



Materiaalit ympärillämme: Paperi, metalli ja muovi

Opas opettajalle



Anni Loukomies,
Jari Lavonen,
Kalle Juuti,
Jarkko Lampiselkä,
Veijo Meisalo,
Annika Ampuja ja
Jan Jansson

Kustantaja

Taloudellinen tiedotustoimisto
Eteläinen Makasiinikatu 4
PL 147
00130 Helsinki

Yksityisyrittäjien Säätiö
Laitatuulenkaari 48
00850 HELSINKI

Kannen kuvat: Huhtamäki Oyj, Oy Orthex Ab, M-Real image bank,
Rautaruukki Oyj, Oy Ovako Ab, Kemira Oyj, Metso Paper Oy
ISBN 978–952–10–4960–6

© Jari Lavonen, Anni Loukomies, Veijo Meisalo, Annika Ampuja, Kalle
Juuti, Jarkko Lampiselkä, Jan Jansson ja MaterialsScience –hanke (SAS6-
CT-2006-042942)

Sinulla on vapaus kopioida, levittää, näyttää ja esittää teosta seuraavilla
ehdoilla: teoksen tekijä on ilmoitettava, teosta ei saa muuttaa, muunnella tai
käyttää toisen teoksen pohjana.

Sisällys

1. Materiaalit ympärillämme -opintojakso	4
Opintojakson tavoitteet.....	4
Opintojakson osat.....	4
Oppimistavoitteet.....	6
2. Materiaalien ja niiden ominaisuuksien opiskelu;	7
pedagogisia vinkkejä	7
Materiaaleilla on fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia	7
Luokittelu.....	7
Luokittelu konstruktivisena prosessina.....	7
Luokittelumenetelmä.....	8
Fysikaalisten ilmiöiden luokittelu.....	8
Mallit.....	8
Tutkiva oppiminen	9
Predict, Observe, Explain (POE) –menetelmä tutkivan oppimisen menetelmänä	10
Tapoja järjestää opetus	11
Palapelimenetelmä (Asiantuntija-opiskeluryhmät)	11
Pysäkkityöskentely	11
Think-Pair-Share.....	12
3. Opintokäynti koulun työtapana	13
Opintokäynnin pedagogisia perusteita	13
Opintokäynnin vaiheet.....	15
1. Ennakkosuunnittelu	15
2. Yhteissuunnittelu oppilaiden kanssa: opintokäyntiin virittäytyminen sekä opettajan ennakkovierailu.....	16
3. Opintokäynti.....	18
4. Jatkotyöskentely	18
5. Arviointi ja seuraavan käynnin suunnittelu	19
4. Lukemalla ja kirjoittamalla oppiminen	21
Ajattelun taidot eli kognitiiviset taidot.....	21
Lukemalla oppiminen	22
Kirjoittamalla oppiminen	22
Artikkelin kirjoittamisen ohjaaminen	24
Artikkelin rakenne	24
Artikkelin kirjoittaminen	25
Haastattelujen tekeminen	25
5. Arviointi	27
6. Opintokäynnin järjestelyiden tarkistuslista	28
7. Lähdeaineita	30
8. Liitteet.....	31

1. Materiaalit ympärillämme -opintopakso

Opintopaksin tavoitteet

Tämän opintopaksin tavoitteena on rohkaista oppilaita opiskelemaan perustietoja elinympäristössämme käytetyistä materiaaleista luokittelun, mallintamisen, POE-menetelmän, käsitekarttatekniikan sekä yritysvierailun avulla. Oppilaat tutustuvat yleisten materiaalien ominaisuuksiin ja käyttäytymiseen, materiaalien käyttöön sekä siihen, miten mikroskooppisilla ja submikroskooppisilla malleilla voidaan kuvata edellä mainittuja seikkoja.

Opintopaksin osat

Materiaalit ympärillämme -opintopakso	
Osa 1	Oppilaat opiskelevat materiaaleja <i>muovi</i> , <i>metalli</i> ja <i>paperi</i> ja niiden ominaisuuksia luokittelemalla. Luokittelusta kerrotaan tarkemmin luvussa 3.
Osa 2	Oppilaat hyödyntävät malleja ja POE-menetelmää materiaalien ominaisuuksien ja käyttäytymisen opiskelussa. Malleista ja POE-menetelmästä kerrotaan tarkemmin luvussa 3.
Osa 3	Oppilaat opiskelevat materiaalien käyttöä ja tuotteiden valmistamista materiaaleista opintokäynnillä teollisuusyritykseen ja kirjoittavat opintokäynnistä artikkelin. Opintokäynnin järjestämisestä kerrotaan luvussa 2, artikkelin kirjoittamisesta luvussa 5.
Osa 4	Oppilaat opiskelevat kokoavat jakson aikana oppimansa tietoa materiaaleista käsitekarttatekniikan avulla ja arvioivat jaksoa. Lukeminen ja kirjoittaminen ovat olennainen osa opiskelua läpi opintopaksin. Lukemalla ja kirjoittamalla opiskelusta kerrotaan luvussa 4.

Opintopaksin ensimmäisessä osassa oppilaat opettelevat luokittelemaan materiaaleja niiden ominaisuuksien perusteella. Luokittelun avulla opitaan tunnistamaan materiaaleja, ja käsitteet 'paperi', 'metalli' ja 'muovi' saavat syvemmän merkityksen.

Aineen rakenne on fysiikan ja kemian keskeisimpiä käsitteitä. Tämän käsitteen merkityksen ymmärtäminen on oleellinen perusta myöhemmille fysiikan ja kemian opinnoille. Tästä syystä oppilaat syventyvät mikroskooppisiin ja submikroskooppisiin malleihin, jotka kuvaavat aineen rakennetta, ominaisuuksia ja käyttäytymistä. Oppilaille korostetaan, että kyse on mallista, joka on hyödyllinen asian ymmärtämisen kannalta, mutta jolla on myös heikkoutensa. Aineen rakenteeseen liittyvien käsitteiden opiskelu voi olla opettajajohtoista, tai opiskelu voidaan toteuttaa ryhmätyönä, esimerkiksi palapelimenetelmää tai pysäkkityöskentelyä käyttäen. Jos aihe opiskellaan lukemalla, opettaja voi ohjata oppilaita käyttämään tehokkaita luku- ja kirjoitusstrategioita. Ryhmätöiden organisoinnista sekä lukemisesta ja kirjoittamisesta kerrotaan tarkemmin luvuissa 3 ja 4.

Opintojakson toisessa osassa malleja vertaillaan ja analysoidaan tutkimustehtävien avulla. Opintojaksossa käytetään POE-menetelmää, jossa oppilaat ensin laativat opiskelemaansa malliin perustuvan ennusteen, sitten tekevät havaintoja ja lopuksi selittävät havaintonsa. POE-menetelmän käyttö edellyttää oppilailta kykyä yhdistää makroskooppinen, mikroskooppinen ja submikroskooppinen näkökulma sekä selittää materiaalien rakenne, ominaisuudet ja käyttäytyminen molekyyllitasolla. POE-menetelmästä kerrotaan tarkemmin luvussa 3. Tutkimustehtäviä tehdessään oppilaat kehittävät opiskelutaitojaan, kuten tieteellisen tekstin ymmärtämistä sekä tieteellisen tiedon esittämistä, ja tutkimusentekotaitojaan, kuten kysymysten esittämistä, tutkimuksen suunnittelua sekä tutkimuksen suorittamista.

Opintojakson toisen osan tutkimustehtävät ovat:

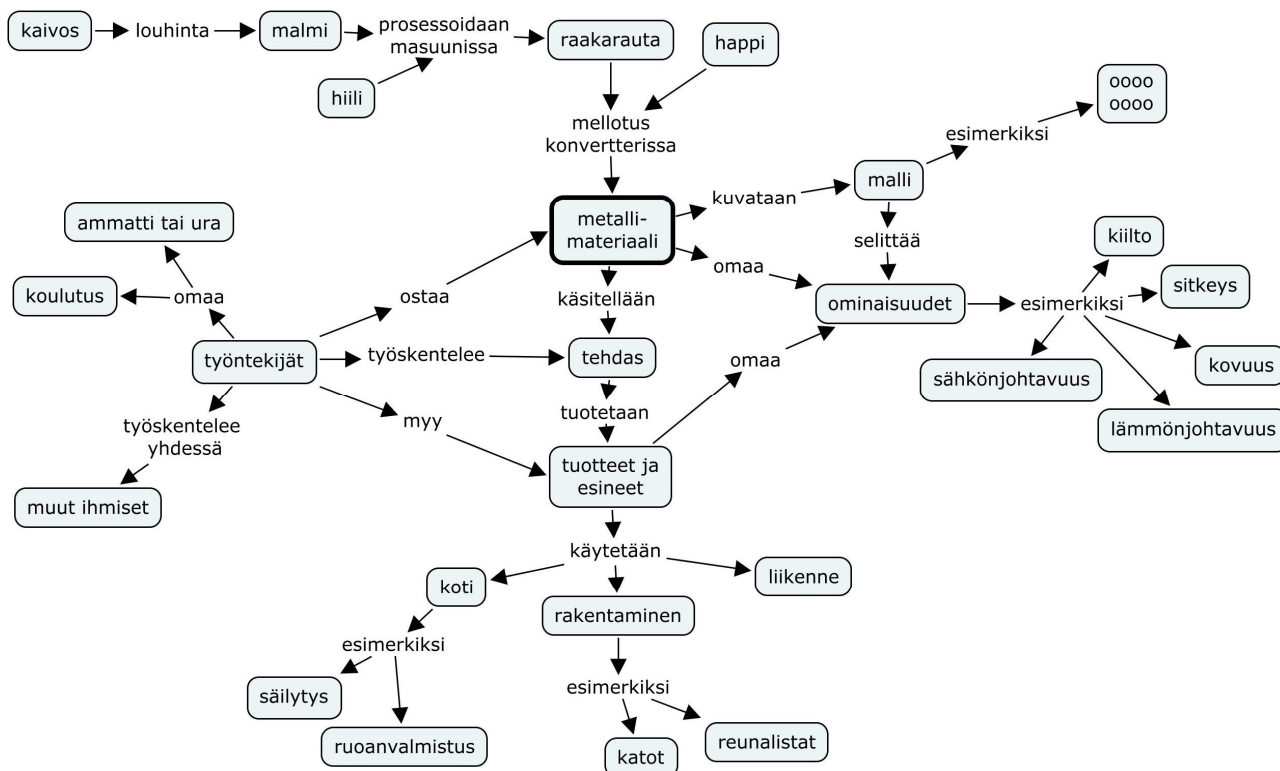
1. Pudotustesti,
2. Sähkönjohtavuustesti,
3. Repeämistesti,
4. Lämmönjohtavuustesti ja
5. Taivutustesti.

Edellä mainittujen tehtävien työohjeet on esitelty yksityiskohtaisesti MaterialsScience-projektin oppilaan materiaalissa. Tutkimusryhmät voi järjestää esimerkiksi palapeli- tai pysäkkityöskentelymenetelmällä.

Opintojakson kolmannessa osassa järjestetään vierailu teollisuusyritykseen. Vierailun tarkoituksena on syventää oppilaiden tietoja materiaalien ominaisuuksista ja käytöstä. Ennen vierailua oppilaat tutustuvat materiaalien tuotantoprosesseihin. Vierailun aikana oppilaat oppivat, miten materiaaleista valmistetaan tuotteita. Oppilaat tutustuvat myös materiaaleihin ja teknologiaan liittyviin uramahdollisuuksiin. Elinympäristömme materiaaleja ei siis tuoda esille vain osana fysiikan ja kemian tietorakennetta vaan myös aihepiirinä, joka sivuaa oppilaiden jokapäiväistä elämää ja vaikuttaa ympäröivään yhteiskuntaan.

Opintokäyntiin valmistautumisessa ja käyntikohteen henkilöstölle suunnattujen kysymysten laadinnassa voi hyödyntää esimerkiksi think-pair-share –keskustelumallia. Mallista kerrotaan enemmän luvussa 3. Opintokäynnillä henkilöstön haastattelun voi järjestää pysäkkityöskentelyn tapaan. Koska oppilaat raportoivat opintokäynnin kirjoittamalla artikkelin, on kirjoittamisen ja etenkin prosessikirjoittamisen opettaminen opintokäyntijaksolla merkittävässä roolissa.

Opintojakson neljännessä osassa oppilaiden materiaaleihin liittyviä tietoja kootaan ja opiskelua jaksolla arvioidaan. Jotta oppilaiden mielikuva materiaaleista ja niiden ominaisuuksista muodostuisi yhtenäiseksi, oppilaat laativat CmapTools -ohjelmalla aiheesta käsitekarttoja. Näitä käsitekarttoja käytetään myös arvioinnissa. CmapTool -ohjelman voi ladata osoitteesta <http://cmap.ihmc.us/download/>.



Metallimateriaalia kuvaava esimerkkikäsitekarta. Käsitekarttoja laaditaan opintojakson viimeisessä osassa.

Oppimistavoitteet

Opintojakson tavoitteena on, että oppilaat:

1. ymmärtävät fysiikan ja kemian peruskäsitteitä, periaatteita ja prosesseja materiaalitieteen kontekstissa,
2. omaksuvat fysiikan ja kemian prosesseissa tarvittavia taitoja, kuten havainnointia, mittaamista, kokeellisuutta, luokittelua, arviointia, ennustamista sekä tietolähteiden käyttöä,
3. oppivat tunnistamaan muuttujia ja niiden välisiä yhteyksiä, muotoilemaan kysymyksiä ja asettamaan tutkimuksilleen tavoitteita, keräämään, tallentamaan ja analysoimaan tietoa sekä laatimaan käsitekarttoja,
4. ylläpitävät uteliaisuutta ja kiinnostusta luonnonilmiöitä, fysiikan ja kemian opiskelua sekä alaan liittyviä ammatteja kohtaan,
5. osoittavat olevansa tietoisia materiaalitieteen sosiaalisesta, historiallisesta sekä yhteiskunnallisesta puolesta,
6. osaavat keskustella tutkimustuloksistaan ja raportoida niitä fysiikan ja kemian kieltä käyttäen ja
7. ymmärtävät luonnontieteiden ja teknologian luonteen, osaavat erottaa em. käsitteet toisistaan sekä ymmärtävät luovan ajattelun merkityksen tieteellisissä prosesseissa.

2. Materiaalien ja niiden ominaisuuksien opiskelu; pedagogisia vinkkejä

Materiaaleilla on fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia

Elinympäristömme materiaaleja on mahdollista luokitella monin tavoin. Raaka-aineet ovat materiaaleja, joita jalostetaan ja joista valmistetaan tuotteita. Raaka-aineet voivat olla peräisin luonnosta, kuten esimerkiksi metallit, tai ne voivat olla synteettisiä kuten esimerkiksi monet muovit. Materiaaleilla on ominaisuuksia, joiden perusteella ne ovat tunnistettavissa. Fysiikan ja kemian opiskelun näkökulmasta materiaalien ominaisuudet voidaan jakaa fysikaalisiin ja kemiallisiin ominaisuuksiin.

Kemiallinen ominaisuus on sellainen materiaalin ominaisuus, joka on havaittavissa kemiallisessa reaktiossa. Kemiallisia ominaisuuksia ei voi määritellä katsomalla tai koskettamalla ainetta. Kemialliset ominaisuudet ovat seurausta aineen submikroskooppisesta rakenteesta. Aineita voidaan luokitella näiden ominaisuuksien perusteella. Esimerkkejä kemiallisista ominaisuuksista ovat reaktiivisuus, pH ja myrkyllisyys.

Fysikaalinen ominaisuus on sellainen tuotteen tai aineen piirre, joka voidaan havaita tai mitata tekemällä fysikaalinen koe. Fysikaaliset ominaisuudet ovat aistein havaittavia. Usein voi kuitenkin olla vaikeaa määritellä, onko ominaisuus fysikaalinen vai ei. Esimerkiksi värin voi nähdä, mutta se, mitä todellisuudessa havaitsemme on tulkinta tietyn pinnan valonsirontaominaisuuksista. Ominaisuuksia voi luokitella kappaleiden ja materiaalien ominaisuuksiin. Esimerkkejä kappaleiden ominaisuuksista ovat massa ja muoto, materiaalin ominaisuuksia ovat puolestaan esimerkiksi lämmönjohtavuus ja tiheys.

Arkipäivän tilanteissa esineitä ei valita tiettyyn käyttöön sen perusteella, mistä materiaalista ne on valmistettu. Ensisijaisena valintaperusteena ovat esineen ominaisuudet ja niiden sopiminen tiettyyn käyttöön. Esineen suunnittelija puolestaan valitsee sopivimman mahdollisen valmistusmateriaalin esineen taloudellista valmistusprosessia ja tulevaa käyttötarkoitusta silmällä pitäen.

Luokittelu

Luokittelu konstruktivisena prosessina

Käsitteet ovat työkaluja, joiden avulla ymmärrämme ja selitämme ympäröivää maailmaa. Opiskeltavien uusien käsitteiden tulisi sulautua oppilaan aikaisempaan tietorakenteeseen. Jotta uudesta käsitteestä tulisi osa jo olemassa olevaa tietorakennetta, on sille luotava merkitys. Joycen ja Weilin (1980: 25-60) mukaan yksilö konstruoi käsitteitä luokittelemalla ympärillään olevaa tietoa. Kouluopetuksen näkökulmasta oppilaat ottavat uuden käsitteen osaksi käsiterakennettaan, jos heillä on riittävästi käsitteeseen liittyviä mutta myös siihen liittymättömiä esimerkkejä. Oppilaan käsitteenmuodostusta voi tukea esimerkkien luokittelutehtävien avulla.

Opettaja voi helpottaa luokittelua ja aineiston jäsentämistä kysymyksillä, jotka ohjaavat opiskelijoita vertaamaan esineiden tai ilmiöiden tutkittavia ominaisuuksia ja etsimään eroja ja samankaltaisuuksia. Luokitteluprosessia edistää, jos oppilas aloittaa omasta elinympäristöstään ja aikaisemmista kokemuksistaan.

Luokittelumenetelmä

Seuraavassa kuvattu käsitteenomaksumistapa perustuu luokitteluun. Menetelmä on Joycen ja Weilin (1980) kehittämä, ja se perustuu Jerome Brunerin ajatuksiin. Menetelmän avulla voidaan opiskella erityisesti sellaisia käsitteitä, joihin voidaan liittää selvästi erotettavia määreitä. Menetelmä koostuu luokittelusta, käsitteenmuodostuksesta ja käsitteen omaksumisvaiheesta. Käsite tai sitä edeltävät määritelmät konstruoidaan induktiivisesti esimerkkejä luokittelemalla. Tällä tavoin johdettua 'esikäsitettä' testataan deduktiivisesti lisäesimerkkien avulla. Käsitteen omaksumisen vaiheet luokittelun avulla on esitelty seuraavassa. Esimerkkinä on metallimateriaali.

1. Opettaja esittelee käsitteeseen liittyviä ja siihen liittymättömiä eli positiivisia (+) ja negatiivisia (-) esimerkkejä. Opettaja näyttää metallista (+) ja muovista (-) valmistettuja tuotteita oppilaille. Oppilaat määrittelevät ominaisuuksia, jotka sopivat positiiviseen esimerkkiin mutta eivät negatiiviseen (esim. kiiltävä, kova). Näiden ominaisuuksien perusteella käsitteelle luodaan määritelmä (metalli= kiiltävä ja kova materiaali).
2. Opettaja antaa oppilaille lisää esimerkkejä jotka oppilaat luokittelevat joko käsitteeseen (metalli) liittyviksi tai siihen liittymättömiksi.
3. Lisäesimerkkien luokittelun jälkeen käsitteen määritelmää tarkennetaan opettajan avustuksella.

Luokittelun voi aloittaa myös niin, että opettaja antaa kaiken luokiteltavan aineiston oppilaille kerralla ja pyytää oppilaita järjestämään aineiston tarkoituksenmukaisiin kategorioihin. Tämä menetelmä aktivoi oppilaita ensiksi esitettyä enemmän, mutta vaatii opettajalta kärsivällisyyttä oppilaiden ohjaamisessa. Tutkimus- ja luokittelutehtäviä on mahdollista myös yhdistää.

Fysikaalisten ilmiöiden luokittelu

Fysikaalisia ilmiöitä voi luokitella mm. liike-, sähkö-, lämpö- ja ääni-ilmiöihin. Edelleen materiaalien ja aineiden määreitä voi luokitella mekaanisiin, sähköisiin, optisiin ja akustisiin määreisiin. Luokittelun onnistuminen voi edellyttää käsittehierarkian ottamista käyttöön. Aineita voi luokitella myös yleisemmällä tasolla, esimerkiksi puhtaisiin aineisiin ja yhdisteisiin.

Mallit

Malli on tapa esittää ajatus, objekti, tapahtuma, prosessi tai systeemi (Gilbert & Boulter, 1998.). Luonnontieteiden opetuksen näkökulmasta mallit ovat osa oppilaiden oppimisprosessia, ja ne auttavat opiskelijoita sulauttamaan opiskeltavat uudet käsitteet osaksi aikaisempaa tietorakennettaan. Malleja voidaan Gilbertin ja Boulterin (1998, 56, 60) mukaan luokitella niiden ontologisen aseman mukaan:

1. **Sisäinen ajatusmalli**, oppilaan henkilökohtainen ja yksilöllinen mielikuva, jonka oppilas muodostaa yksin tai ryhmässä. Sisäisen ajatusmallinsa avulla oppilas saa ilmiön tai objektin osaksi tietorakennettaan.

2. **Ilmaistu ajatusmalli**, jonka oppilas kertoo, kirjoittaa tms. muille. Tämän mallin avulla oppilas tuo oman ajatusmallinsa muiden ulottuville. Uskotaan, että ajatusmallin ilmaiseminen muuttaa sitä.
3. **Yksimielinen (konsensus-) malli** muodostuu ryhmässä keskustelujen ja kokeilujen jälkeen. Julkistuista yksimielisistä malleista tulee tieteellisiä malleja. Jos ne syrjäytetään toisilla malleilla, niistä tulee historiallisia malleja.
4. **Opetusmallit** ovat erityisesti luokkatilanteisiin suunniteltuja malleja, joiden tarkoituksena on auttaa ymmärtämään muita malleja.

Nersessianin mukaan (1999) mallit ovat lähtökohta päättelylle, eräänlaista ääneen ajateltua päättelyä. Oppimisen näkökulmasta mallinnus on osa käsitteellistä muutosprosessia. Käsitteellinen muutos on oppimista, joka muuttaa yksilön aikaisemmin omaksumia käsitteitä tai tapoja ajatella. Nersessian (1999, 6, 13-14) erottaa kolme toisistaan poikkeavaa malliin perustuvan päättelyn muotoa. Nämä muodot ovat 1) analoginen, 2) visuaalinen ja 3) simuloitu mallinnus. Analogisessa mallinnuksessa periaatteet ja rajoitukset mallille etsitään tietystä määrittelyjoukosta. Kokonaan toiselta alalta voidaan etsiä samankaltainen ilmiö tai objekti, jossa alkuperäisen ilmiön mallinnettavat ominaisuudet tulevat selvästi esille. Toinen mallinnustapa on esittää ilmiö kuvan avulla. Tämä tapa on käyttökelpoinen varsinkin, jos sanat eivät riitä kertomaan ilmiöstä olennaista. Visuaalista mallinnusta voi käyttää oppilaan sisäisen mallinnuksen tukena. Simuloidussa mallinnuksessa oppilas simuloi fysikaalisia tilanteita tai fysikaalisia/kemiallisia prosesseja mielessään. Ajatuskokeilla on mahdollista sisällyttää kouludemonstraatioihin tilanteita, joita on luokkaympäristössä mahdotonta toteuttaa tai joilla olisi todellisessa elämässä ei-toivottuja seurauksia. Materiaalitieteessä ja teknologiassa käytetään monia mallinnuksen tasoja, esimerkiksi makroskooppisia, mikroskooppisia ja submikroskooppisia malleja.

Tutkiva oppiminen

Tutkivassa oppimisessa oppilaat, yleensä pienissä ryhmissä, aloittavat tutkimuskysymyksestä, suunnittelevat tutkimuksen, keräävät aineistoa, muotoilevat vastauksen alkuperäiseen kysymykseen ja raportoivat tutkimusprosessin kulun ja tutkimustulokset. Kokemukset, joissa oppilaat ovat tekemisissä luonnontieteellisten tutkimusten kanssa, auttavat opiskelijoita kehittämään luonnontieteellistä tutkimusta koskevaa ymmärrystä ja arvostamaan alalla aiemmin tehtyä tutkimusta. Oppilaiden tulisi ymmärtää, että taustatieto ja teoriat ohjaavat tutkimusten suunnittelua, havainnointia ja aineiston tulkintaa. Toisaalta taas kokeet ja tutkimukset, joita oppilaat suorittavat, muodostuvat kokemuksiksi, jotka muovaavat oppilaiden tietorakennetta.

Tutkivassa oppimisen tehtävissä opiskelijoita pyydetään ensin ennustamaan, mitä kokeessa/tehtävässä tulee tapahtumaan. Ei kuitenkaan ole kohtuullista pyytää opiskelijoita laatimaan ennusteita ilmiöstä, joka ei ole heille ennestään alkuunkaan tuttu. Siksi ennen ennusteen laatimista opiskelijoita tulee auttaa tunnistamaan omat aiheeseen liittyvät kokemuksensa. Ennusteen kirjoittaminen muistiin motivoi opiskelijoita etsimään vastausta ongelmaan. Kun opettaja pyytää opiskelijoita selittämään syyt ennusteelleen, hän saa tärkeää tietoa oppilaiden omista teorioista.

Ennusteen laatimisen jälkeen opiskelijoita ohjataan tekemään havainnot ja kirjoittamaan nämä havainnot muistiin. Lopuksi oppilaat



muotoilevat selityksen havaitsemalleen ilmiölle. Kun selitykset on saatettu kirjoitettuun muotoon, niistä keskustellaan yhdessä. On huomattava, että alakoululaisille vastausten kirjoittaminen saattaa muodostua esteeksi kommunikoinnille. Jos oppilaat vastaavat suullisesti, vastauksien pitää organisoida siten, etteivät muiden ryhmän jäsenten näkemykset oleellisesti vaikuta vastaajan vastaukseen. Tällaiseen tilanteeseen ratkaisu voi löytyä esim. Think-Pair-Share –menetelmästä. Opiskelijoilla voi myös olla vaikeuksia päättelyketjunsä selittämisessä. Opettajan on siis oltava tarkkana, etteivät oppilaiden ennusteet ole pelkästään arvauksia. Opetuskeskustelu, joka liittyy mahdolliset havainnot ja oppilaiden ennusteet opiskeltavaan aihepiiriin voivat olla hyödyksi (Palmer, 1995).

Predict, Observe, Explain (POE) –menetelmä tutkivan oppimisen menetelmänä

Predict, Observe, Explain (POE) –menetelmä on Whiten ja Gunstonen (1992) kehittämä kokeellisen opetuksen menetelmä. Menetelmän tarkoituksena on paljastaa oppilaan tiettyä ilmiötä koskevat käsitykset ja se, miksi oppilas ajattelee juuri tietyllä tavalla tietystä ilmiöstä. Menetelmän avulla voidaan saada tietoa oppilaan ajatuksista, mielikuvista, malleista, ja menetelmällä voidaan motivoida opiskelijoita suunnittelemaan tutkimuksia. Jos oppilaille on opetettu tutkittavan ilmiön alaan kuuluvaa teoriaa, oppilaat tekevät ennusteita tukeutumalla tähän teoriaan. Tällöin oppilaat voivat tehdä ennusteen ilmiötä kuvaavan mallin pohjalta. POE-menetelmässä opettaja ei toimi tilanteen johtajana, vaan järjestää oppimistilanteen sellaiseksi, että oppilaat voivat itse kokea oivaltamisen riemun.

POE-menetelmässä on seuraavat vaiheet:

1. Ennusta (Predict): Oppilaat saavat työskentelyohjeet ja listan käytettävissä olevista välineistä. He laativat opiskeltuun malliin pohjautuvan ennusteen siitä, mitä olettavat tapahtuvan ja selittävät lyhyesti, miksi olettavat näin.
2. Havainnoi (Observe): Oppilaat suorittavat tehtävän ja tekevät muistiinpanot havaitsemastaan ilmiöstä.
3. Selitä (Explain): Oppilaat selittävät rakennemallin avulla, miksi tehtävässä tapahtui heidän havaitsemansa ilmiö.

Tämän opintojakson tutkimustehtävissä sovelletaan POE-menetelmää siten, että oppilasta kannustetaan tekemään ennusteita materiaaleja kuvaavien makro-, mikro- ja submikroskooppisen tason mallien pohjalta. Siksi oppilaille on ennen POE-kokeita esiteltävä materiaaleja kuvaavat mallit. Mallit on esitelty oppilaan oppimateriaalissa. Mallien esittelyssä kannattaa käyttää esimerkiksi seuraavanlaista kertomusta: *"Tutkijat ehdottivat kolmea mallia kuvaamaan paperin, muovin ja metallin mikrorakennetta. Sinun tehtävänäsi on tutkia, minkälaisia ennusteita näiden mallien pohjalta voidaan tehdä, kun materiaalin ominaisuuksia tutkitaan viidessä tilanteessa."* Tällainen kertomus antaa oppilaille sellaisen kuvan, että tieteen mallit eivät aina anna hyviä ennusteita ja ne voivat kehittyä, kun niitä koetellaan kokeissa. Seuraavilla sivuilla on esitetty mahdollisia mallien pohjalta laadittuja ennusteita kussakin kokeellisessa tutkimuksessa. Viimeisellä sivulla on tyhjä lomake, jota voi käyttää tutkimuksissa. Vastaukset tutkimustehtäviin ovat tämän opettajan materiaalin liitteenä.

Tapoja järjestää opetus

Palapelimenetelmä (Asiantuntija-opiskeluryhmät)

Palapelimenetelmä on yhteistoiminnallinen opiskelumenetelmä.

Palapelimenetelmän ohjeet:

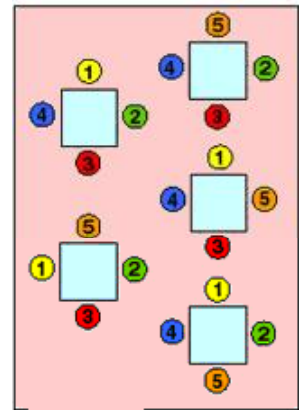
1. Jaa luokka neljän hengen opiskeluryhmiin. Ryhmien tulisi olla mahdollisimman heterogeenisia. Yksi ryhmästä saa johtajan roolin.
2. Suunnittele tunnille 4-6 toiminnallista tehtävää.
3. Osoita jokaiselle oppilaalle yksi tehtävä edellä mainituista.
4. Anna oppilaille aikaa tutustua heille määrätyn tehtävän ohjeisiin. Ohjeita ei tarvitse opetella ulkoa.
5. Muodosta oppilaista väliaikaiset asiantuntijaryhmät, joissa on samaan tehtävään erikoistunut oppilas jokaisesta opiskeluryhmästä. Asiantuntijaryhmissä oppilaat keskustelevat omaan tehtävänsä liittyvistä tärkeimmistä seikoista, ja miettivät, miten esittävät oman tehtävänsä opiskeluryhmälleen. Yksi oppilas kustakin asiantuntijaryhmästä voi olla puheenjohtaja.
6. Oppilaat palaavat opiskeluryhmiinsä.
7. Oppilaat selittävät ryhmälleen aiheen, johon ovat tutustuneet tarkemmin. Ryhmän muita jäseniä rohkaistaan kysymään kysymyksiä.
8. Opettaja vierailee ryhmässä havainnoimassa prosessia ja puuttumassa mahdollisiin ongelmiin tai rohkaisemassa ja neuvomassa ryhmänjohtajaa toiminnan organisoinnissa

Tunnin lopuksi oppilaat vastaavat aihetta koskeviin kysymyksiin ja huomaavat, mitä ovat oppineet.

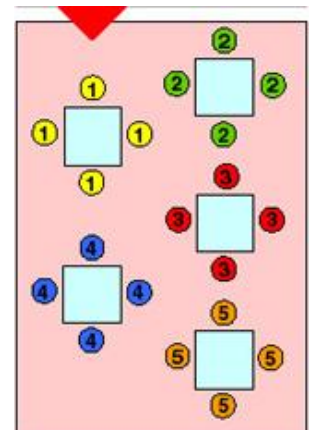
Pysäkkityöskentely

Kokonaisuuteen liittyvät tutkimustehtävät voidaan toteuttaa pysäkkityöskentelynä. Oppilaat saavat kokeilla asioita omin käsin, opettaja kiertele luokassa havainnoimassa työskentelyä ja tarvittaessa auttamassa. Pysäkkeillä oppilaat työskentelevät ryhmässä. He suunnittelevat työskentelyään, laativat ennusteita, tekevät kokeita ja johtopäätöksiä. Tällainen toiminta johtaa merkitykselliseen oppimiseen. Opettajan tehtävä on auttaa, opastaa ja tukea. Koska oppilaat työskentelevät melko itsenäisesti, pysäkkityöskentely saa aikaan opiskeluilmapiirin, jossa oppilaat ovat itse vastuussa omasta oppimisestaan.

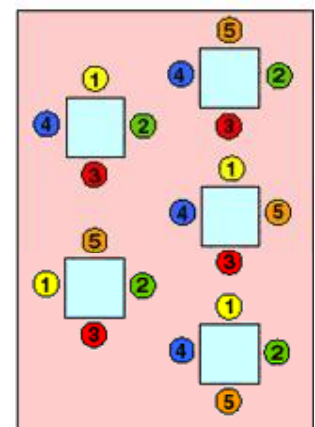
Pysäkkityöskentelyllä on monia etuja: se edistää autonomian tunnetta, tulee yhteistoiminnallisuutta ja auttaa ymmärtämään ja oppimaan konkreettisen tekemisen avulla. Opettajalle pysäkkityöskentely on taloudellista, koska pysäkkien tehtävien ollessa keskenään erilaisia, opettaja tarvitsee vain yhden välineet ja materiaalit kutakin tehtävää varten. Pysäkkityöskentely myös antaa opettajalle hyvät mahdollisuudet havainnoida ja arvioida oppilaiden työskentelyä.



Opiskeluryhmät



Asiantuntijaryhmät



Opiskeluryhmät

Think-Pair-Share

Think-Pair-Share on tapa järjestää yhteistoiminnallinen keskustelu. Se on nimetty kolmen vaiheensa mukaan. Menetelmän vaiheet ovat:

- 1) Ajattele (Think). Opettaja antaa oppilaille ajateltavaa kysymyksen, johdattelun tai havainnon muodossa. Oppilaat saavat ajatella hetken ajan.
- 2) Mieti yhdessä parin kanssa (Pair). Opettaja pyytää opiskelijoita jakamaan ajatuksensa parin kanssa. Oppilaat vertailevat ajatuksiaan ja päättävät, mitkä niistä ovat vakuuttavimpia ja jalostamisen arvoisia. Oppilaat saavat näin tilaisuuden ennen koko luokalle esiintymistä jakaa ajatuksensa pienemmän yleisön kanssa. Tämä on erityisen tärkeää etenkin ujoimmille oppilaille.
- 3) Jaa ajatuksesi kaikille (Share). Puhuttuaan hetken keskenään parit saavat vielä jakaa ajatuksensa toisen parin kanssa. Lopuksi he saavat kertoa pohdintojensa tuloksista koko luokalle. Opettaja tai joku tehtävään määrätty oppilas tekee keskustelusta muistiinpanoja.

Tiedetään, että oppilaiden oppimista edistää opiskeltavasta sisällöstä puhuminen. Keskustelun on kuitenkin syytä olla järjestäytynyttä. Think-pair-share –menetelmä estää oppilaita poikkeamasta annetusta aiheesta. Kukaan ei voi vetäytyä syrjään, koska kaikkien on raportoitava ajattelunsa tuloksista, ensin parille ja sitten koko luokalle.

3. Opintokäynti koulun työtapana

Opintokäynti on fysiikan ja kemian opetuksen työtapana, jonka puitteissa suunnitellaan vierailu valittuun kohteeseen, perehdytetään oppilaat aiheeseen, järjestetään vierailu, tehdään käyntiä edeltäviksi, käynnin ajaksi ja käynnin jälkeen sovittuja tehtäviä sekä arvioidaan opintokäynnin kohdetta ja omaa opiskelua ja oppimista käynnin yhteydessä. Opintokäynnin kohde voidaan valita niin, että siellä perehdytään johonkin uuteen fysiikan ja kemian tai teknologian alaan, kuten materiaalitieteeseen tai nanoteknologiaan ja niiden soveltamiseen tuotteiden valmistamisessa. Opintokäynnin aikana opitaan luonnontieteiden soveltamista koulun ulkopuoliseen maailmaan, luonnontieteiden ja teknologian alan ammattien piirteitä ja monia muita asioita yhteiskunnasta.

Opintokäynnillä oppilaat pääsevät osallistumaan sellaiseen toimintaan, jota koululla on vaikeaa tai mahdotonta toteuttaa. Toiminnan yhteydessä saatetaan käyttää esimerkiksi käyntikohteen mittalaitteita tai laboratoriovälineitä. Mikäli opintokäynnillä ei ole toimintaa mittalaitteiden kanssa, käyntikohteessa voidaan kerätä tietoja haastattelemalla ja observoimalla.

Opintokäynnin jälkeen työestetään koululla käynnillä kerättyä aineistoa ja laaditaan raportti, esitys tai muu ryhmässä tehtävä tuotos. Oppimisen kannalta opintokäynnin tärkeitä piirteitä ovat perehdyttäminen sekä kirjallinen jatkotyöskentely. Opintokäynti ei ole siis vain kepeä vierailu koulun ulkopuolelle, vaan opiskelua, jolla pyritään saavuttamaan ennalta määritetyt tavoitteet.



Opintokäynnin pedagogisia perusteita

Yleissivistävän koulun fysiikan ja kemian opetuksen yhtenä tehtävänä on tukea oppilaiden luonnontieteellisen perussivistyksen kehittymistä. Jokaisen kansalaisen tulisi omaksua sellainen luonnontieteellinen yleissivistys, jonka avulla hän ymmärtää fysiikan ja kemian alaan kuuluvia jokapäiväisen elämän prosesseja ja voi ottaa kantaa mm. erilaisiin energian tuottamiseen ja kuluttamiseen sekä raaka-aineiden ja materiaalien käyttöön ja kierrättämiseen liittyviin yhteiskunnallisiin, eettisiin ja taloudellisiin kysymyksiin.

Oppilaiden kiinnostukseen opiskella fysiikkaa ja kemiaa vaikuttavat monet seikat. Opettaja voi vaikuttaa aiheen kiinnostavuuteen valitsemalla esimerkiksi asiayhteyden tai opetusmenetelmän, joka kiinnostaa oppilaita. Opintokäynti on mielekäs tapa tutustua fysiikan ja kemian perusilmiöihin perustuviin prosesseihin aidossa kontekstissa (Lavonen, Juuti, Byman, Uitto & Meisalo, 2006). Opintokäynnillä oppilaat saavat roolimalleja ja näkevät, että fysiikan ja kemian tietoja

hyödynnetään päivittäin eri ammateissa. Tämä voi vaikuttaa oppilaiden suunnitelmiin jatko-opinnoista ja tulevasta urasta.

Seuraavaan luetteloon on koottu tiivistetysti perusteluja opintokäynnin toteuttamiseksi:

- Opintokäynnillä opitaan fysiikkaa ja kemiaa ja voidaan perehtyä erityisesti sellaisiin fysiikan ja kemian käsitteisiin ja osa-alueisiin, kuten materiaalitieteeseen tai nanoteknologiaan, joihin koulussa ei voi helposti perehtyä.
- Opintokäynnillä kohdataan fysiikan ja kemian käsitteitä erilaisissa asiayhteyksissä ja tutustutaan luonnontieteiden sovellutuksiin.
- Opintokäynnin konteksti voi lisätä oppilaiden kiinnostusta fysiikkaa ja kemiaa kohtaan.
- Käyntikohteessa voi olla oppilaiden käytössä laitteita ja välineitä, joita koulussa ei ole. Oppilaat kokevat ja näkevät erilaisia tapoja tarkkailla ja seurata teollisuuden prosesseja.
- Opintokäynti työtapana soveltuu opetussuunnitelman perusteiden aihekokonaisuuksien *Osallistuva kansalaisuus ja yrittäjyys, Vastuu ympäristöstä, hyvinvoinnista ja kestävästä tulevaisuudesta sekä Ihminen ja teknologia* opettamiseen.
- Opintokäynnillä on mahdollisuus kehittää oppilaiden ryhmässä työskentelyyn, tiedonhankintaan ja tiedon raportointiin liittyviä opiskelutottumuksia.
- Opintokäynnin yhteydessä opitaan suunnittelemaan opiskelua, ottamaan vastuuta ja työskentelemään tavoitteellisesti.
- Lähialueen yritykset ja yhteisöt tarjoavat sellaisia opiskeluympäristöjä, joita koulussa opiskelemalla olisi vaikea saavuttaa. Oppilas tutustuu uusiin asioihin omassa lähiympäristössään.
- Käyntikohteessa nähdään fysiikan, kemian ja teknologian alan työntekijöitä aidossa ympäristössä. Opintokäynnin aikana nähdään erilaisia työelämän roolimalleja.
- Toteutetaan opetussuunnitelman tavoitetta käyttää tiedonlähteenä alan asiantuntijoita.
- Opintokäynnillä kartutetaan tietoa työstä ja ammateista. Käynti luo kontakteja koulun ulkopuolisiin aikuisiin. Asiantuntijoiden henkilökohtaisella kerronnalla voi olla suurempi vaikutus oppilaiden asenteisiin ja uravalintoihin kuin opinto-ohjaajan luennoinnilla koulussa.

Opintokäynnin vaiheet

Opintokäynti sisältää seuraavat vaiheet:

1. Opettajan ennakosuunnittelu ja alustava yhteydenotto opintokäynnin kohteeseen (1 h)
2. Oppilaiden perehdyttäminen opintokäynnin kohteeseen ja yhteissuunnittelu, tavoitteiden ja tehtävien sopiminen (1 – 2 h)
3. Opintokäynti (2 – 4 h)
4. Jatkotyöskentely (1 – 2h)
5. Arviointi ja seuraavan käynnin suunnittelu (1 h)

1. Ennakosuunnittelu

Ensimmäiseksi opettajan on hyvä pohtia, mitkä ovat opintokäynnin tavoitteet, mitä opintokäynnillä opitaan, millä tavalla se on osa muuta meneillään olevaa kurssia ja mikä on mahdollinen kohde. Kohdetta valittaessa otetaan huomioon tarjolla olevat kohteet, oppilaiden kiinnostuksen kohteet sekä opettajan omat kiinnostuksen kohteet ja henkilökohtaiset kontaktit. Suunnittelun ensimmäisen vaiheen opettaja hoitaa yksin tai yhdessä muiden opettajien kanssa. Tässä vaiheessa sovitaan koulun sisäisistä käytännön järjestelyistä.

Käyntikohteen yhteyshenkilö selvitetään ja tiedustellaan, onko opintokäynti mahdollinen. Opintokäynnin ennakosuunnittelu etenee yhteistyössä ja molempien osapuolten tavoitteet ja rajoitukset huomioiden. Jotta opintokäynnillä ei tulisi yllätyksiä, kannattaa muutamaa päivää ennen käyntiä varmistaa kohteen yhteyshenkilön kanssa aikataulu ja ohjelma.

Ensimmäisessä keskustelussa voidaan pyytää varsinaiselle käynnille oppaaksi henkilöä, joka pystyy vastaamaan oppilaiden kysymyksiin ja opastamaan käyntiä opetuksen tavoitteiden suunnassa. Ennen oppilaiden käyntiä opettajan on syytä käydä vierailukohteessa ja keskustella yhteyshenkilön ja oppaan kanssa, kuinka opintokäynnin kaikki vaiheet toteutetaan. Oppaalle voidaan lainata oppilaiden oppikirja. Oppilaiden tehtävä- ja oheismateriaalit toimitetaan oppaalle ennen opintokäyntiä. Opettajan muistilista opintokäyntikohteen yhteyshenkilön kanssa keskusteltavista asioista:

- opettajan tavoitteet opintokäynnille
- oppilaiden ikä ja lukumäärä
- mitä aiheesta on aikaisemmin opiskeltu
- oppilaille tutut käsitteet ja vieras terminologia
- opintokäynnin vaiheet ja aikataulu
- turvallisuusnäkökohdat
- hyvät tavat ja käyttäytyminen opintokäynnillä
- opintokäynnillä kuvaaminen
- saavatko oppilaat tukea yritykseltä jatkossa

2. Yhteissuunnittelu oppilaiden kanssa: opintokäyntiin virittäytyminen sekä opettajan ennakkovierailu

Jotta oppilaiden ajattelu suuntautuisi opintokäynnin tavoitteiden saavuttamiseen, heidän kanssaan on keskusteltava kohteesta ja opintokäynnin tavoitteista, tehtävistä opintokäynnin aikana sekä siitä, miten opiskelu opintokäynnillä ja oppiminen arvioidaan. Tällainen yhteissuunnittelu lisää oppilaiden autonomian tunnetta ja siten motivaatiota opiskella käynnin aikana.

Yhteissuunnittelun aikana opettajalla on mahdollisuus:

- herättää oppilaiden kiinnostus opintokäynnin kohteeseen,
- selventää, miten opintokäynti tukee kurssin tavoitteiden saavuttamista,
- suunnata oppilaiden huomio fysiikan ja kemian kannalta oleellisiin kohteisiin,
- kannustaa oppilaita kysymään vierailukohteen henkilökunnalta fysiikan/kemian kannalta olennaisia asioita (esim. mihin fysiikan lakiin laite perustuu) ja
- selvittää käynnin aikataulu, ohjelma ja turvallisuusriskit.

Erilaiset ennakotehtävät ja omatoiminen tiedonhankinta ovat tapoja johdattaa oppilaat opintokäyntiin. Oppilaiden perehdytyksessä voidaan käyttää hyväksi kotisivuja ja muuta kohteesta saatua materiaalia, joiden perusteella opettaja voi tehdä oppilaille ennakokysymyksiä. Oppilaille annettavat ennakotehtävät voivat liittyä esimerkiksi 1) kohteessa kohdattavaan fysiikkaan, kemiaan ja teknologiaan, 2) kohteen ja ympäröivän yhteiskunnan suhteeseen tai 3) kohteeseen liittyviin luonnontieteiden ja teknologian alan ammatteihin.

Motivaation näkökulmasta oppilaat sitoutuvat opintokäyntiin paremmin, jos heillä on mahdollisuus valita aihe, johon he ryhmässään perehtyvät. Valinnan mahdollisuus lisää autonomian tunnetta. Opintokäyntikohteessa mahdollisesti kohdattavia oppilaille vieraita fysikaalisia, kemiallisia tai teknologisia prosesseja on niitä syytä tarkastella ennen käyntiä. Oppilaat voivat laatia kysymyksiä ja toimittaa ne kohteen yhdyshenkilölle. Vastaukset kysymyksiin he kuulevat käynnin aikana.

Jos mahdollista, opettajan on hyvä etukäteen käydä ennakkovierailulla kohteessa. Tällöin hän tutustuu yrityksen tiloihin ja osaa opastaa oppilaita myös itse opintokäynnin aikana. Opettaja tapaa ennakolta yrityksen edustajat ja hänelle näytetään tulevan vierailun tehdas- tai tuotantokierros sellaisena, kuin se opintokäynnin aikana tullaan esittelemään oppilaille. Jos kyseessä on toiminnallinen opintokäynti, voidaan luokan opettaja perehdyttää etukäteen siihen, mitä tullaan tekemään. Näin ryhmää pystyy opastamaan käynnin aikana useampi henkilö ja toiminnasta saadaan sujuvampaa.

Oppilaat toimittajan roolissa

Opettaja voi ohjata oppilaita aktiivisuuteen opintokäyntijakson aikana roolileikin avulla. Oppilaat voivat lähteä opintokäynnille esimerkiksi toimittajan roolissa tehtävänäään valmistella artikkeli jostakin yrityksen tai vierailun osa-alueesta. Toimiessaan toimittajina oppilaat tutustuvat ensin aiheeseensa, valitsevat sitten, mistä näkökulmasta he artikkelinsa kirjoittavat ja mahdollisesti vielä rajaavat aiheita. Yritykseen ja sen toimintaan oppilaat tutustuvat yrityksen verkkosivujen, mainonnan tai vuosikertomusten avulla. Ennen opintokäyntiä oppilaat tutustuvat toimittajan työhön ja artikkelin kirjoittamiseen äidinkielenopettajan avustuksella. Varhaisessa vaiheessa on syytä päättää, missä artikkelit julkaistaan. Oppilaille on motivoivaa tietää, että he kirjoittavat oikealle lukijakunnalle eivätkä ainoastaan opettajalle.

Tutustuttuaan vierailukohteena olevan yrityksen verkkosivuihin oppilaat valitsevat ryhmissä oman artikkelinsa näkökulman. Näkökulma voi olla esimerkiksi 'tuotteissa käytetyt materiaalit', 'raaka-aineet ja niiden alkuperä' tai 'yrityksen ammatit ja niihin vaadittava koulutus'. Oppilaat pohtivat, mitä he haluavat lukijoilleen kertoa. Opettaja voi auttaa aiheen rajaamisessa. Oppilaat jakavat ryhmissään tehtävät ja sopivat, mihin kukin ryhmän jäsen kiinnittää huomiota.

Opintokäynnillä oppilaat tekevät muistiinpanoja ja haastattelevat artikkelinsa kannalta olennaisia yrityksen työntekijöitä. Haastattelukysymykset on suunniteltu etukäteen. Vastaukset kirjoitetaan muistiin ja jos mahdollista, nauhoitetaan. Jos oppilaat saavat luvan, he voivat ottaa valokuvia, joita sitten voidaan käyttää artikkelien kuvituksena. Jos yrityksessä ei saa kuvata, voidaan selvittää, voiko yrityksen verkkosivuilla olevia kuvia käyttää em. tarkoitukseen.

Opintokäynnin jälkeen oppilaat kirjoittavat artikkelinsa ryhmissä muistiinpanojaan hyödyntäen. Artikkelin kirjoittaminen muistuttaa prosessikirjoitusta, koska oppilas antaa ryhmänsä jäsenten tutustua kirjoittamaansa tekstiin ja muokkaa tekstiä saamansa palautteen perusteella. Kun artikkelit ovat valmiit, ne julkaistaan.

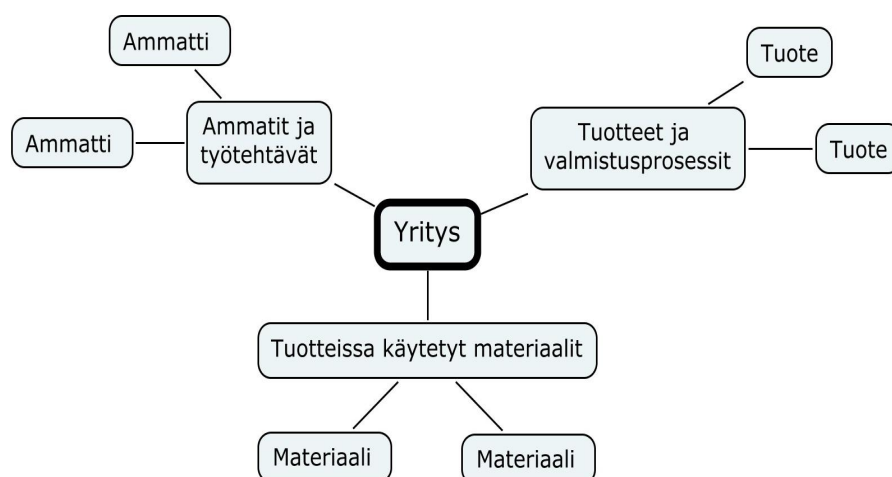
Yritykseen liittyvä käsitekartta

Ennen vierailua oppilaiden ennakkotietoja yrityksestä, sen tuotteistaan käyttämistä materiaaleista, yrityksen ammanteista ja prosesseista kartoitetaan käsitekartoilla, jotka oppilaat laativat yksin tai ryhmissä. Oppilaiden tuotos voi olla myös miellekartta, koska käsitekartassa olennaisia linkkisanoja ei ole välttämättä käyttä.

Ennakkokartan laatimisessa on seuraavia vaihtoehtoja:

- Oppilaat tutustuvat yrityksen verkkosivuihin, saavat käyttöönsä apukysymyksiä (esim. *Mitä ammatteja yrityksessä on? Tai Mitä materiaaleja yrityksen valmistamissa tuotteissa käytetään?*) ja laativat sitten käsitekartan.
- Oppilaat saavat listan valmiita käsitteitä ja apukysymyksiä ja järjestelivät käsitteet vastaamaan omaa tietorakennettaan. Mahdollisesti oppilaat tutustuvat ensin yrityksen verkkosivuihin.
- Oppilaat saavat vain apukysymykset ja laativat niiden pohjalta oman karttansa. Tällöin kartoista tulee todennäköisesti suppeita, mutta ne perustuvat oppilaiden todellisiin ennakkotietoihin.

Käynnin jälkeen oppilaat palaavat ennakkokartan pariin, arvioivat sitä ja laativat uuden, joka paremmin kuvaa heidän tietorakennettaan yritysvierailun jälkeen. Kartan laadinnassa he käyttävät opintokäynnillä keräämäänsä aineistoa, oppimateriaalia ja Internetiä. Karttojen avulla opettaja voi arvioida, mitä oppilaat tietävät yrityksen käyttämistä materiaaleista, yrityksen tuotteista ja yrityksen ammateista opintokäynnin jälkeen.



Esimerkki opintokäyntikohteesta laadittavasta käsite(mielle-)kartasta, jota voi laajenta lisäämällä käsitteitä ja esimerkkejä.

3. Opintokäynti

Kohteeseen tutustutaan ennakolta yhdyshenkilön kanssa sovituissa järjestyksessä. Tyypillisesti opintokäyntiin kuuluu aluksi kohteen lyhyt yleisesittely. Tämän jälkeen alkaa varsinainen kiertokäynti tai kohteeseen tutustuminen. Sovitut tehtävät, kuten mittaukset, haastattelut ja havainnoinnit, tehdään tutustumiskäynnin aikana sovituilla tavalla.

Opintokäynnillä oppilasryhmät työskentelevät aktiivisesti sovittujen tehtävien parissa. Oppilaita kannustetaan keskustelemaan sekä laatimaan muistiinpanoja tarkastelukohteestaan. Oppilaita voidaan ohjata aktiiviseen työskentelyyn esimerkiksi tehtävälomakkeella. Jos oppilaat eivät ole tottuneet opintokäyntityötapaan, tehtävät auttavat jäsentämään käyntiä ja kiinnittämään huomiota kurssin tavoitteiden kannalta oleellisiin asioihin. Tehtävälomakkeet varmistavat, että kaikki oppilaat tutustuvat kohteeseen, ja lomakkeet tukevat varsinaisten raporttien laadintaa. Ryhmän yhteistoimintaa voidaan tukea ryhmän yhteisellä tehtävälomakkeella kirjuria vaihtaen. Jotta opintokäynti tukisi oppilaan kiinnostuksen herättämistä, tulisi tehtävien olla monipuolisia ja kysymään kannustavia.

Esimerkkejä opintokäynnin tehtävistä:

- Kirjoita esittelyn aikana kuulemasi vieraat käsitteet muistiin.
- Kysykää asiantuntijoilta kysymyksiä ja hankkikaa tietoja, joita voitte käyttää raportissanne.
- Mikä erikoispiirre kyseisessä laitteessa, tekniikassa, mittauksessa tai määrityksessä tekee siitä hyödyllisen?
- Mihin fysiikan tai kemian periaatteeseen menettelytapa liittyy?
- Voiko samaa fysiikan/kemian periaatetta käyttää jossakin muualla? Antakaa esimerkki.
- Etsitkö uusia käyttökohteita näkemillesi fysiikan/kemian sovellutuksille?

4. Jatkotyöskentely

Oppilaat laativat opintokäynnistä raportin tai jonkin muun suunnitteluvaiheessa sovittun kirjallisen tuotoksen. *Yhteissuunnittelu*-kohdassa kerrottiin artikkelin kirjoittamisesta yhtenä mahdollisena raportointivaihtoehtona. Artikkelin erityispiirteistä kerrotaan tarkemmin luvussa 5. Olennaista on, että oppilaat prosessoivat opintokäynnillä hankittua informaatiota. Raporttien valmistelun yhteydessä oppilaiden kanssa sovitaan yhteisesti ajankäytöstä, raportin muodosta ja arvioinnista. Raportissa opintokäyntiä analysoidaan seuraavista näkökulmista: kohteen ja käynnin yleiskuvaus sekä opintokäynnin aikana opittu fysiikka ja kemia.

Oppilaita voidaan myös ohjata tarkastelemaan esimerkiksi sovellusten avulla yhtä tai kahta tarkasti rajattua teemaa. Jos oppilasryhmät työstävät raportit eri näkökulmista, raportit yhdessä muodostavat käynnistä yhtenäisen kokonaisuuden. Raportin teemoja voivat olla:

- raaka-aineet, niiden hankinta ja varastointi,
- energian käyttö prosessissa,
- tuotteiden, materiaalien tai aineiden valmistaminen,
- valmiiden tuotteiden ja materiaalien testaaminen ja laadun tarkkailu,
- markkinointi tai
- kohteessa työskentelevien asiantuntijoiden ammatit ja ammattien piirteet.

Jos kohteessa sai kuvata, kuvia voidaan käyttää raportoinnissa ja opintokäynnin yhteenvedossa. Raportin esittely voi olla esimerkiksi:

- kirjallinen ja/tai suullinen raportointi, omalle tai rinnakkaisluokalle, vuotta nuoremmille oppilaille tai koko koululle,
- juliste, joka asetetaan esille luokassa, koulun aulassa tai vanhempainillassa,
- artikkeli koulun kotisivuilla tai paikallislehdessä.

Oppilaiden oppimisen ja johdonmukaisen kokonaiskäsityksen muodostumisen kannalta on tärkeää analysoida ja raportoida opintokäynti jälkeensä koulussa. Analysointi ja raportointi voi olla myös suppeaa. Opettajan on hyvä valmistautua raporttien ohjaamiseen siten, että hän osaa ohjata oppilaita etsimään lisää tietoa raporttien valmisteluvaiheessa herääviin kysymyksiin. Opintokäynnin analysoinnissa opettajalla on suuri vastuu ohjata opiskelijoita tarkastelemaan opintokäynnin kohdetta ja sen toimintaa monipuolisesti. Oppilaiden kanssa voi keskustella, miksi opintokäynnin oppaat korostivat jotain tiettyä näkökulmaa ja jättivät huomiotta jonkin toisen näkökulman. Oppilaiden kanssa on tärkeää analysoida käyntiä myös kriittisesti ja keskustella, mitä hyvää tai mitä ongelmallista käyntikohteen toiminnassa oli.

5. Arviointi ja seuraavan käynnin suunnittelu

Opintokäynnin arvioinnissa voidaan tarkastella kolmea näkökulmaa:

1. Etenikö toiminta opintokäynnillä sille asetettujen tavoitteiden suunnassa?
2. Oppilaan toiminnan arviointi ennen käyntiä, käynnin aikana ja käynnin jälkeen
3. Oppilaiden tuotosten arviointi

Sekä opettaja että oppilaat osallistuvat opintokäynnin arviointiin näistä kolmesta näkökulmasta käsin. Arviointi voi olla kirjallista tai opintokäyntiä voidaan arvioida yhdessä raporttien esittelyn jälkeen. Kirjallinen palaute voidaan antaa vapaamuotoisesti tai sen keräämiseen voidaan käyttää lomaketta. Seuraavalla sivulla on oppilaille monistettava arviointilomake. Opintokäyntikohteeseen lähetetään ”kiitoskortti” ja samalla annetaan palautetta opintokäynnistä.

Opintokäynnin arviointi on ensimmäinen askel seuraavan opintokäynnin suunnittelussa. Kun opintokäyntiä arvioidaan monipuolisesti, tiedetään, millaisia tavoitteita seuraavalle opintokäynnille on mielekästä asettaa. Opintokäyntikohdetta varten kannattaa hankkia kansio, johon kerätään yhteystietoja, oppilaiden tehtäviä ja arviointeja vierailusta. Näiden avulla koulun muiden opettajien on helpompaa osallistua yhteistyöhön, eikä yhteistyön jatkuminen ole yksittäisten henkilöiden varassa.

Oppimista opintokäynnillä arvioidaan analysoimalla oppilaiden käsitekarttoja ja käsitetestejä.

**Ole ystävällinen ja anna palautetta opintokäynnistä.
Laita rasti valitsemaasi kohtaan.**

Opin opintokäynnillä fysiikkaa/kemiaa

Erittäin vähän ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Erittäin paljon

Opin opintokäynnillä materiaaleista (esim. rauta)

Erittäin vähän ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Erittäin paljon

Opin opintokäynnillä materiaalien käytöstä tuotteiden valmistuksessa

Erittäin vähän ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Erittäin paljon

Opin opintokäynnillä tuotteista ja niiden ominaisuuksista

Erittäin vähän ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Erittäin paljon

Opin opintokäynnillä uusia asioita ammasteista

Erittäin vähän ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Erittäin paljon

Opin opintokäynnillä, kuinka fysiikkaa/kemiaa sovelletaan käytäntöön

Erittäin vähän ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Erittäin paljon

Haluaisin, että koulussa olisi enemmän opintokäyntejä.

Erittäin vähän ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Erittäin paljon

Opin opintokäynnillä materiaalien käytöstä tuotteiden valmistuksessa

Erittäin vähän ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Erittäin paljon

Opintokäynti oli

Erittäin tylsä ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Erittäin kiinnostava

Kerro, mikä oli kiinnostavinta opintokäynnissä:

Fysiikka, kemia ja teknologia:

Valmistusprosessit:

Raaka-aineet ja tuotteet

Ammatit:

Ympäristökysymykset:

4. Lukemalla ja kirjoittamalla oppiminen

Lukeminen ja kirjoittaminen ovat ikivanhoja tapoja opiskella ja oppia luonnontieteitä. Käytettäessä internetiä informaation lähteenä, opiskelu, jossa on olennaista lukeminen ja kirjoittaminen, kohtaa uusia haasteita. Lukeminen saattaa tällaisessa tilanteessa korvautua informaation kopioimisella verkkosivulta leikepöydälle ja kirjoittaminen informaation liittämiseksi omaan dokumenttiin. Tällöin informaation prosessointi jää oppijalta kokonaan tekemättä ja työskentely ei johda uusien käsitteiden merkityksen oivaltamiseen ja opiskeltavien käsitteiden liittämiseen osaksi oppijan aikaisempaa tietorakennetta.



Oppiminen edellyttää siis tarjolla olevan informaation prosessoimista esimerkiksi lukemalla ja kirjoittamalla. Kun informaatiota prosessoidaan pienessä ryhmässä, opitaan myös yhteistyö- ja kommunikaatiotaitoja. Kun oppilaat etsivät lukuisista tietolähteistä informaatiota, joutuvat he samalla aktiivisesti konstruoimaan vastaan tulevaa tietotulvaa mielekkäiksi kokonaisuuksiksi, jotta he pystyisivät esimerkiksi kirjoittamaan raportin ko. aiheesta. Kun oppilaat itse etsivät tietoa erilaisista lähteistä, he joutuvat samalla pohtimaan hankkimansa tiedon oikeellisuutta ja käyttämiensä lähteiden paikkaansa pitävyyttä.

Ajattelun taidot eli kognitiiviset taidot

Opiskeltaessa ajattelun taidot ovat keskeisiä. Tässä ajattelun taidoilla tarkoitetaan esimerkiksi seuraavia taitoja: vertailu, luokittelu, tiedon kerääminen ja järjestäminen, sisäistäminen, hypoteesin esittäminen, johtopäätösten tekeminen, päätöksenteko, yhteenvedon tekeminen ja yleistäminen. Ihminen muodostaa ympäristöstään ja itsestään tietoa konstruoi muistiinsa tietoedustuksia, representaatioita, joita hän käyttää oppimisessa ja muun toimintansa ohjaamisessa. Representaatiot voivat olla kielellisiä tai visuaalisia. Kielellinen representaatio on esimerkiksi kertomus aikaisemmasta tapahtumasta. Ajattelu on oppimisen ydinprosessi ja sen kehitykseen kuuluu, että representaatiot kehittyvät alkaen toiminnallisista ja päättyen symbolisiin.

Ajattelun taidot voidaan luokitella luovan ja kriittisen ajattelun sekä ongelmanratkaisun taidoiksi. Luova ajattelu voi tuottaa innovatiivisia ratkaisuja ongelmiin. Kriittistä ajattelua tarvitaan, kun perustellaan tai kun kyseenalaistetaan itsestään selvänä pidettyjä asioita. Kriittinen ajattelu ja kirjoittaminen kuuluvat yhteen. Kirjoittaminen jäsentää ajattelua ja synnyttää uusia ideoita. Tällaisessa kirjoittamisessa argumentointi eli esitettyjen väitteiden perusteleminen on keskeinen taito.

Lukemalla oppiminen

Opiskelussa voidaan käyttää tietolähteinä erilaisia tekstejä, kuten oppikirjan ja tietokirjojen tekstejä sekä verkkosivuilla olevia tekstejä. Tekstin ymmärtäminen on tekstistä oppimisen perusedellytys. Ymmärretty teksti herättää lukijan mielessä asiaa koskevat aikaisemmat tiedot ja käynnistää oppimisprosessin, jonka tuloksena aikaisempi tieto ja informaatio konstruoidaan uudeksi kokonaisuudeksi oppijan mielessä. Lukemiseen vaikuttaa se, mitä lukija ennestään tietää. Lukijan on helpompi oppia tekstiä, jonka aihepiiri on ennestään tuttu. Lukemisen kontekstilla, mitä ja millaisista asioista kertovia tekstejä luetaan, on merkitystä kiinnostukselle ja oppimiselle.

Koska koululukemisessa oppilaan valinnanmahdollisuudet ovat vapaaehtoiseen lukemiseen verrattuna usein pienet, oppimislukemiseen on kehitettävä omat kognitiiviset aktiviteetit, jotka mahdollistavat sen, että luettavan ja lukijan välille syntyy kommunikaatiota. Vain silloin on mahdollista oppia käsittämään luettavaa, joka on usein kaukana lukijan arkikokemuksista. Lukeminen on aktiivinen prosessi, jossa lukija konstruoi uutta tietoa prosessoimalla lukemaansa tekstiä. Ensimmäisellä lukukerralla (silmäilemällä) lukija muodostaa tekstin pohjalta "ensimmäisen version" lukemastaan, jota hän muokkaa lukiessaan tekstiä uudelleen. Sekä luettaessa että kirjoitettaessa luodaan merkityksiä ja muokataan niitä.

Lukemalla oppimiseen vaikuttavat sekä lukijan strategiat että itse luettava teksti. Tekstin päättämisen sijasta on hyödyllisempää harjaannuttaa lukijoita käsittelemään informaatiota, arvioimaan informaatiota kriittisesti, soveltamaan ja kehittelemään tarjolla olevaa informaatiota edelleen ja luomaan uutta tietoa aikaisemman tiedon pohjalta.

Kirjoittamalla oppiminen

Ihmiset ovat aina pyrkineet ilmaisemaan itseään kirjoittamalla. Kirjoittaja luo kirjoittamalla merkityksiä käsitteille. Ajatusten tuominen julki, tai vaikkapa vain itselle kirjoittaessa, on tehokas tapa kokeilla esimerkiksi omien päättelyidensä kestävyyttä. Kirjoittamaansa tekstiin palaamalla kirjoittaja voi jälkikäteen tutkia ajatusprosessinsa etenemistä. Ajattelun kehittyminen merkitsee oman ajatteluprosessin tiedostamista.

Rivard (1994) on tunnistanut useita tekijöitä, jotka ovat tärkeitä kun halutaan, että kirjoittaminen edistäisi oppimista. Hän mainitsee mm. kirjoittamistehtävän oppilaalle asettamat vaatimukset, luokahuoneen oppimisilmapiiriin, sekä oppilaan metakognitiivisen tiedon ja taidon. Oppimista tukevat kirjoittamistehtävät edellyttävät oppilasta prosessoimaan uudelleen jo opittuja asioita ja periaatteita, kyseenalaistamaan, tulkitsemaan ja syntetisoimaan niitä.

Vaikka kirjoittaminen on luonnollinen tapa luoda merkityksiä ja hahmottaa maailmaa, kirjoittaminen koulussa ei kuitenkaan usein motivoi oppilaita. Keskeistä kirjoittamisen motiivin synnyttämisessä on se, että kirjoituksella on vastaanottaja tai ainakin ajateltu vastaanottaja ja tarkoituksenmukainen julkaisukanava. Tekstiä ei tuoteta opettajalle, vaan luokkatovereille tai jollekin muulle lukijakunnalle. Julkaisu voi olla esim. luokan tai koulun lehti, kirja tai verkkosivu. Kirjoitukset voidaan sijoittaa vaikkapa luonnontieteiden luokkaan, julkaista ryhmätyöalueella tai Internetissä.

Prosessikirjoittaminen on yksi kirjoittamisen harjoittelun lähestymistapa. Sen keskeinen idea on nimensä mukaisesti se, että kirjoittaminen on prosessi, johon kuuluu kirjoittamista, oman tekstin lukemista, tekstin antaminen muille luettavaksi ja kommentoitavaksi sekä tekstin muokkaaminen. Kirjoitusprosessi voidaan jakaa osaprosesseiksi, jolloin kirjoittaminen on hallittavampaa kuin suuria kokonaisuuksia käsiteltäessä. Linna (1994, 35) luettelee prosessikirjoittamisen vaiheiksi seuraavat:

1. Aiheen ideointi ja valinta
2. Aiheeseen tutustuminen (ideoiden, tosiasioiden, näkemysten, tavoitteiden ja visioiden tuottaminen ja valitseminen)
3. Aiheen jäsentely (jäsentävät kysymykset, käsitekartat) ja kirjoitelman rungon laatiminen
4. Ensimmäisen version kirjoittaminen
5. Palaute (oma palaute, muiden oppilaiden ja opettajan palaute)
6. Tekstin muokkaaminen eli toisen version kirjoittaminen
7. Viimeistely ja julkaisukuntoon saattaminen (kieliasun tarkistus, otsikointi, ...)
8. Julkistaminen

Vaiheiden 2 ja 3 aikana aktivoidaan esiin ajatuksia ja ideoita. Kirjoitelmaa ei ole tarkoitus heti kirjoittaa valmiiseen asuunsa, vaan sitä luonnostellaan esimerkiksi käsitekarttatekniikkaa hyväksi käyttäen. Luonnosteluvaiheessa (1) on hyvä saada palautetta, jonka pohjalta prosessointia voidaan syventää ja tekstiä muokata niin, että siitä saadaan julkaisukelpoinen. Prosessikirjoittamiseen kuuluu kaikenlainen joustavuus ja oppilaiden yksilöllisyyden korostaminen.

Tiedon jäsentämismenetelmä soveltuu tiedon jäsentämiseen koevastauksia, esitelmiä, kirjoitelmia tai vaikkapa lehtiartikkeleita varten. Menetelmää voidaan käyttää myös jäseneltäessä oppikirjan tekstiä tai tehtäessä havaintoja vihkoon. Menetelmän taustalla on ajatus, että tieto, ilmiö, kappale, rakenne tai laitteen toimintaperiaate ymmärretään, kun tiedetään sen tarkoitus, rakenne, siihen liittyviä esimerkkitapauksia sekä osataan arvioida sitä. Ymmärtäminen edellyttää neljään jäsentävään kysymykseen vastaamista:

1. Mikä on tiedon/ilmiön/laitteen tarkoitus?
2. Mikä on tiedon/ilmiön/laitteen rakenne?
3. Minkälaisia esimerkkitapauksia tietoon/ilmiöön/laitteeseen liittyy?
4. Miten tietoa/ilmiötä/laitetta voidaan arvioida ja selittää?

Tiedonjäsentämismenetelmä opetetaan oppilaille esimerkiksi seuraavan ohjeen mukaisesti:

1. Oppilaita pyydetään kirjoittamaan kirjoitelma jostakin tutusta ja konkreettisesta esineestä. Tällainen esine voisi olla vaikkapa nasta tai koeputki. Tavoitteena on, että oppilaat huomaavat ilman menetelmää kirjoittamisen hankalaksi.
2. Oppilaille esitellään neljä jäsentävää kysymystä, joiden avulla tiedon jäsentäminen helpottuu. Kysymysten avulla on myös helpompi lähteä liikkeelle. Oppilaita pyydetään jäsentämään näiden kysymysten avulla jokin oppikirjassa esitetty asiakokonaisuus.
3. Jäsentelymenetelmien tavoite on se, että oppilas oppisi automaattisesti ilman muodollisia kysymyksiä jäsentämään ajatuksiaan. Jäsentelyä voi käyttää esimerkiksi koevastauksen suunnitteluun.

Artikkelin kirjoittamisen ohjaaminen

Artikkelin rakenne

Suomalaisessa peruskoulussa äidinkielessä ja kirjallisuudessa opetetaan 9. vuosiluokkaan mennessä ne tekstilajit, jotka ovat painetussa ja sähköisessä mediassa tavallisia. Oppilaat opiskelevat eri tekstilajien, esimerkiksi artikkelin, tunnistamista muun muassa sanomalehdistä. Esimerkiksi peruskoulun 7. ja 8. luokalla harjoitellaan eri tekstilajien, esimerkiksi tiivistelmien, tietotekstien ja erilaisten mielipidetekstien kirjoittamista. Oppilaat ovat myös peruskoulun aikana lukeneet artikkeleita eri oppiaineissa.

Artikkeli määritellään 8. vuosiluokan äidinkielen ja kirjallisuuden oppikirjassa näin: ”**Artikkelit** ovat tekstejä, jotka pohtivat ja esittelevät aihetta laajasti ja monipuolisesti. Artikkeli on yleensä jaettu osiin alaotsikoiden avulla ja sen keskeinen sisältö on tiivistetty usein ensimmäiseen kappaleeseen eli ingressiin. Artikkeli on yhtä asiatyylinen kuin uutinen, mutta toisin kuin uutisessa artikkelissa saattaa olla myös kirjoittajan omia näkemyksiä ja arvioita.” (Laine, Paasio, Valtonen & Vartia, 2004: 121)

Kirjoitusprosessin alkaessa oppilaat siis tuntevat artikkelin tekstilajina. Aluksi oppilaiden kanssa kerrataan, millainen tekstilaji artikkeli on. Esimerkkinä käytetään ajankohtaista artikkelia sanoma- tai aikakauslehdestä tai verkkolehdestä. Malliartikkeli on helppo aiheeltaan, esimerkiksi eläinlajista kertova artikkeli, ja se on sopivan pituinen opiskeluun käytettävään aikaan nähden. Artikkeli luetaan ja sen jälkeen analysoidaan sen rakennetta.

Artikkelin pääosat ovat pääotsikko, ingressi, kuva, kuvateksti, leipäteksti ja lähdeluettelo. Artikkelin osana voi olla yksi tai useampi kuva kuvateksteineen. Artikkelin alussa on **kirjoittajan nimi**.

Pääotsikko kertoo aiheen ja näkökulman ja herättää kiinnostuksen. **Ingressi** johdattaa lukijan aiheeseen. Se erottuu hyvin muusta tekstistä ja on lyhyt. **Kuva** havainnollistaa tekstiä. Se voi olla valokuva, piirros tai kaavio. Kuvateksti liittyy selvästi kuvaan. **Leipätekstissä** on aloitus, käsittelyosa ja päätäntä. Aloituksessa johdatetaan lukija aiheeseen. Käsittelyosassa kuvataan, eritellään ja pohditaan aihetta. Päätäntä sulkee asian käsittelyn. Artikkelissa voi olla **alaotsikoita**, jotka jaksottavat tekstiä. Artikkelin osana voi olla myös **tietolaatikko**, jossa voi olla esimerkiksi määritelmiä tai syventävää lisätietoa. **Lähdeluettelossa** kerrotaan käytetyt lähteet, esimerkiksi tietokirjat ja verkkotekstit. Lähdeluettelon avulla lukija voi etsiä aiheesta lisätietoa.

Kun artikkelin osat ovat oppilaille tutut, jatketaan artikkelin rakenteen analyysia tarkemmin. Oppilaiden kanssa keskustellaan, millaisia artikkeleita he lukevat mielellään ja mikä heidät saa lukeman jonkin artikkelin. Sen jälkeen oppilaat lukevat opettajan valitseman artikkelin tai valitsevat itse kiinnostavan artikkelin. Oppilaat esittelevät ja analysoivat artikkelia pohtimalla kysymyksiä: Mitä artikkeli käsittelee? Kuka sen on laatinut ja missä se on julkaistu? Mikä sen tavoite on? Mitä osia artikkelissa on? Mitkä ovat tekstin pääasiat? Mitä lähteitä on käytetty? He myös arvioivat, mikä artikkelissa on parasta ja mitä siitä pitäisi muuttaa.

Artikkelin otsikoihin paneudutaan kertaamalla erilaisia otsikkotyyppejä. Otsikko voi olla esimerkiksi kertova tai vihjaava. Se voi olla kysymys, väite, lainaus tai humoristinen sanaleikki. Otsikointia ja näkökulman rajausta harjoitellaan niin, että oppilaat keksivät pääotsikon ja alaotsikot, ingressin ja kuvatekstin sellaiseen artikkeliin, josta opettaja on poistanut nämä osat. Oppilaat keksivät artikkelin puuttuvat osat lukemansa leipätekstin ja kuvan perusteella.

Artikkelin kirjoittaminen

Kun oppilaille on opetettu artikkelin rakenne, aloitetaan artikkelin kirjoitusprosessi. Oppilaiden tavoitteena on kirjoittaa yksilö- tai parityönä artikkeli yrityksestä, johon oppilaat ovat menossa vierailemaan. Valmiit artikkelit voidaan julkaista esimerkiksi koulun Internet-sivulla.

Ensin oppilaiden kanssa käydään läpi kirjoitusprosessin vaiheet ja aikataulu. Kirjoitusprosessin vaiheet ovat:

1. artikkelin aiheen valinta ja työparien muodostaminen,
2. artikkelin näkökulman rajaaminen,
3. haastattelukysymysten laatiminen,
4. haastattelujen ja muistiinpanojen tekeminen sekä kuvaaminen opintokäynnillä,
5. artikkelin kirjoittaminen muistiinpanojen ja kuvamateriaalin pohjalta ja
6. valmiiden artikkelien julkaiseminen.

Seuraavaksi oppilaille esitellään lyhyesti yritys, johon ryhmä on menossa tutustumaan. Lisäksi oppilaille esitellään yritykseen liittyviä aihepiirejä, esimerkiksi työntekijöiden ammatit, työntekijöiden koulutustaustat, yrityksen tuotteet ja yrityksen kansainvälisyys. Oppilaat saavat myös itse ehdottaa aihepiirejä. Oppilaat muodostavat työparit sen mukaan, mitkä aiheet heitä kiinnostavat. Kun oppilaat ovat päättäneet, mistä aihepiiristä he kirjoittavat, he alkavat rajata artikkelin näkökulmaa yhteistyössä opettajan kanssa. Oppilaat etsivät myös Internetistä lisätietoja yrityksestä, jotta he osaavat valita heitä kiinnostavan ja sopivan näkökulman artikkelille. Esimerkiksi jos artikkelin aiheena on ”kansainvälisyys”, näkökulma voi olla ”yrityksen toiminta muissa maissa”.

Näkökulman rajauksen jälkeen työpari hankkii Internetistä tai muista lähteistä lisätietoa ja alkaa laatia haastattelukysymyksiä. Tätä ennen kuitenkin opiskellaan, millaisia ovat hyvät haastattelukysymykset. Hyvät haastattelukysymykset ovat tiiviitä ja selkeitä. Kysymysten tulee olla sellaisia, että ne antavat haastattelijalle tarpeeksi tietoa aiheesta. Kysymysten tulee olla keskenään erilaisia ja tarpeeksi yksityiskohtaisia. Haastattelukysymysten tulee liittyä olennaisesti artikkelin näkökulmaan. Sellaisia kysymyksiä tulee välttää, joihin haastateltava voi vastata vain ”kyllä” tai ”ei”. Kysymyksiä tulee olla riittävästi, mutta ne eivät saa olla liian samanlaisia.

Työparit laativat artikkeliaan varten haastattelukysymykset, joista opettaja antaa palautetta oppilaille. Osa kysymyksistä lähetetään etukäteen tutustumiskohteeseen, jotta siellä voidaan ottaa huomioon oppilaiden toiveet. Kun yritys tietää, mistä oppilaat ovat kiinnostuneet, se voi varata opintokäynnille esittelijöiksi sopivia asiantuntijoita ja vaikuttaa opintokäynnin ohjelmaan ja sisältöön.

Haastattelujen tekeminen

Oppilaat tekevät haastattelut opintokäynnillä. Juuri ennen vierailua yritykseen opiskellaan haastattelutekniikkaa. Haastattelutilanteen alussa oppilas esittelee itsensä asiantuntijalle ja kirjoittaa muistiin tiedot tästä. Oppilas katsoo silmiin haastateltavaa ja esittää kysymykset rauhallisesti. Jos oppilaita on kaksi, he voivat kysyä vuorotellen. Heidän täytyy kuitenkin pitää huolta siitä, että jompikumpi tekee jatkuvasti tarkkoja muistiinpanoja. Oppilas kuuntelee haastateltavan vastaukset tarkasti ja esittää tarvittaessa tarkentavia lisäkysymyksiä. Jos haastateltava eksyy aiheesta, haastattelijan on yritettävä kysymyksillään johdattaa tämä takaisin aiheeseen. Lisäksi jos oppilas on sopinut kuvaamisesta, hän ottaa haastateltavasta kuvan.

Haastattelujen lisäksi oppilas-toimittajat hankkivat tietoa havainnoimalla tutustumiskäynnin aikana kaikkea näkemäänsä, kuulemaansa ja tuntemaansa. Kaikki havainnot ja kokemukset kirjoitetaan

muistiin artikkelia varten. Yrityksen jakama esittelykansio otetaan talteen. Jos oppilaasta näyttää, että hän ei saa artikkeliaan varten tarpeeksi tietoa, hän voi vielä tässä vaiheessa vaihtaa artikkelin näkökulman.

Opintokäynnin ja haastattelujen jälkeen alkaa artikkelin tekstin kirjoittaminen tietokoneella. Oppilaat kirjoittavat ensin haastattelun avulla saamansa tiedon tekstiksi. Sen jälkeen he alkavat muokata tekstiä artikkelin rakenteen mukaiseksi. Leipätekstin valmistuttua he valitsevat ja kirjoittavat artikkelin muut osat. Oppilaat valitsevat kuvat ja laativat niihin kuvatekstit. Lopuksi he hiovat otsikot ja muut yksityiskohdat. Kirjoittamisen aikana opettaja antaa palautetta teksteistä, esimerkiksi artikkelien rakenteesta, ulkoasusta ja oikeinkirjoituksesta. Oppilaat lähettävät valmiit tekstit opettajalle esimerkiksi sähköpostitse. Opettaja arvioi tekstit ja sopii oppilaiden kanssa niiden julkaisemisesta.

5. Arviointi

Oppilaiden arviointi opintojakson päätteeksi perustuu opettajanoppaan alussa esiteltyihin oppimistavoitteisiin. Oppimista arvioidaan esimerkiksi käsitetesteillä ja käsitekartoilla. Oppilaat arvioivat jaksoa myös itsearviointin keinoin. Opintokäynti-luvussa esitellään esimerkki itsearviointilomakkeesta.

Jos opiskelussa käytetään käsitekarttoja, niitä voi käyttää myös arvioinnin perustana. CmapTool-ohjelman käyttö helpottaa käsitekarttojen vertailua ja arviointia. Tietoa CmapToolin käytöstä käsitekarttojen arvioinnissa löytyy verkkosivulta (<http://cmap.ihmc.us/Support/Help/>). Tavallisesti käsitekartan laatua voi arvioida oikeiden käsitteiden ja niitä yhdistävien linkkien lukumäärän perusteella.

6. Opintokäynnin järjestelyiden tarkistuslista

Lista opintokäyntiin liittyvistä hoidettavista asioista, tarkemmat tiedot osoitteessa www.edu.helsinki.fi/malu/kirjasto/yto/ekskursio/index.htm				
Muistettava tehtävä	Kuka hoitaa	Pvm/klo	Yhteyshenkilö yrityksessä	Valmis
2-4 kk ennen opintokäyntiä				
Opintokäynnistä päättäminen				
Opintokäyntikohteen valinta				
Jos oppilaat saavat vaikuttaa opintokäynnin kohteeseen, kohteen valinta oppilaiden kanssa				
Yhteydenotto yritykseen				
Opintokäyntipäivän sopiminen				
Opettajan tutustumiskäynti yritykseen				
Fysiikan ja kemian opettajan, äidinkielen opettajan ja opinto-ohjaajan suunnittelukokous				
1 kk ennen opintokäyntiä				
Tarjousten pyytäminen bussifirmoilta, jos matka tehdään tilausbussilla				
Muiden opettajien informoiminen oppilaiden poissaolosta				
Mahdollisen sijaisen järjestäminen opettajalle opintokäynnin ajaksi				
Vakuutusten voimassaolo, onhan retki koulun toimintasuunnitelmassa?				
2-3 viikkoa ennen opintokäyntiä				
Opintokäynnin tavoitteiden lähettäminen yritykseen				
Tarkasta aikataulusta sopiminen yrityksen edustajan kanssa				
Oppilaiden ennakkotietojen kartoittaminen				
Aiheeseen liittyvä fysiikan/kemian opintojakso				
Kysymysten teettäminen opiskelijoilla				
Kysymysten lähettäminen yritykseen				
Asiantuntijapaneelin järjestäminen (koululta lähetetään yritykseen tieto siitä, minkä alojen asiantuntijoita paneeliin halutaan)				
Ryhmien muodostaminen artikkelin tekoa varten				
Tutustuminen artikkeliin tekstilajina				
Artikkelin kannalta relevanttien haastattelukysymysten valmistelu				
Haastattelutekniikan harjoittelemine				
Yrityksen verkkosivuihin tutustuminen				
Lupa opintokäyntiin osallistumisesta oppilaiden vanhemmilta				

Mahdollisten bussilippurahojen kerääminen				
Eväiden tilaaminen koulun ruokalasta, jos luokka ei osallistu ruokailuun				
Opintokäyntiä edeltävä viikko				
Aikataulun varmistus yhteyshenkilön kanssa				
Mahdollisesta tarjoilusta sopiminen, erityisruokavalioista ilmoittaminen				
Oppilaslistan tekeminen (listaan oppilaiden ja huoltajien puhelinnumerot)				
Bussilippujen hankkiminen				
Opintokäynti				
Nimenhuuto				
Hyvien käytösten kertaaminen				
Valokuvaamisesta ja äänittämisestä keskusteleminen				
Opintokäynnin jälkeen				
Kiitosten ja palautteen lähettäminen yritykseen				
Itsearviointien teettäminen oppilailla				
Oppilaiden jälkitietojen kartoittaminen				
Artikkelien kirjoittaminen				
Opintokäynnin arviointi ja parannusehdotukset				

7. Lähdeoteoksia

Deci, E.L. & Ryan, R.M. (1985). *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. New York: Plenum Press.

Gilbert, J. K. & Boulter, C. J. (1998). Learning Science through Models and Modelling. In B. J. Fraser, & K. G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education*, pp. 53-66. London: Kluwer Academic Publishers.

Joyce, B. & Weil, M. (1980). *Models of Teaching*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.

Lavonen, J. Juuti, K., Byman, R., Uitto, A. & Meisalo, V. (2006). Job Characteristics Found Important for their Future Career Choice by Ninth Grade Students. In S. Yoong, M. Ismail, A. Nurulazam, F. Salleh, F.S. Fook, L.C. Sam & M.N.L. Yan (Eds.), *Proceedings of the XII IOSTE SYMPOSIUM: Science and Technology Education in the Service of Humankind, 30 July – 4 August 2006*. School of Educational Studies, Universiti Sains Malaysia, Penang, Malaysia

Laine, P., Paasio, L., Valtonen, P. & Vartia, P. (2004) *Loitsu, Äidinkieli ja kirjallisuus 8*. Helsinki: Otava.

Linna, H. (1994). *Prosessikirjoittaminen: Kirjoittamisen suuri seikkailu*. Porvoo: WSOY, Opetus 2000.

Nersessian, N. J. (1999). Model-Based Reasoning in Conceptual Change. In L.Magnani, N.J. Nersessian & P. Thagard (Eds.), *Model-Based Reasoning in Scientific Discovery*, pp. 5- 22. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Palmer, D. (1995). The POE in the primary school: An evaluation. *Research in Science Education*, 25(3), 323-332.

Rivard, L.P. (1994). A Review of Writing to Learn in Science: Implications for Practice and Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 969-983.



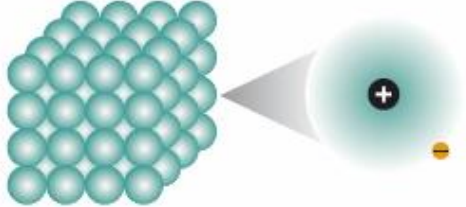
White, R.V. & Gunstone, R. (1992). *Probing understanding*. London and New York: The Falmer Press.

8. Liitteet

POE-kokeiden mallivastaukset ja tyhjä vastauslomake


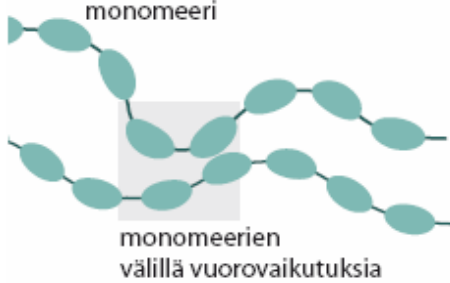
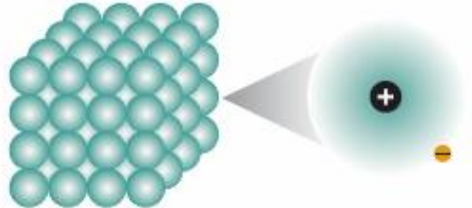
Pudotuskoe

Materiaalit ympärillämme: Paperi, muovi ja metalli

	 <p>Paperi koostuu kuiduista. Kuidut koostuvat selluloosamolekyyleistä.</p>	 <p>Muovi koostuu polymeeriketjuista. Polymeeriketjut ovat sitoutuneet toisiinsa heikosti.</p>	 <p>Metallilla on kiderakenne. Kiteessä vapaat elektronit sitovat metalli-atomeja yhteen.</p>
Ennuste: Mitä tutkimuksessa tapahtuu? Perustele ennuste tukeutumalla materiaalia esittävään malliin.	<i>Paperin keskelle tulee pitkä aukko. Paperin kuitujen sisällä on selluloosamolekyylejä ja niiden välillä on vuorovaikutuksia, jotka tekevät kuiduista kestäviä. Kuitujen välinen vuorovaikutus on heikko. Siksi paperi repeää pallon osuessa siihen kuitujen suunnassa.</i>	<i>Muovikeltu joustaa. Kelmu rakentuu polymeeriketjuista, jotka välillä koskevat toisiaan ja ovat kosketuskohdassa vuorovaikutuksessa. Kun pallo osuu kelmuun, ketjut oikenevat ja kelmu venyy. Kun venytys lakkaa, ketjut palaavat alkuperäiseen muotoonsa.</i>	<i>Metallifolioon tulee ensin pieni kuoppa. Jos pallon nopeus on riittävän suuri, folioon tulee reikä. Metalliatomien välissä liikkuvat elektronit toimivat "liimana", joka pitää metallin koossa. Kun pallo osuu folioon, elektronit liikkuvat atomien mukana ja estävät murtumisen. Jos pallo törmää riittävän suurella nopeudella folioon, folioon tulee reikä.</i>
Havainnot: Laadi yhteenveto havainnoista. Tarkkaile osumakohtaa.	<i>Sanomalehtipaperiin tulee repeämä</i>	<i>Keltu joustaa ja pallo kimpoaa ylöspäin. Kelmu ei mene helposti rikki.</i>	<i>Aluksi folioon tulee pieni kuoppa pallon osumakohtaan. Kun nopeus on riittävän suuri, folio repeää.</i>
Selitys: Miten havaittu ilmiö voidaan selittää materiaalia kuvaavalla mallilla?	<i>Kuitujen välinen vuorovaikutus on heikko. Siksi paperi repeää kuitujen suunnassa</i>	<i>Kun pallo osuu kelmuun, ketjut oikenevat ja kelmu venyy. Kun venytys lakkaa, ketjut palaavat alkuperäiseen muotoonsa.</i>	<i>Metalliatomien välissä liikkuvat elektronit toimivat "liimana", joka pitää folion ehjänä, vaikka pallo törmää siihen ja atomit liikkuvat.</i>


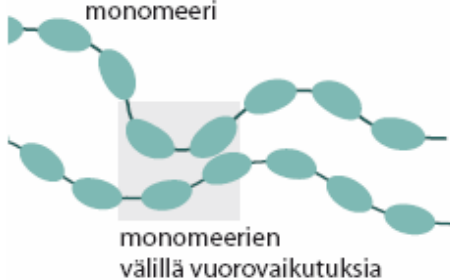
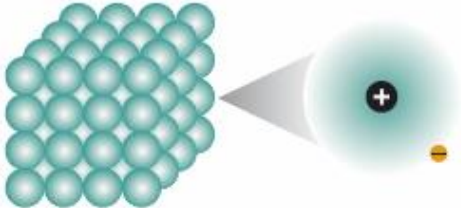
Sähkön johtavuus

Materiaalit ympärillämme: Paperi, muovi ja metalli

	 <p>Paperi koostuu kuiduista. Kuidut koostuvat selluloosamolekyyleistä.</p>	 <p>Muovi koostuu polymeeriketjuista. Polymeeriketjut ovat sitoutuneet toisiinsa heikosti.</p>	 <p>Metallilla on kiderakenne. Kiteessä vapaat elektronit sitovat metalli-atomeja yhteen.</p>
Ennuste: Mitä tapahtuu, kun tutkittavat esineet kytketään vuorotellen kohtien A ja B välille? Perustele ennuste tukeutumalla materiaalia esittävään malliin.	<i>Paperissa ei ole vapaita elektroneja, jotka johtaisivat sähkövirtaa. Paperi ei johda sähköä. Kaikki elektronit ovat sitoutuneena selluloosamolekyyleihin.</i>	<i>Muovissa ei ole vapaita elektroneja, jotka johtaisivat sähkövirtaa. Muoviesine ei johda sähköä. Kaikki elektronit ovat sitoutuneena polymeeriketjuihin.</i>	<i>Metallissa on vapaita elektroneja, jotka voivat liikkua vapaasti. Sähkövirta kulkee metallissa ja lamppu syttyy.</i>
Havainnot: Laadi yhteenveto havainnoista. Mikä materiaali johtaa sähkövirtaa?	<i>Kun virtapiiriin kytketään paperipala, lamppu ei syty.</i>	<i>Kun virtapiiriin kytketään muoviesine, lamppu ei syty.</i>	<i>Kun virtapiiriin kytketään metalliesine, lamppu syttyy.</i>
Selitys: Miten havaittu ilmiö voidaan selittää materiaalia kuvaavalla mallilla?	<i>Paperi ei johda sähköä, koska paperissa ei ole vapaita elektroneja, jotka johtaisivat sähkövirtaa.</i>	<i>Muoviesine ei johda sähköä, koska muovissa ei ole vapaita elektroneja, jotka johtaisivat sähkövirtaa.</i>	<i>Lamppu syttyi, koska metalli johtaa sähköä. Metallissa on vapaita elektroneja, jotka voivat liikkua vapaasti.</i>


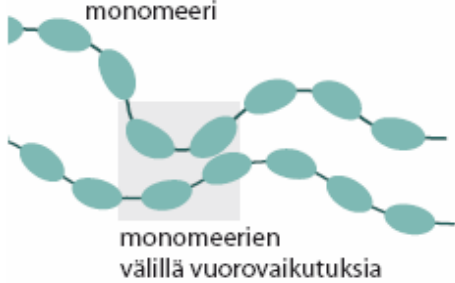
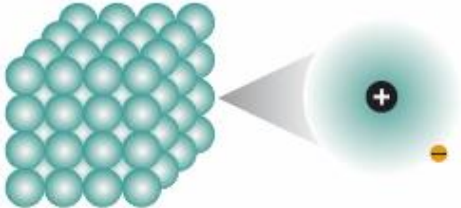
Repäisy

Materiaalit ympärillämme: Paperi, muovi ja metalli

	 <p>Paperi koostuu kuiduista. Kuidut koostuvat selluloosamolekyyleistä.</p>	 <p>Muovi koostuu polymeeriketjuista. Polymeeriketjut ovat sitoutuneet toisiinsa heikosti.</p>	 <p>Metallilla on kiderakenne. Kiteessä vapaat elektronit sitovat metalli-atomeja yhteen.</p>
Ennuste: Mitä tutkimuksessa tapahtuu? Perustele ennuste tukeutumalla materiaalia esittävään malliin.	<i>Paperin kuidut ovat suuntautuneet. Paperi repeää suoraviivaisesti kuitujen suuntaisesti, koska kuitujen välillä on vain heikkoja vuorovaikutuksia. Paperi repeää epätasaisesti revittäessä kuitujen suuntaa vastaan.</i>	<i>Muovin polymeeriketjut eivät ole järjestäytyneitä. Muovi käyttäytyy samalla tavalla riippumatta repäisysuunnasta. Polymeeriketjut suoristuvat venytettäessä. Kun materiaalista päästetään irti, ketjut palautuvat mutkalle ja muovi palautuu alkuperäiseen muotoon.</i>	<i>Metallifoliossa metallihila on kaikkialla samanlainen, joten se repeää samalla tavalla joka suunnasta.</i>
Havainnot: Laadi yhteenveto havainnoista. Miten materiaalit käyttäytyvät revittäessä?	<i>Paperi repeää suoraan toiseen suuntaan revittäessä. Toiseen suuntaan revittäessä repeämissuunta pyrkii kääntymään.</i>	<i>Muovi venyy joka suuntaan revittäessä ja repeää lopulta epätasaisesti.</i>	<i>Alumiini repeää joka suunnasta yhtä epätasaisesti ja yhtä helposti/vaikeasti.</i>
Selitys: Miten havaittu ilmiö voidaan selittää materiaalia kuvaavalla mallilla?	<i>Kuitujen välinen vuorovaikutus on heikko. Siksi kuidut irtoavat toisistaan ja paperi repeää kuitujen suunnassa. Paperi repeää epätasaisesti revittäessä kuitujen suuntaa vastaan, koska kuidut ovat vahvoja.</i>	<i>Repimisen alussa polymeeriketjut oikenevat ja materiaali joustaa, mutta lopulta ketjujen väliset vuorovaikutukset katkeavat ja ketjut irtoavat toisistaan. Koska ketjuilla ei ole erityistä järjestystä, ilmiö on sama joka suunnasta revittäessä.</i>	<i>Metallilla on joka suuntaan samanlainen rakenne, joten repeäminen tapahtuu samalla tavalla ja riippumatta repäisysuunnasta.</i>


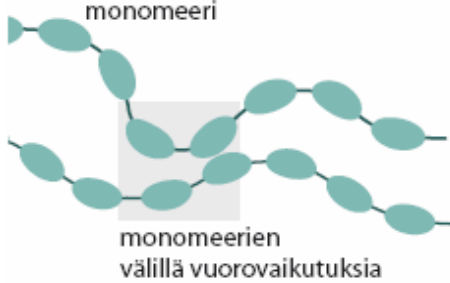
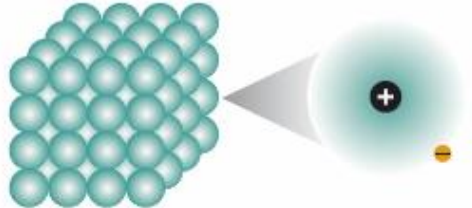
Lämmön johtuminen

Materiaalit ympärillämme: Paperi, muovi ja metalli


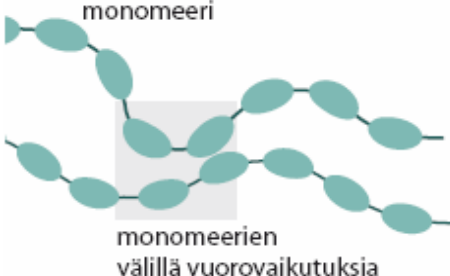
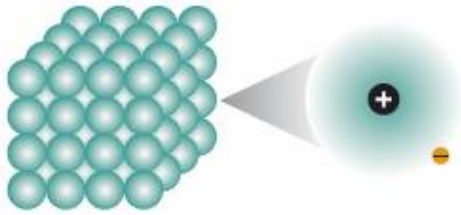
	 <p>Paperi koostuu kuiduista. Kuidut koostuvat selluloosamolekyyleistä.</p>	 <p>Muovi koostuu polymeeriketjuista. Polymeeriketjut ovat sitoutuneet toisiinsa heikosti.</p>	 <p>Metallilla on kiderakenne. Kiteessä vapaat elektronit sitovat metalli-atomeja yhteen.</p>
Ennuste: Mitä tutkimuksessa tapahtuu? Perustele ennuste tukeutumalla materiaalia esittävään malliin.	<i>Paperista puuttuvat vapaat elektronit, joilla on keskeinen rooli lämmön johtumisessa. Paperi on huokoista materiaalia mikroskooppisella tasolla ja molekyylitasollakin molekyyliden välillä on paljon tilaa. Paperi johtaa huonosti lämpöä ja kestää kauan ennen kuin voi sulaa.</i>	<i>Muovista puuttuvat vapaat elektronit, joilla on keskeinen rooli lämmön johtumisessa. Muovissa polymeeriketjujen välillä on melko paljon tilaa ja lämmön johtuminen voi siksi olla hidasta.</i>	<i>Metallihilassa atomit ovat pakkautuneet erittäin tiiviisti ja siksi atomit törmäävät usein ja lämpö johtuu metallissa nopeasti. Vapailla elektroneilla on suuri merkitys lämmön johtumisessa.</i>
Havainnot: Laadi yhteenveto havainnoista. Mitä eri materiaaleihin kiinnitetyille herneille tapahtuu?	<i>Voi pahvissa tai paperissa sulaa hitaammin kuin metallissa.</i>	<i>Voi muovipalassa tai muovilusikassa sulaa hitaammin kuin metallissa.</i>	<i>Metalliin kiinnitetty voi sulaa kaikkein nopeimmin.</i>
Selitys: Miten havaittu ilmiö voidaan selittää materiaalia kuvaavalla mallilla?	<i>Paperissa ei ole vapaita elektroneja. Paperin rakenneosaset ovat kaukana toisistaan molekyylitasolla ja myös silmin havaitaan, että materiaali on huokoista. Tämän vuoksi paperi johtaa huonosti lämpöä.</i>	<i>Muovissa ei ole vapaita elektroneja. Muovin polymeeriketjujen välillä on melko paljon tilaa, joten ketjut ovat vähemmän kosketuksissa toistensa kanssa ja siksi lämmön johtuminen on hitaampaa kuin metallissa.</i>	<i>Metallissa on vapaita elektroneja ja niillä on keskeinen rooli lämmön johtumisessa. Lämpö johtuu metallissa nopeasti, koska sen rakenneosaset, metalliatomit, ovat metallihilassa tiiviisti pakkautuneina ja lähellä toisiaan.</i>

Taivuttelu

Materiaalit ympärillämme: Paperi, muovi ja metalli

	 <p>Paperi koostuu kuiduista. Kuidut koostuvat selluloosamolekyyleistä.</p>	 <p>Muovi koostuu polymeeriketjuista. Polymeeriketjut ovat sitoutuneet toisiinsa heikosti.</p>	 <p>Metallilla on kiderakenne. Kiteessä vapaat elektronit sitovat metalli-atomeja yhteen.</p>
Ennuste: Mitä tutkimuksessa tapahtuu? Perustele ennuste tukeutumalla materiaalia esittävään malliin.	<i>Paperi taipuu rullatessa todella hyvin, mutta kuitujen välisten heikkojen sidosten pettäessä, paperilla on taipumus jäädä taivutettuun asemaan.</i>	<i>Muovi taipuu hyvin ja se palautuu taivutuksesta hyvin. Taivutuksessa polymeeriketjut ainoastaan oikenevat ja taivutuksen lakatessa ne vetäytyvät takaisin.</i>	<i>Metalli kestää paljon taivuttelua ja jää taivutettuun asemaan. Jos ionit joutuvat metallihilassa siirtymään uuteen asemaan, ne voivat uudessakin paikassa muodostaa samanlaisia sidoksia kuin vanhassa paikassa, koska metalli on samanlainen kaikkialla.</i>
Havainnot: Laadi yhteenveto havainnoista. Miten materiaalit käyttäytyvät taivuttelussa?	<i>Paperi taipuu helposti, mutta ei palaudu kovin voimakkaasta taivutuksesta.</i>	<i>Muovi taipuu hyvin ja palautuu hyvin vielä melko voimakkaastakin taivutuksesta.</i>	<i>Metalli kestää taivuttelua, mutta ei palaudu juuri lainkaan.</i>
Selitys: Miten havaittu ilmiö voidaan selittää materiaalia kuvaavalla mallilla?	<i>Paperin verkkomainen kuiturakenne kestää jonkin verran taivuttelua, mutta kuitujen välisten heikkojen vuorovaikutusten pettäessä, paperi ei enää palaudu.</i>	<i>Muovin polymeeriketjujen verkko-mainen rakenne joustaa paljon. Ensin polymeeriketjut oikenevat ja taivutuksen päättyessä ne palautuvat. Riittävän voimakas taivutus rikkoo ketjujen väliset vuorovaikutukset eikä materiaali enää palaudu.</i>	<i>Metallia taivutettaessa ionit siirtyvät uuteen paikkaan hilassa. Metallia on kuitenkin kaikkiin suuntiin samanlainen. Atomeja yhteen sitovia vapaita elektroneja löytyy myös uudesta asemasta ja materiaali ei hajoa muttei myöskään palaudu.</i>

Materiaalit ympärillämme: Paperi, muovi ja metalli

	 <p>Paperi koostuu kuiduista. Kuidut koostuvat selluloosamolekyyleistä.</p>	 <p>Muovi koostuu polymeeriketjuista. Polymeeriketjut ovat sitoutuneet toisiinsa heikosti.</p>	 <p>Metallilla on kiderakenne. Kiteessä vapaat elektronit sitovat metalli-atomeja yhteen.</p>
Ennuste: Mitä tutkimuksessa tapahtuu? Perustele ennuste tukeutumalla materiaalia esittävään malliin.			
Havainnot: Laadi yhteenveto havainnoista. Tarkkaile osumakohtaa.			
Selitys: Miten havaittu ilmiö voidaan selittää materiaalia kuvaavalla mallilla?			







Nimi: _____

Vastaa alla oleviin kysymyksiin kaikkien materiaalien ja esineiden osalta.

On tärkeää, että vastaat jokaiseen ruutuun. Saman asian voi kirjoittaa useampaan ruutuun.

MaterialsScience



Materiaali	Metalli		Pahvi/paperi		Muovi	
Esine						
	Rautanaula	Alumiinifolio	Pahvirasia	Sanomalehtipaperi	Muovisanko	Tuorekelmu
Mitä ominaisuuksia on materiaalilla, josta kuvan esine on valmistettu?						
Millainen on materiaalin rakenne? Millaisista osista se koostuu? Piirrä kuva						
Selitä piirtämäsi mallin avulla, mistä materiaalin ominaisuudet johtuvat						

Tämä oppimateriaali on suunniteltu Euroopan unionin 6:n puiteohjelman MaterialsScience –hankkeessa (SAS6-CT-2006-042942-Material Science, <http://lsg.ucy.ac.cy/materialscience/>). Hankkeen tavoitteena on ollut suunnitella oppimateriaali perusopetukseen, joka motivoi ja ohjaa oppilaita yhteisölliseen opiskeluun, tutkimaan luontoa ja käyttämään opiskelussa tieto- ja viestintätekniikkaa.

Materiaalia ovat olleet kehittämässä:

- Suomen projektiryhmän jäsenet: Tomi Alakoski, Annika Ampuja, Jan Jansson, Kalle Juuti, Hilkka Koljonen-Toppila, Timo Kärkkäinen, Antti Laherto, Jarkko Lampiselkä, Jari Lavonen, Anni Loukomies, Veijo Meisalo, Marja Montonen ja Lasse Vanhanen.

- Asiantuntijat, jotka muokkasivat oppimateriaalin soveltuvaksi Kreikkaan tai jotka kommentoivat materiaalia asiantuntijavierailuilla: Petros Kariotoglou, Theodora Polatidou, Anna Spyrtou ja Tassos Zoupidis (University of Western Macedonia, Greece); Costas Constantinou, Yiannis Hadjidemetriou ja Nikos Papadouris (The University of Cyprus); Roser Pinto (Autonomous University of Barcelona, Spain) sekä Hans Niedderer (Mälardalen University, Sweden)

MaterialsScience projektin on rahoittanut Euroopan komission "Science and Society" ohjelma. Tämä oppimateriaali edustaa suunnittelijoiden näkemystä, eikä Euroopan komissio voi olla vastuussa oppimateriaalin käytöstä.

