and Science Education. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education* 19: 219 – 236, <https://doi.org/10.1007/s42330-019-00057-7>.
- Brown, S. (2009). Discovering the importance of play through personal histories and brain images. *American Journal of Play* 1(4), 399 – 412.
- Bruner, J. (1986). Actual Minds, Possible Worlds. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Chowdhury, T.B.M., Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2020). Socioscientific issues within science education and their role in promoting the desired citizenry. *Science Education International* 31(2), 203 – 208.
- Craft, A. (2005). Creativity in Schools: Tensions and Dilemmas. Abingdon: Routledge New York.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). Flow, psychology of optimal experience. New York: Harper and Row.
- Egan, K. (2005). An imaginative approach to teaching. San Francisco: Jossey-Bass.
- Grant, O. M., Tronina, Ł., Jones, H.G., & Chaves, M.M. (2006). Exploring thermal imaging as a tool for monitoring stomatal conductance and plant water status. *Journal of Experimental Botany* 57(13): 3297 – 3308.
- Izadi D. (2017). Arts in science education. *Canadian Journal of Physics* 95(7): xliii – xlvi, <https://doi.org/10.1139/cjp-2016-0590>.
- Johnson, R., Patel, S., & Singh, A. (2021). The Role of Advanced Measuring Devices in Science Education. *International Journal of Biological Education* 18(2): 123 – 136.

- Kangas, M., Siklander, P., Randolph, J. & Ruokamo, H. (2017). Teachers' engagement and students' satisfaction with a playful learning environment. *Teaching and Teacher Education* 63: 274 – 284, doi: 10.1016/j.tate.2016.12.018.
- Kletečki N., Hruševar D., Mitić B. & Šorgo A. (2023). Plants are not boring, school botany is. *Education Sciences* 13: 489, <https://doi.org/10.3390/educsci13050489>.
- Lee, C., & Wu, D. (2022). Personalization in Online Learning: A Tool for Better Science Education. *Educational Innovations Quarterly* 19(3): 98 – 110.
- Lynch, M., & Simpson, C. (2021). Music and science integration: Enhancing primary school students' engagement and understanding of plant biology. *Journal of Science Education and Technology* 30(4): 547 – 560.
- Minner, D.D., Levy, A. J. & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching* 47(4): 474 – 496.
- Mogensen, L.O. (2012). The systemic social constructionist approach. In: Van de Wetering ym.: Awakening within, awakening without. <https://www.centerforappreciativeinquiry.net/wp-content/uploads/2012/05/E-book-Awakening-within-Awakening-without-1-March-2012.pdf>, pp 33 – 43.
- Nilsson, M., Griggs, D. & Visbeck, M. (2016). Policy: map the interactions between Sustainable Development Goals. *Nature* 534(7607): 320 – 322.
- Nyberg, E. & Sanders, D. (2014). Drawing attention to the 'green side of life'. *Journal of Biological Education* 48(3): 142 – 153.
- Patrick, P. & Tunnicliffe, S.D. (2011). What Plants and Animals Do Early Childhood and Primary Students' Name? Where Do They See Them? *Journal of Science Education Technology* 20: 630 – 642.
- Pogue, D. (2015). The Touch Screen Generation. *Scientific American* 313(2):29, doi: 10.1038/scientificamerican0815-29.
- Pokorný, J., Brom, J., Cermak, J., Hesslerova, P., Huryňa, H., Nadezhdina, N. & Rejskova, A. (2010) Solar energy dissipation and temperature control by water and plants. *International Journal of Water* 5: 311 – 336.
- Potter, J. & Wetherell, M. (1987). *Discourse and Social Psychology*. Sage Publications Ltd.
- Reeve, J. (2022). A Self-determination Theory Perspective on Student Engagement. In Christenson, S., Reschly, S.A. & Wylie C. (Eds.) *Handbook of Research on Student Engagement* (pp. 149 – 172). Springer.
- Ryplová R., Pokorný J. (2020). Saving Water for the Future Via Increasing Plant Literacy of Pupils. *European Journal of Sustainable Development* 9(3): 313 – 323, doi:10.14207/ejsd.2020.v9n3p313.
- Smith, J., Brown, T., & Green, L. (2020). Digital Tools in Primary Education: Enhancing Engagement in Science. *Journal of Educational Technology* 15(3): 45 – 60.
- Wandersee, J.H. & Schussler, E.E. (1999). Preventing Plant Blindness. *The American Biology Teacher* 61(2): 82 – 86.
- Wilson, R. A. (2011). *Nature and Young Children: Encouraging Creative Play and Learning in Natural Environments*. Routledge.

Zeidler, D.L. (2014). Socioscientific issues as a curriculum emphasis. Theory, research, and practice. In Lederman, N.G. & Abell S.K. (Eds.), *Handbook of research on science education*, 2, 697 – 726.

Zeidler, D.L., Sadler, T.D., Simmons, M.L. & Howes, E.V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education* 89(3): 357 – 377.