



PELASTA PINGVIINIT LUMA-OPETUSMATERIAALI

Johdatus termodynamiikkaan ja lämmön siirtymiseen

Opettajan opas

Kehitetty NSF:n ITEST-lahjoituspalkinnoilla # 10-29724 ja #12-47287.



Tämä opetusmateriaali ja kaikki siihen liittyvät tiedostot löytyvät osoitteesta:
<https://peda.net/p/jesse.hietala/vtk/pp>

Alkuperäinen, englanninkielinen materiaali on ladattavissa osoitteesta:
<http://www.auburn.edu/~cgs0013/ETK/SaveThePenguinsETK.pdf>

Tekijä: Christine Schnittka (schnittka@auburn.edu)

Kiitokset: professori Larry Richards ja hänen insinööriopiskelijansa:
Kyle Adams, Chase Bennett, Rachel Cohn, Matt Gabriel, Will Gilliam, Chilton Griffin,
ja Spencer Ingram

Editointi:

Mary Lou Ewald
Erin Percival
Randall Colvin

Suomenkielinen käännös:

Jesse Hietala
Risto Leinonen

Kysymykset suomenkielisestä materiaalista voi lähettää osoitteeseen
jesse.hietala@uef.fi

Kysymykset alkuperäistä materiaalia koskien voi lähettää englanniksi osoitteeseen
schnittka@auburn.edu

Kehitetty NSF:n ITEST-lahjoituspalkinnoilla # 10-29724

YLEISKATSAUS MATERIAALIIN

Johdanto ja tausta

Oppilaiden vaihtoehtoiset käsitykset lämmöstä ja lämpötilasta alkavat muodostua nuorella iällä, ja ne voivat säilyä koko kouluajan. Lapset tuntevat jo nuorina lämpöä ja kylmyyttä ja koskevat kuumia tai kylmiä esineitä, joten heidän naiivit käsityksensä lämmöstä, lämpötilasta ja lämmön siirtymisestä ovat usein sitkeitä muuttumaan. Jopa pienet lapset kehittävät intuitiivisesti ”fysiikan teoreettisen viitekehityksen” kuvatakseen ja selittääkseen kokemaansa maailmaa. Aiemmin suosittu kalorikkiteoria, jonka mukaan lämpö on hiukkasista koostuvaa virtaavaa ainetta hallitsee edelleen lasten ajattelua. Lapset myös luottavat lämpötilan mittaamisessa aisteihinsa ymmärtämättä kineettistä teoriaa ja sen vaikutuksia lämmön siirtymiseen. Ajatus siitä, että kylmä on liikkuvaa ainetta, on tyypillinen yläkoululaisille ja lukiolaisille. Nämä opiskelijat ajattelevat myös metallisten esineiden olevan luonnostaan kylmempiä kuin muovisten, koska metalli vetää puoleensa kylmää. Lämmön siirtymisen suuntaa ei ymmärretä, koska lämpöä ei ymmärretä energian muotona. Ilman eksplisiittisiä näihin vaihtoehtoihin käsityksiin suunnattuja interventioita ne voivat säilyä aikuisikään asti.

Tämä LUMA-opetusmateriaali on suunniteltu yläkoulun oppilaille lämpöön ja energiaan liittyvien luonnontieteiden käsitteiden ja teknologisen ongelmanratkaisun perusteiden opettamiseen. Oppilaat saavat myös käsityksen insinööreistä ihmisinä, jotka suunnittelevat ratkaisuja ongelmiin. Oppilaiden tavoitteena on suunnitella ja rakentaa jäätä tehdylle pienoispingviinille suoja, joka vähentää lämmön siirtymistä ja estää jäätä sulamasta.

Laajana kontekstina *Pelasta pingviinit* -kokonaisuudelle toimii maailmanlaajuinen ilmastonmuutos. Oppilaat oppivat, että talojen lämmitykseen ja viilentämiseen käytettävä energia tulee energiavoimaloista, joista suurin osa käyttää fossiilisia polttoaineita muuttaakseen kemiallista energiaa sähköenergiaksi. Fossiilisten polttoaineiden polttamisen yhteys hiilidioksidin kasvaneisiin pitoisuuksiin ilmakehässä tunnetaan, mikä puolestaan on yhdistetty lämpötilan maailmanlaajuiseen nousuun. Lämpötilan nousulla on laajat vaikutukset elämään maapallolla. Pingviinit elävät eteläisellä pallonpuoliskolla, pääasiassa jäisellä Antarktiksella. Maapallon lämmitessä ja jäiden sulaessa pingviinit menettävät elinympäristöään. Näin oppilaat näkevät, että paremmin suunnitellut talot, jotka käyttävät vähemmän energiaa lämmitykseen ja jäähdytykseen, voivat vaikuttaa pingviineihin. Energiatehokkaat talot, joissa vältetään tarpeetonta lämmön siirtymistä, vaativat vähemmän energiaa fossiilisia polttoaineita polttavilta voimalaitoksilta ja vaikuttavat siten vähemmän ilmastonmuutokseen.

Design-pohjainen luonnontieteiden oppiminen (design-based science learning) heijastaa sosiokonstruktivistista oppimisteoriaa, koska oppilaat työskentelevät ryhmissä ratkaistakseen ongelmia ja keksiäkseen niihin ratkaisuja, vaikkakin tietyt taidot opitaan opettajan mallista. Teknologiseen ongelmanratkaisuun pohjautuviin toimintoihin osallistuville oppilaille ei kerrota, mitä heidän täytyisi tehdä, vaan he luovat ja innovoivat ja tekevät yhdessä päätöksiä perustuen heidän aiempiin tietoihinsa. Opettajan tehtävänä on ohjata oppilaita heidän päätöksentekoprosessinsa läpi ja näyttää mallia uusista opittavista taidoista.

Teknologisen ongelmanratkaisun aikana oppilaat rakentavat omaa tietämystään tieteellisistä

periaatteista muuntelemalla ja testaamalla aktiivisesti erilaisia materiaaleja ja ideoita. Oppilailla on kouluun tullessaan omat käsityksensä maailmasta ja sen toiminnasta, eikä heidän käsityksensä välttämättä vastaa tutkijoiden käsityksiä. Opettajan tulee tarjota oppilaille mahdollisuuksia haastaa ja muokata omia uskomuksiaan. Sosiaalikonstruktivistit näkevätkin, että opettajan rooli on auttaa oppilaita rakentamaan osaamistaan oikea-aikaisen tuen (scaffolding) ja ohjauksen avulla. Sosiaalikonstruktivistien mukaan oppijat rakentavat merkityksiä aktiivisen osallistumisen (active engagement), ei passiivisen kuuntelemisen, kautta. Oppilaat soveltavat tietojaan tehdessään tutkimuksia ja rakentaessaan heidän ymmärrystään edustavia artefakteja. Oppilaat työskentelevät sosiaalisessa ympäristössä heidän väitellessä ideoistaan. Oppilaat sitoutuvat heille merkityksellisiin autenttisiin tehtäviin, joilla on yhteys heidän koulun ulkopuoliseen elämäänsä.

Opetusstrategiat

Design-pohjainen luonnontiede

Design-pohjaisessa luonnontieteen opetuksessa opettaja ei kerro oppilaille, että mitä heidän tulisi rakentaa. Sen sijaan opettaja mahdollistaa oppimisen antamalla oppilailleen ensisijaisen vastuun omasta oppimisestaan heidän soveltaessaan luonnontieteiden käsitteitä teknologisessa ongelmanratkaisussa. Autenttisten omaan elämään liittyvien ongelmien ratkomisen lisää oppilaiden kiinnostusta ja syventää käsitteellistä osaamista.

Koko luokan demonstraatiot

Vaikka sinua houkuttaisi hypätä suoraan suunnittelu- ja rakentamisaktiviteetteihin pyydän, ettet tee niin. Demonstraatiot tuovat oppilaille vaadittavan kognitiivisen tuen, mikä auttaa oppilaita linkittämään rakentamistoiminnan lämmön siirtymisen monimutkaiseen fysiikkaan. Oppilaiden silmissä epäjohdonmukaisilta näyttävistä demonstraatioiden tapahtumista on usein seurauksena kognitiivinen dissonanssi; mahdollisuus tarkastella omia käsityksiään lämmöstä ja virheellisten käsitysten jalostaminen on ehdottoman tärkeää materiaalien onnistuneelle käytölle. Ilman demonstraatioita ja niihin liittyvää keskustelua oppilaat osallistuvat vain mukavaan rakentelutoimintaan, mikä auttaa tai ei auta heitä ymmärtämään paremmin luonnontieteitä, tai sitä, mitä insinöörit tekevät. Demonstraatiot parantavat oppilaiden käsitteellistä ymmärrystä lämpöenergiasta, lämmön siirtymisestä ja lämpötilasta.

Yhteisölliset oppimisryhmät

Ideaalitilanteessa oppilaat tulisi jakaa kolmen tai neljän hengen ryhmiin. Jokaiselle oppilaalle tulisi antaa oma tehtävä ryhmässä, esimerkiksi materiaalin kerääjä tai rahan käsittelijä. Oppilaiden voi joko antaa itse valita ryhmänsä jäsenet tai heidät voi jakaa ryhmiin sen mukaan, keiden tiedät kykenevän yhteistyöhön keskenään. Koska oppilaat työskentelevät samassa ryhmässä koko kokonaisuuden ajan, on parasta, että oppilaat pitävät toisistaan ja työskentelevät hyvin yhdessä. Laita oppilaat istumaan ryhmissä heti kokonaisuuden alusta lähtien, mieluiten sellaisen pöydän ympärille, jossa he voivat nähdä toisensa ja keskustella keskenään.

Arviointi

Pelasta pingviinit -opetusmateriaalissa arviointi on integroitu osa opetusta ja se koostuu kahdesta eri osasta:

- A. Formatiivinen arviointi – opetukseen sulautettu arviointi, jatkuva palaute opettajalle ja oppilaille opetuksen parantamiseksi. Tässä kokonaisuudessa formatiivinen arviointi sisältää:
- Luokan sisäisiä keskusteluja oppilaiden ennustuksista siitä, että mitä demonstraatioiden aikana tapahtuu sekä oppilaiden/ryhmien palautetta jokaisen demonstraation jälkeen.
 - ”Jäljelle jääneen” pingviinin massan punnitseminen sen jälkeen, kun se on ollut oppilaiden rakentamassa lämpösuojassa.
 - Oppimissarjakuvan tekeminen jokaisella oppitunnilla. Oppimissarjakuva kertoo kuvien ja sanojen avulla jonkin tarinan loogisessa järjestyksessä. Joka kerta, kun oppilas oppii uuden käsitteen, tekee kokeen, suunnittelee jotain tai testaa suunnitelmaansa, siitä tulisi tehdä muistiinpanot oppimissarjakuvaan, että opettaja ja oppilaat voivat tarkastella ja kommentoida niitä myöhemmin. Oppimissarjakuvat kannattaa sijoittaa seinälle, jolloin niitä on helppo tarkastella.
- B. Summatiivinen arviointi – opittujen asioiden arviointi kirjallisella testillä, joka annetaan oppilaille tehtäväksi sekä ennen kokonaisuutta että sen jälkeen. Testillä arvioidaan oppilaiden käsitteellisen osaamisen kehittymistä lämmön siirtymiseen liittyvistä käsitteistä. Oppilailla tulee teettää kokonaisuuden alussa [”Testi lämmön siirtymisestä”](#), kerätä vastaukset ja arvioida ne, mutta testejä ei tule palauttaa eikä niistä pidä keskustella oppilaiden kanssa. ”Lämpötesti” perustuu tutkimustietoon virhekesityksistä, ja sen ulkoista validiteettia, sisältövaliditeettia ja reliabiliteettia on tarkasteltu. Testi teetetään jokaisella oppilaalla myös kokonaisuuden lopuksi. Kerätyt vastaukset tulee arvioida, ja alku- ja lopputestin tuloksia tulee verrata keskenään. Testi antaa opettajalle tietoa oppilaiden lämpöön liittyvistä virhekesityksistä. Halutessasi lisätietoja testistä ja sen oikeista vastauksista, ota yhteys Jesse Hietalaan, jesse.hietala@uef.fi.

Turvallisuusasiat

Varoita oppilaita, että he eivät koske lämpölampun pintaan demonstraatioiden tai kokeiden aikana. Jos lamppuun kosketaan sen ollessa päällä tai heti sen jälkeen, lampun pinta ja sen ympärillä oleva kupu voivat aiheuttaa vakavia palovammoja. Kiinnitä lamppu esimerkiksi statiiviin, että sitä tarvitsee käsitellä mahdollisimman vähän.

Tekniikka

Tarvitset PowerPoint-esityksien ja videoiden näyttämiseen videotykin ja valkokankaan sekä tietokoneen, jossa on kaiuttimet. Jos käytettävissäsi on kannettavia tietokoneita tai tabletteja, voit hyödyntää sosiaalisen median opetusmahdollisuuksia.

YHTEENVETO

KOKONAISUUDEN TÄRKEIMMÄT IDEAT

- Lämmön siirtyminen on ennustettavaa.
- Insinöörit seuraavat tiettyä prosessia suunnitellessaan teknologisia ratkaisuja ongelmiin.

OPPITUNTI 1 – Oppimistavoitteet

Johdanto ja eristys

- Lämpö siirtyy korkeammasta lämpötilasta matalampaan lämpötilaan.
- Eristeet hidastavat lämmön siirtymistä.
- Insinöörien on tunnistettava ongelma, että he voivat ratkaista sen.

OPPITUNTI 2 – Oppimistavoitteet

Johtuminen, säteily ja kuljettuminen

- Lämpö siirtyy kolmella eri tavalla.
- Insinöörien on tutkittava ongelmaa ja ymmärrettävä se voidakseen ratkaista sen.

OPPITUNTI 3 – Oppimistavoitteet

Katsaus lämmön siirtymiseen ja johdanto kokeellisen työskentelyyn

- Materiaali vaikuttaa lämmön siirtymisnopeuteen.
- Eri materiaaleilla on erilainen kyky hidastaa lämmön siirtymistä.
- Insinöörit tarvitsevat luonnontieteellistä tietoa ideoidessaan mahdollisia ratkaisuja ongelmiin.

OPPITUNTI 4 – Oppimistavoitteet

Pingviinin pesän suunnittelu ja rakentaminen

- Materiaaleja yhdistelemällä voi vaikuttaa lämmön siirtymisnopeuteen. Erilaiset materiaalit vaikuttavat eri lämmönsiirtymistapoihin eri tavoin.
- Insinöörien työskentelyyn vaikuttavat erilaiset rajoitukset (aika, materiaalit, tila, raha), ja he käyttävät tieteellistä osaamistaan ja luovuuttaan suunnitellessaan ratkaisuja ongelmiin.

OPPITUNTI 5 – Oppimistavoitteet

Pingviinin pesän testaaminen, jatkokehittäminen ja lopullinen testaaminen

- Tieteellistä tietoa voidaan käyttää hyödyksi laitteen suunnittelussa, rakentamisessa ja arvioinnissa.
- Teknologinen ongelmanratkaisu on iteratiivinen prosessi, joka koostuu seuraavista vaiheista: suunnittelu, rakentaminen, testaaminen, jatkokehittäminen ja uudelleen testaaminen.
- Insinöörien täytyy dokumentoida kehittämisprosessin eri vaiheet ja esittää ratkaisunsa ongelmaan.

Jokainen oppitunti on suunniteltu 70–80 min kestoiseksi. Tarvittaessa oppitunnit voi jakaa osiin riippuen oppituntien pituudesta ja rakenteesta.

Johdanto ja eristys

Oppimistavoitteet

1. Lämpö siirtyy korkeammasta lämpötilasta matalampaan lämpötilaan.
2. Eristeet hidastavat lämmön siirtymistä.
3. Insinöörien on tunnistettava ongelma, että he voivat ratkaista sen.

Oppitunnin tarkoitus

1. Auttaa oppilaita ymmärtämään ympäristöolosuhteiden vaikutus pingviinien elin-oloihin, energiankulutuksen yhteys globaaliin ilmastomuutokseen sekä teknologian kehittämisen mahdollinen rooli niin ympäristöön kuin pingviineihinkin.
2. Esittää lämmön siirtymiseen liittyviä demonstraatioita, joiden oppilaiden silmissä epäjohdonmukaiset tapahtumat auttavat oppilaita ymmärtämään eristeiden, lämmön ja lämpötilan käsitteitä.
3. Esitellä oppilaille oppimissarjakuvan idea.

Oppitunnin tavoitteet

Oppitunnin päätteeksi oppilaat osaavat:

- Selittää ilmastomuutoksen aiheuttavan lämpötilan kohoamista ja jään sulamista Maan etelä- ja pohjoisnavalla.
 - Selittää, kuinka ihminen vaikuttaa ilmastomuutokseen.
 - Ideoida eri tapoja, kuinka insinöörit voisivat pienentää energiankulutusta rakentamalla energiatehokkaampia taloja.
 - Määritellä lämmön tarkoittavan lämpöenergian siirtymistä.
 - Määritellä lämpötilan ilmaisevan, kuinka kuumaa tai kylmää tietyssä paikassa on.
 - Selittää lämmön ja lämpötilan ero. Lämpö on lämpöenergian siirtymistä... lämpö siis määritelmänsä mukaan siirtyy. Lämpötilaa voidaan mitata monella eri asteikolla, kuten Fahrenheit- tai Celsius-asteikolla, ja se indikoi tietyssä pisteessä olevaa lämpöenergiaa
 - Osoittaa, että jotkut materiaalit ovat parempia eristeitä kuin toiset. Esimerkiksi huopa eristää paremmin kuin folio. Eristeet vähentävät lämmön siirtymistä.
 - Soveltaa tietämystään materiaalien erilaisista kyvyistä hidastaa lämpöenergian siirtymistä.
- ☐ Vertailla erilaisia materiaaleja ja tunnistaa, että mitkä ovat parhaimpia hidastamaan lämmön siirtymistä

Oppitunti pähkinäkuoressa

1. [Testi lämmön siirtymisestä](#) (10 minuuttia)
2. [Pelasta pingviinit PowerPoint](#) (30 minuuttia)
3. Oppimissarjakuvan tekemisen esittely (15 minuuttia)
4. Demonstraatio 1 – Limonaditölkki demo (20 minuuttia)

Taustaa

Lämpö: Lämpö on lämpöenergian siirtymistä. Lämpöenergiaa esiintyy, kun jokin on liikkeessä ja kun aineen atomit tai molekyylit värähtelevät. Atomeilla ja molekyyleillä on kineettistä energiaa, joka muodostaa lämpöenergian. Kappaleen lämpöenergian määrä on sen sisältämien hiukkasten kineettisten energioiden summa. Tästä seuraa se, että kylpyammeellisella vettä on enemmän lämpöenergiaa kuin yhdessä ämpärissä vettä, jos niiden vesillä on sama lämpötila. Kun kappale menettää lämpöenergiaansa, sen hiukkasten värähtely hidastuu. Kun johonkin lisätään lämpöenergiaa, värähtely puolestaan kiihtyy. Kun lämpöenergiaa lisätään tarpeeksi, kiinteä aine voi menettää olomuotonsa ja sulaa, tai neste voi alkaa kiehua. Kaasun saadessa lisää lämpöenergiaa sen tilavuus voi kasvaa, kun hiukkasten väliset välimatkat kasvavat. Lämpöenergia voi siirtyä spontaanisti pisteestä toiseen, kun näiden pisteiden lämpötilat eroavat toisistaan. Lämmön siirtyminen tapahtuu aina korkeammasta lämpötilasta matalampaan. Esimerkiksi kylvyssä lämpöä siirtyy kuumasta vedestä viileämpään ilmaan, viileämpään ammeen osiin, viileämpään lattiaan ja viileämpään kylvyssä olevaan henkilöön.

Lämpö liittyy:

- prosesseihin, joissa kaksi kappaletta vaihtavat lämpöenergiaa keskenään
- näihin prosesseihin liittyviin muutoksiin ja kappaleiden saavuttamiin lopputiloihin

Lämpö keskittyy pääasiassa:

- lämpötilaeroihin paikkojen tai kappaleiden välillä
- lämpöenergian virtauksiin tai siirtymiseen

Lämmön aiheuttaa:

- lämpötilaerot; lämpö siirtyy korkeammassa lämpötilassa olevasta alueesta matalamassa lämpötilassa olevaan alueeseen

Lämpötila: Lämpötila mittaa aineen hiukkasten keskimääräistä liike-energiaa tietyssä pisteessä. Kuvaamme korkeaa liike-energian keskiarvoa sanalla “kuuma” ja matalaa liike-energian keskiarvoa sanalla “kylmä”. Lämpötilan mittaamiseen on olemassa useita eri asteikkoja. Kelvin-asteikolla 0 kelviniä tarkoittaa tilaa, jossa hiukkasten liike-energia on nolla, eli molekyylit ja atomit eivät värähtele lainkaan. Kupillisella kiehumaa vettä on korkeampi lämpötila kuin kylpyammeellisella lämmintä vettä, koska hiukkasten keskimääräinen liike-energia on suurempi. Jos kuitenkin lasketaan yhteen kaikkien kylpyammeessa olevien vesimolekyylien liike-energiat, sillä on epäilemättä suurempi kokonaislämpöenergia. Kuvitellaanpa huone täynnä ihmisiä. Jokaisella heistä on yksi karkki taskussaan. Tällöin lämpötila on sama kuin keskimääräinen karkkien lukumäärä yhdellä henkilöllä. Kokonaislämpöenergia tarkoittaisi puolestaan sitä, kuinka paljon kaikilla ihmisillä on karkkeja yhteenlaskettuna ja lämmön siirtyminen karkkien virtausta karkkikaupasta ihmisten taskuihin.

Lämpöeriste: Materiaali, joka vähentää lämmön siirtymistä.

Opettajan materiaalit

- [Pelasta pingviinit PowerPoint](#)
- Tietokone, videotykki ja kaiuttimet
- Kuusi limonaditölkkiä, joita on pidetty yön yli jääkaapissa
- 1 villasukka
- 1 puuvillasukka
- 1 rulla alumiinifoliota
- 1 rulla talouspaperia
- 1 rulla tuorekelmua
- 6 pientä paperipussia
- 6 digitaalista lämpömittaria

Oppilaiden materiaalit (jokaiselle ryhmälle)

- A3-paperi
- värillisiä tusseja tai puuvärejä

Valmistelut

1. Kopioi [Testi lämmön siirtymisestä](#) oppilaille (lataa internetistä tai katso Liite B).
2. Valmistelee demonstraatio #1 -
 - a. Viilennä kuusi limonaditölkkiä jääkaapissa yön yli. Mittaa jääkaapin lämpötila. Tyypillisesti tämä arvo on noin +4 °C.
 - b. Ota tölkit jääkaapista vähintään tuntia ennen oppitunnin alkua. Kääri kukin tölkki yhteen seuraavista materiaaleista: villasukka, puuvillasukka, alumiinifolio, talouspaperi (kiinnitä läpinäkyvällä teipillä), tuorekelmu. Jätä yksi ilman käärettä (kontrollitölkki).
 - c. Aseta jokainen tölkki pieneen paperipussiin ja nimeä ne.
3. Valmistelee taulukko, johon lämpötilamittausten tulokset kerätään. Mittaustulokset voi kirjoittaa taululle, sähköiseen oppimisympäristöön tai voit käyttää oheista [Excel-mittaustaulukkoa](#).
4. Tutustu [Pelasta pingviinit PowerPointissa](#) oleviin muistiinpanoihin.

Oppitunnin kulku

1. Teetä oppilailla [Testi lämmön siirtymisestä](#)
2. Esitä [Pelasta pingviinit PowerPoint](#). Keskustele oppilaidesi kanssa opettajajohtoisesti hyödyntäen PowerPoint-tiedostossa olevia muistiinpanoja.
3. Anna jokaiselle ryhmälle yksi A3-paperi ja näytä esimerkkinä yhtä valmista oppimissarjakuvaa. Pyydä oppilaita keksimään ryhmälleen nimi ja kirjoittamaan se paperille.

Selitä heille, että joka kerta, kun he oppivat uuden käsitteen, tekevät kokeen, luovat rakennelman tai testaavat sitä, heidän tulee tehdä niistä muistiinpanot oppimissarjakuvaan opettajan ja oppilaiden nähtäväksi ja kommentoitavaksi.

Huomautus opettajalle: Oppimissarjakuvaan käyttö teknologisessa ongelmanratkaisussa auttaa visuaalisen kokemuksen myötä oppilaita ymmärtämään eri vaiheiden merkityksen osana "Pelasta pingviinit"-projektia. Oppimispäiväkirjat auttavat oppilaita erittelemään kaikki tärkeät käsitteet, minkä lisäksi ne tarjoavat tärkeän formatiivisen tavan arvioida oppilaita. Oppimispäiväkirja on olennainen osa teknologisen ongelmanratkaisuprosessin kolmea eri vaihetta: Ratkaisun löytäminen, alustavan suunnitelman kehittäminen ja oman rakennelman esittäminen kokonaisuuden lopuksi.



Esimerkki oppimissarjakuva

4. Anna oppilaille mietittäväksi seuraava pulma:

Olet menossa luokkaretkelle ja pakkaat mukaasi eväitä. Laitat aamulla tölkin kylmää juomaa eväslaukuusi, mutta kun avaat sen myöhemmin päivällä juoma onkin lämmintä. Mitä tapahtui?

Huomautus opettajalle: Tämä on hyvä hetki kiinnittää huomio seuraavaan oppilaiden mahdolliseen virhekesitykseen lämmön siirtymisestä.

“Pidetään kylmä sisällä”-virhekesitys: Oppilas saattaa uskoa, että heidän menetelmällään pidettäisiin kylmä tölkissä. Vaikuttaaksesi oppilaiden virhekesitykseen muistuta heitä, että ainoastaan lämpö (ei kylmä) siirtyy. Jos vain lämpö siirtyy, niin mitä

heidän menetelmänsä todellisuudessa tekeekään? Se pitää lämmön poissa tölkistä, EIKÄ suinkaan kylmää tölkissä.

5. Keskustele oppilaiden kanssa lämmön ja lämpötilan erosta.

Huomautus opettajalle: Nyt on hyvä hetki kiinnittää opetuksessa huomiota seuraavaan virhekesitykseen, joka oppilailla saattaa olla lämmön siirtymisestä.

”Lämpö ja lämpötila ovat sama asia”-virhekesitys: Jotkut oppilaat saattavat ajatella, että lämpötila siirtyy, koska lämpötila muuttuu. Monet käyttävät sanoja synonyymeinä eivätkä ymmärrä niiden todellisia merkityksiä. Alla olevat kuvaukset (ja Taus-taa-luvun tiedot) voivat auttaa oppilaita ymmärtämään lämmön ja lämpötilan merkitykset ja niiden välistä eroa.

- Lämpö – Lämpöenergian siirtyminen
 - Lämpötila – Indikoi energian määrää tietyssä pisteessä
6. Pyydä jokaista ryhmää kirjoittamaan lämmön ja lämpötilan määritelmät ensimmäiseen oppimissarjakuvansa ruutuun.
 7. Kerro oppilaille suunnittelemastasi kokeesta, johon keräsit kotoasi erilaisia tarvikkeita, joiden arvelit olevan hyviä pitämään limonaditölkin kylmänä. Ota paperipussit esille ja näytä oppilaille niiden sisällöt.



Tölkkidemonstraatio

8. Pyydä oppilaita tekemään ryhmissä ennustuksia tölkkidemonstraatiosta. Pyydä opiskelijoita kirjaamaan ennustuksensa ylös seuraaviin kohtiin:
 - Järjestä materiaalit parhaiten tölkin kylmänä pitävästä huonoiten kylmänä pitävään.
 - Miksi ajattelet ensimmäiseksi laittamasi materiaalin toimivan parhaiten?
 - Miksi ajattelet viimeiseksi laittamasi materiaalin toimivan huonoiten?

9. Pyydä ryhmiä esittämään ennustuksensa ja perustelunsa. Kiinnitä huomiota mahdolliseen lämmön siirtymiseen liittyviin virhekäsityksiin oppilaiden esitellessä ajatuksiaan.

Huomautus opettajalle: Alla on lista yleisistä virhekäsityksistä, joita oppilailla saattaa olla.

“Pidetään kylmä sisällä”-virhekäsitys: Oppilas saattaa uskoa, että heidän menetelmällään pidettäisiin kylmä tölkipä. Vaikuttaaksesi oppilaiden virhekäsitykseen muistuta heitä, että ainoastaan lämpö (ei kylmä) siirtyy. Jos vain lämpö siirtyy, niin mitä heidän menetelmänsä todellisuudessa tekeekään? Se pitää lämmön poissa tölkipästä, EIKÄ suinkaan kylmää tölkipästä.

“Villa lisää lämpöä”-virhekäsitys: Oppilas saattaa ajatella, että villasukka lämmittelee limonaditölkipä. Tämä virhekäsitys syntyy oppilaiden aiemmista kokemuksista villasukkan kyvystä lämmittelee kylmiä varpaita talviaikaan. Vaikuttaaksesi tähän virhekäsitykseen selitä oppilaille, että heidän pukiessaan villasukat jalkaan, tunnet varpaittesi lämpenevän, koska sukat estävät kehosi luovuttamaa lämpöä karkaamasta. Villasukat eivät itsessään tuota lämpöä. Kysy oppilailta, että “Missä tilanteessa sukka pitäisi limonadia lämpimänä?”.

“Perinteet”-virhekäsitys: Oppilas saattaa luulla, että alumiinifolio toimii parhaiten, koska ovat nähneet vanhempiensa kääriessään tölkipä alumiinifolioon tai laittaneen foliota ruokien päälle pitääkseen ne lämpimänä. Vaikuttaaksesi tähän virhekäsitykseen, muistuta oppilaita siitä, että tavat tehdä asioita siirtyvät sukupolvilta toisille kenenkään niitä kyseenalaistamatta, ja että nyt heillä on mahdollisuus kyseenalaistaa tämä tapa.

10. Avaa kaikki tölkit, mutta älä poista niiden kääreitä. Pyydä vapaaehtoisia oppilaita laittamaan tölkipäihin digitaaliset lämpömittarit ja kirjaamaan lämpötilat mittaustaulukkoon.

Erilaisten eristeiden vaikutus limonadin lämpötilaan

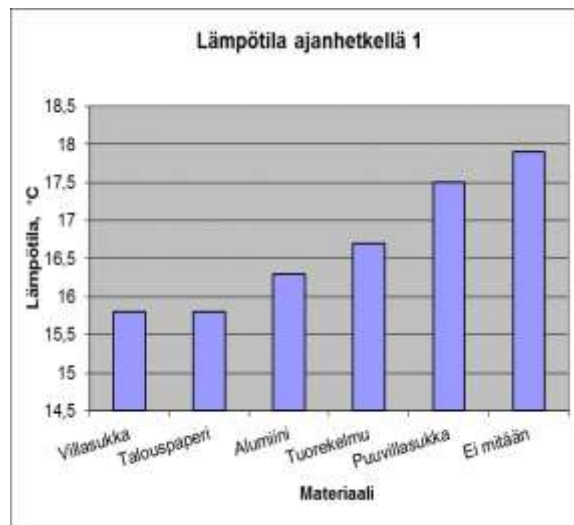
Materiaali	Limonadin lämpötila jäähdytyksen jälkeen (°C)	Limonadin lämpötila yhden eristystunnin jälkeen (°C)
Villasukka	4,4	15,3
Talouspaperi	4,4	15,8
Alumiini	4,4	16,3
Tuorekelmu	4,4	16,7
Puuvillasukka	4,4	17,5
Ei mitään	4,4	17,9

Esimerkkitaulukko
Pohja lämpötilojen kirjaamiseen

Lisämateriaali

Yhteys matematiikkaan: Oppitunnilla 1 kerätty aineisto mahdollistaa keskustelun yksikkömuunnoksiin fahrenheit- ja celsius-asteikon välillä. Pyydä oppilaita tekemään kuvaajat, jotka esittävät:

- Laatikko ja viikset -kuvio jokaiselle tölkillä ajan suhteen
 - Lämpötilan ja ajan välistä yhteyttä
11. Voit kysyä oppilailta, että miksi he luulevat sinun päätyneen vertaamaan tuloksia ilman käärettä olevan tölkin lämpötilaan. Voit keskustella heidän kanssa siitä, että mitä hyötyä verrokista on, kun tehdään kokeita materiaaleista. Keskustelusta voi olla apua myöhemmin, kun he aloittavat testaamaan materiaaleja pingviinin pesää varten.
12. Kun kaikki lämpötilat on kirjattu ylös, piirrä niistä pylväsdiagrammi. Jos käytät tietojen kirjaamiseen [Excel-mittautaulukkoa](#), voit käyttää sitä kuvaajan tekemiseen ja lämpötilojen kirjaamiseen ajan eri hetkinä.



Paperipusseissa pidettyjen limonadien lämpötilat useita tunteja jääkaapista ottamisen jälkeen

13. Keskustele tuloksista oppilaidesi kanssa ja kysy heiltä seuraavat kysymykset:
- Miksi luulet villasukan estäneen lämmön siirtymistä paremmin kuin puuvillasukka?
 - Materiaaleja, jotka pystyvät hidastamaan lämmön siirtymistä, kutsutaan eristeiksi. Minkä talouspaperille ja villasukalle yhteisten ominaisuuksien arvelet tekevän niistä hyviä eristeitä?
 - Miksi talvella on parempi käyttää villaa kuin puuvillaa?
 - Mitä materiaaleja voidaan kutsua eristeiksi perustuen mittautuloksiimme?

Huomautus opettajalle: Kaikkia kokeessa käytettyjä materiaaleja voi jossain mielessä pitää eristeinä, koska ne toimivat paremmin kuin verrokki. Kuitenkin villa ja talouspaperi ovat parhaita eristeitä, koska ne vangitsevat ilmaa sisäänsä ja estävät ilmaa liikkumasta ympäriinsä. Tosiasiassa paperi on tehty kuivatuista ontoista kasviso-

luista, jotka toimivat hyvinä ilmataskuina. Alla on esiteltyä joitain arkielämän esimerkkejä eristeistä, joita oppilaat saattavat tietää:

- Kltainen lasikuitueriste, jota käytetään taloissa eristeenä, koska sillä on erinomainen kyky vangita ilmaa sisäänsä.
- Talon ullakolle saatetaan puhalttaa eristysvillaa estämään lämmön karkaamisen tai lämmön siirtymisen talon.
- Koirankoppeja voidaan vuorata silputuilla sanomalehdillä tai puuhakkeella estämään koiran kehon tuottamaa lämpöä karkaamasta.

14. Pyydä jokaista ryhmää kirjaamaan tulokset demonstraatiosta #1 oppimissarjakuvan ensimmäiseen ruutuun ja kirjoittamaan siihen myös eristeen määritelmän.

Lämmöneriste: Materiaali, joka hidastaa lämmön siirtymistä.

Huomautus opettajalle: Jotkin demonstraatioissa käytetyt materiaalit voivat olla keskenään yhtä hyviä eristeitä. Siksi toinen mittaus saattaa auttaa havaitsemaan materiaalien pieniä eroavaisuuksia. Jos sinulla ei ole aikaa toistaa mittauksia luokkasi kanssa, voit tehdä sen itse tai käyttää samoja tölkkejä eri luokkien kanssa samana päivänä ja keskustella oppilaiden kanssa näistä mittaustuloksista seuraavana päivänä.

Oppitunnin lopetus

Päätä oppitunti tarkistamalla opetustavoitteiden toteutumista kysymällä oppilailta:

- Jotkut sanovat, että lämmön siirtymistä tapahtuu aina “sieltä missä sitä on sinne missä sitä ei ole”. Mitä tämä tarkoittaa?
- Jotkut asiat hidastavat lämmön siirtymistä. Osaatko nimetä joitain näistä?
- Kumpi on parempi hidastamaan lämmön siirtymistä, villasukka vai puuvillasukka?
- Ensi kerran, kun otat kylmän juoman tai jäätelöä mukaan rannalle, mihin sinun kannattaa kääriä se pitääksesi sen kylmänä?
- Villasukka... Mitä se hidasti?
- Pitikö villasukka “kylmän” sisällä?
- Voiko tölkkien lämpötilojen mittaamiseen liittyä joitain virhelähteitä? Kuinka voimme selvittää sen?
- Miksi otimme kokeeseemme mukaan tölkin, jonka ympärillä ei ollut mitään käärettä?
- Miksi ihmiset käyttävät villaisia vaatteita talvella ja puuvillasta tehtyjä kesällä?
- Miten mikään tästä liittyy pingviineihin?

Johtuminen, säteily ja kuljettuminen

Oppimistavoitteet

1. Lämpö siirtyy kolmella eri tavalla.
2. Insinöörien täytyy tutkia ja ymmärtää käsillä oleva ongelma ratkaistakseen sen.

Oppitunnin tarkoitus

1. Johdattaa oppilaat johtumisen, säteilyn ja kuljettumisen kautta tapahtuvaan lämmön siirtymiseen.
2. Esittää sarja erillisiä lämmön siirtymiseen liittyviä demonstraatioita, joiden avulla oppilaat ymmärtävä, että:
 - a. Lämpö siirtyy lämpimämmästä kappaleesta kylmempään kappaleeseen.
 - b. Tietty materiaalit johtavat paremmin lämpöä kuin toiset.
 - c. Tietty materiaalit heijastavat ja tietty materiaalit absorboivat säteilyä.
 - d. Kuljettumista tapahtuu, kun neste tai kaasu laskeutuu tai nousee.

Oppitunnin tavoitteet

Oppitunnin lopuksi oppilaat osaavat:

- Määritellä johtumisen tarkoittavan lämpöenergian siirtymistä kiinteää ainetta pitkin.
- Selittää lämpöenergian siirtyvän korkeammassa lämpötilassa olevilta alueilta kylmemmässä lämpötilassa oleville alueille.
- Osoittaa joidenkin materiaalien johtavan paremmin lämpöä kuin toisten. Esimerkiksi, että metallit johtavat lämpöä paremmin kuin puu.
- Selittää lämpöenergian johtumisen kiinteissä aineissa aiheutuvan värähtelevien atomien törmäyksistä toisiinsa.
- Määritellä säteilyn tarkoittavan lämpöenergian siirtymistä tilan läpi.
- Selittää, että tummien kappaleiden absorboidessa säteilyä, tämä energia muuttuu lämpöenergiaksi.
- Osoittaa vaaleiden ja kiiltävien materiaalien heijastavan säteilyä.
- Osoittaa joidenkin materiaalien olevan parempia heijastamaan säteilyä kuin toiset.
- Määritellä kuljettumisen tarkoittavan lämpöenergian siirtymistä nesteissä tai kaasuissa, kun neste tai kaasu nousee ylöspäin tai laskeutuu alaspäin. (**Huomautus opettajalle:** Tämä johtuu siitä, että kylmä neste/kaasu on tiheämpää kuin lämmin, joten se laskeutuu alaspäin työntäen lämpimämpää nestettä/kaasua ylöspäin.

Oppitunti pähkinäkuoressa

1. Eristedemonstraatio kertausta edelliseltä kerralta (10 minuuttia)
2. Demonstraatio 2 – Tarjotindemo (10 minuuttia)
3. Demonstraatio 3 – Lusikkademo (15 minuuttia)
4. Demonstraatio 4 – Mustakattoinen talo -demo (20 minuuttia)
5. Demonstraatio 5 – Avaruushuopademo (5 minuuttia)
6. Opittujen asioiden kirjaaminen oppimissarjakuvaan (10 minuuttia)

Taustaa

Lämmöneriste: Materiaali, joka hidastaa lämmön siirtymistä.

Lämmönjohde: Materiaali, joka nopeuttaa lämmön johtumista.

Johtuminen: Johtuminen tarkoittaa lämpöenergian siirtymistä aineesta toiseen suoran kosketusyhteyden kautta. Kyseessä voi olla kahden kiinteän tai kiinteän ja nestemäisen tai kaasumaisen aineen välinen kosketusyhteys. Liike-energiaa siirtyy, kun korkeammassa lämpötilassa olevat atomit värähtelevät ja törmäävät ”viileämpien” atomien tai molekyylien kanssa lämmittäen niitä, ja kasvattaen niiden kineettistä energiaa. ”Lämpimyyttä” kertoo siitä atomitaso on kineettisestä energiasta.

Kuljettuminen: Kuljettumista tapahtuu, kun neste/kaasu nousee ylöspäin tai laskeutuu alaspäin, koska kylmempi neste/kaasu on tiheämpää ja siksi laskeutuu alaspäin. Kun näin tapahtuu, kylmempi neste/kaasu painaa lämpimämpää nestettä/kaasua ylöspäin, jolloin se nousee ylöspäin.

Säteily: Säteily tarkoittaa energian siirtymistä sähkömagneettisten aaltojen muodossa. Sekä näkyvä valo että infrapunavalot ovat säteilyn muotoja, jotka siirtävät lämpöä.

Opettajan materiaalit

- 1 puinen tai muovinen tarjotin
- 1 hopea-/terästarjotin
- 2 akvaarion lämpömittarinauhaa
- 1 pahvinen talo
- 1 lampunjalka
- 1 60W hehkulamppu tai vastaava

Oppilaiden materiaalit (jokaiselle ryhmälle)

- 2 pingviinijäätäpalaa
- 1 hopea- tai teräslusikka (hopeinen tai hopeoitu lusikka ovat suositeltavia)
- 1 muovilusikka
- paperipyyhkeitä
- 1 oppimissarjakuva (ensimmäiseltä oppitunnilta)
- 1 värillisiä tusseja tai -puuvärejä

Valmistelut

1. Valmistele demonstraatio #2:
 - a. Kiinnitä akvaariolämpömittarinauha kummankin tarjottimen pohjaan. Tarkista, että kumpikin mittareista näyttää huoneen lämpötilaa.
2. Valmistele demonstraatio #3:
 - a. Valmista pingviinijääpalat edellisiltana. Veden määrää ei ole tätä demonstraatiota varten tarpeen mitata tarkasti. Jokaiselle ryhmälle on oltava kaksi jääpalaa.
3. Valmistele demonstraatiot #4 ja #5:
 - a. Rakenna pahvista talo, jossa on katto.
 - b. Maalaa katto mustaksi.
 - c. Leikkaa talon pohjaan luukku, jonka avulla voit viilentää sen nopeasti.
 - d. Asenna lämpömittari katon sisäpuolelle ja toinen lähelle lattiaa.
 - e. Leikkaa avaruushuovasta pala, joka peittää katolle asetettuna kokonaan maalatun kattopinnan.
 - f. Piirrä taululle taulukko (tai käytä Exceliä tai älytaulua)
4. Kopioi Loppukysely (s. 24) jokaiselle oppilaalle annettavaksi oppitunnin lopuksi.

Oppitunnin kulku

1. Laita tarjottimet kiertämään oppilaille (sekä metallinen että muovinen/puinen). Anna oppilaiden tunnustella tarjottimia ja kysy ”Kumpi tarjotin on kylmempi?”. Ota vastaan kaikki vastaukset.
2. Näytä oppilaille tarjottimien pohjissa olevia lämpömittareita. Anna oppilaiden tutkia niitä ja varmistua siitä, että tarjottimilla on sama lämpötila.
3. Keskustele oppilaiden kanssa ja kysy heiltä:
 - Jos molemmat tarjottimet ovat samassa lämpötilassa, niin mitä sellaista tapahtui, että se sai sinut luulemaan toista kylmemmäksi?
 - Tämä tarjotin on tehty hopeasta (tai teräksestä). Luuletko, että tämä materiaali olisi pitänyt edellisessä demonstraatiossa limonaditölkkin kylmänä? Miksi tai miksi ei?
4. Katsokaa alla olevasta linkistä aukeava YouTube-video. Videolla nähdään aikuisten joutuvan samankaltaiseen tilanteeseen ja luulevan metallia luonnostaan kylmemmäksi. <http://www.youtube.com/watch?v=vqDbMEdLiCs>
5. Selitä, että metallit (myös hopea ja teräs) eivät ole eristeitä, vaan niillä on erityisiä ominaisuuksia, jotka tekevät niistä lämmönjohteita. Lämmönjohteet toimivat päinvastoin kuin eristeet: ne nopeuttavat lämmön siirtymistä lämpimämmästä alueesta kylmempään alueeseen. Kun kosketat metallista kappaletta, joka on kylmempi kuin ihosi lämpötila, lämpöä siirtyy pois kädestäsi; näin ollen metalli tuntuu kylmälle.

6. Anna jokaiselle ryhmälle hopea-/teräslusikka ja muovilusikka ja pyydä heitä asettamaan ne poskea vasten. Kysy tämän jälkeen:
- Kumpi lusikka tuntuu kylmemmälle?
 - Kumman lusikan arvelet pitävän jääpalan paremmin kylmänä?

Huomautus opettajalle: Molemmat lusikat ovat huoneen lämpötilassa, mutta oppilaat saattavat uskoa hopea-/teräslusikan olevan kylmempi. Toisen kysymyksen kohdalla monet oppilaat ennustavat hopea-/teräslusikan pitävän jääpalan kylmempänä, koska he luulevat lusikkaa kylmemmäksi.

7. Anna jokaiselle ryhmälle kaksi pingviinjääpalaa. Aseta jääpalat lusikkoihin ja ohjeista oppilaita pitämään lusikoita vuorotellen käsissään kolme minuuttia kerrallaan. Anna oppilaille paperipyyhkeitä lusikoista tippuvaa vettä varten.



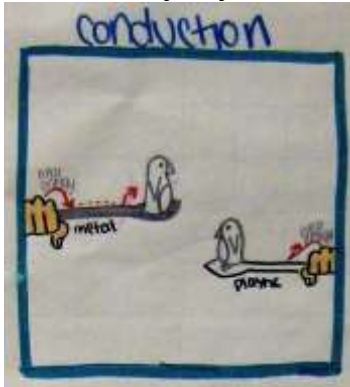
Pingviinjääpalat hopea- ja muovilusikassa

8. Keskustele koko luokan kanssa hetki sitten nähdystä ilmiöstä. Kysy heiltä:
- Kumpi lusikka sai jääpalan sulamaan nopeammin?
 - Mistä luulet johtuvan sen, että hopealusikka sai jään sulamaan nopeammin?
 - Mikä saa aikaan jään sulamisen?
 - Kestäisikö metallin vai muovin päällä oleva pingviinjääpala pidempään ehjänä? Miksi?

Huomautus opettajalle: Metallilusikka tuntuu kylmemmältä, koska se on hyvä lämmönjohde. Metallin sitoo itseensä lämpöenergiaa oppilaan kädestä ja aiheuttaa tällä tavalla kylmän tuntemuksen käteen. Tämä lämmön johtuminen kädestä lusikkaan puolestaan lämmittää lusikkaa lämpötilaan, joka sulattaa jäätä.

9. Kerää pois lusikat, jääpalat ja paperipyyhkeet. Pyydä oppilaita kirjoittamaan oppimissarjakuvaan johtumisen määritelmä ja piirtämään lusikat, joissa nuolet osoittavat lämmön siirtymisen suunnan. Kysy oppilailta:
- Jos sinulla olisi maailman tehokkain mikroskooppi, mitä arvelisit näkeväsi silloin, kun lämpöä siirtyy kädestäsi jääpalaan?
 - Jos lämpö ei ole ainetta, kuten ihmiset ovat aikoinaan ajatelleet, niin mitä se sitten on?

Johtuminen: Johtuminen on lämpöenergian siirtymismuoto aineesta toiseen suoran kosketusyhteyden kautta.



Oppilaiden piirros lusikkademonstraatiosta

10. Aseta kuusi oppilasta riviin luokan eteen demonstroidaksesi lämmön johtumista. Kerro rivin toisessa päässä olevalle oppilaalle, että hän on lämmin (ehkäpä punapaitainen oppilas). Kerro jonon toisessa päässä olevalle oppilaalle puolestaan, että hän on kylmä (ehkäpä sinipaitainen oppilas). Pyydä lämmintä oppilasta heilumaan sivulta sivulle ja kerro oppilaille, että jos heihin törmätään, myös heidän täytyy alkaa heilua. Lopulta kaikki oppilaat heiluvat.

11. Kysy oppilailta:

- Mitä oppilaat esittävät tässä mallissa?
- Mitä tämä malli kertoo meille tavasta, jolla lämpö siirtyy?

Huomautus opettajalle: Tämä demonstraatio auttaa oppilaita mallintamaan, kuinka lämpö siirtyy. Oppilaat esittävät atomeja tai molekyylejä. Malli osoittaa oppilaille, kuinka lämmön siirtyminen kiinteässä aineessa johtuu atomien värähtelystä ja niiden törmäilystä keskenään.

12. Näytä oppilaille pahvista tehtyä taloa. Aseta lämpömittarit pahvitalon katon sisäpuolelle ja talon alimpaan kerrokseen. Näytä lämpömittarit oppilaille ja pyydä jotain oppilasta kirjaamaan ylös kummankin lämpömittarin lukemat.

13. Aseta kohdevalo pahvitalon yläpuolelle noin 30–45 cm etäisyydelle katosta, mutta älä laita valoa päälle vielä.

14. Laita valo päälle niin, että se valaisee pahvitalon mustaa kattoa. Ota ylös lämpötila katon sisäpuolelta 30 sekunnin kuluttua. Kysy sitten oppilailta:

- Mikä aiheuttaa katon lämpötilan nousun?
- Tunnetko olosi lämpimäksi ulkona, kun käytät mustia vaatteita?
- Valitsitko talviaikaan talosi katoksi mieluummin mustan vai valkoisen katon?

Huomautus opettajalle: Syy, miksi tummat värit lämpenevät on sama kuin, miksi tummat värit ovat "tummia". Ne absorboivat niin paljon valoa, että sitä ei heijastu juuri yhtään sinun silmääsi! Tummat värit absorboivat vaaleita värejä enemmän näkyvän valon spektristä. Vaaleat värit ovat "vaaleita", koska ne heijastavat valoa hyvin. Ne heijastavat enemmän näkyvän valon spektristä. Punaiset esineet heijastavat vain punaista valoa ja absorboivat muita sateenkaaren värejä. Mustat esineet absorboivat kaikkia valon värejä ja näin ollen kaiken valon energian, jonka ne muuttavat valon energian lämpöenergiaksi.

15. Tuuleta pahvitalo (avaamalla pohjassa oleva luukku ja kääntämällä talo ylösalaisin). Peitä sitten talon katto avaruushuovan palasella. Selitä oppilaille, että aiot laittaa lämpölampun jälleen päälle ja pyydä heitä ennustamaan, että mitä katon lämpötilalle tapahtuu avaruushuovan lisäämisen jälkeen.



Demonstraatiotalo, jonka katto on peitetty avaruushuovalla

16. Laita lamppu päälle ja kirjaa katon lämpötila ylös 30 sekunnin kuluttua. Kysy oppilailta:
- Miksi katto ei kuumennut niin paljoa, kun se oli peitetty avaruushuovalla?
 - Miksi avaruushuopa on kiiltävä?
 - Jos avaruushuopa heijastaa valoa, niin kuinka se selittää katon pysymisen viileänä?
 - Olisiko kokeen tulos samanlainen, jos katto peitettäisiin valkealla kankaalla?

Huomautus opettajalle: Avaruushuopa on muovia, joka sisältää alumiinia. Sen pinta on kiiltävä, koska se heijastaa valoa. Kyky heijastaa valoa hidastaa säteilyenergian (lämmön) siirtymistä kattoon ja näin ollen katto pysyy viileänä. Valkean kankaan pitäisi toimia samalla tavalla. Kokeile, jos sinulla on aikaa!

17. Pyydä vapaaehtoisia oppilasta asettamaan kätensä lämpölampun alapuolelle. Estä sitten valon kulku avaruushuovan avulla ja pyydä oppilasta kuvailemaan koko luokalle, että mitä hän tunsi. Voit testata myös, että tuntuuko tämä valkealla kankaalla

yltään erilaiselta. Kysy tämän jälkeen oppilailta:

- Mitä lampusta tulevalle valolle tapahtui?

18. Pyydä oppilaita piirtämään oppimissarjakuvaan oppitunnilla havaitsemansa asiat uuteen neliöön.

19. Esittele toisen lämmön siirtymistavan eli säteilyn sanastoa oppilaille. Kerro heille, että musta katto absorboi valonlähteestä lähteneen säteilyn, mutta avaruushuopa heijasti sen pitäen sen poissa talosta. Yksi tapa havainnollistaa tätä on pyytää erivärisiin paitoihin pukeutuneita oppilaita tulemaan luokan eteen. Heitä paperipalloja oppilaille ja kerro heille, että heität kuvitteellisia valohiukkasia. Käske tummiin vaatteisiin pukeutuneita oppilaita nappaamaan kuvitteelliset valohiukkaset kiinni ja vaaleisiin vaatteisiin pukeutuneita huitomaan niitä pois. Kysy oppilailta:

- Miksi mustat värit kuumenevat auringonpaisteessa? Esimerkiksi tummat autot, parkkipaikat, katot?
- Miksi vaaleat värit pysyvät viileämpinä auringon paisteessa? Vaaleat autot, jalkakäytävät ja katot?
- Mistä luulet tämän johtuvan?
- Miten rakentaja voisi hyödyntää tätä tietoa rakentaessaan uutta taloa?

20. Kysy oppilailta:

- Kuinka Maa saa lämpönsä?
- Miten Auringon lämpö pääsee Maahan?
- Heijastaako Maa Auringosta saapuvaa säteilyä?
- Mitkä asiat Maassa heijastavat eniten säteilyä? (vaaleat asiat... lumi, vesi, jää, pilvet)

Huomautus opettajalle: Maa saa lämpönsä Auringosta. Se siirtyy Auringosta Maahan säteilynä. Pilvet, lumi ja vesi ovat kaikki tehokkaita heijastamaan Auringosta saapuvaa säteilyä.

21. Samalla, kun pahvitalon katto jäähtyy, pyydä oppilaita viimeistelemään oppimissarjakuvansa muistiinpanot. Pyydä heitä kirjoittamaan säteilyn määritelmä ylös ja piirtämään talon, jossa nuolet osoittavat, kuinka avaruushuopa heijastaa säteilyä.

Säteily: Säteily on energian siirtymistä sähkömagneettisten aaltojen muodossa. Näkyvä valo ja infrapunavalo ovat molemmat lämpöä siirtäviä säteilyn muotoja. Muita sähkömagneettisen säteilyn muotoja ovat röntgen-, gamma- ja mikroaaltosäteily, mutta hehkulamppu ei tuota niitä (Aurinko tuottaa!).

22. Irrota talon katto. Tuuleta talo päästäksesi eroon sisällä olevasta lämpimästä ilmasta. Käytä digitaalisia lämpömittareita ja kirjaa ylös kaikille näkyvillä olevaan taulukoon alkulämpötila katosta ja alimmaisesta kerroksesta.

23. Laita pahvitalon päällä oleva lamppu päälle. Pyydä kahta vapaaehtoista oppilasta lukemaan ääneen katon ja alimman kerroksen lämpötilat 30 sekunnin välein koko luo-

kalle. Samalla kolmas vapaaehtoinen oppilas kirjaa tulokset taulukkoon 3–5 minuutin ajan.

24. Kysy oppilailta, että ”Miksi talon ullakko kuumenee niin paljon?”.

Huomautus opettajalle: Ullakko kuumenee, koska musta katto absorboi infrapunasäteilyä ja näkyvää valoa. Katossa säteily muuttuu lämpöenergiaksi. Ullakon ilma lämpenee, koska lämpö katosta johtuu siihen.

Jotkut oppilaista saattavat sanoa, että kuuma ilma nousee ylöspäin. Seuraava demonstraatio keskittyy tähän ilmiöön (kuljettuminen). On kuitenkin tärkeää, että oppilaat ymmärtävät, ettei ullakon lämpeneminen tässä tapauksessa johdu siitä. Muistuta oppilaita siitä, että kokeen alussa kaikki ilma talossa (sekä alimmaisessa kerroksessa että katossa) oli samassa lämpötilassa ennen kokeen aloittamista. Energia siirtyy valonlähteestä mustaan kattoon, ja lämpöenergia johtuu edelleen katon läpi ullakon ilmaan. Kuuma ilma ei laskeudu alas ja lämmitä talon alaosia, koska kuuma ilma on harvempaa kuin kylmä ilma.

25. Kysy oppilailta: “Ensimmäisellä opitunnilla keskustelimme eristeiden käytöstä talojen ullakoilla lämmön siirtymisen estämiseksi. Mitä lämmönsiirtymistapaa ullakon eristeet hidastavat?”

26. Selitä oppilaille, että aiot kääntää talon ylösalaisin. Pyydä oppilaita ennustamaan, että mitä ullakon ja ensimmäisen kerroksen lämpötiloille tapahtuu.

27. Käännä talo ympäri. Pyydä sitten vapaaehtoisia kertomaan ullakon laskeva ja ensimmäisen kerroksen nouseva lämpötilaa 30 sekunnin välein, kunnes ullakko ja ensimmäinen kerros ovat saavuttaneet tasapainon. Kysy oppilailta:

- Mitä ullakon lämpötilalle tapahtui? Entä, mitä ensimmäisen kerroksen lämpötilalle?
- Mistä tämä muutos lämpötilassa johtui?

28. Kerro oppilaille, että lämpö siirtyy mihin tahansa suuntaan riippuen siitä, että missä on kuuma ja missä kylmä. Talossa ullakon lämmin ilma kohosi, koska kylmä ilma painui alaspäin ja työnsi kuumaa ilmaa ylös. Kerro oppilaille, että tätä kutsutaan kuljettumiseksi.

Huomautus opettajalle: Alla on kaksi keskeistä virhekäsitystä, joita oppilailla voi olla kuljettumisesta. Huomioi nämä virhekäsitykset nyt opetuksessasi.

“Lämpö nousee”-virhekäsitys – Oppilaat sanovat usein, että **lämpö** nousee. Vaikuttaaksesi tähän virhekäsitykseen voit muistuttaa oppilaita siitä, että **lämpö ei ole ainetta**. Selitä, että kuuma ilma voi nousta, mutta lämpö on lämpöenergian siirtymistä. Lämpöenergian siirtyminen voi tapahtua mihin tahansa suuntaan (kuumasta kylmään). Kuuma ilma ei nouse, ellei alas painuva kylmä

ilma työnnä (syrjäytä) sitä ylöspäin.

“Kylmä siirtyy”-virhekäsitys – Oppilaat saattavat ajatella, että koska kylmä ilma painuu alaspäin, niin “kylmyys” siirtyy. Muistuta heitä, että kylmä aine voi siirtyä, mutta kylmä itsessään ei siirry. Energia siirtyy. Lämpöenergia siirtyy.

29. Selitä, että johtuminen on yksi lämmönsiirtymistavoista, säteily on toinen, ja että kuljettuminen on kolmas tapa.
30. Pyydä oppilaita viimeistelemään tämän oppitunnin ruutu oppimissarjakuvastaan kirjoittamalla siihen kuljettumisen määritelmä. Pyydä heitä lisäksi piirtämään siihen talo ja nuolet, jotka osoittavat lämmön siirtymisen suunnan, kun talo käännettiin ylösalaisin.

Kuljettuminen: Kuljettumista tapahtuu, kun nesteet tai kaasut nousevat ylös ja painuvat alas tiheyserojen takia. Lämpimällä kaasulla/nesteellä on pienempi tiheys kuin kylmällä kaasulla/nesteellä, koska lämpimän kaasun/nesteen hiukkaset ovat kauempana toisistaan.

Oppitunnin lopetus

1. On olemassa kolme eri tapaa, jolla lämpö voi siirtyä. Nämä ovat johtuminen, kuljettuminen ja säteily.
2. Johtumista havaitsimme tarjotin- ja lusikkademonstraatioissa. Lämpö johtui lämpimistä käsistämme suoran kosketusyhteyden kautta johteeseen (metallitarjotin tai -lusikka).
3. Kuljettumista on se, mitä havaitsimme demonstraatioissa, jossa käänsimme talon ylösalaisin. Lämmin ilma nousee, koska kylmä ilma painuu alaspäin. Painovoima vetää kylmää ilmaa alaspäin.
4. Säteilyä on se, mitä havaitsimme avaruushuopademonstraatioissa. Säteily on energian siirtymismuoto, jossa energia siirtyy sähkömagneettisena säteilynä.
5. Anna oppilaille seuraavalla sivulla oleva loppukysely ja pyydä heitä vastaamaan siinä oleviin kysymyksiin. Rohkaise heitä tekemään piirustuksia vastaustensa tueksi. Käytä tätä loppukyselyä osana formatiivista arviointia (älä anna niistä arvosanaa vaan anna niistä palautetta).

Vastaa seuraaviin kysymyksiin kirjoittamalla ja piirtämällä.

1. Miksi aurinko saa olosi tuntumaan lämpimältä?	2. Millä tavalla liha lämpenee paistinpannulla?	3. Miksi liedellä olevan paistinpannun kahva lämpenee?	4. Miksi savu ja kuuma ilma nousevat savupiipussa?
5. Miksi keittolautasen ulkopinta lämpenee?	6. Miksi auton katto lämpenee auringonpaisteessa?	7. Miksi ajoradan asfaltti kuumenee kirkkaana aurinkoisena päivänä?	8. Miksi sinulle tulee kuuma seisoessasi takan edessä?
9. Miksi talon toinen kerros on yleensä lämpimämpi kuin ensimmäinen?	10. Käyttäisitkö lämpimällä ilmalla aurinkovarjona mieluummin mustaa varjoa vai avaruushuovasta tehtyä varjoa? Miksi?	11. Miksi parkkipaikan mustalla asfaltilla on paljon kuumempi kävellä kuin betonista tehdyllä jalkakäytävällä?	12. Akvaarion nurkassa oleva pieni lämmityslaite lämmittää koko akvaarion veden. Miten?

Yllä oleviin kahteentoista kysymykseen ei ole vain yhtä oikeaa vastausta. Joissain tapauksissa ilmiötä selittää useat lämmön siirtymismuotojen esiintyminen. Käytä tätä formatiivista arviointia päästäksesi selville oppilaittesi ymmärryksen tasosta.

Johdatus kokeiden suunnitteluun

Oppimistavoitteet

1. Materiaalit vaikuttavat lämmön siirtymisnopeuteen.
2. Eri materiaaleilla on erilainen kyky hidastaa lämmön siirtymistä.
3. Insinöörit hyödyntävät luonnontieteellistä osaamistaan ideoidessaan erilaisia ratkaisuja ongelmiin.

Oppitunnin tarkoitus

1. Kerrata lämmön siirtymisen kolme eri tapaa
2. Esitellä oppilaille eri materiaaleja
3. Mallintaa, kuinka tehdään kokeita materiaaleilla
4. Antaa oppilaiden suorittaa kokeita eri materiaaleilla

Oppitunnin tavoitteet

Oppitunnin lopuksi oppilaat osaavat:

- Vertailla eri materiaaleja määrittääkseen, että mitkä niistä ovat parempia lämmön siirtymisen estämisessä.
- Erottaa, että minkälaista lämmön siirtymistä kukin materiaali estää.

Oppitunti pähkinäkuoressa

1. Kerrata edellisen tunnin loppukyselystä lämmönsiirtymistavat (15 minuuttia)
2. Eri materiaalien esittely oppilaille (5 minuuttia)
3. Mallintaa, että kuinka kokeita toteutetaan (15 minuuttia)
4. Oppilaat testaavat materiaaleja ja kirjaavat tulokset oppimissarjakuviinsa (30 minuuttia)
5. Opettaja ja oppilaat keskustelevat kaikista oppitunnin aikana tehdyistä kokeista (10 minuuttia)

Taustaa

Rohkaise oppilaita yhteistyöhön, älä kilpailuun. Oppilasryhmät voivat tehdä yhteistyötä testaamalla eri materiaaleja tai niiden yhdistelmiä ja jakamalla tulokset koko luokan kesken.

Lämpölaatikkoa ei tarvita ennen kuin pingviinien pesät ovat valmiita testattavaksi. On kuitenkin hyvä näyttää toiminnassa olevaa lämpölaatikkoa oppilaille, jotta he voivat ideoida tapoja, joilla estää lämmön siirtymistä lämpölaatikon olosuhteissa.

Opettajien materiaalit

- 7 kohdevaloa klipsikiinnityksellä (yksi jokaiselle ryhmälle)
- 1 musta muovilaatikko (tai mustaksi maalattu laatikko)
- 7 digitaalista lämpömittaria
- 7 digitaalista ajastinta
- 7 pesusientä tai paperipyyhettä (kostutettuja)
- 1 rulla alumiinifoliota

Oppilaiden materiaalit (jokaiselle ryhmälle)

- 1 materiaalilaatikko, jossa on yksi näyte jokaista materiaalia
- 1 oppimissarjakuva (ensimmäiseltä oppitunnilta)
- värillisiä tusseja tai puuvärejä

Valmistelut

1. Valmistele jokaiselle ryhmälle koetarvikelaatikko. Jokaisessa laatikossa tulee olla kaksi n. 10 cm x 10 cm kokoista neliönmuotoista näytettä jokaisesta materiaalista. Lisäksi laatikossa tulee olla kaksi vanupalloa ja kaksi puutikkua.
2. Valmistele “lämpölaatikko” oppilaiden rakennelmien testaamista varten. Käytä mustaa muovilaatikkoa (tai mustaksi maalattua laatikkoa) ja vuoraa sen reunat alumiinifoliolla. Jätä pohja vuoraamatta. Aseta sen jälkeen neljä kohdevaloa laatikon ympärille niin, että ne valaisevat laatikon pohjaa ja reunoja.



Lämpölaatikko

3. Tee oppilaille ainakin kolme koeasemaa – mieluiten yksi jokaiselle ryhmälle. Jokaisessa koeasemassa tulee olla:
 - 1 kohdevalo kiinnitettynä lampunjalkaan tai kaappiin 45 cm korkeudelle työtasolta
 - 1 digitaalinen ajastin
 - 2 digitaalista lämpömittaria
 - 1 pesusieni tai paperipyyhe (kostutettu)

Oppitunnin kulku

1. Kertaa edellisen oppitunnin loppukysely läpi oppilaiden kanssa. Anna oppilaiden tehdä korjauksia vastauksiinsa ja tämän jälkeen kiinnittää se oppimissarjakuvaansa.
2. Anna kullekin ryhmälle yksi materiaalipakkaus.
3. Selitä oppilaille, että heidän tehtävänään on suunnitella ja rakentaa iglu, joka estää pingviinijääpalaa sulamasta. Ensin heidän täytyy kuitenkin työskennellä insinööreinä ja testata eri materiaaleja nähdäkseen, mitä niistä he haluavat käyttää iglussa.



Materiaalinäytteet

4. Näytä oppilaille “lämpölaatikkoa”, jolla testataan heidän rakennelmaansa. Pyydä oppilaita tunnistamaan ja nimeämään eri lämmönsiirtymistavat ja selittämään, missä lämmön siirtymistä tapahtuu.

Huomautus opettajalle: Lämpölaatikossa voi esiintyä kaikki kolme lämmönsiirtymistapaa:

Säteily – Neljän kohdelampun valo osuu pingviinien pesiin sekä suoraan että heijastumalla laatikon foliolla päällystetyistä reunoista.

Johtuminen – Musta lattia lämpenee säteilyn vaikutuksesta, ja kun pieni iglu on sen päällä, lämpö johtuu sen kautta pesään asti.

Kuljettuminen – Virtauksia syntyy, kun lämmin ilma nousee mustan lattian pinnasta ja tilalle virtaa kylmää ilmaa viileämmästä huoneesta.

5. Näytä oppilaille, kuinka koeasemalla suoritetaan kokeita. Selitä oppilaille, että aiot mitata lämpötilan jokaisen materiaalin alta (tai usean materiaalin alta samanaikaisesti), kun lamppu valaisee materiaalinäytteitä.

Huomautus opettajalle: On suositeltavaa, että opettaja näyttää oppilaille yleisimmät virheet, joita heidän tulisi välttää.

Virhe 1- Näyte ei estä säteilyä

Demonstroidaksesi tätä virhettä aseta näytteet pöydälle ja lämpömittarit niiden päälle. Oppilaat yrittävät usein tätä. Kysy heiltä, mikä menee pieleen tällä tavalla tehtäessä?

Virhe 2 – Lämpötila voi olla korkeampi yhden näytteen alla, koska aikaa on ehtinyt kulua enemmän.

Demonstroidaksesi tätä käytä vain yhtä lämpömittaria ja ota lämpötila ylös useana ajanhetkenä. Oppilaat eivät usein seuraa ajan kulkua. Rohkaise heitä käyttämään ajastinta.

Virhe 3 – Pöydän pinta on lämmennyt ja siitä siirtyy myös lämpöä.

Demonstroidaksesi tätä näytä oppilaille, kuinka kuumaksi pöydän pinta muuttuu, kun sitä valaistaan lampulla jonkin aikaa. Kehota heitä SAMMUTTAMAAN lamppu kokeiden välissä ja siirtää koeasetelmaa pöydällä kohtaan, joka ei ole lämmennyt.

Virhe 4 – Lämpömittarit ovat liian lämpimiä. Ne eivät viilene huoneen lämpötilaan.

Selitä oppilaille, että lämpömittarit lämpenevät. Anna oppilaille märkä pesusieni tai tukko märkiä paperipyyhkeitä lautasella, jotta he voivat jäähdyttää lämpömittarin nopeasti jokaisen käytön jälkeen. Voit myös antaa kupillisen huoneenlämpöistä vettä, mutta se voi vahingossa kaatua!

Virhe 5 – Lämpömittari mittaa pöydän lämpötilaa.

Selitä oppilaille, että jos he nostavat lämpömittaria hiukan ja laittavat sen alle vanupalloja tai tikkuja, he mittaavat näytteen alla olevan ilman lämpötilaa eivätkä pöydän pinnan lämpötilaa.

6. Pyydä oppilaita tekemään oma mittauspöytäkirjansa. Kerro heille, että jokainen ryhmä kirjaa tuloksensa ylös. Alla on esimerkki pöytäkirjasta, jossa jokaisessa ko-
keessa mitataan kahdella lämpömittarilla kahta materiaalia samanaikaisesti.

Materiaalien testaustaulukko

Koe	Materiaali	Aloitus- lämpötila (°C)	Lämpötila 1 min jälkeen. (°C)
1	Valkoinen vaahtomuovi		
	Musta vaah- tomuovi		
2	Avaruushuopa		
	Alumiini		
3	Musta paperi		
	Valkoinen pa- peri		

Näytteiden testaustaulukko

7. Kun jokainen ryhmä on suorittanut kokeita 10 minuutin ajan, anna heille tarpeen mukaan vinkkejä tai ehdotuksia:
- Oppilaat voivat kokeilla eri materiaalien yhdistelmiä
 - Oppilaat voivat yhdistää useamman kappaleen samaa materiaalia
 - Oppilaat jakavat tulokset koko luokan kanssa, joten rohkaise heitä kokeilemaan jotain erilaista kuin toiset ryhmät
 - Yhdistelmät voi kirjata mittauspöytäkirjaan alla olevan esimerkin mukaisesti:

Materiaalien testaustaulukko

Koe	Materiaali	Alku- lämpötila (°C)	Lämpötila 1 min jälkeen (°C)
4	Valkoista vaahto- muovia avaruushuo- valla päällystettynä		
	Mustaa vaahto- muovia avaruushuo- valla päällystettynä		
5	Kaksi palaa ava- ruushuopaa		
	Kaksi palaa alumii- nia		
6	Musta paperi kup- lamuovin päällä		
	Valkoinen paperi kuplamuovin päällä		

8. Keskustele tuloksista kokeista luokan kanssa. Keskustele ainakin seuraavista:
 - Mitkä materiaalit toimivat paremmin kuin toiset?
 - Miksi luulet näiden materiaalien toimineen paremmin?

Oppitunnin lopetus

1. Pyydä oppilaita tekemään oppimissarjakuvaan uusi laatikko, johon he listaavat kolme parhaiten ja kolme huonoiten lämmön siirtymistä estänyttä materiaalia.

OPPITUNTI 4

Pingviinien pesät – Suunnittelu ja rakentaminen

Oppimistavoitteet

1. Lämmön siirtymisnopeuteen voidaan vaikuttaa materiaaleja yhdistelemällä.
2. Erilaiset materiaalit vaikuttavat eri lämmönsiirtymistapoihin eri tavoin.
3. Insinöörien työskentelyä rajoittaa erilaiset tekijät (aika, materiaalit, tilat, raha), ja he käyttävät luonnontieteellistä osaamistaan sekä luovuuttaan etsiessään ratkaisuja ongelmiin.

Oppitunnin tarkoitus

1. Suunnitella ja rakentaa pingviinijääpalojen pesän prototyyppiä hyödyntäen aiemmin suoritetuista kokeista opittuja asioita.

Oppitunnin tavoitteet

Oppitunnin lopuksi oppilaat osaavat:

- Yhdistää eri materiaaleihin liittyviä tietoja toisiinsa muodostaakseen niistä ainutlaatuisen ratkaisun.
- Tehdä rakenne, joka vähentää lämmön siirtymistä ja estää pingviinijääpaloja sulamasta.

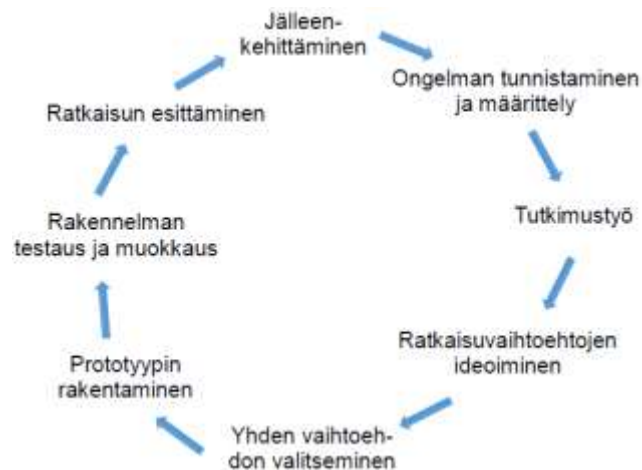
Oppitunti pähkinäkuoressa

1. Oppilaat keskusteleivat teknologisesta ongelmanratkaisusta ja siitä, mitä insinöörit tekevät työkseen. (15 minuuttia)
2. Oppilaat tekevät lisätutkimuksia tarpeen mukaan ja jakavat tuloksensa (10 minuuttia)
3. Oppilaat tekevät suunnitelman pingviinin pesästä (15 minuuttia)
4. Oppilaat ostavat igluvarikolta tarvittavia lisämateriaaleja (10 minuuttia)
5. Oppilaat rakentavat pingviinin pesänsä (40 minuuttia)

Taustaa

Teknologinen ongelmanratkaisuprosessi on iteratiivinen sykli, joka koostuu ongelman tunnistamisesta, tutkimustyöstä, ratkaisujen ideoinnista, suunnittelusta, rakentamisesta, testaamisesta ja jatkokehittämisestä. Prosessista on olemassa useita erilaisia esityksiä ja kuvauksia, eikä mikään niistä ole se “oikea”. Alla oleva kuvaus on kuitenkin hyvä malli siitä, mitä oppilaat tekevät tässä oppimiskokonaisuudessa.

Teknologisen ongelmanratkaisuprosessin silmukka



Opettajan materiaalit

- [Mitä insinööritö on?](#) -PowerPoint
- 7 kohdevaloa klipsikiinnityksellä
- 1 musta (tai mustaksi maalattu) muovilaatikko
- 7 digitaalista lämpömittaria
- 7 kpl jääpalamuoteilla tehtyjä kipsipingviinejä. Valmistele edellisenä päivänä.
- leikkirahaa (100 € leikkirahaa/ryhmä)

Oppilaiden materiaalit (jokaiselle ryhmälle)

- 1 näytepala jokaista materiaalia.
- liimaa, teippiä, saksia
- 1 oppimissarjakuva (ensimmäiseltä oppitunnilta)
- värillisiä tusseja tai puuvärejä

Valmistelut

1. Kopioi [Teknologinen ongelmanratkaisuprosessi](#) -monistetta oppilaille.
2. Tarkastele [Mitä insinööritö on?](#) -PowerPointia, jotta voit rohkaista oppilaita keskustelemaan siitä, että millainen maailma olisi ilman insinöörejä, ja mitä jotkut insinöörit tekevät tehdäkseen maailmasta paikan.
3. Pystytä igluvarikko, josta oppilaat voivat käydä “ostamassa” rakennusmateriaaleja.
4. Pystytä ainakin kolme koeasemaa. Suositeltavaa on tehdä jokaiselle ryhmälle oma koeasemansa. Jokaisessa asemassa tulee olla:
 - 1 kohdevalo lampunjalkaan tai kaappiin kiinnitettynä 45 cm korkeudella pöytäpinnasta
 - 1 digitaalinen ajastin
 - 2 digitaalista lämpömittaria

Oppitunnin kulku

1. Esitä oppilaille [Mitä insinöörityö on?](#) -PowerPoint herättääksesi keskustelua siitä, että minkälainen maailma mahtaisi olla ilman insinöörejä, ja mitä jotkut insinöörit tekevät tehdäkseen maailmasta paremman paikan. Pyydä oppilaita tekemään oppimissarjakuvaansa muistiinpanot insinöörityöstä.
2. Jaa ryhmille kipsipingviinit ja laatikko, jossa on näytepala jokaista materiaalia. Nämä materiaalit ovat igluvarikolta ”lainattuja”. Laatikosta käytetyt materiaalit tulee lisätä talon rakennuskustannuksiin. (Tämä säästää aikaa tarvikkeiden hankkimisesta, kun kaikilla on joitain materiaaleja valmiina.)
3. Jaa 100 € leikkirahaa jokaiselle ryhmälle. Selitä oppilaille, että he voivat käyttää kaikki lainalaatikossa olevat materiaalit ja sen lisäksi ostaa igluvarikolta saamallaan 100 eurolla leikkirahaa. Oppilaiden tulee päättää, että mitä rakennusmateriaaleja heidän kannattaa hankkia rakennelmaansa varten.
4. Esittele oppilaille alla oleva materiaalihinnasto.

Huomautus opettajalle: Nämä ovat vain ehdotettuja hintoja. Hinnat perustuvat todellisiin kustannuksiin (korotettuna 1000 %:lla)

Igluvarikon rakennusmateriaalit (ehdotetut hinnat)

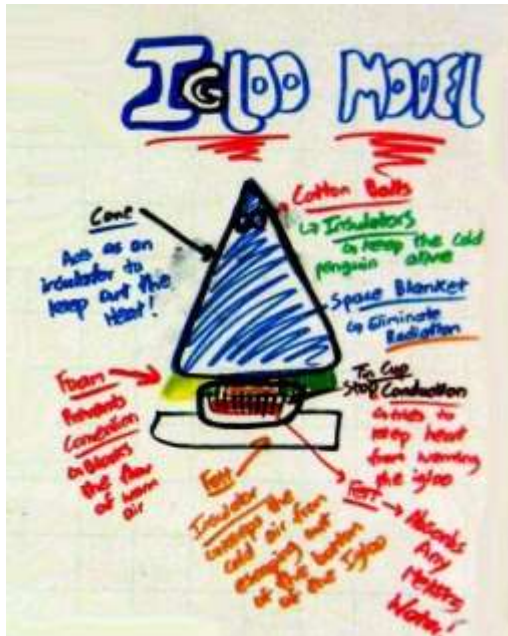
Materiaali	Hinta igluvarikolla
Vanupallo	10 €
Puutikku	20 €
Askartelupaperi	5 €
Vahtomuovin palanen	40 €
Huopakangas	40 €
Kuplamuovi	10 €
Alumiinifolio	5 €
Avaruushuopa	5 €

5. Oppilaiden tulee pitää jatkuvaa listaa materiaaleista, joita he ovat hankkineet igluvarikolta ja käyttäneet rakennelmassaan. Kerro oppilaille, että oppitunnin lopuksi heillä tulee olla rakentamiseen käytetyistä materiaaleista lista, josta he voivat laskea rakentamansa iglun ”hinnan”.
6. Kun oppilaat suunnittelevat, mitä materiaaleja he aikovat käyttää rakennelmassaan, pyydä heitä kirjoittamaan lista näistä materiaaleista oppimissarjakuvaan.
7. Anna oppilaiden aloittaa rakentaminen ja materiaalien hankkiminen igluvarikolta.

8. Kierrä rakentamisen aikana luokassa jokaisen ryhmän luona. Keskustele heidän kanssaan rakentamiseen liittyvistä päätöksistä ja varmista, että he osaavat perustella rakennelmaansa valitsemansa materiaalit. Alla olevien kysymysten avulla voit auttaa heitä pukemaan luovaa ja loogista ajatteluaan sanoiksi.
- Voiko valo päästä iglun sisälle ja sulattaa pingviinin?
 - Voiko igluun päästä lämpöä virtausten ja kuljettumisen avulla?
 - Kuinka lämpö mustasta lattiasta voi päästä iglunne sisälle?
 - Millä tavoin rakennelmanne hidastaa säteilyä? Entä kuljettumista? entä johtumista?
 - Millä eri keinoilla omassa kotitalossasi estetään lämmön siirtymistä taloon kesällä? (Ikkunan tiivisteet estävät ilmavirtaukset, ullakko estää säteilyn pääsemistä makuuhuoneisiin, räystäät estävät aurinkoa paistamasta ikkunaan koko päivää, perustukset ja kellari estävät lämmön johtumista talon lattian ja maan välillä, ja eristeet hidastavat lämmön johtumista seinien läpi.)
 - Miksi valitsitte tuon värin?
 - Testasitteko materiaalin varmistuaksenne, että se toimii niin kuin haluatte?
 - Mitä eroa on yhdellä ja kahdella kerroksella tuota materiaalia?
 - Jos ilma on hyvä eriste, niin kuinka voit ”vangita” enemmän ilmaa?
 - Onko kuplamuovissa parempi laittaa kuplat ylös- vai alaspäin?

Oppitunnin lopetus

1. Pyydä oppilaita piirtämään rakennelmansa oppimissarjakuvaansa. Pyydä oppilaita nimeämään kuvaan käytetyt materiaalit ja kirjoittamaan niihin, että mitä lämmönsiirtymistapaa/-tapoja ne estävät. Ohessa on esimerkit rakennelman kuvauksesta oppimissarjakuvassa ja kahdeksaluokkalaisten ”iglun” ensimmäisestä versiosta.



Esimerkki oppimissarjakuvaan piirustuksesta



Esimerkki oppilaan rakennelmasta – ensimmäinen versio

Pingviinien pesät – Testaus ja uudelleen testaus

Oppimistavoitteet

1. Luonnontieteitä voi hyödyntää laitteiden suunnittelussa, rakentamisessa ja arvioinnissa.
2. Teknologinen ongelmanratkaisu on iteratiivinen prosessi, joka koostuu suunnittelusta, testauksesta, uudelleen suunnittelusta ja uudelleen testauksesta.
3. Insinöörien täytyy dokumentoida kehitysprosessin eri vaiheet ja esittää ratkaisunsa ongelmaan.

Oppitunnin tarkoitus

1. Oppilaat testaavat rakentamiaan pingviinien pesiä altistaen ne lämpölaatikossa lämpösäteilylle, lämmön johtumiselle ja lämmön kuljettumiselle.
2. Oppilaat arvioivat rakentamiaan pingviinien pesiä ja määrittävät, että mitkä sen ominaisuuksista hidastavat lämmön siirtymistä tehokkaimmin.
3. Oppilaat tunnistavat, että mitä lämmönsiirtymistapoja heidän pingviinin pesä hidastaa.
4. Oppilaat kehittävät pingviinien pesiään edelleen testaustuloksiin perustuen, jonka jälkeen testaavat niitä uudestaan.

Oppitunnin tavoitteet

Oppitunnin lopussa oppilaat osaavat:

- Arvioida erilaisia ratkaisuja, joilla hidastetaan lämmön siirtymistä, vertailla niitä ja määrittää niiden toimintaperiaatteet.
- Arvioida lämmön siirtymistä hidastavien ratkaisujen tehokkuutta.

Oppitunti pähkinäkuoressa

1. Rakennelmien testaaminen lämpölaatikossa. (20 minuuttia)
2. Anna oppilaiden tutkia tietokoneilla rakentamiseen liittyviä innovaatioita samalla kun pingviinit sulavat. Tai näytä PowerPoint-esitys [Innovatiiviset rakennusmateriaalit](#).
3. Tuloksien analysointi ja niistä keskustelu. (20 minuuttia)
4. Pyydä oppilaita kirjaamaan oppimissarjakuvaansa, että mitä muutoksia he halusivat tehdä rakennelmaansa. Tämän jälkeen anna heidän ostaa lisää tarvikkeita tai muokata olemassa olevaa rakennelmaansa. (20 minuuttia)
5. Uudelleen suunniteltujen ja paranneltujen iglujen testaaminen lämpölaatikossa. (20 minuuttia)
6. Jälkitestin teettäminen ja oppimissarjakuvan jatkaminen (10 minuuttia)
7. Tuloksien analysointi ja niistä keskustelu. (20 minuuttia)

Taustaa

Rohkaise oppilaita yhteistyöhän, ei kilpailuun. Rohkaise heitä jakamaan niin onnistumiset kuin epäonnistumiset keskenään ja oppimaan niistä. Tavoitteena on pelastaa pingviinit, ei kilpailun voittaminen. Kaikista tärkein vaihe on ratkaisun edelleen kehittäminen. Pyydä oppilasryhmiä keskustelemaan keskenään ensimmäisen lämpölaatikossa testauksen jälkeen ja hyödyntämään aiemmillä tunneilla opittuja asioita rakennelman kehittämiseen. Jos oppilaat vaativat “voittajan” nimeämistä, kerro heille, että kaikki, ketkä onnistuvat parantamaan rakennelmaansa ja estämään paremmin pingviinien sulamista toisella kerralla, ovat voittajia.

Opettajan materiaalit

- 4 kohdevaloa klipsikiinnityksellä
- 1 musta (tai mustaksi maalattu) muovilaatikko
- pingviinijääpaloja (1/ryhmä)
- ajastin
- digitaalivaaka (tarkkuus 0,1 g)
- 1 rulla alumiinifoliota

Oppilaiden materiaalit (jokaiselle ryhmälle)

- 1 materiaalilaatikko
- 1 oppimissarjakuva (ensimmäiseltä oppitunnilta)
- värillisiä tusseja tai puuvärejä
- 1 kertakäyttöinen muovimuki (massa tunnettu)

Valmistelut

1. Valmistele pingviinijääpalat edellisenä päivänä.
 - a. Annostele lääkeruiskulla vakiomäärä vettä jokaiseen jääpalalokeroon (10–16 ml käytössäsi olevasta muotista riippuen).
 - b. Varmista, että jokaiseen lokeroon tulee sama määrä vettä, jotta jokaisella pingviinijääpalalla on sama massa. Koska veden tiheys on 1 g/ml, on esimerkiksi tilavuudeltaan 16 ml:n jääpalan massa 16 grammaa.
2. Valmistele kertakäyttöiset muovimukit punnitsemalla jokainen ja kirjoittamalla punnituksen tulos niiden kylkeen permanenttitussilla. Valmistele jokaiselle ryhmälle yksi kuppi. Kupit voi kuivata ja käyttää uudelleen.
3. Valmistele “lämpölaatikko”, jolla testataan oppilaiden rakennelmia. Käytä isoa mustaa varastolaatikkoa (tai mustaksi maalattua laatikkoa) ja vuoraa sisäpuolet alumiinifoliolla. Älä peitä laatikon mustaa pohjaa. Aseta sitten neljä kohdevaloa laatikon ympärille niin, että ne valaisevat laatikon pohjaa ja reunoja. Käyttämällä kytkimellä varustettua jatkojohtoa pystyt laittamaan kaikki lamput päälle ja pois yhdellä kytkimellä.



4. Valmistele taululle tai isolle paperille taulukko, johon oppilaat voivat kirjata omat tuloksensa. Voit tehdä tämän myös käyttäen Exceliä tai älytaulua.
5. Valmistele oppilaille 15 min kestävä tehtävä sille ajalle, kun heidän rakennelmansa ovat lämpölaatikossa. Esimerkkiehdotuksia:
 - Laita oppilaat tutkimaan internetistä tietoa moderneista rakennusmateriaaleista.
 - Katsokaa internetin tarjoamia live-kamerakuvia pingviineistä eläintarhoissa ja muissa elinympäristöissä. Googleta ”penguin webcams” ja anna oppilaittesi nähdä oikeita pingviinejä touhuamassa!
 - Näytä PowerPoint-esitys [Innovatiiviset rakennusmateriaalit](#).

Oppitunnin kulku

1. Laita lämpölaatikon valot päälle ja anna lamppujen esilämmittää noin 20 minuuttia. Esilämmittämällä laatikon pohja ehtii lämmetä hyvin, ja lämpö jakautuu tasaisesti.
2. Anna jokaiselle ryhmälle yksi muovikuppi. Pyydä jokaisesta ryhmästä yksi oppilas kupin kanssa valmiiksi riviin.
3. Hae jääpalapingviinit pakastimesta ja jaa nopeasti kunkin ryhmän kuppiin yksi kappale.
4. Ohjeista oppilaita asettamaan pingviinijääpalansa rakentamiinsa igluihin niin nopeasti kuin mahdollista ja aseta iglut lämpölaatikkoon (kaikki yhtä aikaa) niin, että ne ovat yhtä kaukana toisistaan. Sammuta valot täksi aikaa välttääksesi palovammoja. Laita valot takaisin päälle ja käynnistä 20 minuutin ajastus iglujen lämmittämiseksi.

Huomautus opettajalle: Huomaa, että 20 minuuttia on aika, jossa ”koditon” pingviinijääpala sulaa kokonaan. Lisää lämpölaatikkoon ”koditon” pingviini verrokiksi. Kahdenkymmenen minuutin kuluttua se on vain todella pieni murunen jäätä.

- Kun iglut ovat lämpenemässä, anna oppilaille tekemistä 15 minuutiksi. Ideoita löydät oppitunti 5:n Valmistelut-osioista.
- Ajastimen soidessa 20 minuutin kuluttua sammuta lamput, äläkä koske polttimoihin tai lamppujen kupuihin, koska ne voivat olla HYVIN KUUMIA! Siirrä lamput pois tieltä ja pyydä oppilaita hakemaan omat iglunsa nopeasti.
- Ohjeista oppilaita ottamaan nopeasti jäljellä oleva jääpingviini pesästä ja laittamaan se muovimukiin.

Huomautus opettajalle: Varmista, että oppilaat eivät kaada jääpalasta sulanutta nestettä muovikuppiin.

Team Name	Cost of Dwelling	(With 23g Cup) Final Mass	Mass Lost
Ghetto Chetallicious P's	\$ 430	$6.9 - 2.2 = 4.7$	5.3 g
Wooly Alpenguins	\$ 645	$8.1 - 2.2 = 5.9$	4.1 g
Ice Penguins	\$ 275	$5.3 - 2.2 = 3.1$	6.9 g
Sutaki Ice	\$ 470	$8.2 - 2.2 = 6.0$	4.0 g
Chunky Cheese Cubes	\$ 810 810 Architect Award	$7.3 - 2.2 = 5.1$	4.9 g
Soccer Hotties	\$ 485	$6.0 - 2.2 = 3.8$	6.2 g
Funky Chicken	\$ 200 Affordable Housing	$8.3 - 2.2 = 6.1$	3.9 g
Joker Brothers	\$ 390	$8.3 - 2.2 = 6.1$	3.9 g
Melting Penguins	\$ 200 450	$9.2 - 2.2 = 7.0$	3.0 g
T.H.C	\$ 285	$7.7 - 2.2 = 5.5$	4.5 g
Uh-Oh Orcas	\$ 240 Affordable Housing	$7.4 - 2.2 = 5.2$	4.8 g
Frank's Fries	\$ 305	$6.5 - 2.2 = 4.3$	5.7 g
Aunt J's Buttered Biscuit	\$ 540 545	$8.3 - 2.2 = 6.1$	3.9 g
The PB Bunnies	\$ 435 Architect Award	$5.9 - 2.2 = 3.7$	6.3 g
Indian Redneck Irish	\$ 200 470	$9.2 - 2.2 = 7.0$	3.0 g

Esimerkkitaulukko tuloksista

- Pyydä oppilaita asettamaan kuppi digitaalivaa'alle ja kirjaamaan ylös kupin ja jäljelle jääneen jääpingviinin kokonaismassat. Tämän jälkeen oppilaat laskevat jääpingviininsä massan vähentämällä kokonaismassasta muovikupin massan.

Huomautus opettajalle: Jos oppilaat ovat huolissaan, että heidän jääpingviininsä jatkaa sulamistaan heidän odotellessaan punnitukseen pääsyä, muistuta heitä siitä, että kupissa olevan kiinteä jään ja nestemäisen veden kokonaismassa on silti jäljelle jääneen pingviinin massa.

- Pyydä oppilaita kirjaamaan jäljelle jääneen jääpingviinin massa sekä iglupesän rakennuskustannukset taululle.

10. Pyydä oppilaita kirjoittamaan tuloksensa uuteen ruutuun heidän oppimissarjakuvasaan.

11. Pyydä oppilaita analysoimaan testistä saadut tulokset seuraavasti:

- a. Analysoikaa igluja, jotka estivät lämmön siirtymistä parhaiten (iglut, joissa oli eniten pingviiniä jäljellä).
- b. Analysoikaa hienovaraisesti myös niitä igluja, jotka eivät toimineet niin hyvin ja tehkää ehdotuksia siitä, miten niitä kannattaisi muuttaa, jotta ne toimisivat paremmin.
- c. Kysy oppilailta:
 - Mitkä rakennelmien ominaisuuksista olivat tehokkaimpia estämään lämmön siirtymistä?
 - Miksi kyseiset ominaisuudet ovat tehokkaita estämään lämmön siirtymistä?
 - Mitä lämmönsiirtymistapaa missäkin ratkaisussa estettiin?

12. Pyydä oppilaita kirjoittamaan ideansa rakennelman muokkaamisesta oppimissarjakuvaan. Jos aikaa riittää, pyydä heitä piirtämään uusi, paranneltu suunnitelma oppimissarjakuvaan.

Lisämateriaali

Algebraa: Viidennellä oppitunnilla kerätyt mittaustulokset mahdollistavat keskustelun kulmakertoimesta ja lineaarisista yhtälöistä sekä interpoloinnin ja ekstrapoloinnin tärkeydestä. Pyydä oppilaita muodostamaan kuvaajat, joiden avulla he voivat määrittää:

- Onko iglun rakennuskustannusten ja pingviinin loppumassan (tehokkaan iglurakennelman) välillä riippuvuussuhde?
- Onko pesän kustannusten ja pesän lopullisen massan välillä riippuvuussuhde?
- Jos määrittäisimme jokaisen pesän massan, olisiko iglun massan ja pingviinin loppumassan välillä riippuvuussuhde?

Kehittämisvaihe

Valmistelut

1. Valmistele pingviinijääpalat edellispäivänä tai tee kaksinkertainen määrä, jos kehittämisvaihe toteutetaan samalla oppitunnilla. Koska jää sublimoituu ja menettää massansa ajastaan, jääpalat tulee tehdä aina testaamista edeltävänä iltana. Käytä lääke-ruiskua veden annostelussa varmistaaksesi, että jokaisella pingviinillä on sama massa.
2. Jos haluat, tulosta kunniakirjat ja täytä niihin “voittajien” nimet oppitunnin aikana.
3. Monista jälkitestauslomaketta (Liite B) ja jaa ne oppilaille samalla, kun kehitetyt versiot pesistä ovat lämpölaatikossa uudelleen testattavana.

Oppitunnin kulku

1. Anna oppilaille 15–20 minuuttia aikaa parannella rakennelmaansa.



Esimerkki edelleen kehitetystä pingviinin pesästä.

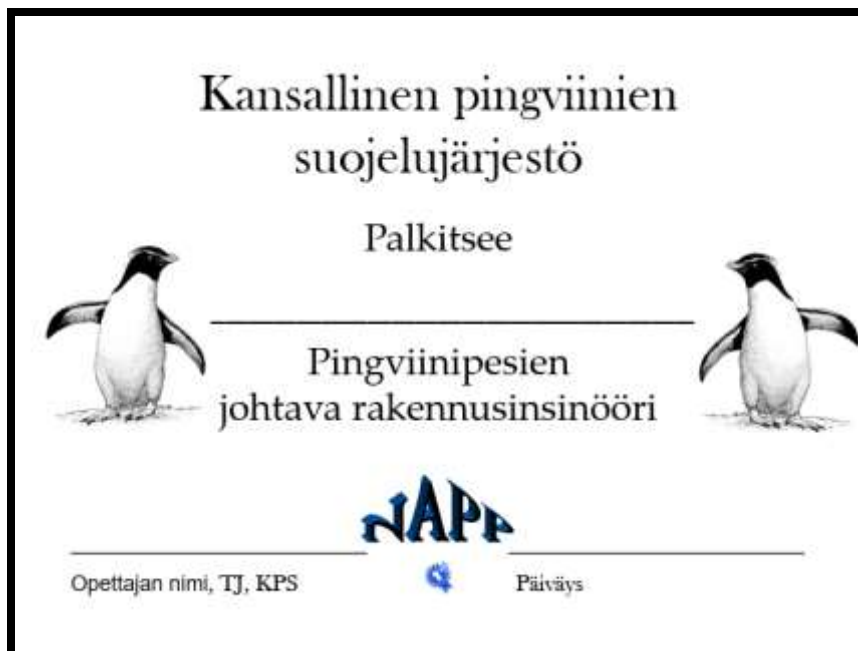
2. Toista testausvaihe niin kuin aiemmin.
3. Anna oppilaille täytettäväksi jälkitestausta varten [Testi lämmön siirtymisestä](#) (Liite B) iglujen ollessa lämpölaatikossa. Jos oppilaat tekevät sen nopeasti, anna heidän viimeistellä oppimissarjakuvaansa.
4. Kun aika loppuu ajastimesta, toista pingviinien punnitus ja tulosten kirjaaminen taulukkoon keskustelua varten.
5. Pyydä oppilaita piirtämään kuva lopullisesta rakennelmasta ja kirjoittamaan testitulokset heidän oppimissarjakuvaansa.

Huomautus opettajalle: Kaikki ryhmät, jotka onnistuvat pelastamaan enemmän pingviiniä kuin ensimmäisellä testauskerralla, ansaitsevat kehuja hyvästä insinöörityöstä.

6. Kysy oppilailta, että mistä asioista tässä projektissa he pitivät ja mistä eivät. Hyödynnä tätä palautetta suunnitellessasi uusia oppimiskokonaisuuksia, joilla yhdistät teknologista ongelmanratkaisua luonnontieteisiin.
7. Määritä, että mitkä ryhmät olivat voittajia kussakin kategoriassa ja jaa kunniakirja kaikille näiden ryhmien jäsenille. [Kunniakirjapohja sisältyy tähän materiaaliin.](#)

Huomautus opettajalle: Alla on lista suositelluista palkinnoista.

- **Tehokkain rakennelma** – Palkinto niille ryhmille, jotka onnistuivat pelastamaan pingviinistä eniten. (Voi jakaa kolmelle parhaalle.)
- **Parhaiten paranneltu rakennelma** – Jaetaan ryhmälle, joka kehitti rakennelmaansa parhaiten testien välillä.
- **Taloudellisissa vaikeuksissa oleville pingviineille edullisin talo** – Jaetaan ryhmälle, joka käytti vähiten rahaa rakentamiseen, mutta pelasti silti vähintään puolet pingviinistä.
- **Paranneltu rakennelma** – Jaetaan jokaiselle ryhmälle, joka onnistui parantamaan rakennelmaa ja pelastamaan enemmän pingviinistä toisella testikeralla.
- **Yleisön suosikki** – Jaetaan oppilaiden äänestyksen perusteella pidetyimmälle rakennelmalle.
-



Esimerkki kunniakirjasta

Oppitunnin lopetus

1. Vedä tämä oppimiskokonaisuus yhteen keskustelemalla siitä, että mitä oppituntien aikana on opittu. Alla on joitain ehdotuksia kysymyksiksi:
Insinöörityöhön liittyvät kysymykset: Insinöörit seuraavat tiettyä prosessia heidän kehittäessään ratkaisuja ongelmiin.
 - Millaista prosessia te noudatitte kehittääksenne ongelmaan ratkaisun?
 - Miksi tätä oppituntikokonaisuutta kutsuttiin nimellä “Pelasta pingviinit”?
 - Kuinka energian säästäminen kotona auttaa eläimiä, jotka elävät hyvin kaukana meistä?
 - Mitä insinöörit tekevät auttaakseen ihmisiä ja eläimiä?

- Mitä fysiikan ja muita luonnontieteiden käsitteitä teidän tarvitsi tuntea, että pystyitte olemaan taitavia insinöörejä tässä projektissa?
- Millaisia rajoituksia sinulla oli iglun suunnitteluun ja rakentamiseen liittyen?
- Miksi uudelleen kehittäminen oli tärkeää?
- Mitä insinööriyön vaiheita teidän tuli tuntea, jotta pystyitte suunnittelemaan ja rakentamaan parhaan mahdollisen iglun?

Fysiikkaan ja muihin luonnontieteisiin liittyvät kysymykset: Lämpö siirtyy ennustettavilla tavoilla

- Mitä lainalaisuuksia lämmön siirtymiseen liittyy? (se siirtyy lämpimästä kylmään, se on lämpöenergian siirtymistä, se siirtyy kolmella eri tavalla)
- Kuvaile kolme eri tapaa, joilla lämpö voi siirtyä.
- Mitä eroa on eristeellä ja johteella?
- Miksi hopeatarjotin tuntuu kylmemmältä kuin muovitarjotin?
- Jos istuisit metalliselle penkille talvella, miltä se tuntuisi? Miksi?
- Jos istuisit muoviselle penkille talvella, tuntuisiko se erilaiselta? Miksi?
- Mitkä materiaalit olivat parhaita estämään säteilyä? Entä johtumista? Entä kuljettumista?
- Mitkä materiaalien yhdistelmät toimivat parhaiten? Miksi?
- Mikä oli mielestäsi kaikista mielenkiintoisinta näillä oppitunneilla?

LIITE A

MATERIAALIT JA TARVIKKEET

Taulukossa 1 listatut materiaalit riittävät yhdelle opettajalle ja neljälle eri luokalle eli noin 112 oppilaalle. Joitain materiaaleja jää yli tulevaan käyttöön. Useimpia materiaaleja saa hankittua päivittäistavarakaupasta, rautakaupasta, askartelutarvikeliikkeestä tai suurista ostoskeskuksista. Valmis tarvikepakkaus on myös ostettavissa osoitteesta www.stemteachingkits.com
Alla on ehdotukset tarvikkeiden ostopaikoista

Taulukko 1

Tarvittavat tarvikkeet *Pelasta pingviinit* -kokonaisuutta varten

Määrä	Tarvike	Ostopaikka
1 pussi	100 % puuvillapalloja, 100 kpl	Apteekki
1 paketti	jäätelötikkuja, 150 kpl	Askartelutarvikeliike
1 paketti	Mustaa askartelupaperia	Askartelutarvikeliike
1 paketti	Vihreätä askartelupaperia	Askartelutarvikeliike
1 paketti	Vaaleanpunaista askartelupaperia	Askartelutarvikeliike
1 paketti	Valkoista askartelupaperia	Askartelutarvikeliike
12 kpl joka väriä	Vahtomuoviarkkeja: valkeita, mustia, vaaleanpunaisia ja vihreitä	Askartelutarvikeliike
12 kpl	Valkoista polyesterihuopakangasta, 20 x 30 cm	Askartelutarvikeliike
12 kpl	Vaaleanpunaista polyesterihuopakangasta, 20 x 30 cm	Askartelutarvikeliike
12 kpl	Mustaa polyesterihuopakangasta, 20 x 30 cm	Askartelutarvikeliike
12 kpl	Vihreätä polyesterihuopakangasta, 20 x 30 cm	Askartelutarvikeliike
1	Rulla kuplamuovia, 30 cm x 3 m	Toimistotarvikeliike
1	Rulla alumiinifoliota 7 m ²	Marketti
3 arkkiä	Avaruushuopaa, 45 x 75 cm arkkeja	Askartelutarvikeliike
1	4 l suljettavia muovipusseja, 12 kpl	Marketti
7	Läpinäkyvää teippiä	Toimistotarvikeliike
7	Askarteluliimaa (n. 1–2 dl)	Askartelutarvikeliike
28	Muovilaatikko, n. 6 l	Rautakauppa
1	Musta varastolaatikko, n. 100 l	Rautakauppa
7	Muovisia kertakäyttömukeja	Marketti
1	Leikkirahaa	Verkkokauppa
2	Silikonisia pingviinijääpalamuotteja	Verkkokauppa
14	Digitaalisia lämpömittareita	Verkkokauppa
7	Kohdevaloa	Rautakauppa
7	Polttimoa, 100 W hehkulamppua vastaavia	Rautakauppa
6	Limonaditölkkiä	Marketti
1	Villasukka	Marketti/urheilutarvikeliike
1	Puuvillasukka (tummanharmaa/musta)	Marketti/urheilutarvikeliike
1	Muovinen tarjotin	Kodintarvikeliike
1	Metallinen tarjotin (hopeinen on paras)	Kodintarvikeliike
2	Akvaariolämpömittaria, suuri	Lemmikkieläinkauppa
30	A3-paperia	Toimistotarvikeliike
7	Metallilusikkaa (hopeinen on paras)	Kodintarvikeliike
7	Muovilusikkaa	Marketti
1	Itse tehty pahvitalo, jossa on mustaksi maalattu katto	

7	Digitaalista ajastinta	Verkkokauppa
1	Lääkeruisku 20 ml	Apteekki

Materiaalien valmistelu

Valmistele huovat, foliot, askartelupaperit, vaahtomuoviarkit, avaruushuovat ja kuplamuovit leikkaamalla ne samankokoisiksi neliöiksi. Noin 10 x 10 cm neliöt ovat sopivia. Säilö jokainen materiaali erilliseen 4 l suljettavaan muovipussiin, jotta ne ovat helposti käytettävissä.



Materiaalit leikattuna ja pakattuna



Tarvikkeita isossa varastolaatikossa

Nimi: _____ Päivämäärä: _____

- Tämä kysely keskittyy ymmärrykseesi lämmön siirtymisestä.
- Valitse jokaiseen kysymykseen lähimpänä ymmärrystäsi oleva vaihtoehto ympäröimällä se.
- Lue jokainen kysymyksen vaihtoehto ennen valitsemista.

1. Otat virvoitusjuomatölkin keittiön tasolta. Tölkin alla ollut taso tuntuu kylmemmältä kuin muut osat tasoa. Mikä seuraavista vaihtoehtoista selittää tämän havainnon parhaiten?

- a. Kylmää on siirtynyt virvoitusjuomasta tasoon.
- b. Tölkin alapuolisessa osassa tasoa ei ole enää jäljellä lämpöenergiaa.
- c. Tasosta on siirtynyt lämpöä virvoitusjuomaan.
- d. Tölkin alapuolella oleva lämpö siirtyy muihin tason osiin.

2. Keitettyäsi kananmunan viilennät sen laittamalla sen kylmään veteen. Mikä seuraavista selittää kananmunan jäähtymisprosessin?

- a. Kananmunasta siirtyy lämpötilaa veteen.
- b. Vedestä siirtyy kylmää kananmunaan.
- c. Energiaa siirtyy vedestä kananmunaan.
- d. Energiaa siirtyy kananmunasta veteen.

3. Miksi käytämme villapaitoja kylmällä kelillä?

- a. Pitääksemme kylmän ulkona.
- b. Luodaksemme lämpöä.
- c. Vähentääksemme lämpöhäviöitä.
- d. Kaikki yllä olevat ovat totta.

4. Minna käärii nukkensa peittoihin, mutta ei ymmärrä, että miksi ne eivät lämpene. Miksi näin on?

- a. Todennäköisesti Minnan käyttämät peitot ovat huonoja eristeitä.
- b. Todennäköisesti Minnan käyttämät peitot ovat hyviä eristeitä
- c. Nuket on valmistettu sellaisesta materiaalista, joka ei säilytä lämpöä hyvin.
- d. Ei mikään yllämainituista.

5. Kun pakastimeen laitettu vesi muuttuu jääksi,

- a. vesi vastaanottaa energiaa pakastimessa olevasta ilmasta.
- b. vesi vastaanottaa kylmää pakastimessa olevasta ilmasta.
- c. pakastimessa oleva ilma vastaanottaa lämpöä vedestä.
- d. vesi ei vastaanota eikä luovuta energiaa.

6. Jos pukeudut vaaleisiin vaatteisiin lämpimänä aurinkoisena päivä, tunnet olosi viileämmäksi, koska vaaleat vaatteet

- a. heijastavat enemmän säteilyä.
- b. vähentävät hikoilua.
- c. eivät ole niin raskaita kuin tummat vaatteet.
- d. laskevat enemmän ilmaa sisään.

7. Jos laitat metalli- ja puulusikat kiehuvaan veteen, toinen niistä muuttuu liian kuumaksi koskettaa. Miksi?

- a. Metalli johtaa lämpöä paremmin kuin puu.
- b. Puu johtaa lämpöä paremmin kuin metallit.
- c. Metallit vetävät lämpöä puoleensa.
- d. Puu ei ole yhtä vahvaa kuin metallit.

8. Aurinkoisena päivänä yläkerran huoneet ovat tyypillisesti lämpimämpiä kuin alakerran huoneet. Miksi?

- a. Viileän ilman tiheys on pienempi kuin kuuman ilman.
- b. Lämmin ilma nousee, ja kylmä ilma laskeutuu.
- c. Yläkerran huoneet ovat lähempänä aurinkoa.
- d. Lämpö nousee.

9. Haluat pitää eväänä olevan virvoitusjuomatölkkisi kylmänä. Mikä materiaali toimii tässä parhaiten, ja miksi?

- a. Alumiinifolio käärittynä tölkin ympärille, koska metalli siirtää lämpöenergiaa helposti.
- b. Käsipyyhepaperi käärittynä tölkin ympärille, koska paperi imee itseensä kosteutta.
- c. Voipaperi käärittynä tölkin ympärille, koska voipaperi "vangitsee" kosteuden.
- d. Villapaita käärittynä tölkin ympärille, koska villa "vangitsee" ilman.

10. Jos käytät metallista henkaria vaahtokarkin paistamiseen nuotiolla, henkari voi olla liian kuumaa pitää kiinni. Miksi näin on?

- a. Lämpö säteilee henkaria pitkin.
- b. Lämpö kasaantuu liekkien lähelle, kunnes se ei voi enää pysyä paikalleen, ja sitten se etenee henkaria pitkin.
- c. Metalliatomit värähtelevät suuremmalla energialla, kun ne kuumenevat. Ne törmäilevät viereisiin atomeihin, ja tämä saa myös viereiset atomit värähtelemään.
- d. Koska metallit sulavat tullessa, ne reagoivat voimakkaasti tuleen ja kuumenevat helposti.

11. Alumiinilautanen ja muovilautanen ovat olleet pakastimessa yön yli. Kun otat ne pois sieltä seuraavana aamuna,

- a. lautasilla on sama lämpötila.
- b. muovilautasen lämpötila on korkeampi.
- c. muovilautasen lämpötila on matalampi.
- d. alumiinilautasen lämpötila on matalampi.

12. Mikä seuraavista vastaanottaa eniten säteilyä, jos ne laitetaan suoraan auringonpaisteeseen.

- a. Valkoinen paita.
- b. Lumipallo.
- c. Pala alumiinifoliota.
- d. Musta paita.