

Pro gradu -tutkielma

**Kestävä kehitys ja uusiutuvat energiat, etenkin
tuulivoima, opetussuunnitelman perusteissa
perusasteella**

Leena Mattila



Jyväskylän yliopisto
Bio- ja ympäristötieteiden laitos

Ympäristötieteet

30.7.2006

Bio- ja ympäristötieteiden laitos

Ympäristötieteet

MATTILA LEENA, M.: Kestävä kehitys ja uusiutuvat energiat, etenkin tuulivoima, opetussuunnitelman perusteissa perusasteella

Pro gradu: 56 s.

Työn ohjaajat: Yliassistentti Ari Lampinen

Tarkastajat: Yliassistentti Ari Lampinen, KT, FL Jorma Ojala

Heinäkuu 2006

Hakusanat: kestävä kehitys, uusiutuvat energiat, opetussuunnitelman perusteet perusasteella

TIIVISTELMÄ

Opetushallitus teki uudet opetussuunnitelman perusteet perusasteelle 2004. Perusteet poikkeavat edeltäjistään siinä, että ne ovat normatiivisemmat. Opetussuunnitelman perusteet antavat selkeät normit, mitä arvioida oppilaista ja näin se ohjaa entistä tarkemmin opetusta.

Tässä työssä tarkastelen vuoden 2004 (OPH) perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden osalta kestävästä kehitystä ja uusiutuvia energioita, joista etenkin tuulivoimaa. Pyrin katsomaan opetussuunnitelman perusteet läpi eri aineiden näkökulmasta ja etsimään kohdat, joihin niin kestävä kehitys kuin uusiutuvat energiatkin sopisivat.

Tarkastelen myös perusopetuksen oppikirjoja ja sitä, miten kestävä kehitys ja uusiutuvat energiat näkyvät oppikirjoissa. Oppikirjoja olen tarkastellut lähinnä uuden opetussuunnitelman mukaisesti, vaikka osa oppikirjoista olisikin aikaisemmin tehtyjä.

Opetussuunnitelman perusteiden (OPH 2004) pohjalta nostan esiin aiheita, jotka mielestäni sopisivat käsiteltäviksi eri luokka-asteilla. Pyrin käymään aiheet teorian kannalta siten, että opettajalle tulisi pohja tietoa, miten aihetta oppilailleen valottaa. Usein etenkin tuuli on esitetty melko pintapuolisesti oppikirjoissa ja tämän vuoksi opettajalta odotetaan paljon asiaan perehtymistä, että hän voi aihetta laajentaa.

Työni käsittelee myös oppiaineita, joihin ei niin perinteisesti liitetä uusiutuvia energioita tai kestävästä kehitystä, mutta pyrin antamaan vinkkejä myös tällaisten aineiden käsittelyyn. Toivon työni antavan vinkkejä eri aineiden integroituun yhteistyöhön perusasteella, ja rohkaisevan opettajia tekemään yhteistyötä ja projekteja yli perinteisten ainerajojen.

UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ, Faculty of Science

Department of Biological and Environmental Science

Environmental Sciences

MATTILA LEENA, M.: Sustainable Development and Renewable Energy, especially wind power, in the National Core Curriculum for Basic Education

Master of Science Thesis: 56 p.

Supervisors: Associate professor Ari Lampinen

Inspectors: Associate professor Ari Lampinen, PhD, Licentiate of philosophy Jorma Ojala

July 2006

Key Words: Sustainable development, renewable energy, national core curriculum for basic education

ABSTRACT

The Finnish Council of Education composed a new Core curriculum for basic education, i.e. primary and secondary schools, in 2004 curriculum gives strict guidelines about what to teach at school. This is something new in Finland.

In this thesis I aim at studying how sustainable development and renewable energy, especially wind energy, are seen in the new curriculum. I try to look at all relevant school subjects and find topics which deal with either sustainable development or renewable energy.

I also examine primary and secondary school books, and how sustainable development and renewable energy are in them. I have investigated only biology, geography, chemistry and physics books for classes one to nine.

Because both renewable energy and sustainable development are really difficult matters for teachers, I give hints about teaching them. I have collected material that teachers should learn themselves before teaching it to pupils. Books often do not give a good picture about these matters and that is why teachers need more support. I hope my work can be of help and encourage teachers in finding new ways and contexts to teach sustainable development and renewable energy.

Sisältö

1. JOHDANTO	7
2. Kestävä kehitys	7
2.1 Kestävä kehitys oppilaitoksissa.....	9
3. PERUSOPETUKSEN OPETUSSUUNNITELMAN PERUSTEET 2004.....	10
3.1 Aihekokonaisuudet opetussuunnitelman perusteiden uudistuksessa	12
4. Ympäristö ja luonnontieto (ylli) luokilla 1-4 opetussuunnitelman perusteiden mukaan. 13	
4.1. Miten ympäristö- ja luonnontiedon oppikirjoissa näkyy opetussuunnitelman perusteiden tavoitteet ja aiheeni	14
4.1.1 Luonnonkirja alakoulun kirjasarja WSOY (2001–2003)	14
4.1.2 Luonnonkirja 1	14
4.1.3 Luonnonkirja 2	14
4.1.4 Luonnonkirja 3	15
4.1.5 Luonnonkirja 4	15
4.2.1. Ylli 1 ja 2, Ympäristö- ja luonnontieto Otavan kirjasarja	16
4.2.2. YLLI 1 ympäristö- ja luonnontieto.....	16
4.2.3. Koulun ympäristötieto 3	16
4.2.4. Koulun ympäristötieto 4	17
4.2. Sisällöt, jotka sopivat ympäristö- ja luonnontietoon vuosiluokille 1-4.....	18
4.2.1. Ilmakehän energiatalous ja tuulen syntyminen	19
4.2.2. Globaali ilmasto sekä korkeapaine ja matalapaine.....	21
5. Biologia ja maantieto opetussuunnitelmien perusteiden mukaan vuosiluokilla 5–6.....	23
5.1. Miten biologian ja maantieteen oppikirjoissa näkyy opetussuunnitelmien perusteiden tavoitteet ja aiheeni	23
5.1.1 Luonnonkirja 5	23
5.1.2 Luonnonkirjan biologia ja maantieto 5&6.....	24
5.1.3. Koulun biologia ja maantieto 5	25
5.1.4. Koulun biologia ja maantieto 6	25
5.2. Aiheita, jotka voitaisi käsitellä vuosiluokilla 5-6.....	26
5.2.1 Koriolisvoima	26
5.2.2. Geostrofinen tuuli	26
5.2.3. Paikalliset tuuliolot	27
5.2.4 Maanpinnan tuulet	27
5.2.4.1. Maa- ja merituuli	27
5.2.4.2. Tuuliolot merellä	28
5.2.4.4. Vuoristotuuli ja laaksotuuli	29
5.2.4.5. Tuulen vuorokaudenaikavaihtelu	29
6. Fysiikan ja kemian tavoitteet vuosiluokilla 5–6 opetussuunnitelman perusteiden mukaan	30

6.1. Miten fysiikan ja kemian oppikirjoissa vuosiluokilla 5-6 näkyy opetussuunnitelman perusteiden tavoitteet ja aiheeni	30
6.1.1. Luonnonkirjan fysiikka ja kemia 5&6.....	30
6.2. Sisältöjä aiheita, jotka sopisivat fysiikan ja kemian opetuksessa käsiteltäviksi vuosiluokilla 5-6.....	32
6.2.1. Tuuliturbiinit ja -myllyt	32
6.2.1.1. Vaaka-akseliset roottorit.....	32
6.2.1.2. Pystyakseliset roottorit	32
6.2.2 Tuulivoimalan osat	33
6.2.2.1. Perustus.....	33
6.2.2.2. Torni	34
6.2.2.3. Konehuone.....	34
6.2.2.4. Vaihteisto	34
6.2.2.5. Generaattorit	35
7. Biologia ja maantieto opetussuunnitelman perusteiden mukaan vuosiluokilla 7–9.....	35
7.1. Miten biologian ja maantieteen oppikirjoissa näkyy opetussuunnitelman perusteiden tavoitteet ja aiheeni	36
7.1.1. Luonnonkirja 79 Metsät sekä Elämä ja evoluutio	36
7.2. Aiheita, joita biologiassa ja maantiedossa voisi aiheestani opettaa vuosiluokilla 7-9.....	37
7.2.1. Energian säästö tulevaisuudessa.....	37
7.2.2. Tuulivoima Suomessa.....	37
7.2.3. Suomen tuuliolot.....	38
7.2.4. Tuulivoima muualla Euroopassa	40
7.2.4.1. Tuulivoima Tanskassa	41
7.2.4.2. Tuulivoima Virossa	41
7.2.5. Tuulivoiman kehitys muualla maailmassa	42
8. Fysiikan, kemian ja terveystiedon tavoitteet ja sisällöt opetussuunnitelman mukaan vuosiluokilla 7–9.....	43
8.1. Terveystieto vuosiluokilla 7–9	43
9. Aineet, joiden sisältöihin aiheeni ei perinteisesti kuulu	44
9.1. Matematiikka oppiaineena	44
9.1.2. Matematiikka vuosiluokilla 1–2	44
9.1.3. Matematiikka vuosiluokilla 3–5	44
9.1.4. Matematiikka vuosiluokilla 6–9	45
9.2. Historia oppiaineena.....	45
9.2.1. Historia vuosiluokilla 5–6	45
9.2.2. Historia vuosiluokilla 7–9	46
9.3. Aiheita, joita historian opetuksessa voidaan tuulivoimasta ottaa.....	46
9.3.1. Koska tuulta alettiin käyttää hyväksi?	46
9.4. Yhteiskuntaoppi perusasteella.....	47
9.5. Kuvataide perusasteella.....	48
9.6. Äidinkieli perusasteella	48
10. Useamman aineen teemoihin sopivat asiat	49

10.1. Tuulivoimalaitos käytössä.....	49
10.1.1 Tuulivoimalan tehon rajoitus.....	49
10.1.2. Lapakulmasäätö.....	49
10.1.3. Sakkaussäätö.....	50
10.2. Turbiinin liittäminen verkkoon.....	50
10.4. Tuulivoimaloiden vaikutukset maisemaan.....	50
10.5. Ääntä turbiineista.....	51
10.6. Tuuliturbiinit ja linnut.....	52
10.7. Teleliikenteen häiriöt.....	52
10.8. Valon ja varjon vilkkuminen.....	52
10.9. Tuulivoimalan hyödyt ympäristölle.....	52
10.10. Energian takaisin maksuaika.....	52
11. Kestävä kehitys ja uusiutuvat energiat perusopetuksessa tulevaisuudessa.....	53
KIRJALLISUUS.....	54
Muuta kirjallisuutta.....	56
Liitteet.....	57
Tuulipuisto retkeilykohteena.....	57
Auringon säteiden jakautuminen maapallolle.....	57
Tuulen suunnan mittaus tuulisukalla.....	58
Tuuliolosuhteiden tutkiminen leijan avulla.....	58
Tee itse Anemometri tuulen nopeuden mittaamiseen.....	59
Päivä ilman sähköä!.....	59
Rakennetaan oma tuuliroottori.....	60
Säätilasta erilaisten ilmassojen liikkeiden ennustaminen.....	60
Koriolisvoiman havainnollistaminen massapallolla ja kynällä.....	60
Vallitsevan tuulensuunnan tutkiminen puiden ja kasvien muotoa havainnoimalla ...	61

1. JOHDANTO

Olen ollut jo pitkään kiinnostunut uusiutuvista energioista. Työni on muokkautunut pitkän historiansa aikana paljon, mutta viimeisen muotonsa se sai huomattavasti kuninka paljon niin oppikirjat kuin opettajan omat asenteetkin vaikuttavat opettamiseen koulussa. Jorma Ojala (1997) on väitöskirjatutkimuksessaan osoittanut, kuinka pitkälle opettajan opettamista määrää se, millaiset hänen omat ennakoasenteensa asiaan ovat. Seuraava sarjakuva onkin ollut yksi työnteon kannustimia ja antaa kuvan, miten väärät tiedot voivat siirtyä oppilaalle, vaikka ei niin tarkoittaisikaan.



kuva1. Lassi ja Leevi -sarjakuva. Keski-suomalainen 2.7.2003

Opetushallitus uudisti opetussuunnitelmien perusteita vuonna 2004. Koulut ympäri maata tekivät suuren työn uudistaessaan koulujen ja kuntien opetussuunnitelmia. Uudet opetussuunnitelmien perusteet ovat edellisiä perusteita normatiivisempiä, eivätkä anna koululle tai opettajalle niin paljon vapauksia. Opetussuunnitelman perusteet (OPH 2004) määrittelevät nivelkohtien hyvän osaamisen kriteerit normatiivisesti. Opettajalle ei jää epäselväksi mitä asioita oppilaan tulee osata.

Tässä työssä käyn läpi opetussuunnitelmien perusteita ja etsin sieltä aiheita, jotka koskettaisivat uusiutuvia energioita, kestäväää kehitystä ja erityisesti tuulivoimaa. Työni on kypsynyt vuosien aikana ja aihe on ollut muotoutumassa pitkään. Viimeisen silauksen aiheen muotoutumiselle antoi Jyväskylän yliopiston opettajan-koulutuslaitoksen johtaja Jorma Ojala.

Toivon, että työni antaisi vinkkejä opettajille käsitellä uusiutuvia energioita opetuksessa, mutta myös rohkaisisi suunnittelemaan aiheita yhteistyössä muiden opettajien kanssa niin, että perinteiset ainerajat ylitetään. Osa työstäni on oppikirjojen tarkastelua mielenkiinnonkohteideni kannalta. Pyrin myös tarkastelemaan uuden opetussuunnitelman tavoitteiden toteutumista uusissa oppikirjoissa.

2. KESTÄVÄ KEHITYS

Terminä kestäväää kehitystä alettiin käyttää 1960-luvun lopulla (Wolff 2004). Käsitteen määrittelemisessä olivat aluksi hyvin voimakkaasti mukana WWF (Maailman Luonnon Säätö) ja IUCN (maailman luonnonsuojeluliitto). Herääminen kestäväää kehitykseen ja energiavarojen rajallisuuteen tapahtui suurin piirtein samoihin aikoihin. Ihminen ymmärsi, että hänen toimillaan on vaikutusta ympäristön tilaan. Ymmärrettiin, että toimillamme on vaikutusta siihen, millainen tulevaisuus voidaan tulevaisuuden sukupolville tarjota. Muutos näkyi koko yhteiskunnassa ja kaikessa toiminnassa. Suomen kestävään kehityksen toimikunta määritteli kestävään kehityksen

seuraavasti vuonna 1995 (OPM 2006):

Maailmanlaajuisesti, alueellisesti ja paikallisesti tapahtuva jatkuva ja ohjattu yhteiskunnallinen muutos, jonka päämääränä on turvata nykyisille ja tuleville sukupolville hyvät elämisen mahdollisuudet.

Koulut ja oppilaitokset olivat yksi muutoksessa mukana oleva instituutio. Ympäristökasvatuksen tavoitteita alettiin kehittää koulussa opetettavana aineena jo 1970-luvulla. Kestävän kehityksen käsite tuli käyttöön kuitenkin vasta 1980 (Wolff 2004). Aluksi termi oli tarkoittanut vain taloudellista kehitystä, mutta 1980-luvulla termi yhdistettiin myös ympäristönsuojeluun. Brasilian Rio de Janeirossa 1992 sovittiin 118 valtion kesken kestävän kehityksen periaatteista. Periaatteet vahvistettiin Rion julistuksessa *Agenda 21*. Tässä nostettiin esiin erityisesti koulutus ja ymmärrettiin koulutuksen merkitys väestön tietotaidon nostamisessa (Wolff 2004). Raportti määrittelee Wolffin (2004, s.21) käännökseen mukaan kasvatuksen seuraavasti:

Kasvatuksen keskeinen tehtävä on edistää kansalaisten osallistumista päätöksentekoon sekä lisätä ympäristötietoisuutta ja eettistä ymmärrystä, kestävän kehityksen mukaisia arvoja ja asenteita, taitoja ja toimintaa.

Agenda 21 myötä Suomessakin tehtiin vuonna 1991 kansallinen strategia, jossa ympäristö ja kehitys integroituvat kaikkeen koulutukseen (Wolff 2004). Rion konferenssin jälkeen kestävä kehitys on käsite, joka vilahtaa monissakin yhteyksissä ja usein myös yhteyksissä, joihin se ei kuulu. Kestävän kehityksen käsitteen kolme ulottuvuutta ovat ekologinen, taloudellinen ja sosiaalinen ja kulttuurinen kestävä kehitys.

Ekologisesti kestävä kehitys koulussa tai oppilaitoksessa näkyy arvoperustassa elämän ja luonnon kunnioittamisessa sekä myötätuntona muita lajeja kohtaan (Manninen ym. 2004). Nämä heijastuvat oppilaitoksen toimintakulttuuriin siten, että arkikäytännöt ovat ympäristövastuullisia (materiaalien kierrätys ja säästävä käyttö). Opetuksessa oppilasta pyritään ohjaamaan vastuulliseksi toimijaksi ja ympäristöherkäksi ihmiseksi.

Taloudellisesti kestävä kehitys oppilaitoksessa näkyy (Manninen ym. 2004) yhdenmukaisina arvoina niin yli sukupolvien kuin globaalistikin sekä kohtuullisuutena. Toimintakulttuurina näkyy taloudellinen kestävä kehitys säästäväisyytenä, tavaroiden jakamisena tai lainaamisena sekä mm. reilun kaupan tuotteiden käyttämisenä. Opetuksessa näkyy elinkaariajattelu, kriittinen kuluttajuus, ekotehokkuus sekä kohtuullisuus.

Sosiaalinen kestävä kehitys näkyy oppilaitoksen arvoissa (Manninen ym. 2004) tasa-arvona, demokratiana, oikeuden mukaisuutena, monikulttuurisuutena sekä toisten kunnioittamisena. Oppilaitoksen toimintakulttuuriin tämä heijastuu viihtyisyytenä, turvallisuutena, perinteinä, avoimuutena, osallisuutena sekä yhteistyönä. Opetuksessa aiheet näkyvät sekä sosiaalisten että kulttuuristen syy- ja seuraussuhteiden opettamisena, vähemmistökysymyksissä, eri kulttuurien kulttuuriperinnön kunnioittamisena ja ihmisoikeuksissa.

Kaiken kaikkiaan kestävän kehityksen periaatteet ovat aivan yleispäteviä hyvän oppilaitoksen arvoperustan ja toimintakulttuurin pohjaksi. Melkein jokainen oppilaitos pyrkii näihin tavoitteisiin ehkä ymmärtämättä asiaa. Ongelmana onkin varmasti sirpalemaisuus opinnoissa. Eri osioista vastaa eri aineet ja opettajat, jolloin kukaan muu kuin oppilas ei näe kokonaisuutta. Oikeastaan kokonaisuutta ei synny, ellei myös opettajat ja muu henkilökunta hahmota asiaa kokonaisuutena.

2.1 Kestävä kehitys oppilaitoksissa

Jotta kestävä kehitys olisi jokaisen kansalaisen toiminnassa jokapäiväistä, sen pitää näkyä myös kouluissa. Suomessa, jossa koko ikäluokka läpäisee melko samanlaisen koulutuksen, saadaan tavoite helposti vietyä läpi. Opetusministeriö onkin laatinut ensimmäisen kestävä kehityksen edistämishjelman vuosille 1998–2000 ja seuraavan vuosille 2002–2004. Myös Sosiaali- ja terveysministeriö on laatinut sosiaali- ja terveyspolitiikan strategian ja sen tavoitteena on sosiaalisesti elinvoimainen, taloudellisesti kestävä ja toiminnoiltaan tehokas sekä dynaaminen yhteiskunta. Ympäristöministeriö, jonka tehtävänä on kestävä kehityksen edistäminen virallisesti kuuluu, on tehnyt ympäristökasvatuksen ja -valistuksen kehittämissuunnitelman (2006) ja ympäristöministeriön viestintästrategian (2006), joissa kestävä kehityksen linjaukset on täsmennetty. Alueellisten ympäristökeskusten tehtäviin on sisällytetty ympäristötietoisuuden edistäminen, ja Keski-Suomen ympäristökeskuksen tehtävä on hoitaa ympäristökasvatusta tukevia kansallisia yhteensovittamis- ja asiantuntija tehtäviä. Kaiken kaikkiaan kestävä kehityksen aiheet kuuluvat monen toimielimen vastuulle, ja tämän vuoksi vastuu onkin hajonnut, eikä kukaan ehkä oikeastaan sitten vastaakaan kokonaisuudesta.

Opetushallituksen vastuulla on laatia lakien, asetusten ja vahvistetun tuntijaon mukaisesti opetussuunnitelmien perusteet (Suomen kestävä kehityksen toimikunta 2006). Vuonna 2004 vahvistettuun perusopetuksen opetussuunnitelmien perusteisiin on kestävä kehitys kirjattu aihekokonaisuudeksi, joka tulee sisällyttää sekä valinnaisiin että yhteisiin oppiaineisiin sekä oppilaitoksen yhteisiin tapahtumiin. Kestävä kehitys näkyy myös lukiokoulutuksessa ja ammatillisessa koulutuksessa sekä aiheiltaan myös varhaiskasvatuksen opetussuunnitelmissa (Suomen kestävä kehityksen toimikunta 2006). Toimijoita, jotka kehittävät ympäristökasvatusta ja kestävä kehitystä, ovat mm. metsähallitus, luonto- ja ympäristökoulut, Suomen ympäristökasvatuksen seura sekä ympäristöjärjestelmät, kuten vihreälippu.

Arviointien mukaan opettajat ovat kokeneet ympäristökasvatuksen ja kestävä kehityksen opettamisen puutteiksi 1990-luvun alussa opetussuunnitelman puutteet, kielteiset asenteet sekä koulutuksen, materiaalin ja rahan puutteen. Rahan, ajan ja koulutuksen puute mainittiin 2000-luvun alussa puutteiksi (Suomen kestävä kehityksen seura 2006). Opetushallitus on tutkinut vuonna 1999, miten kestävä kehitys näkyy eri oppilaitosten toiminnassa. Näyttää siltä, että ammatillisten oppilaitosten opetussuunnitelmissa kestävä kehitys näkyy selkeämmin kuin muissa oppilaitoksissa. Kestävä kehitys on sisällytetty ammatillisten alojen opetussuunnitelmiin ns. yhteisiin painotuksiin ja ammatillisella puolella on myös kaikille yhteisiin valinnaisiin lisäopintoihin sisällytetty ympäristötiedon opintoja (OPM 2006).

Opetusministeriön asettaman työryhmän laatimassa strategiassa (OPM 2006) Baltic 21E -ohjelman toimintasuunnitelmasta ja YK:n kestävä kehityksen vuosikymmenelle käydään läpi, kuinka kestävä kehitys ja verkostoituminen näkyvät erilaisten oppilaitosten toimintakulttuurissa ja annetaan ehdotuksia, kuinka asiaa voidaan viedä eteenpäin.

3. PERUSOPETUKSEN OPETUSSUUNNITELMAN PERUSTEET 2004

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (2004) ovat valtakunnallinen kehys, joiden pohjalta kunnat ja koulut laativat omat opetussuunnitelmansa. Opetuksen järjestäjällä, joka usein on kunta, on vastuu opetussuunnitelman laatimisesta ja kehittämisestä. Perusopetuksen opetussuunnitelmaa laadittaessa täytyy huomioida esiopetuksen opetussuunnitelma. Tämä määrittelee ennen varsinaista perusastetta tapahtuvan esiopetuksen periaatteet ja aiheisällöt. Perusasteella pitää huomioida myös yhtenäisen perusasteen tuomat haasteet. Ennen olivat erikseen ala- ja yläaste, nyt ajatellaan perusaste yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. Vaikka monessa kunnassa koulurakennukset ovatkin säilyneet fyysisesti erillään perusasteen ylä- ja alakoulu, täytyy opetussuunnitelman olla yhtenäinen näille kouluille ja tehdä opetuksen mahdollisimman yhtenäiseksi. Eri opettajaryhmien tulee tehdä saumatonta yhteistyötä opetussuunnitelman laadinnassa, mutta myös opetuksen toteuttamisessa. Ongelmatonta tämä ei varmasti ole, etenkin kunnissa, joissa eri alakouluilta kerätään oppilaat yhteen yläkouluun, mutta kunnassa tulee asia keskustella perusteellisesti. Uudistuksen ei tule antaa kuvaa, että yläkoulun aineenopettajat sanelevat alakoulun luokanopettajille, miten toimia ja mitä opettaa. Oppilaan kasvun tukeminen tulee olla yhteinen asia opettajille. Perusasteen yhtenäisyyden tulee näkyä oppilaan opintojen johdonmukaisena ja saumattomana etenemisenä.

Opetuksen järjestämisen lähtökohdissa, opetussuunnitelman perusteiden (OPH 2004) arvopohjaksi mainitaan luonnon monimuotoisuuden ja elinympäristön elinkelpoisuuden säilyttäminen. Perusopetuksen mainitaan myös edistävän vastuullisuutta. Tosin opetuksen tulee ottaa myös huomioon paikalliset ja kansalliset erityispiirteet. Näiden arvojen tulee sisältyä paikallistasolla jokapäiväiseen toimintaan.

Perusopetuksen tehtävissä (OPH 2004) mainitaan yhtenä tavoitteena elinikäisen oppimishalun herättämisen sekä kyvyn arvioida asioita kriittisesti ja luoda näiden arvioiden pohjalta uusia ajattelu ja toimintatapoja. Ei ole helppoa luoda uutta, kun suuri osa opetuksesta on vielä jumiutunut oppikirjaan ja perustuu osaksi arkikäsitteisiin eikä tieteelliseen viimeisimpään tietoon.

Oppimiskäsitys on uudessa opetussuunnitelmassa (OPH 2004) määritelty seuraavasti:

oppiminen ymmärretään yksilölliseksi ja yhteisölliseksi tietojen ja taitojen rakennusprosessiksi, jonka kautta syntyy kulttuurinen osallisuus. Oppiminen tapahtuu tavoitteellisena opiskeluna erilaisissa tilanteissa itsenäisesti, opettajan ohjauksessa sekä vuorovaikutuksessa opettajan ja vertaisryhmän kanssa. Opittavana on uuden tiedon ja uusien taitojen lisäksi oppimis- ja työskentelytavat, jotka ovat elinikäisen oppimisen välineitä. Oppiminen on seurausta oppilaan aktiivisesta ja tavoitteellisesta toiminnasta, jossa hän aiempien tietorakenteidensa pohjalta käsittelee ja tulkitsee opittavaa ainesta. Vaikka oppimisen yleiset periaatteet ovat kaikilla samat, oppiminen riippuu oppijan aiemmin rakentuneesta tiedosta, motivaatiosta sekä oppimis- ja työskentelytavoista. Yksilöllistä oppimista tukee vastavuoroisessa yhteistyössä tapahtuva oppiminen. Oppiminen on kaikissa muodoissa aktiivinen ja päämääräsuuntautunut, itsenäistä tai yhteistä ongelmanratkaisua sisältävä prosessi. Oppiminen on tilannesidonnaista, joten oppimisympäristön monipuolisuuteen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Opittaessa avautuu uusia mahdollisuuksia ymmärtää kulttuuria ja kulttuurin sisältämiä merkityksiä sekä osallistua yhteiskunnan toimintaan.

Opetussuunnitelma ymmärtää tiedon rakentumisen aiemmin opitun tiedon päälle. Myös oppijan aktiivinen rooli tunnustetaan nyt tärkeäksi osaksi oppimista, kuin myös erilaiset vuorovaikutustaidot. Tärkeää on, että oppimisprosessiin liitetään niin aiemmat tiedot kuin myös vuorovaikutus, aktiivinen toiminta ja tietojen rakennusprosessi.

Opetussuunnitelman perusteet (OPH 2004) määrittelevät oppimisympäristön seuraavasti:

- fyysiset tekijät
- psyykkiset tekijät
- sosiaaliset suhteet
- tavoitteiden asettamisen sisältävää
- oman toiminnan arvioiminen
- Osassa oppiaineita määritellään myös kenttätyöskentely osaksi opetusta ja veloitetaan opettajan miettimään, miten maastotyöskentelyn oppilaiden kanssa järjestää.

Opetussuunnitelma mainitsee, että erilaisia työtapoja tulee hyödyntää mahdollisimman monipuolisesti. Työtapojen, joita käytetään, tulee tukea oppilaan oppimista monella tavalla. Opetussuunnitelmien perusteet eivät luettele itse työtapoja vaan vain mainitsevat millaisia perusteita tulee käyttää työtapojen valinnassa:

- virittävät halun oppia
- ottavat huomioon oppimisen prosessuaalisen ja tavoitteellisen luonteen
- aktivoivat työskentelemään tavoitteellisesti
- edistävät jäsentyneen tietorakenteen muodostumista sekä taitojen oppimista ja niissä harjaantumista
- kehittävät tiedon hankkimisen, soveltamisen ja arvioimisen taitoja
- tukevat oppilaiden keskinäisessä vuorovaikutuksessa tapahtuvaa oppimista
- edistävät sosiaalista joustavuutta, kykyä toimia rakentavassa yhteistyössä sekä vastuun kantamista toisista
- kehittävät valmiuksia ottaa vastuuta omasta oppimisesta, arvioida sitä sekä hankkia palautetta oman toiminnan reflektointia varten
- auttavat oppilasta tiedostamaan omaa oppimistaan sekä mahdollisuuksiaan vaikuttaa siihen
- kehittävät oppilaan oppimisstrategioita ja taitoja soveltaa niitä uusissa tilanteissa.

Opetussuunnitelmien perusteet mainitsevat myös erilaisten oppilaiden huomioiden opetuksen suunnittelussa. Erikseen mainitaan vielä tyttöjen ja poikien yksilölliset kehityserot. Myös kodin ja koulun yhteistyötä korostetaan etenkin siirryttäessä kouluasteelta toiselle.

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden mukaiset opetussuunnitelmat otetaan käyttöön porrastetusti eri vuosiluokilla vuosien 2004–2006 aikana (Lindström 2002). Perusopetuksen opetussuunnitelmien perusteet (OPH 2004) tahtovat kannustaa opettajaa antamaan oppilaalle eväitä niin tiedon rakentamiseen kuin etsimiseenkin. Opettajan tulee luoda myönteinen ilmapiiri ja antaa mahdollisuuksia oppilaiden toimia vapaasti tietoa hakien.

3.1 Aihekokonaisuudet opetussuunnitelman perusteiden uudistuksessa

Opetussuunnitelmassa tulee koulun kertoa omat, kasvatus- ja opetustyön kannalta keskeiset arvot ja tavoitteet sekä uusien oppiaineita integroivien aihekokonaisuuksien tavoitteet, sisällöt, työtavat sekä oppilaan arviointi (Houtsonen 2005, s.14–25). Opetussuunnitelmassa ei tule unohtaa myöskään kodin ja koulun yhteistyötä, oppilashuoltoa eikä koulun toimintakulttuurin huomioimista. Tavoitteena tulisi olla yhtenäinen perusopetus ensimmäisestä luokasta yhdeksänteen luokkaan. Koulun toiminnan pitäisi olla johdonmukaista ja tuntua oppilaasta jatkumolta koko perusasteen ajan. Lukiossa ja toisella asteella on omat opetussuunnitelmansa.

Uusi opetussuunnitelma ei suoraan mainitse, miten koulun tai kunnan tulee oma opetussuunnitelmansa tehdä, mutta toteutuakseen odotetulla tavalla tulee koulun miettiä omaa toimintakulttuuriaan ja kirjoittaa, omat arvonsa auki siten, että yhteistyö eri opettajien kanssa on saumatonta ja mahdollista. Uudistus sinänsä ei ole helppo, mutta arvot ja asenteet, jotka ohjaavat koulun toimintaa, pitää kirjoittaa auki ja ennen kirjoittamista ne tulee keskustella koulun henkilökunnan kanssa. Etenkin opetussuunnitelman uudet aihekokonaisuudet ovat haastava paikka koko perusasteen opettajille. Osa aihekokonaisuuksista kiinnitetään varmasti johonkin tiettyyn oppiaineeseen, mutta toisaalta pitää muistaa, että silti kaikkien aineiden tulee huomioida aihekokonaisuudet opetuksessaan. (Houtsonen 2005, s.14-25).

Aihekokonaisuuksien tarkoituksena on tarjota oppilaille mielekkäitä oppimiskokemuksia. Tärkeää olisi, että koulu hyödyntäisi jo suunnitteluvaiheessa ympäröivän yhteiskunnan ja sidosryhmien sille tarjoamia mahdollisuuksia. Houtsonen (2005, s. 16) on hyvin eritellyt suunnittelun päävaiheet, ja niistä onkin varmasti apua kunta- ja koulukohtaisten opetussuunnitelmien laadinnassa.

Aihekokonaisuuksia perusasteella on:

Ihmisenä kasvaminen

Kulttuuri-identiteetti ja kansainvälisyys

Viestintä ja mediataito

Osallistuva kansalaisuus ja yrittäjyys

Vastuu ympäristöstä, hyvinvoinnista ja kestävästä tulevaisuudesta

Turvallisuus ja liikenne

Ihminen ja teknologia

Aihekokonaisuuksien tulee olla keskeisiä kasvatus- ja opetustyön painoalueita koulussa (OPM 2004). Aihekokonaisuuksien tulee integroitua useisiin aineisiin koulussa ja niiden avulla tulee pystyä vastaamaan nykyisiin koulutushaasteisiin. Aihekokonaisuudet eivät ole haaste vain kouluille, vaan myös opettajankoulutukselle.

Tuulivoima sopii erittäin hyvin yhtenä osana esimerkiksi perusopetuksen aihekokonaisuuteen ”*Vastuu ympäristöstä, hyvinvoinnista ja kestävästä tulevaisuudesta*”. Tässä aihekokonaisuudessa koulun tulee opetussuunnitelman perusteiden (OPH 2004) mukaan tukea oppilaan tulevaisuusajattelua kestävä kehityksen arvojen mukaisesti. Tuulivoima on kestävä kehityksen mukaista energiantuotantoa ja sen avulla voidaan globaalilla tasolla osoittaa hyvinvoinnin uhkien muuttaminen mahdolli-

suudeksi. Aiheen avulla voidaan myös integroida useiden oppiaineiden tavoitteita ehyeksi kokonaisuudeksi. Tämä vaatii kuitenkin opettajilta intoa tehdä yhdessä ja keskustella ja rakentaa ehyt kokonaisuus.

Tuulivoima sopii myös aihekokonaisuuden ”Teknologia ja ihminen” osaksi. Aihekokonaisuuden tarkoitus on auttaa oppilasta ymmärtämään suhdetta teknologiaan sekä havaitsemaan teknologian merkitys elämässämme. Tuulivoiman avulla voidaan osoittaa, kuinka tekniikka kehittyy ja kehitetään yhä parempia ja toimivampia laitteistoja.

4. YMPÄRISTÖ JA LUONNONTIETO (YLLI) LUOKILLA 1-4 OPETUSSUUNNITELMAN PERUSTEIDEN MUKAAN

Lapsella on luontainen kiinnostus luontoa ja ympäristöä kohtaan. Koulun toivotaan tukevan luontaista kiinnostusta ja avaavan konkreettisilla kokemuksilla näkökulmia ympäristön ja luonnon tutkimiseen (Havu-Nuutinen 2005). Suomessa vuosiluokilla 1-4 opetetaan biologia, maantieto, fysiikka, kemia ja terveystiedon aiheet oppiaineena ympäristö- ja luonnontieto. Oppiaineen opetukseen mainitaan sisältyvän kestävä kehityksen näkökulma. Opetussuunnitelman perusteissa (OPH 2004) mainitaan myös, että oppiaineen opetuksessa tulee käyttää kokemuksellista ja elämyksellistä opetusta, jotta oppilaalle kehittyy myönteinen ympäristö- ja luontosuhde. Opetuksen tulee tukea oppilaan muodostaessa käsitystä toiminnastaan ympäristöstään. Tähän päästään opetussuunnitelman perusteiden (OPH 2004) mukaan parhaiten maasto-opetuksen avulla. Suomalainen ympäristö- ja luonnontiedon opettaminen poikkeaa Satu Havu-Nuutisen (2005) mukaan Euroopan maiden Science opetuksesta yhteiskunnallisen merkityksen korostamisen myötä. Muissa Euroopan maissa opetus painottuu puhtaammin luonnontieteisiin, kun meillä näkyy mukana kansalaistaidolliset ulottuvuudet. Opetuksen tavoitteissa opetussuunnitelman perusteet (OPH 2004) painottaa havainnoiden tekemiseen harjaantumista, mikä tuonee suomalaisen luonnontiedon lähemmäs muita Euroopan valtioita.

Oppiaineista ympäristö- ja luonnontietoon voi helposti ja luontevasti nivoa niin kestävä kehitykseen kuin tuulivoimaan liittyvät asiat. Opetussuunnitelman perusteissa oppiaineen kuvauksessa todetaan, että oppilaalle tulee antaa mahdollisuus kokemukselliseen ja ongelmakeskeiseen lähestymistapaan. Tuulivoiman alueelta voidaan löytää monia teemoja, joissa molempia näistä voidaan toteuttaa. Myös opetussuunnitelmien perusteissa (OPH 2004) mainitut työskentelytavat antavat mahdollisuuden erilaisiin lähestymistapoihin aina luokka- ja maastoretkestä laskuharjoitukseen. Tärkeää on, että oppilaalle muodostuu käsitys ihmisen ja luonnon välisestä vuorovaikutuksesta. Ympäristö- ja luonnontiedossa mainituista teemoista tuulivoima sivuaa useimpia, kuten oma lähiympäristö, kotiseutu ja maapallo ihmisen elinpaikkana tai ympäristön ilmiöt teemoja jne.

Erilaisten työskentelymuotojen käyttäminen on välttämätöntä oppitunneilla, jotta oppilas voi saavuttaa taitoja, joita hyvän oppimisen kriteereissä mainitaan. Näitä havainnointi-, kuvailu- ja tutkimustaitoja on harjoitettava paljon, jotta 4. luokkalaisten yltää vaadittuihin tavoitteisiin. Mielestäni tuulivoiman ja muiden uusiutuvien energiamuotojen opettamisessa voidaan helposti jo pienelläkin opettajan panostuksella harjoitella kuvailu- ja havainnointitaitoja. Esimerkiksi sääolojen havainnointi ja tutkiminen on melko helposti ja vaivattomasti järjestettävissä. Jos havainnoinnin saa jatkumaan pidemmän aikaa, tulee myös kirjaamis- ja raportointi- sekä yhteenvetotai-

tojen harjoittelua. Vinkkejä pieniin tehtäviin, joita koulussa voi toteuttaa, löytyy työn liiteosuudesta.

4.1. Miten ympäristö- ja luonnontiedon oppikirjoissa näkyy opetussuunnitelman perusteiden tavoitteet ja aiheeni

Olen käynyt läpi ympäristö- ja luonnontiedon oppikirjoja ja pyrkinyt poimaan sieltä aiheeni mukaisia asioita. Seuraavassa kappaleessa olen eritellyt oppikirjat ja aiheet, jotka mielestäni siellä näkyvät. Jatkossa pyrin myös esittelemään teemoja, joita näillä vuosiluokilla voisi ottaa esiin ja pyrin tuomaan niiden taustalle myös teoriaa opettajan tueksi.

4.1.1 Luonnonkirja alakoulun kirjasarja WSOY (2001–2003)

Luonnonkirja-sarja on suunniteltu alakoulun oppimateriaaliksi. Sarjasta löytyy ympäristö- ja luonnontiedon oppikirjat ja tehtäväkirjat vuosiluokille 1-6. Tuulta käsitellään kirjoissa jonkin verran. Kirjasarjan etuna on havainnoinnin tekemiseen kannustaminen ja oppilaan havaintojen kirjaaminen järjestelmällisesti.

4.1.2 Luonnonkirja 1

Kirjassa, joka on tarkoitettu ensimmäisen luokan oppilaille, lähdetään turvallisesti liikkeelle omasta lähiympäristöstä. Kirjan alkuun on nivottu kestävä kehityksen ajatusmaailmaa kehottamalla kierrättämään materiaalia ja hankkimaan tavaroita kirpputorilta. Kirja käy läpi veden olomuodot ja mainitsee vesihöyryn yhtenä olomuotona. Enemmän oppikirja kuitenkin painottaa tässä kohdassa jään muuttumista vedeksi kuin vesihöyryä. Tuulesta oppikirja mainitsee seuraavasti: ”*Aurinko lämmitää maapallon pintaa, ilma lämpenee. Kun lämmin ilma nousee ylös, tulee tilalle kylmää ilmaa. Ilma liikkuu. Tuulee*” (Nuutinen 2002, s. 44). Toisin sanottuna: tästä voisi päätellä, että tuuli on aina kylmää tai lämmin tuuli menee ylöspäin. Tekstiin liittyy kuva, jossa iloisilta näyttävät lapset lennättävät leijaa ja juoksevat. Kuvassa on selkeästi syksy ja lapsilla on kunnolliset ulkovaatteet. Samassa kuvassa myös yksi aikuinen mieshenkilö haravoi äkeän näköisenä, koska näyttää tuulevan aika kovasti ja lehdet pölyävät. Myös puut ovat kovasti taipuneet tuulen mukana ja aallot ovat järvellä vaahtopäisiä. Kuvaan on laitettu paljon asiaa ja tuulen opettamisen kannalta hyviäkin asioita, kuten tuulimylly, purjelaiva, kuivuvat pyykki jne. Opettajat tulee ohjeistaa erittäin hyvin kuvan käsittelyyn, jotta siitä nostetaan nuo asiat esille.

Tuuli jatkuu aiheena vielä seuraavallakin aukeamalla. Tässä on ohjeita ilman tutkimiseen. Ilmaa ohjataan etsimään kivistä, kankaasta ja tiilestä. Samalla sivulla neuvotaan rakentamaan myös lentokone paperista ja tuulihyrrä. Näihin ei kuitenkaan liity tehtäviä tai tutkimusta, ellei opettaja itse ohjaa näiden käyttöön.

4.1.3 Luonnonkirja 2

Oppikirjassa jatkuu hyvin samansuuntainen ote kuin kirjasarjan ensimmäisessä osassa, mikä johtunee samojen tekijöiden kädenjäljestä. Tutkimuksen tekeminen näkyy kirjassa selkeänä painoalueena, mutta myös havaintojen tekemistä tuetaan. Toisella luokalla selkeästi näkyy kirjallisiin tuotoksiin panostaminen.

Tuuliaiheeseen voi linkittää oppikirjan ilma-aiheen. Ilmaa lähestytään elottoman ja elollisen näkökulmasta. Kirja määrittelee elottoman ja elollisen sekä antaa esimerkkejä niistä.

Tuuli mainitaan toisen luokan oppikirjassa kohdassa ”Sää”. Siinä määritellään tuuli seuraavasti: ”*Tuuli on ilman liikettä. Tuuli voi olla heikkoa, kohtalaista, navakkaa tai myrskyisää*” (Nuutinen 2001, s. 41). Ensimmäisessä kirjasarjan osassa tuuli oli määritelty myös ilman liikkeeksi ja silloin oli vieressä piirretty kuva syksystä. Ennen äskeistä tuulen määrittelyä puhutaan Auringosta ja sen määrittelyssä sanotaan: Auringon säteily vaikuttaa ilman lämpötilaan ja saa ilman liikkumaan (Nuutinen 2001, s. 41). Tämä lause ehkä hiukan korjaa ensimmäisen kirjan virhettä siitä että korvaava kylmä ilma saa aikaan tuulen.

Kirja jatkaa sääaiheen käsittelyä, ja seuraavalla sivulla olevassa kuvassa on sääkartta, johon on merkitty ”tuuli merellä” nuolin. Tuulta ei kartoissa ole maalla ollenkaan.

4.1.4 Luonnonkirja 3

Luonnonkirja 3 (Honkanen ym. 2002) vain sivuaa tuulta mainitessaan Suomen maatalouden kohdalla, että sademäärämme vaihtelee. Tässä voisi tietysti olla enemmänkin selvitystä, miten kasvillisuusvyöhykkeet muodostuvat ja silloin tuulen merkitys olisi tärkeää kertoa. Tuuli aiheuttaa Auringon säteilyenergian epätasaisesta jakautumisesta maapallolle ja tuuli osaltaan tasoittaa energiaeroja.

4.1.5 Luonnonkirja 4

Luonnonkirja 4 käsittelee lämmön jakautumista ja sateen syntyä. Näissä kohdissa ei kuitenkaan tuuli liity oppikirjan tekstiin mitenkään. Koska kirja käsittelee sateen synnyn, tässä vaiheessa voisi mainita veteen sitoutuvan energian ja sen vapautumisen. Tuuli saa kuitenkin Luonnonkirja 4 oman kappaleen nimeltä ”Kuinka tutkitaan tuulta?” (Honkanen 2003, s. 82). Kappale käsittelee tuulen suunnan ja nopeuden mittaamista. Kirja kehottaa tutkimaan, miten nopeutta ja suuntaa mitataan, mutta ei kerro, miksi tällaisten tietojen kerääminen olisi mielekäästä tai mihin tietoja voisi käyttää. Oppikirja jatkaa siitä, miten tuuli syntyy ja etenee? säätilaan. Tuulen synnyn kirja esittää oikein tekstinä (Honkanen 2003, s.84), mutta käyttää vertauskuvallisena välineenä ilmakuplaa. Kirja kertoo lämpimän ilman nousevan ilmakuplana ylöspäin. Ilmakuplaa ei vain voi nähdä, ennen kuin siitä muodostuu pilvi. Ilmakupla, vertauskuvallinenkin, terminä on ehkä hieman arveluttava. Toki se antaa käsityksen siitä, että ilma nousee, mutta ainakin minulle syntyy mielikuva, että ilman pitäisi lämmentä tarpeeksi, jotta kupla voi irrota. Aivan kuin saippuakupla, joka tarvitsee puhaltaa tarpeeksi isoksi, jotta se irtoaa ja lähtee leijumaan. Kirja esittelee myös maa- ja merituulen, vaikka ei oikeilla nimillä.

Luonnonkirja 4 tehtävävihkossa (Honkanen ym. 2004, s.56–58), käsitellään tuulta puolentoista aukeaman turvin. Tehtävissä kirja käsittelee ilman lämpenemistä ja ylöspäin kohoamista paljon. Tehtävässä kannustetaan myös tuulen suunnan mittaamiseen. Kirjan loppupuolella käsitellään energiavaroja Pohjoismaissa. Näiden kohdalla ei mainita tuulivoimaa ollenkaan. Tämä on mielestäni suuri puute, koska oppilaalle jää mielikuva, ettei tuulella voi tuottaa energiaa, vaikka esimerkiksi Tanskassa tuulivoima on jo merkittävä energianlähde.

4.2.1. Ylli 1 ja 2, Ympäristö- ja luonnontieto Otavan kirjasarja

Otavan kirjasarja eriyttää omakseen oppikirjat perusasteen alimmille luokille. Kirjasarjan tapa käsitellä asioita on myös melko erilainen kuin WSOY:n Luonnonkirja-sarjalla. Tutkimuksiin ei opasteta niin paljon kuin Luonnonkirja sarjassa. Kirjasarja eroaa myös hyvin paljon ylempien vuosiluokkien kirjoista. Luokille 1 ja 2 tarkoitettut kirjat ovat tehneet eri tekijät ja kirjat ovat myös nimetty eri tavalla. Kolmannella luokalla oppilas saa siis aivan erilaisen kirjan. Toisaalta, se ehkä myös antaa oppilaalle mahdollisuuden huomata, että käsiteltävät asiat ovat erilaisia. Kirjasarjalle ominaista on seurata kouluvuotta asiajärjestyksellä.

4.2.2. YLLI 1 ympäristö- ja luonnontieto

Oppikirja (Karhiola 2001) käy läpi ensimmäisellä luokalla oppilaan lähiympäristöön liittyviä asioita. Kirja alkaa omasta koulusta ja laajenee lähiympäristöön. Melko alussa aloitetaan myös säätilan havainnointi. Tähän on myös liitetty elollinen ja eloton ympäristö. Kirja ottaa kuitenkin heti käsittelyyn myös veden ominaisuudet ja sen, mihin vesi katoaa, kun pyykkejä kuivatetaan. Tämän jälkeen käydään hiukan oppilaan omaa kehitystä ja siirrytään talveen. Tässä vaiheessa lukuvuotta onkin varmasti jo talvi ja lunta maassa. Talvesta jatketaan metsään ja lajistoon. Luonnon eläimistä siirrytään lemmikkeihin ja lopuksi kevääseen eläinten näkökulmasta. Opettajan on varmasti helppo seurata oppikirjan selkeää ja loogista etenemistä. Kirja on tehty jo vuonna 2001, joten se ei välttämättä noudata ihan tarkasti uusien perusasteen opetussuunnitelman perusteita (OPH 2004).

Säätilan kohdalla käydään tuuliihettä. Kuvatekstissä (Karhiola ym. 2001, s. 55) mainitaan tuuli ilman liikkeeksi. Teksti kuvaa myös tuulen voimakkuutta. Seuraavilla sivuilla (s. 57) käsitellään tuulen suuntaa säätilan yhteydessä. Veden olemuotojen yhteydessä mainitaan (s. 61), että tuuli edistää haihtumista. Veden kierto-kulun yhteydessä (s.62–63) kerrotaan selkeästi, miten sade syntyy, mutta muut asiat irrotetaan asiayhteydestä. Kirjassa ei mainita mitään lämmön kulkemisesta tai tuulen vaikutuksesta. Toisaalta tämä on ymmärrettävää, koska on kyse aivan pienistä oppilaista. Kuitenkin pienikin maininta asiasta olisi varmasti selkeyttävää ja myöhemmin helpottaisi asioiden yhdistämistä toisiinsa.

4.2.3. Koulun ympäristötieto 3

Koulun ympäristötieto- kirjasarja (Arjanne 2001) jatkaa Ylli-kirjasarjaa kolmannesta luokasta ylöspäin. Kirjan tekijät muuttuvat: kolmannen luokan oppikirjan on Otavalle tehnyt Satu Arjanne, Pirkko Kenno, Teuvo Nyberg, Matti Palosaari, Päivi Vehmas ja Olavi Vestelin. Kirjasarja aloittaa aivan erilaisen lähestymistavan kuin Ylli-sarja. Ansiona kolmannen luokan kirjaan voidaan mainita teksti kirjan alussa, joka on tarkoitettu oppilaan oppimista tukevalle henkilölle, kuten vanhemmille. Siinä kerrotaan, että kolmas luokka on paljon vaativampi kuin ensimmäinen ja toinen luokka ja, että läksyjen tekemiseen saattaa kulua paljon enemmän aikaa. Kirjalla on myös www-sivut joiden käyttö on ilmaista ja niiden lisämateriaaliin kehoitetaankin perehtymään.

Koulun ympäristötieto (Arjanne 2001) jatkaa Ylli-sarjan tapaan aiheiden käsittelyä vuodenaikat huomioiden. Aiheissa näkyy syksy, talvi ja kevät kronologisesti siten, että varmasti ympäröivä luonto tulee huomatuksi. Opettajan on myös helppoa miettiä, miten vuodenaikoja voi hyödyntää opetuksessa. Kirjasarjassa on myös oma

osansa fysiikan ja kemian sisältöihin ja tämä on nimetty ”nyt vehkeillään” – osuudeksi. Oppikirja on siis melko edistysellinen, vaikka se on painettu vuonna 2001. Oppikirja huomioi myös hyvin kodin ja koulun yhteistyön kappaleissaan.

Koulun ympäristötieto 3 -kirjassa (Arjanne 2001) käsitellään säätilaa ja sen ominaisuuksia. Kappale käsittelee myös tuulta (s. 76–77). Kirjassa on määritelty, miten tuuli syntyy tekstissä, mutta kuvalla sitä ei ole havainnollistettu. Tosin kuvasarjalla havainnollistetaan tuulen voimakkuutta aaltojen koolla ja isännänviirin liehumisella. Tekstissä mainitaan myös, miten tuulen nopeutta voidaan mitata ja, miten se yleensä kartoissa ilmaistaan. Kappaleessa käsitellään myös sateen syntyä ja kerrotaan että järvistä haihtuu vettä, joka nousee ylöspäin. Juuri aikaisemmin kerrottiin, että ilma nousee lämmitessään ylöspäin, mutta näitä asioita ei kuitenkaan mitenkään yhdistetä.

Vuodenaikojen käsittelyn yhteydessä esitetään maapallon kiertäminen Aurinگون ympäri. Vuodenajat kuvataan ja pyritään selittämään, miten vuodenajat syntyvät. Kirjan kuvassa maapallon kiertorata on kuvattu elliptiseksi, kuten Ojala (1997) on tutkimuksessaan todennut kirjoissa usein kuvattavan. Oppikirja pyrkii kuvatekstien avulla kuitenkin selvittämään, miksi mikäkin vuodenaika on missäkin vaiheessa aurinگون säteilyn määrästä riippuen. Toisaalta kuvasta voi päätellä, että Aurinko olisi lähempänä kesällä kuin talvella. Ehkä voidaankin ajatella, että oppikirjan tekijät eivät ole perehtyneet Ojalan tutkimuksiin. Vuodenaikojen yhteydessä (Arjanne 2001) kerrotaan myös Golfvirrasta (s. 81), jonka sanotaan syntyvän valtameren yllä puhaltavien säännöllisten tuulten liikkeestä. Kuitenkaan ei kerrota, mistä säännölliset tuulet saavat energiansa. Tutkijan sivulla (s. 82) kirja johdattaa säätilan tarkkailemiseen pidemmällä aikajaksolla.

4.2.4. Koulun ympäristötieto 4

Otavan kirjasarjan neljäs jakso noudattaa samaa linjaa kuin kolmannen luokan kirja. Tekijät ovat puoliksi samat kuin kolmannen luokan kirjassa: Satu Arjanne, Sanna Jortikka, Matti Leinonen, Teuvo Nyberg, Matti Palosaari, Jyrki Uusi-Viitala. Kirja on valmistunut 2004. Kirjan sisällysluettelossa näkyy niin ”Nyt vehkeillään” –osuus kuin ympäristön vuodenaikatkin.

Kirja aloittaa maatalon eläimillä ja kappale käsittelee maatalon toimintaa melko laajasti. Seuraava kappale jatkaa maataloudella ruuantuotannon käsittelyssä. Kestävä kehitys näkyy noin puolen sivun kappaleessa (Arjanne 2004 s. 33), jossa käsitellään luomuviljelyä. Kirja voisi mielestäni käsitellä aihetta laajemminkin ja huomioida esimerkiksi, miten energiaa voitaisiin maalla tuottaa.

Pohjoismaiden yhteydessä mainitaan Golfvirta (Arjanne 2004 s. 87). Tosin kirjassa on aika painava virhe

Golfvirran ansiosta ihmisten eläminen pohjolassa on mahdollista

On tietysti totta, että Golfvirta tuo paljon lämpöä ja leudontaa olosuhteitamme paljon, ei kuitenkaan niin paljon, ettekö ihmisen eläminen olisi mahdollista ilman. Olosuhteet olisivat vain toisenlaiset. Kirjassa mainitaan vielä sama asia uudelleen kappaleen lopussa olevassa AVAINSANOJA-kohdassa:

Golfvirta on lämmin Atlantin merivirta, jonka ansiosta ihmisasutus on pohjolassa mahdollista.

Pohjoismaita läpikäydessään kirja mainitsee Norjan kohdalla (Arjanne 2004 s.

99) energia-asiat eli vesivoiman, maaöljyn ja maakaasun. Tanskan kohdalla (s. 105) on oma kappale sähköntuottamisesta tuulivoimalla. Kirjan kappale kertoo tuulivoiman hyödyntämisestä ja vertaa sitä vesivoimaan. Kirja myös mainitsee energian riittävyyden ja saatavuuden, mutta ei mainitse termiä uusiutuva energia. Kappaleen tehtävissä kysytään myös ”Miksi tuulivoiman käyttö sopii Tanskaan?” Mielestäni voisi ennemmin kysyä, miksi tuulivoiman käyttö ei sopisi muualle.

Oppikirjassa on myös kappale ukkosesta, minkä avulla johdatellaan oppilas sähkön pariin. Sähkö on neljännellä luokalla todella haastava asia niin oppilaalle kuin opettajalle. Kestävän kehityksen näkökulma näkyy ”näin käytät sähköä” kappaleen (Arjanne 2004 s.125) ”miten voit säästää sähköä?” – osuudessa. Kappaleessa kehoitetaan oppilaita sammuttamaan turhat sähköä käyttävät laitteet ja esimerkiksi miettimään, kun avaa jääkaapin tai pakastimen.

Olomuotojen muutosta ja lämmön siirtymistä käsittelevässä osassa (Arjanne 2004 s. 130-135) käydään olomuotojen muutokset läpi esimerkein ja tutkimustehtävin. Lämmön siirtymisosuudessa havainnollistetaan veden ja ilman lämmön siirtokykä.

4.2. Sisällöt, jotka sopivat ympäristö- ja luonnontietoon vuosiluokille 1-4.

Perusopetuksen vuosiluokilla 1–4 käydään monia aihealueita, joihin voi luontevasti yhdistää niin tuulta aiheena kuin myös kestävä kehitystä ja uusiutuvia energioita. Tuulivoima olisikin erittäin hyvä aihe juuri Yllin opetukseen, koska siinä yhdistyy monen tieteen alan tieto yhdeksi. Tuulen avulla pystytään myös opettamaan monenlaisia suurempia kokonaisuuksia integroiden tieto toistaan tukevaksi.

Perusopetuksen opetussuunnitelmien perusteissa (OPH 2004) Ympäristö- ja luonnontiedon oppiaineen kuvauksessa viitataan suoraan tutkivaan ja ongelmakeskeisen lähestymistavan käyttämiseen. Vuosiluokkien 1-4 kuvauksessa mainitaan myös kestävä kehityksen näkökulma kaikkien muiden tavoitteiden joukossa. Tavoitteissa mainitaan, että ”*oppilas oppii suojelemaan ympäristöönsä ja säästämään energiavaroja*”. Kuitenkin ”hyvän osaamisen” -kriteereissä 4. luokan päättyessä, mainitaan vain, että oppilas osaa rakentaa yksikertaisen virtapiirin paristosta, lampusta ja johtimesta. Toisaalta veden olomuotojen ymmärtäminen on osa tuulisysteemin ymmärtämistä, mutta luulen, ettei opettaja mene niin pitkälle opetuksessa, kun ”hyvän osaamisen” -kriteerit ovat täsmälliset ja normimuodossa kirjoitetut. Nämä kriteerit tulevat varmasti ohjaamaan opetusta paljon.

Sari Havu-Nuutisen (2005) tutkimuksessa ilmeni, kuinka vaikeaa oppilaan on ymmärtää lämpötilan vaikutus esimerkiksi veden olomuotoihin. Veden ajatellaan haihtuvan vasta noin sadassa asteessa ja jäätyvän -10-20 asteessa. Tutkimuksessa osoitettiin, että aiheena sekä lämpötila että olomuodot ovat niin vaikeat, että niihin tulee panostaa useana vuotena. Lapsen on kerrattava useita kertoja asiaa, ennen kuin hän pystyy omaksumaan asian. Uuden opetussuunnitelman (Opetushallitus 2004) mukaan ”hyvän osaamisen” -kriteerit on tehty nivelvaiheeseen neljännen luokan päätteeksi. Tämä aiheuttaa ongelman suunnitella, miten asiat käydään eri luokilla ja mitä painotetaan milläkin luokalla. Esimerkiksi hyvän osaamisen kriteeri: ”*oppilas ymmärtää kuinka eloton ja elollinen luonto eroaa toisistaan*” on aiheena melko vaikea asia. Toisaalta lapsilla on Havu-Nuutisen (2005) mukaan luontainen taipumus olla kiinnostunut ympäristöstä ja luonnosta, mutta arkikäsitteet ovat kuitenkin erittäin sitkeitä ja vaikeita muuttaa.

Seuraavaan olen koonnut aiheita, jotka ovat mielestäni tueksi opettajalle, kun

hän opettaa vuosiluokkia 1-4. Alemmilla vuosiluokilla luokanopettaja voi usein integroida aiheita ja tämä on juuri tuuliaiheen kohdalla erittäin järkevää ja suositeltavaa.

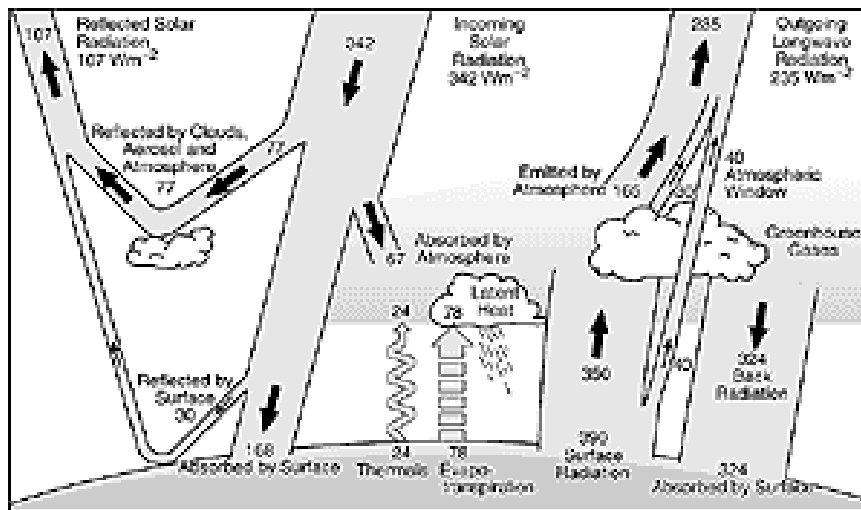
4.2.1. Ilmakehän energiatalous ja tuulen syntyminen

Maapallon energia on pääasiassa peräisin Auringosta. Vain pieni osa energiatamme saadaan maapallon sisältä, vulkaanisesta toiminnasta ja radioaktiivisten aineiden hajoamisesta ja Kuun vetovoimasta. Maapallon sisällä oleva energia ei kuitenkaan suurestikaan vaikuta maan ilmastoon, vaikka sen voimalla liikkuukin jopa mantoiteita (Karttunen ym. 2001). Pitkällä ajalla maan sisäisellä energialla on siten merkitystä maapallon ilmastoon, että mannerlaatat liikkuvat eri puolille maapalloa ja sen seurauksena mannerlaattojen ilmasto muuttuu, koska niiden sijainti maapallon pinnalla muuttuu (Kakkuri 2004). Kuun vetovoiman energiaa voidaan hyödyntää vuorovesivoiman avulla.

Aurinko on linnunradan tähti, jonka energia syntyy ydinreaktioissa. Aurinko on noin 109 kertaa suurempi kuin maapallo. Säteilyenergiaa tulee maahan Auringosta $1.74 \cdot 10^{17}$ W (DWIA 2004), joka on noin neljä tuhatta kertaa enemmän, kuin kasvit käyttävät yhteyttämiseen. (Berninger ym. 1999). Maapallon ilmakehään saapuvasta energiasta suurin osa varastoituu sellaiseen muotoon, että sen hyödyntäminen on vaikeaa tai lähes mahdotonta. Vaikeasti hyödynnettävässä muodossa energia on esimerkiksi molekyylien lämpöliikkeessä syntyvässä sisäisessä liike-energiassa, potentiaalienergiassa sekä veden olomuotoihin sitoutuneessa energiassa (Karttunen ym. 1997).

Ihminen on pyrkinyt vapauttamaan energiaa tarpeisiinsa sellaisista muodoista, joista se helposti vapautuu. Tällaisia energiamuotoja ovat esimerkiksi puu tai fossiiliset polttoaineet. Energian tuotannosta on kuitenkin aiheutunut ongelmia mm. ilmastolle ja siksi on mietittävä uusia energialähteitä, jotka saastuttaisivat vähemmän. (Karttunen ym. 1997). Toisaalta nykyisin käytettävät fossiiliset energianlähteet uhkaavat myös loppua ja siksi uusien energiantuotantomuotojen käyttäminen on tärkeää.

Maapallolle saapuu energiaa Auringosta lämpösäteilynä. Auringon säteily jakautuu epätasaisesti eripuolille maanpintaa. Säteiden jakautuminen epätasaisesti maan pinta-alalle johtuu maan pallonmuodosta ja liikkeestä. Päiväntasaajalle tulee pinta-alaa kohden enemmän säteilyä kuin napa-alueille (Karttunen ym. 1997). Kun säteet osuvat maapallon pintaan kääntöpiirien ja napojen välillä, ne saapuvat vinosti pinta-alaa kohti, jolloin pinta-alaa kohti saapuu vähemmän säteitä (Kakkuri ja Hjelt 2000).



Kuva 2. Ilmakehän säteilytase (IPCC 2001).

Maahan saapuvasta säteilystä puolet on näkyvän valon aallonpituusalueella ja toinen puoli lähellä infrapunäsäteilyä ja ultraviolettisäteilyä (IPCC 2001). Kaikki säteily ei läpäise maapallon ilmakehää. Säteilytasapaino on esitetty hyvin kuvassa 1. On huomattava että osa säteilystä, noin 20 %, heijastuu pilvistä ja saman verran absorboituu yläilmakehään. Maanpinnalle saapuu vain noin puolet säteilystä. Tämä säteily lämmittää maanpintaa ja heijastuu osaksi takaisin lämpösäteilyinä ja osaksi latenttilämpönä. Pieni osa lämmöstä kulkeutuu syvemmälle maan kerroksiin.

Maan pinta varastoi pienen osan lämmöstä itseensä, ja luovuttaa suurimman osan lämpöenergiastaan säteillen lämpöä yläpuolellaan olevalle ilmalle. Ilma lämpee ja alkaa kohota ylöspäin. Tärkeänä elementtinä ilman lämpenemisessä ja energian siirrossa on vesi (Karttunen ym. 1997). Veden haihtuminen sitoo energiaa ja vesihöyryn tiivistyminen puolestaan vapauttaa energiaa.

Voi olla vaikeaa ymmärtää, että ilma sitoo lämpöä, varsinkin jos ei ole ymmärtänyt, että ilma on ainetta. Kun ymmärtää ilmakehän koostumuksen, on tärkeää hahmottaa se, että juuri ilman vesihöyry sitoo paljon energiaa. Yleensä ilmakehän koostumuksesta puhuttaessa ei vesihöyryä mainita, koska puhutaan kuivan ilman koostumuksesta. Vesihöyry on kuitenkin tärkeä osa ilmakehän energian kuljetusta, vaikka se ei ole määrällisesti suuri osa. Massaksi muutettuna ilmassa on vain joitakin prosentteja vesihöyryä (Kakkuri ja Hjelt 2000). Kun ymmärtää vesihöyryn toiminnan, ilmakehän energian siirtymisessä, on ilmakehän toiminta helpompi hahmottaa.

Karttunen ym. (1997) vertaa lämpiämistä kynttilään, joka lämmittää yläpuolellaan olevaa ilmaa. Lämmitessään ilman kaasumolekyylit alkavat liikkua enemmän ja tarvitsevat siksi suuremman tilavuuden. Ilman tilavuus siis kasvaa lämmön vaikutuksesta. Koska tilavuus kasvaa, ilman massa kevenee ja ilma alkaa kohota ylöspäin. Sama ilmiö tapahtuu maapallolla, päiväntasaajalla. Lämmennyt maanpinta luovuttaa lämpöä yläpuolellaan olevalle ilmalle. Ilman tilavuus kasvaa ja samalla se kevenee ja alkaa kohota ylöspäin. Lämmön kuljetus tapahtuu pystysuunnassa eli vertikaalisuunnassa ja sitä kutsutaan konvektioksi. Tämä on esitetty WSOY:n kirjassa Luonnonkirja 4 (Honkanen ym. 2003) kuplan muodostumisena.

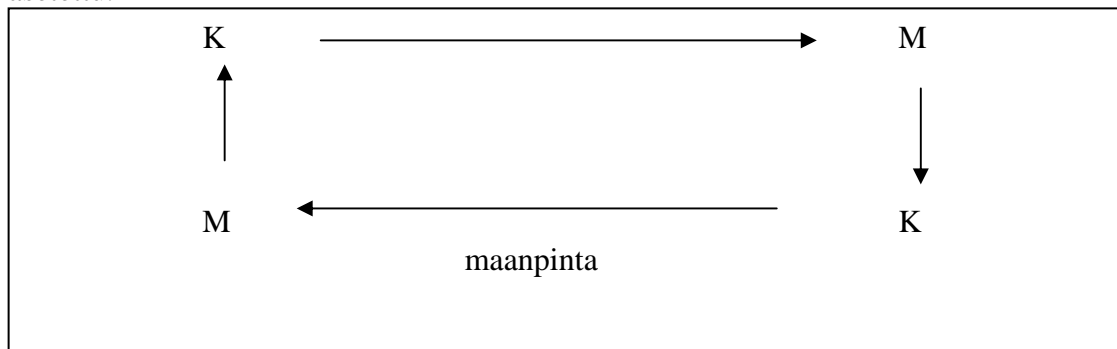
Lämpimän ilman kohotessa ylöspäin sen lähtöpaikkaan ei synny tyhjiötä, vaan viereisiltä alueilta alkaa ilmaa virrata korvaamaan kohonnutta ilmaa. Tämä ilmanliikkumisilmiö on nimeltään tuuli. Tuuli siis syntyy lämpötilaerojen seurauksena ja samalla se tasoittaa maapallon lämpötilaeroja. Tuuli on toisin sanoen ihmisen aisti-

maa ilman liikettä.

Auringon säteilemästä energiasta vain noin 1,5 % tarvitaan tuulen aikaansaamiseen (DWIA 2004). Tuulen saamaa energiamäärää verrattaessa biomassaksi muuttuneeseen energiaan, huomataan suuruus. Tuulen saama energia on noin 50–100 kertaa enemmän, kuin mitä kaikki maapallon kasvit pystyvät auringonenergiasta muuttamaan biomassaksi yhteyttämällä (DWIA 2004). Vaikka tuulen energiamäärä tuntuu pieneltä verrattuna koko maapallolle saapuvaan energiamäärään verrattuna, se on kuitenkin huomattava, eikä se koskaan lopu.

4.2.2. Globaali ilmasto sekä korkeapaine ja matalapaine

Matalapaine syntyy paikkaan, jossa ilma lämpiää ja kohoaa ylöspäin, kuten päiväntasaajalla. Siellä ilmanpaine maanpintaa kohtaan vähenee, koska ilma kohoaa ylöspäin. Korkeapaine puolestaan syntyy kohtaan, johon ilma luovutettuaan kaiken lämpöenergiansa laskeutuu. Tässä kohdassa ilmaa tulee ylhäältä enemmän ja paine kasvaa maanpinnan lähellä ja syntyy korkeapaine. Korkeapaineen paine ero pyrkii tasaantumaan matalapaineeseen päin, ja siksi matalapaineen keskukseen tuulee korkeapaineesta päin (Pakkanen, J. 1979). Kuvassa 3 on esitetty, miten matalapaineen ja korkeapaineen välillä tuulee. Korkeapaineiden ja matalapaineiden paikkoja voi havainnollistaa myös sääkartalta katsomalla, miten tuulensuuntaa osoittavat nuolet on asetettu.



Kuva 3. Tuulen kierto matalapaineen ja korkeapaineen välillä.

Päiväntasaajan seutu saa enemmän auringon säteilyä ja siten myös lämpöä, kuin muut osat maapalloa. Ilma lämpiää päiväntasaajalla ja kevenee. Kevyt kuuma ilma nousee ylöspäin. Syntyy suhteellisen pysyvä matalapainevyöhyke. Ilma saattaa nousta jopa 10 kilometrin korkeuteen, troposfäärin yläosaan, ja jakautuu sitten kulkemaan kohti napoja. Jos maapallo ei pyörisi, tapahtuisi juuri näin suoraviivainen ilman liikkuminen, ja ilma laskeutuisi taas alas napa-alueilla luovutettuaan kaiken lämpöenergiansa. Laskeuduttuaan se palaisi takaisin päiväntasaajalle maanpintaa pitkin (Karttunen ym. 1997). Maapallon pyörimisliikkeen vuoksi ilmavirtaus kuitenkin kääntyy pohjoisella pallonpuoliskolle oikealle ja eteläisellä puoliskolla vasemmalle. Saapuessaan Troposfäärissä antipasaatina noin kolmenkymmenen leveysasteen kohdalle tuuli on kääntynyt niin paljon oikealle, että se tuntuu puhaltavan idästä. Tuulet muodostavatkin substrooppisen suihkuvirtauksen (Kakkuri ja Hjelt 2000). Kaikki ilmassa ei pysty jatkamaan matkaansa itään päin, vaan ilma ahtautuu ja alkaa menettää vesihöyryyn sitoutunutta energiaansa ja laskeutuu maan pinnalle. Kolmenkymmenen leveysasteen kohdalla syntyykin pysyvä korkeapainevyöhyke, jota kutsutaan hepoasteeksi (Kakkuri ja Hjelt 2000). Hepoasteet ovat saaneet nimensä siitä, että siellä tuulee heikosti ja aiemmin, purjelaivojen aikaan, jouduttiin hevoset heittämään laivasta mereen juomaveden loppumisen vuoksi (Karttunen ym. 1997). Kelluvista hevosten raadoista syntyi sitten nimi hepoasteet.

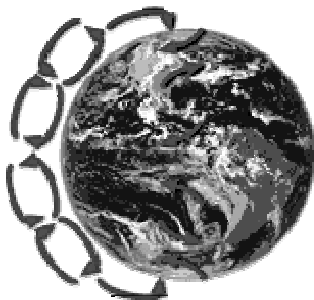
Hepoasteilla laskeutunut ilma saa merestä energiaa ja jakautuu kulkemaan kohti päiväntasaajaa ja napoja. Päiväntasaajaa kohti palaava ilmavirtaus kääntyy coriolisvoiman vaikutuksesta länttä kohti (Kakkuri ja Hjelt 2000). Näitä tuulia kutsutaan pasaatituuliksi. Pohjoisella pallonpuoliskolla tuuli on koillispasaati ja eteläisellä pallonpuoliskolla kaakkoispasaati. Pasaatituulten ja päiväntasaajalta nousevan ilman muodostamaa kiertoa kutsutaan pasaatikierroksi tai Hadleyn soluksi (Kakkuri ja Hjelt 2000). Georg Hadley (1685–1768) oli englantilainen fyysikko-meteorologi. Hän selitti ensimmäisen kerran pasaatituulet ilmakehässä tapahtuvalla kierrolla. Myöhemmin hänen teoriaansa pyrittiin kumoamaan, mutta sittemmin se todettiin oikeaksi (Karttunen ym. 1997).

Hepoasteilta napoja kohti jatkava virtaus kiertyy coriolisvoiman vuoksi molemmilla pallon puoliskoilla itäänpäin ja muodostaa länsituulten vyöhykkeen (Kakkuri ja Hjelt 2000). Tätä kutsutaan myös keskileveysasteiden ilmamassaksi, ja siellä vallitsevina tuulina ovat lännestä ja lounaasta puhaltavat tuulet. Koska napoja kohti virtaavat tuulet jäähtyvät, niiden suhteellinen kosteus kasvaa, ja siksi länsituulten vyöhykkeen ilmasto on kosteaa (Karttunen ym. 1997).

Osa päiväntasaajalta nousseesta ilmasta on jatkanut navoille asti ja laskeutuu siellä alas ja kääntyy virtaamaan päiväntasaajaa kohti kylmänä ja kuivana. Tätä ilmamassaa kutsutaan polaari-ilmamassaksi. Polaari-ilmamassa ja keskileveysasteiden ilmamassa vaihtelevat Suomessa. Nämä ilmamassat aiheuttavat pitkälti säämmen vaihtelun (Karttunen ym. 1997). Polarinen ilmamassa on kuiva ja kylmä. Keskileveysasteiden ilmamassa on kostea ja lämpimämpi.

Napojen ylle kehittyy kylminä vuodenaikoina arktinen ilmamassa, joka saattaa joskus ulottua Suomenkin ylle. Tällöin saattaa säämmen olla pitkään erittäin kylmää (Karttunen ym. 1997). Helpoimmin arktinen ilmamassa pääsee mantereelle koillisesta (Karttunen ym. 1997), koska siellä ei ole sulaa merta lämmittämässä ilmaa.

Tuulisysteemi muodostaa maapallon globaalit tuuliolot, jotka syntyvät siis auringon säteilyn epätasaisesta jakautumisesta, mutta myös termodynamiikan perussääntöjen seurauksena. Maapallon pinnalle syntyvä tuulisysteemi on pysyvä, sen voidaan sanoa rakentuvan soluista, jotka näkyvät hyvin seuraavassa kuvassa.



Kuva 4. Tuulen kierto maapallolla. (DWIA 2004)

Kuvasta 4 voidaan nähdä, kuinka päiväntasaajalle, maanpinnan tuntumaan, syntyy jatkuva matalapaine. Ilma kohoaa ylös ja yläilmakehään muodostuu korkeapaine. Ilma jakautuu kulkemaan molempia napoja kohti. Coriolisvoima, joka aiheutuu maapallon pyörimisestä, kääntää tuulia pyörimisen mukana. Sama voima myös pakottaa hepoasteilla ilman laskeutumaan maanpinnalle. Tämä on yksi ilmastosuolu. (DWIA 2004). Kuvioon ei ole merkitty tuulia, jotka jatkavat yli koko systeemin navoille asti. Kuljettaessa päiväntasaajalta navoille vaihtelevat korkeapaineen ja matalapaineen vyöhykkeet.

lapaineen vyöhykkeet ja navoilla ovat pysyvät korkeapaineen alueet, koska siellä ilma palaa maanpinnalle.

5. BIOLOGIA JA MAANTIETO OPETUSSUUNNITELMIEN PERUSTEIDEN MUKAAN VUOSILUOKILLA 5–6

Vuosiluokasta 5 eteenpäin ympäristö- ja luonnontieto hajoaa omiksi oppiaineikseen. Biologian ja maantieteen opetusta vielä integroidaan vuosiluokilla 5 ja 6 ja niihin integroidaan myös terveystiedon opetus. Perusopetuksen opetussuunnitelmien perusteissa biologian ja maantieteen tavoitteissa mainitaan taas yleistävästi ihmisen toiminnan vaikutukset maapallolle sekä ihmisen toiminnan riippuvuus ympäristön tarjoamista mahdollisuuksista. Näitä ei kuitenkaan mainita ”hyvän osaamisen”-kriteereissä. Tärkeämmiksi osaamisalueiksi ovat nousseet kasvilajien tunnistaminen sekä erilaisten termien osaaminen ja kartan lukeminen.

Vuosiluokilla 5-6, kun biologia ja maantiede vielä integroidaan, toisi tuulisysteemin opettaminen hyviä sisältöjä. Tuulisysteemin avulla oppilas oppisi ehkä helpommin eri kasvillisuusvyöhykkeet. Kun ymmärtäisi veden ja vesihöyryn määrän tuulissa, olisi helpompi ymmärtää syntyneet kasvillisuusvyöhykkeet. Eikä tarvitsisi opetella ulkomuistin varassa, missä on aavikkoa ja missä sademetsää tai missä kivi- ja missä lehtimetsää.

5.1. Miten biologian ja maantieteen oppikirjoissa näkyy opetussuunnitelmien perusteiden tavoitteet ja aiheeni

5.1.1 Luonnonkirja 5

Luonnonkirja 5 on enemmän vanhan perusopetuksen opetussuunnitelman mukaan tehty oppikirja, joka sisältää fysiikan, kemian, maantiedon, biologian ja terveystiedon keskeisimmät aihealueet. Kirja on tehty vuonna 2002, mutta käyttämäni kirja on painettu 2004. Ilmeisesti ajatus kustantajalla ja tekijöillä on, että kirjaa voi käyttää uuden opetussuunnitelman perusteidenkin kanssa. Tosin tämä varmasti pitää paikkansa ja kirja on varmasti ihan käyttökelpoinen edelleenkin, mutta tällöin opettajalta vaaditaan enemmän, koska kirja käsittelee aihealueita suppeammin, kuin kirjat, joissa fysiikka ja kemia ovat omassa kirjassa ja biologia ja maantieto omassa kirjassa. Toisaalta tämä kirja on tarkoitettu vain viidennen luokan käyttöön, eikä se sisällä aiheita, jotka tulee käsitellä kuudennella luokalla. Kirjan tekijät ovat myös samat, kuin aiempien luokkien kirjoissa, joten sarja säilyttää yhtenäisen ilmeen ja asioiden esittämistyylin säilyy ja luonee siten oppilaalle turvallisen olon oppia ja opiskella.

Kirjassa käsitellään ravinnontuotantoa, ihmistä, avaruutta, Eurooppaa sekä eliökuntaa. Uusiutuvat energiat ja tuuli näkyvät oppikirjassa lähinnä Eurooppaa käsittelevässä luvussa. Euroopan ilmaston yhteydessä sivutaan tuulta ja erillisessä Euroopan valtioliitteessä on Tanskan kohdalla jopa kuva nykyaikaisesta tuulivoimalasta.

Euroopan ilmastoa käsittelevässä kappaleessa (Honkanen ym. 2004, s. 110-113) kerrotaan että ilmasto on pitkäaikaisten säähavaintojen tulos. Näin mainitaan myös tuulen suunta ja nopeus yhtenä osatekijänä säätilaan ja sitä kautta pitkällä aikavälillä ilmastoon. Kirjan takana (Honkanen 2004, s. 221) ilmasto määritellään seuraavasti:

Jollakin alueella 30 vuoden aikana tehtyjen säähavaintojen keskiarvo.

Oppikirjan tekstissä tällaista määritelmää ei suoraan sanota. Mielestäni tuo määritelmä pitäisi löytyä myös suoraan oppikirjan tekstistäkin, eikä vain käsitteha-kemistosta kirjan takaa.

Oppikirjassa on kuitenkin erittäin hyvä kuva auringon säteiden jakautumisesta maapallolle sivulla 111. Kuvasta voi päätellä myös, miten opettaja voi havainnollis-taa asiaa luokalleen piirtoheittimen avulla. Kuvan tekstissä asia liitetään myös poltto-lasin käyttöön.

Tanskaa käsittelevässä valtioliitteessä (Honkanen ym. 2004, s168-169) on kuva Tuulivoimaloista. Oppikirjan teksti ei kuitenkaan edes mainitse, asiaa eikä kuva siis mitenkään linkity tekstiin. Tekstissä mainitaan kyllä Tanskan ilmastosta, että se on tyypillinen meri-ilma-asto ja vallitseva sää onkin usein tuulinen ja epävakaa.

5.1.2 Luonnonkirjan biologia ja maantieto 5&6

Luonnonkirjan biologia & maantieto (Honkanen-Rihu 2004) on tarkoitettu vii-dennen ja kuudennen luokan biologian ja maantiedon sisältöjen käsittelemiseen. Op-pikirja on suunniteltu uuden opetussuunnitelman mukaiseen biologian ja maantiedon sisältöjen käsittelyyn. Kirja on huomattavasti laajempi sisällöltään, kuin aikaisem-min läpikäymäni luonnontieto 5, joka käsittelee sekä fysiikan, kemian, maantiedon että biologian sisällöt. Tosin tämä kirja on tarkoitettu sekä viidennelle että kuuden-nelle luokalle ja siksi sisältäneen paljon enemmän aiheita, kuin pelkkä viidennen luokan kirja. Oppikirja käsittelee biologian ja maantiedon keskeiset aihealueet sekä terveystiedon aihealueita. Kirja käy läpi ravinnontuotannon, ihmisen, Euroopan, Eliökunnan, Metsän elinympäristönä, Afrikan ja Lähi-idän, Tyynenmeren ympäris-tön sekä ympäristön. Kirja sisältää myös valtioliitteen.

Tämä oppikirja lähtee samoilta pohjilta, kuin yhdistelmäoppikirja eri aineista. Kuvat ovat samanlaiset samoin aiheet. Eurooppaa käsittelevässä luvussa paneudutaan Euroopan ilmastoon ja eri ilmastovyöhykkeisiin. Teksti ei kuitenkaan mitenkään selvitä, mistä ilmastovyöhykkeet perimmiltään johtuvat niin, kuin ei yhdistelmä kir-jassakaan. Puhutaan korkeuseroista ja sademäärästä sekä eri ilmastoista, mutta mi-tenkään ei paneuduta asiaan, miksi eri paikoilla sataa enemmän tai, miksi ei sada. Yhdessä kappaleessa aivan alussa (Honkanen-Rihu ym. 2004, s. 78) mainitaan Golf-virta ja sen lämmittävä vaikutus Pohjois-Eurooppaan. Euroopan kohdalla mainitaan teollistumisen yhteydessä (s. 98) erilaiset energialähteet. Tässä yhteydessä mainitaan uusiutuvat ja uusiutumattomat energialähteet ja selitetään, mitä ne tarkoittavat. Saksa ja Tanska mainitaan esimerkiksi tuulienergian käyttäjämaina ja Suomenkin tuu-lienergian käytön lisääntyminen mainitaan.

Oppikirja on hienosti onnistunut kuvaamaan, miten sademetsät syntyvät. Kir-jassa (Honkanen ym. 2004, s.179) on erittäin hyvin kuvattu, miten Aurinko lämmit-tää maanpintaa päiväntasaajalla ja maa luovuttaa lämmön yläpuolellaan olevalle il-malle. Tekstissä myös huomioidaan vesihöyryn suuri osuus lämpimässä ilmassa. Tekstiä havainnollistaa kuvasarja, joka on myös onnistunut. Itseäni ihmetyttää kui-tenkin se, miten oppilaille, joille aikaisemmissa kirjasarjan osissa on opetettu että ilma nousee ilmakehässä, nyt selitetään, että ilma nousee jatkuvasti. Tosin ymmärrän sen, että on helpompi havainnollistaa nuorelle oppilaalle laavalampun ja ilmakehän avulla ilman nousemista, mutta mietin pitäisikö tässä yhteydessä asia mainita ja sel-vittää, ettei asia ihan niin olekaan, kuin aikaisemmin on kerrottu.

Oppikirja jatkaa eri ilmastovyöhykkeiden läpikäymistä Afrikan osalta. ”Afri-kan rikkaudet -kappaleessa” (Honkanen-Rihu ym. 2004, s.190–193) paneudutaan

Afrikan luonnonvaroihin ja energialähteisiin. Luonnonvaroina mainitaan puulajit ja kalastus. Energialähteiden kohdalla sanotaan seuraavasti:

Afrikassa tuotetut energialähteet voidaan jakaa kahteen ryhmään. Toiseen ryhmään kuuluvat fossiiliset polttoaineet, kuten kivihiili, maaöljy ja maakaasu. Toisen ryhmän muodostaa nykyisten ydinvoimaloiden tärkein energianlähde, uraaniniminen metalli.

Oppikirja ei mainitse tekstissä, että energialähteitä voisi olla myös uusiutuvat energialähteet ja niitähän Afrikassa olisi paljon. Fossiiliset polttoaineet selvitetään kirjan käsittekehakemistossa (s. 356) seuraavasti:

Muinaisen eläinten kasvien ja eläinten jäänteistä syntyneet energialähteet esimerkiksi maaöljy, kivihiili ja maakaasu ovat fossiilisia polttoaineita.

Lähi-idän kohdalla (s. 200) mainitaan sen suuret fossiilisten polttoaineiden, etenkin maaöljyn varannot, ja kuinka tämän takia muu maailma on erittäin kiinnostunut Lähi-idästä.

Viimeisessä osiossaan, ympäristö (s. 233–257), kirja käsittelee mm. ympäristöongelmia ja niiden syitä. Kappaleessa ”Mikä uhkaa ympäristöämme?” käsitellään mm. uusiutumattomien luonnonvarojen liikakäyttöä. Kappaleessa mainitaan mm. öljyn polttamisesta aiheutuvat ongelmat, hiilidioksidipäästöt ja veden sekä maaperän happamoituminen. Uusiutuvien luonnonvarojen kohdalla kirja painottaa ravintoa ja puustoa, mutta mainitsee aurinko-, tuuli- ja vesivoiman. Tekstissä toivotaan myös, että energian kulutus tasaantuisi maapallolla. Tekstissä mainitaan myös kestävä kehityksen periaatteet.

5.1.3. Koulun biologia ja maantieto 5

Koulun biologia ja maantieto on viidennelle luokalle tarkoitettu Otavan kirja. Tekijät ovat melkein samat, jotka sarjan kolmannen luokan kirjaa ovat tehneet: Satu Arjanne, Pirkko Kenno, Teuvo Nyberg, Matti Palosaari, Päivi Vehmas, Olavi Vestelin. Kirja on valmistunut 2004, eli siinä on varmasti uudet opetussuunnitelman perusteet olleet selvillä. Kirja on uskollinen vuodenaikojen ja ympäristön huomioimiselle. Tuulivoiman, uusiutuvien energioiden ja kestävä kehityksen kannalta kiinnostavaa on ilmasto Euroopassa, aavikot ja sademetsät.

Euroopan ilmaston yhteydessä selvitetään merivirtojen synty ja, miten ilmasto vaikuttaa vallitsevaan säätyyppiin. Toisaalta kirja myös selvittää, miten kasvillisuusvyöhykkeet syntyvät ja, miten eliöstö on sopeutunut vallitseviin oloihin.

Aavikoiden yhteydessä selvitetään, miten säteily jakautuu maapallolle. Kuvasa (Arjanne ym. 2004 s. 65) on hyvin esitetty, miten sama säteily määrä jakautuu eri pinta-alalle. Tämä olisi ollut hyvä esittää myös vuodenaikojen kohdassa. Kirja etenee selvittämään, miksi kääntöpiirien kohdalla on aavikoita ja, millaista kasvillisuutta aavikoilla on. Sademetsien kohdalla selvitetään taas, miksi sademetsässä on kuumaa ja kosteaa.

5.1.4. Koulun biologia ja maantieto 6

Kirja jatkaa koulun ympäristötieto-sarjaa ja sen tekijätkin ovat pääpiirteissään samat, kuin aikaisempien kirjojen: Satu Arjanne, Matti Leinonen, Teuvo Nyberg, Matti Palosaari, Päivi Vehmas. Kirja on valmistunut 2005, eli uuden opetussuunnitelman mukaan. Kirjasarjassa jatkuu vuodenaikojen ja ympäristön huomioiminen kronologisesti, mikä on erittäin eheyttäväkin kokonaisuus sarjassa.

Kappaleessa, jossa käsitellään metsää ja metsässä retkeilyä (s. 15), mainitaan ympäristön säästeliäs käyttö ja kestävä kehitys näkyy tällöin tekstissä. Muutoin kirjasarjassa ei kauheasti huomaa kierrätystä tai muita kestävän kehityksen arvoja.

Etelä-Aasiaa käsittelevässä kappaleessa kuvataan monsuunituulten synty. Kirja ei kuitenkaan liitä sitä muuten tuulen syntyyn ja tekstissä (s. 74) myös hämäävästi kerrotaan kostean tuulen korvaavan nousevan ilman. Teksti johdattaa tuulen syntyyn kertomalla maan lämpiävän auringon säteilystä ja luovuttavan lämpönsä yläpuolella olevalle ilmalle, joka alkaa kohota ylöspäin. Teksti jatkaa kuitenkin: ”*Intian valtameren yllä oleva ilma on viileämpää, koska vesi lämpiää hitaammin kuin maa. Mereltä alkaa tuulla, ja kostea ilmaa virtaa maalle sen ilman tilalle joka on kohonnut ylöspäin.*” Teksti siis voi aikaan saada käsityksen, että korvaavan ilman tulee olla kostea tai tulla mereltä. Lyhyellä korjauksella saataisi asia selkeämmäksi. Toisaalta kappale käsittelee kuitenkin hyvin, miten tärkeät monsuunisateet ovat alueen maanviljelylle.

5.2. Aiheita, jotka voitaisi käsitellä vuosiluokilla 5-6.

Seuraavassa esittelen teemoja, jotka mielestäni sopisivat perusasteen vuosiluokkien 5-6 aihealueiden käsittelyn yhteyteen. Aiheet on pyritty käsittelemään laajasti, jotta opettaja saisi pohjatietoa asiasta ennen aiheen esittelemistä luokalle. Kannattaa katsoa myös aiheet, jotka olen ryhmitellyt vuosiluokilla 1-4 käytäväksi.

5.2.1 Coriolisvoima

Ilmaa kääntävä voima on nimetty coriolisvoimaksi ranskalaisen insinööri matemaatikon Gustave-Gaspard Corioliksen mukaan (1792–1843) (Karttunen ym. 1997). Maapallon pyörimisliikkeen sanotaan aiheuttavan coriolisvoiman, joka kääntää pohjoisella pallonpuoliskolla tuulta oikealle ja eteläisellä vasemmalle. Coriolisvoima on nk. näennäisvoima, joka syntyy siitä, että liikkuvalla kappaleella on kiihtyvyyttä liikkuvassa koordinaatistossa. Asian ymmärtää, kun ajattelee, että raketti ammutaan päiväntasaajalta pohjoisnavalle päin. Raketilla on kiihtyvyyttä pohjoista kohti, mutta lähtöpaikan eli maapallon liikkeestä johtuen myös itään saman verran kuin maapallolla. Raketin mennessä tarpeeksi pitkälle pohjoiseen sen kiihtyvyys itään ei kuitenkaan vähene, vaikka maapallon kehänopeus pienenee pohjoisnapaa lähestyttäessä. Tästä syystä raketin lentorata kaartuu myötäpäivään. Coriolisvoimaa ei siis oikeastaan ole, vaan kaartuminen johtuu siitä, että maapallon kehänopeus muuttuu (Karttunen ym 1997). Kuvasta 4 voi myös, nähdä miten coriolisvoima vaikuttaa tuuleen ja saa tuulen kääntymään.

5.2.2. Geostrofisen tuuli

Geostrofiset tuulet puhaltavat yli 1000 m korkeudella. Ne saavat voimansa suurelle alueelle levinneistä lämpötilaeroista ja siten myös paine-eroista. Koska nämä tuulet puhaltavat korkealla, eivät maanpinnankorkeuserot tai rosoisuudet vaikuta niihin merkittävästi. Geostrofisen tuulen nopeutta mitataan sääpallojen avulla (DWIA 2004). Lentokoneet voivat käyttää näitä korkealla puhaltavia suihkuvirtauksia hyväkseen, koska tuulen nopeus voi suihkuvirtauksessa olla todella kova.

5.2.3. Paikalliset tuuliolot

Kaiken kaikkiaan paikalliset tuulet ovat tuulienergian tuoton kannalta tärkeimpiä. Paikallisten sääolojen ja paikallisten vallitsevien tuuliolojen arviointi ovat tärkeitä asioita tuulienergian tuotantoa arvioitaessa. Erilaisten tuulien vaikutuksien summa on tärkeää osata arvioida tarkkaan. Usein, jos globaalit tuulet vaikuttavat vähemmän, niin paikalliset tuulet vaikuttavat enemmän (DWIA 2004). Onkin hyvin tärkeää miettiä pinnan muotojen ja sijoituksen tarkka yhteensopivuus tuulivoimalan paikkaa mietittäessä.

Erilaiset kohteet vaikuttavat merkittävästi niin tuulen nopeuteen, suuntaan kuin pyörteisyyteenkin. Tuuli käyttäytyy eri tavoin kohteen, kuten talon tai muun rakennuksen, etu- ja takapuolella. Vaikutus voi ulottua, jopa kolme kertaa kohteen etäisyydelle. Kohteet tuleekin huomioida tuuliturbiineja sijoitettaessa (DWIA 2004). Tätä voi havainnoida myös koulun lähiympäristössä.

Kohteen rakenne vaikuttaa myös siihen, kuinka paljon se hidastaa tuulen nopeutta. Tiiviit kappaleet hidastavat harvoja enemmän tuulta. Tiivis este voisi olla esimerkiksi talo, joka on rakennettu niin, ettei tuuli tuiverra sisään. Harva este voisi olla esimerkiksi lehdetön puu. Lehdetön puu laskee lävitseen jopa puolet siihen kohdistuneesta tuulesta (DWIA 2004).

5.2.4 Maanpinnan tuulet

Maanpinta vaikuttaa tuuliin suuresti noin 100 metrin korkeuteen asti. Maanpinnan muodot jarruttavat tuulta ja saavat aikaan pyörteitä. Tuulen suunta saattaa poiketa paljon globaalista tuulesta. Tuulienergian kannalta juuri tämä, maanpinnan lähellä puhaltava tuuli, on mielenkiintoisinta. Pääongelma on arvioida tuulen määrä ja sen tuottama energiamäärä tarkasti (DWIA 2004).

Toisaalta, paikalliset pinnanmuodot mahdollistavat hyvin pitkälle tuulen nopeuksien arvioimisen. On olemassa paikallisesti, tietyissä olosuhteissa esiintyviä tuulia, kuten maa- ja merituuli sekä laakso- ja vuoristotuuli, joita voidaan hyödyntää tuulennopeuksien ja suunnan arvioimisessa.

5.2.4.1. Maa- ja merituuli

Maa- ja merituuli ovat paikallisia tuulia, jotka vaihtelevat säännöllisesti vuorokauden aikojen mukaan. Merituuli syntyy, kun Aurinko paistaa päivällä kovasti ranta-alueelle. Maanpinta lämpiää nopeammin kuin meren pinta. Maanpinta luovuttaa lämpöään ilmalle, joka nousee ylös maan läheltä. Korvausilma tulee mereltä, jonne kohonnut ilma jäähtyttyään palaa. Päivällä siis tuulee mereltä vilpoisesti (DWIA 2004).

Yöllä, auringon laskettua, tuuli kääntyy. Yöllä tuuli kääntyy niin, että merellä ilma kohoaa ja maalta alkaa tuulla merelle (DWIA 2004). Yhdysvalloissa on rakennettu suuria tuulipuistoja meren läheisyyteen. Siellä voi tarkistaa kellot siitä, kun turbiinit kääntyvät maa ja merituulen vaihtuessa illalla (Boyle 1998).

5.2.4.2. Tuuliolot merellä

Merellä ei ole tuulta haittaavia kohteita ja pinnanmuodotkin ovat tasaisia. Vain tietyillä tuulioloilla saattavat aallot kasvaa niin suuriksi, että ne vaikuttavat tuuleen. Yleensä kuitenkin aaltojen korkeus on matala, eivätkä ne merkittävästi vaikuta tuuleen. Merelläkin on huomioitava esteet, kuten saaret ja niiden vaikutus tuuleen (DWIA 2004).

Koska merellä ei ole niin paljon tuuleen vaikuttavia esteitä, ei tuulen nopeus vaihtele kovinkaan paljoa ja merelle voidaan rakentaa melko matalia torneja. Tuuli on myös vähemmän pyörteistä merellä, kuin maalla ja siksi turbiinitkin kestävät paremmin. Se, ettei merellä ole niin paljoa pyörteitä, johtuu siitä, ettei meren yllä synny niin suuria lämpötilaeroja, eikä merellä ole pyörteitä aiheuttavia pinnan muotoja. Merellä vesi tasoittaa eroja, kun maalla kaikki energia imeytyy maahan ja säteilee sieltä lämpönä takaisin. Merellä veden ja ilman lämpötilaero ei ole suuri ja siksi syntyy vähemmän pyörteitä.

Mantereen vaikutus näkyy jopa 20 kilometrin päässä merellä. Toisaalta rakennuskulut merellä ovat suuremmat (DWIA 2004). Pohjoisilla merillä on huomioitava vaikeat olosuhteet, kuten jään muodostuminen, sekä se, että meri-ilmastosta on laitteille raaempi kuin mannerilmasto. Nykyisin tuulivoiman rakentaminen merien matalikoille on lisääntynyt uuden tekniikan ansiosta.

5.2.4.3. Offshore-Tuulivoima

Merenselän alueiden matalikot ovat ihanteellisia paikkoja tuulivoimaloiden rakentamiseen. Ihmisen läheisyys kuitenkin asettaa rajoituksia rakentamiselle ja usein tuulivoimalalle soveltuvat alueet ovat luonnonsuojelun vuoksi jätettävä rakentamatta. Myös kesä-asukkaat vastustavat usein voimakkaasti tuulivoimalan rakentamista kesäasunnon lähelle. Merelle rakentamisen asettaa myös tuulimyllyn rakentajalle haasteita. (Holtinen 1998)

Merelle rakentaminen on melko vaikeaa. Aallokko häiritsee ja rakentamisen vaatii erityisjärjestelyjä. Usein matka rannasta ei saa olla liian pitkä että voimalan tuottama sähköenergia saadaan siirrettyä sähköverkkoon. Kaukainen sijainti myös nostaa rakennuskuluja. Suomen oloissa jääpeite helpottaa rakentamisvaiheessa paljon, koska koneet voi ajaa jääteitä pitkin paikalle (Holtinen 1998).

Merenselän tasainen tuuli ei aiheuta itse tuulimyllylle niin paljon väsymiskuormaa kuin maalla tuulen puuskat ja nopeat tuulen nopeuden muutokset. Merellä on muut rasitteet tuulimyllyn koneistolle ja rakenteille. Merelliset olosuhteet altistavat rakenteet korroosiolle. Tuulimyllyn rakenteiden tulee olla erittäin kestäviä. Koska voimalat sijaitsevat keskellä merta, usein useiden kilometrien päässä rannikolta, on niiden toimittava moitteettomasti, koska huoltojen tekeminen on hankalaa. Toisaalta voimalat on rakennettava niin, että sinne pääsee niin talvella kuin myrskyilläkin. Aallot ja jäät aiheuttavat suurta rasitusta niin perustuksille kuin itse turbiinin tornillekin. Merivesi sisältää myös paljon happea, jolloin vesi aiheuttaa enemmän korroosiota. (Holtinen 1998)

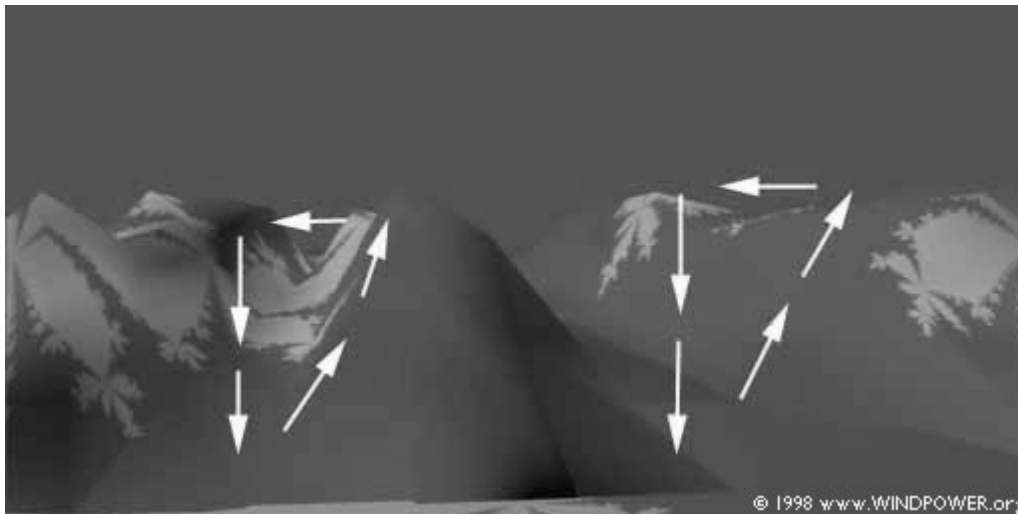
Offshore tuuliturbiinien rakentaminen aiheuttaa enemmän vaikutuksia ympäristölle kuin maalle rakentaminen. Merenselän pohja saattaa kärsiä mahdollisista ruopauspaamisista, mutta toisaalta turbiinin valmistuttua perustukset tarjoavat oivan kasvualustan erilaisille lajeille. Käytössä oleva turbiini ei aiheuta niin kovaa melua, että se

eläimistöä häiritäisi. Merellä on kovempi melu kovalla myrskyllä, kuin mitä turbiini aiheuttaa (Holttinen 1998).

Tulevaisuudessa tuulivoiman rakentaminen keskittyy meri-alueille. Tuuli-voimaloiden koon kasvua kuitenkin rajoittaa rakennuskustannusten kasvaminen. Merellä veden syvyys ja pohjan materiaali on yksi kustannuksiin vaikuttava tekijä. Meri-alueille onkin kehitetty halvempia ja kestävämpiä rakenteita.

5.2.4.4. Vuoristotuuli ja laaksotuuli

Vuoristotuuli syntyy, kun rinne ja sen yläpuolella oleva ilma lämpiää päivällä ja alkaa nousta ylös vuorenrintettä pitkin. Yöllä taas tuuli on vuorenrintettä alaspäin, koska aurinko ei paista ja ilma kylmenee. Nämä vuoristotuulet voivat olla hyvinkin suurenergisiä (DWIA 2004).



Kuva 5. Vuoristotuuli ja laaksotuuli (DWIA 2004).

5.2.4.5. Tuulen vuorokaudenaikavaihtelu

Suurimmassa osassa maapalloa on päivisin tuulisempaa kuin öisin. Tämä johtuu suurimmaksi osaksi siitä, että lämpötilavaihtelut meren ja maan välillä ovat suuret juuri päiväsaikaan. Tuuli on myös päivisin paljon pyörteisempää ja vaihtelee suuntaansa useammin kuin öisin. Energian tuotannon kannalta voimakas tuuli on edullisinta, koska päivisin energian kulutus on suurempaa kuin yöllä. Yleensä sähkön hinta on suurempi päivällä ja silloin juuri tuuliturbiinit tuottavat enemmän (DWIA 2004).

Niin kuin sadon määrä vaihtelee maanviljelyssä, vaihtelee tuulen määrä myös vuosittain. Tosin tuulen määrän vaihtelut eivät ole niin suuria kuin maanviljelyksessä sadon määrän vaihtelut. Tuulienergian vaihtelu saattaa vuodessa olla 9-10 % välillä (DWIA 2004). Tulevaisuudessa tullaan varmasti satsaamaan enemmän huomiota tuulen määrän parempaan ennustettavuuteen, koska energiayhtiöt saisivat silloin paremman hyödyn tuottamastaan energiasta.

6. FYSIIKAN JA KEMIAN TAVOITTEET VUOSILUOKILLA 5–6 OPETUSSUUNNITELMAN PERUSTEIDEN MUKAAN

Perusopetuksen vuosiluokilla 5–6 opetetaan fysiikkaa ja kemiaa yhdessä, eikä tarvitse tehdä joskus keinotekoista rajaa kumpaan oppiaineeseen sisällöt kuuluvat. Tämä on uudistus edelliseen opetussuunnitelmaan. Aikaisemmin fysiikkaa ja kemiaa alettiin opettaa vasta yläasteella eli vuosiluokalla 7.

Fysiikan ja kemian tavoitteissa mainitaan energiavarojen opettaminen sekä sähkön ja lämmöntuottaminen (OPH 2004). Tavoitteet mainitsevat myös ilman koostumuksen. Kuudennella luokalla ”hyvän osaamisen” –kriteerien mukaan oppilaan tulisi tietää, miten energiaa voi tuottaa. Hänen tulisi myös osata jakaa energianlähteet uusiutuviin ja uusiutumattomiin. Tämä on varmasti hankalaa, ellei opettaja oikein panosta asiaan. Myös oppikirjojen tulee ottaa tämä asia esiin erittäin tarkasti. Aikaisemmin vasta kahdeksannen vuosiluokan maantieteen kirjassa mainittiin uusiutuvat ja uusiutumattomat energianlähteet. Samoissa kriteereissä mainitaan myös ilman koostumus ja merkitys elämän ylläpitäjänä sekä veden ominaisuudet. Kaiken kaikkiaan tavoitteet ja kriteerit osaamiselle ovat vaativat. Oppiaine on aivan uusi näin alhaisilla luokilla ja haasteet opettajille ovat erittäin suuret. Myös oppikirjan tekijät joutuvat päivittämään kirjojaan kovasti. Toinen asia onkin, kuinka paljon uusia oppikirjoja taloudellisissa vaikeuksissa painivat kunnat ovat valmiita hankkimaan.

6.1. Miten fysiikan ja kemian oppikirjoissa vuosiluokilla 5-6 näkyy opetussuunnitelman perusteiden tavoitteet ja aiheeni

6.1.1. Luonnonkirjan fysiikka ja kemia 5&6

Luonnonkirjan, uuden opetussuunnitelman perusteiden mukainen oppikirja, fysiikan ja kemian keskeisten sisältöjen opiskeluun luokille 5-6. Kirja jatkaa Luonnonkirjalle ominaista tutkivaan oppimiseen perustuvaa tyyliä. Kirja sisältää paljon tehtäviä, jotka innostavat tutkimusten tekemiseen niin, kuin opetussuunnitelman perusteet normittavatkin. Kirjan kappaleetkin on nimetty siten, että aihetta tutkitaan: tutkimme vettä ja ilmaa, tutkimme avaruutta, tutkimme voimaa ja liikettä sekä tutkimme raaka-aineita ja energiaa.

Ensimmäisen kappale käsittelee ilman ja veden tutkimista. Kappale aloittaa (Honkanen-Rihu 2005, s. 8) ilman käsittelemisen siitä, että ilma on ainetta. Tämä on hyvä, koska aikaisemmissa sarjan oppikirjoissa ei aiheeseen ole paneuduttu tarkasti. Jotta voi ymmärtää ilman ja ilmakehän ominaisuuksia, tulee ymmärtää ilman koostumus. Toisaalta oppikirja pyrkii havainnollistamaan samaan aikaan ilman koostumusta sekä veden ja hapen molekyyylimallia. Oppilaalla voi mennä uutena asiana sekaisin veden molekyyylimallin pallukat, jotka osoittavat alkuaineita, ilman koostumusta esittävän palloja sisältävän kuution pallojen kanssa. Saman näköisillä palloilla esitetään hapen O₂-malli kuten ilmakehän happi. Ilmakehän mallissa happi on yksi pallo, vaikka tarkoitetaan happimolekyyliä ja molekyyylimallissa happi pallona on yksi happi-atomi. Kaikkiaan kappale sisältää paljon asiaa ilmasta ja vedestä sekä molekyyleistä, alkuaineista ja niiden mallintamisesta. Ehkä olisin itse miettinyt asioiden hajauttamista pariin kappaleeseen.

Seuraava kappale käsittelee (s. 12-15) veden ja ilman olomuotoja. Kappaleessa käydään vesihöyryn tiivistyminen, joka on tärkeä aihe, kun aletaan käsitellä tuulisysteemiä tai esimerkiksi päiväntasaajalla syntyviä sateita. Seuraava kappale käsittelee lämpölaajenemista, jota tarvitaan myös avuksi selvitetessä, miksi lämmin ilma al-

kaa kohota ylöspäin. Kirja esittelee sivulla 17 kokeen, jolla voidaan asiaa havainnollistaa. Laitetaan lasi pullon suulle ilmapallo tyhjänä. Tämän jälkeen laitetaan pullo kuumaan hauteeseen ja katsotaan kuinka ilmapallo nousee ylös ja alkaa suureta. Mietitään mistä tämä johtuu. Tähän kohtaan olisi hyvä integroida biologian ja maantiedon puolelta ilman kohoaminen Auringon lämmittämisen seurauksena, tätä kirja ei kuitenkaan tee. Syy voi olla se, että saman sarjan biologian ja maantiedon kirja käy asian läpi myös, mutta ei yhdistä opittuja tietoja. Kappaleessa, jossa käsitellään ilmassa ja vedessä liikkumista esitellään matala- ja korkeapaine, jotka tulevat myös biologian ja maantiedon kirjassa, mutta oppikirja ei mitenkään linkitä asioita. Tosin tässä fysiikan ja kemian kirjassa on erittäin mielenkiintoinen ja helposti toteuttava koejärjestely matala- ja korkeapaineen havainnollistamiseksi (s. 22). Kahden tyhjän wc-paperirullan ja kahden kynän avulla voidaan havainnollistaa korkeapaineen syntymä ja vaikutuksia rulliin. ensin puhalletaan rullien väliin kun rullat ovat vierekkään pöydällä. Puhallus aiheuttaa korkeapaineen rullien väliin ja rullat kulkevat matalapainetta kohti, eli loittonevat toisistaan. Jos rullat sijoitetaan kahden kynän päälle, ikään kuin kiskoille ja toistetaan koe, rullat liikkuvatkin toisiaan kohti. Tämä siksi, että puhallus aiheuttaakin ilman liikkeen rullien alitse siten, että korkeapaineet syntyvät rullien ulkopuolella eikä väliin. Kappaleessa käsitellään myös lentokoneen pysymistä taivaalla, mikä perustuu samaan paine-erojen syntyyn kuin rullien liike edellisessä esimerkissä.

Seuraavassa luvussa käsitellään energiaa ja sitä, mistä se meille tulee. Kappaleessa (s. 119) sanotaan myös, että tuuli saa energiansa Auringosta. Mainitaan myös, että kaikki energia paitsi uraani, on saanut alun perin energiansa Auringosta.

Tämän oppikirjan ansio, minun työni kannalta, on ehdottomasti kappale, jossa käsitellään sähkövoimalan toimintaa (s. 134). Kappaleen ensimmäisellä sivulla on hieno kuva nykyaikaisesta tuulivoimalasta. Tosin kuvan puhekuplatekstit johdattavat varmasti usean lukijan hakoteille. Tekstissä puhutaan, että potkuri, joka tuulivoimalassakin on, saa ilman liikkeelle. Näin onkin esimerkiksi lentokoneessa, mutta tuulivoimalassa ilma saa liikkeelle tuulivoimalan siipipyörän. Tämän liikkeen energia muutetaan sähköenergiaksi. Liikkeen muuttaminen sähköenergiaksi on käsitelty kappaleessa erittäin hyvin, vaikka onkin varmasti erittäin vaikea asia sekä opettajalle että oppilaille. Sähkö tuli uutena aiheena perusopetuksen opetussuunnitelmien perusteissa luokille 5-6 ja varmasti monella opettajalla on suuria puutteita omissa taidoissaan opettaa tätä.

Oppikirja ottaa kestäväen kehityksen suuntaviivat mukaan hyvin, koska siinä on kappale ”kuinka energiaa kannattaa käyttää” (s. 142–145). Kappale käsittelee vielä nopeasti uusiutumattoman ja uusiutuvan. Kappaleessa kerrataan vielä, mihin energiaa kuluu. Oppikirja on hakenut hauskan esimerkin urheilumaailmasta. Kirjassa on energiamestarin ja energialuuserin perheiden energian kulutusvertailut, jonka avulla voi miettiä omia toimintatapojaan energian kuluttajana. Tämä idea on otettu Motivalta ja Adato Energia Oy:ltä, heillä on myös tehty materiaalia esikoululaisten tarpeisiin energian säästöstä.

6.2. Sisältöjä aiheita, jotka sopisivat fysiikan ja kemian opetuksessa käsiteltäviksi vuosiluokilla 5-6

6.2.1. Tuuliturbiinit ja -myllyt

Tuulienergian hyväksikäyttöön tarvitaan laite, jota kutsutaan tuuliturbiiniksi tai tuulimyllyksi. Nämä laitteet voidaan jakaa toimintatapansa perusteella kahteen pääryhmään: potkurimallisiin ja muulla tavoin tuulta hyödyntäviin. Potkurimalliset turbiinit voidaan puolestaan jakaa vaaka- ja pystyakselisiin (Pakkanen 1979).

6.2.1.1. Vaaka-akseliset roottorit

Vaaka-akselisissa roottoreissa tuuliturbiinin roottorin akseli on vaakatasossa. Tällaisia ovat nykyään useimmat rakennettavat tuuliturbiinit. Lapojen määrä voi turbiineissa vaihdella paljonkin, mutta yleisesti on käytössä kolmilapaisia koneita. Yksilapaisia rakennettiin 1980-luvun puolivälissä, mutta viimeisetkin poistetaan nyt käytöstä. Syynä ovat lähinnä visuaaliset seikat. Kaksilapaisella on tekniset etunsa etenkin suurissa laitoksissa, Nelilapainen on melkein sama kuin kolmilapainen, mutta kustannussyistä niiden rakentaminen ei kannata. 5-12-lapaiset ovat pieniä akkulatureita ja sen suurempaa lapalukua käytetään vesipumppusovelluksissa (Wolff 2000). ”Nollalapaisia eli lavattomia tuulimyllyjä saattaa nähdä oikein kovan myrskyn jälkeen” (Wolff 2000).

Esimerkki vaaka-akselisesta tuulimyllystä on tuulipyörä. Se on kehitetty samaan tarkoitukseen kuin tuulimyllytkin: tuulen energiaa varastoimaan. Tuulipyörä koostuu 15-25 metallisiivestä, jotka ovat asetettu pyörän kehälle tasaisin välimatkoin. Koska pyörässä on niin monta siipeä, sen pyörintänopeus on yleensä melko alhainen, ja siksi sitä käytetään yleisesti mekaaniseen työhön. Tällaisia mekaanisia sovelluksia on mm. veden pumppaus. Tuulipyörän etuna on, ettei se tarvitse kovinkaan suuria tuulen nopeuksia, ja se käynnistyy jo pienillä tuulen nopeuksilla (Pakkanen 1979). Tuulipyöriä voi nähdä lännenelokuvissa maatalojen vedenpumppauksessa.

6.2.1.2. Pystyakseliset roottorit

Pystyakselisen tuuliroottorin hyviin ominaisuuksiin kuuluu se, ettei sen akselin suuntaa tarvitse koskaan muuttaa tuulen suunnan muuttuessa. Rakenteensa perusteella se on aina oikeassa suunnassa. Hyvänä puolena voi olla myös se, että vaihteisto, generaattori ja muu tekniikka pystytään sijoittamaan maanpinnalle. Huonona puolena tässä on se, ettei silloin pystytä hyödyntämään korkealla puhaltavia kovia tuulia. (Pakkanen 1979).

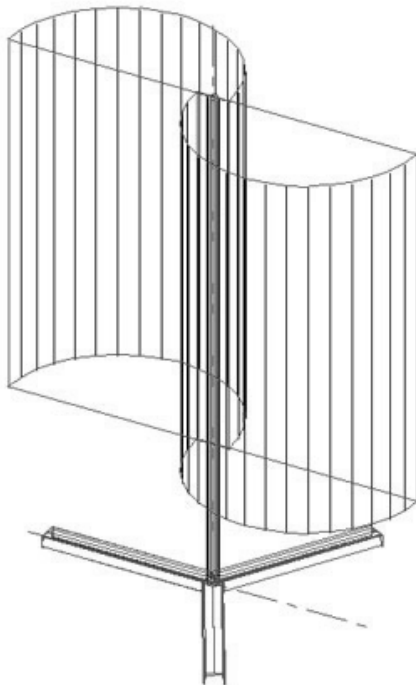
Esimerkki pystyakselisesta tuuliroottorista on mm. Savonius-roottori. Suomalainen insinööri Savonius kehitti roottorin. Se on kuin tynnyri, joka on halkaistu pituussuuntaan ja puolikkaita on liikautettu niin, että sisään jää ilmatila. Savonius-roottorin hyötysuhde on noin 35 % ja se käynnistyy pienilläkin tuulen nopeuksilla. Ongelmana ovat suuri materiaalin tarve, joka nostaa valmistuskustannuksia sekä myrskyillä roottorin aiheuttama torniin kohdistuva suuri raskuus. Tätä roottoria käytetään kehitysmaissa esim vedenpumppaukseen, koska se on helppo valmistaa, vaikka öljytynnyristä (Pakkanen, J. 1979). Savonius-tyyppisiä roottoreita on käytetty ilmanvaihdon ylläpitäjinä vanhemmissa kerros ja omakotitaloissa.

Suomalainen oma sovellus Savonius-roottorista on Windside. Tämä on aivan oma tuotemerkkinsä ja poikkeaa tavanomaisesta Savoniuksesta siten, että roottori on

hiukan kierretty, kuin korkkiruuvi. Windside-turbiineja myydään lataamaan akkuja paikkoihin, johon ei saada sähköä verkkoa pitkin tai sähkökatkokset ovat ongelma (Windside 2005).

Myös Darreus-roottori on pystyakselinen roottori, joka tyypillisesti luetaan nopeasti pyöriväksi roottoriksi. Roottori on nimetty keksijänsä G. J. M. Darreuksen mukaisesti ja se on patentoitu jo vuonna 1927. Roottori muistuttaa paljon kakkuvispilää. Se on rakennettu kahdesta tai enintään kuudesta symmetrisestä siivestä, jotka ovat kiinnitetty molemmista päistään pystyakseliinsa, joka samalla on pyörimisakseli (Pakkanen 1979).

Tuulivoimalan roottorin siivet voidaan siis rakentaa monenlaisesta materiaalista. Esimerkiksi Kiinassa ja muissa Aasian maissa on jo tuhansia vuosia roottorin siivet tehty purjekankaasta. Tällöin ne voidaan reivata liian kovilla tuulen nopeuksilla. Roottorin pysäyttäminen on silloin helppoa. Hitaan pyörimisnopeutensa ansiosta tällainen roottori soveltuu hyvin mekaaniseen työhön. (Pakkanen 1979).



kuva 6 Savonius roottori, (Luc, 2005)

kuva7. Windside-turbiinista (Windside.com 2005)

6.2.2 Tuulivoimalan osat

Tuulivoimala tai tuuliturbiini koostuu monista osista, joiden suunnitteluun panostetaan paljon, jotta osat toimivat yhdessä. Usein kaikkia komponentteja ei valmistata yksi ja sama yritys, vaan eri komponentit tulevat useilta toimittajilta ja niiden on sovittava toiminnaltaan yhteen.

6.2.2.1. Perustus

Perustus on erittäin tärkeä osa tuulivoimalaa, varsinkin nykyisissä suurissa ja korkealle yltävissä voimaloissa. Perustuksen tehtävä on pitää voimala tukevasti paikoillaan kaikissa olosuhteissa. Perustusten iäksi mitoitetaan 50 vuotta, joten niiden rakentamisessa tulee ottaa huomioon sekä korrosio että eroosio. Yleensä maalle rakennettaessa perustuksen osuus koko tuulivoimalan rakentamiskustannuksista on

10 %. Merellä olosuhteet ovat hyvin erilaiset ja perustuksilta vaaditaan paljon enemmän. Perustusten rakennuskustannukset voivatkin kohota merellä jopa 25–50%:iin koko voimalan rakennuskuluista (Rinta-Valkama ja Hannula 2003).

Perustustekniikan valintaan vaikuttavat paljon tuulivoimalan koko sekä paikka, johon se rakennetaan. Perustuksen valintaan vaikuttaa myös ympäristö. Erilaisia perustustekniikoita ovat kasuuniperustus, suurpaaluperustus, kolmijalkaperustus sekä edellisten yhdistelmät. Materiaalina perustuksille voidaan käyttää terästä tai betonia (Rinta-Valkama ja Hannula 2003.).

6.2.2.2. Tornit

Torniksi kutsutaan sitä osaa, joka kannattelee itse roottoria ja konehuonetta useiden kymmenien metrien korkeudessa. Voisi kuvitella, että tornin rakenne ei ole niin ratkaiseva tuuliturbiinissa kuin perustusten rakenne. Toisin kuitenkin on. Tornin tarkalla suunnittelulla voidaan säästää merkittävästi. Torni on hankala kuljettaa paikalleen ja siksi sen rakentamiseen tulee kiinnittää paljon huomiota. Korkeudeltaan 50–60 metriä oleva torni voi painaa jopa 40–80 tonnia. Viime aikoina on huolellisella suunnittelulla ja uusilla rakennustekniikoilla saatu tornien painosta pois jopa 50%:a (Rinta-Valkama ja Hannula 2003).

Tornin rakentamisessa painon tai kuljetuksen lisäksi yksi ratkaiseva rajoittava tekijä on tornin tyven halkaisija. Halkaisijan toivotaan olevan enintään 4,2 metriä, mutta ehdottomana maksimimitana voidaan pitää 4,6 metriä (Rinta-Valkama, J. ja Hannula, I. 2003). Maksimimitan sanelee kuljettaminen maitse. Useinkaan siltojen alta ei pääse yli 4,6 m korkeat rakennelmat. Meritse, tietysti voidaan ajatella kuljetettavan rakennelmia joissa on suurempi halkaisija. Toisaalta tornin kuljettaminen ei ole järkevää kovinkaan kaukaa. Tornissa ei käytetä vaikeita tekniikoita ja siten se voidaan rakentaa melko lähelläkin pystytyspaikkaa. Käytännössä kuljetusmatka olisi hyvä olla enintään 100 km (Rinta-Valkama ja Hannula 2003).

6.2.2.3. Konehuone

Tuulivoimalan energiantuotantoon osallistuva tekniikka on sijoitettu konehuoneeseen, joka voi olla kymmenien, jopa sadan metrin korkeudessa tornin päässä. Konehuoneessa roottorin lapojen pyörimisliikkeen energia muutetaan sähköenergiaksi, tai käytetään suoraan liike-energiana hyödyksi, kuten vesipumpuissa. Tuuliturbiinissa on perinteisesti roottori, jonka halkaisija vaihtelee pienistä parin metrin lavoista suuriin kymmenien metrien lapoihin. Nykypäivänä roottorin halkaisija voi olla jopa 100 m tai ylikin. Lavoista pyörimisenergia siirtyy akselin ja jarrun kautta vaihteistoon, joka muuntaa pyörimisnopeuden generaattorille sopivaksi. Lopuksi energia kulkee generaattorista muuntimen läpi, joka muuttaa sähköä verkkoon sopivaksi (DWIA 2004).

Pystyaksellisissa tuulivoimaloissa voi konehuone sijaita myös maantasolla. Tällöin kustannuksia ei tule korkean tornin rakenteista. Luokkaretkellä konehuoneeseen tuskin kuitenkaan pääsee tutustumaan, vaikka se olisikin maan tasolla. Konehuone on suunniteltu siten, ettei sinne mennä kuin huoltotapauksissa.

6.2.2.4. Vaihteisto

Vaihteiston tehtävä on säätää roottorin pyörimisnopeus generaattorille sopivaksi. Nykyisin käytössä ovat hitaasti pyörivät roottorit, mutta silti pyörimisen tuottama liike-energia pitää säätää vaihteiston avulla generaattorin pyörimiseen sopivaksi.

Vaihteisto on perinteisissä voimalaitoskoon laitteissa hammasratasvaihteisto, mutta on myös sovelluksia joissa vaihteita ei tarvita. Pienissä kotitalouskäyttöön tarkoitetuissa laitteissa voidaan ajatella käytettävän myös hihna- tai ketjuvetoisia vaihteita (Pakkanen 1979).

Suomessa esimerkiksi ABB on kehittänyt turbiinin, jossa ei tarvita ollenkaan vaihteistoa, vaan energia muutetaan suoraan tasavirraksi ja ohjataan sitten lähemmäs verkkoa. Säästöä tulee kustannuksissa (ABB:n esite Windformer). Koska tuulivoimalan käyttöikä on arvioitu olevan 20–25 vuotta, komponenttien vähentäminen tuo paljon käyntivarmuutta. Usein tuulivoimalat on rakennettu sellaisille alueille, että huoltokin on hankalaa tehdä. Mitä vähemmän voimalassa on rikkoutuvia osia, sitä käyntivarmempi se on.

6.2.2.5. Generaattorit

Generaattorin tehtävä on tuottaa sähköä roottorin liike-energiasta. Generaattoreita on ollut jo melko kauan ja tekniikka ei ole tuulivoimarakentamisessa rajoittava tekijä. Ennemmin voi ajatella, että generaattorin koko ja siitä seuraava paino rajoittaa generaattorin sijoittamista useamman kymmenen metrin korkeuteen. Toisaalta generaattorin painosta voi olla hyötyäkin, koska se saattaa vakauttaa rakennelmaa (Rinta-Valkama ja Hannula 1979). Generaattoreita voi olla monenlaisia. Se mikä valitaan, riippuu siitä, pyöriikö voimalaitoksen roottori tasaisella nopeudella vai annetaanko nopeuden vaihdella.

Lisää tuulivoimalan osista löytyy tietoa esimerkiksi Tanskan tuulivoimayhdistyksen [www-sivuilta \(www.windpower.org\)](http://www.windpower.org).

7. BIOLOGIA JA MAANTIETO OPETUSSUUNNITELMAN PERUSTEIDEN MUKAAN VUOSILUOKILLA 7–9

Vuosiluokasta 7 alkaen biologia on oma oppiaineensa ja silloin myös aiheet täsmentyvät enemmän biologiaan. Tämä ei välttämättä ole hyvä, koska luonnontieteet linkittyvät voimakkaasti toisiinsa. Jotkin asiat saattavat jäädä heikolle pohjalle, kun perusteet voivat tulla kemiasta tai fysiikasta, eikä niitä sitten käydä ollenkaan.

Perusopetuksen opetussuunnitelmien perusteissa (OPH 2004) biologian tavoiteteksteissä keskitytään ihmisen ja luonnon vuorovaikutukseen. Kestävä kehitys, joka mainittiin Yllin tavoitteissa, vaihtuu luonnonvarojen kestäväksi käytöksi ja ympäristönsuojeluksi. Opetuksen määritellään perustuvan tutkivaan oppimiseen ja taitoina painotetaan myös teknisiä valmiuksia.

Biologian ”hyvän osaamisen” – kriteereissä korostuu entisestään kasvien lajintuntemus sekä ihmisen tuntemus. Luonnonvarojen kestävä käyttö ei juuri tule esiin. Tosin määritellään, että oppilaan tulee osata ”kuvata ekologisesti kestävä kehitys sekä luonnon monimuotoisuuden säilymistä ja ympäristönsuojelun merkitystä”. Oppilaan ei siis kuitenkaan tarvitse ymmärtää tai osata toimia siten.

Mielestäni biologiaan sopisi oivallisesti kotiseudun luonnonolojen tutkiminen siltä kannalta, kuinka voisimme tuottaa energiaa kestävästi. Koska ”hyvän osaamisen” –kriteerit painottavat kotiseudun tuntemista ja kuvaamista, toisi tämä näkökulma erilaisia ajatuksia kotiseudusta ja kestävästä kehityksestä.

Kuten muidenkin oppiaineiden, on maantieteen kuvaus perusopetuksen opetussuunnitelmien perusteissa (OPH 2004) ylistävä. Tavoitetekstit ovat mieltä ylentäviä.

Maantieteen kohdalla on lause ” *Maantiedon opetuksen tulee tukea oppilaan kasvua aktiiviseksi ja kestäväan elämäntapaan sitoutuneiksi kansalaisiksi*”. Lause sinänsä on hieno ja antaa opettajalle todella paljon paineita kasvattajana vielä vuosiluokilla 7–9. Toisaalta kuitenkin päättöarvioinnin kriteereissä ei oikeastaan ole mainintaa tällaisista asioista, ei ainakaan näin painokkaasti.

Maantieto määritellään maapallon ja sen erilaisten alueiden ja alueellisten ilmiöiden tutkimiseksi. Opetussuunnitelman perusteissa (OPH 2004) onkin korostunut hyvin paljon tutkimus ja havainnointi. Tavoitteessa mainitaan, että oppilas oppii *planetaarisuuden vaikutuksia maapallolla sekä ymmärtää maanpintaa muokkaavien tekijöiden vaikutusta maisemaan*. Aiheina nämä ovat todella suuria, eikä niinkään helppoja asioita. Toisaalta oppilaan tulisi myös oppia *ymmärtämään luonnon ja ihmisen toiminnan vuorovaikutusta Suomessa, Euroopassa ja muualla maailmassa sekä oppii tietämään syyt, jotka ohjaavat ihmisen toimintojen sijoittumista*. Suurimpana haasteena voisi kuitenkin pitää tavoitetta opettaa oppilas toimimaan itse kestäväan kehityksen tavoitteiden mukaisesti.

Maantieteen päättöarvioinnin kriteerit (OPH 2004) mainitsevat kevyesti ”*oppilas osaa selostaa, miten jokainen kansalainen voi vaikuttaa Suomessa oman elinympäristönsä suunnitteluun ja kehittymiseen*” sekä oppilas osaa selostaa lyhyesti, mitkä ovat keskeiset maailmanlaajuiset ympäristö- ja kehitysongelmat, kuten kasvihuoneilmiö jne”. Oppilaan ei siis tarvitse ymmärtää asioita tai omaksua niitä siten, että osaisi itse toimia periaatteiden mukaan. Maantiedon päättöarvioinnin kriteereissä mainitaan arvosanalle 8 aiheittani käsitteleviä teemoja sekä Suomen jäsentämisessä sekä yhteistä ympäristöä käsittelevissä teemoissa. Suomen jäsentämisen kohdassa sanotaan että *oppilas osaa selostaa, miten jokainen kansalainen voi vaikuttaa Suomessa oman elinympäristönsä suunnitteluun ja kehittymiseen*

7.1. Miten biologian ja maantieteen oppikirjoissa näkyy opetussuunnitelman perusteiden tavoitteet ja aiheeni

7.1.1. Luonnonkirja 79 Metsät sekä Elämä ja evoluutio

Luonnonkirja (Holopainen 2005) jatkaa samalla nimellä vuosiluokille 7–9, mutta teemoiltaan eriytyvillä kirjoilla. WSOY:n kirja Vedet on suunniteltu yläkoulun vesibiologian kurssille. Kirja käsittelee ekosysteemin toimintaa ja vettä elinympäristönä. Kirja käsittelee esimerkiksi Itämeren, mutta sisällysluettelosta ei otsikkotasolla nouse mitään kestäväan kehitykseen tai uusiutuviin energioihin viittaavia asioita esiin. Vesi elinympäristönä –kappale käsittelee veden kiertokulkua. Teksti mainitsee auringon lämmön veden haihduttajana, mutta tiivistymisen yhteydessä ei puhuta energian vapautumisesta. Tuulet mainitaan myös vesihöydyä kuljettajina, mutta ei muuten. Itämeren yhteydessä olisi hyvä mainita Itämeren suojeleminen ja kestävä käyttö sekä sopimukset joita Itämeren suojelemiseksi on tehty.

Metsät-osuudessa (Holopainen 2005) tutustutaan luontoon ekosysteeminä ja muuten metsää käsitellään lähinnä lajiston kannalta sekä sen kannalta mitä metsä tuottaa. Kappaleessa, jossa puhutaan, mitä ihminen hyötyy metsästä, ei mainita teollista puun käyttöä vain sienestys ja marjastus.

Kirja Elämä ja evoluutio (Holopainen 2005) käsittelee eliöiden syntyä ja kehitystä. Sivutaan eliöiden luokittelua ja sitä, miten elämä on alkunsa saanut maapallolla. Käsitellään myös hiukan solujen aineenvaihduntaa ja evoluutiota.

7.2. Aiheita, joita biologiassa ja maantiedossa voisi aiheestani opettaa vuosiluokilla 7-9

7.2.1. Energian säästö tulevaisuudessa

Energian säästöstä ei puhuta suotta: suurin osa tuotetusta energiasta menee Suomessa hukkaan ja siksi järkevällä kehitystyöllä pystyttäisi säästämään hyvin paljon energiaa. Jos energiaa kulutettaisiin vain siihen tarkoitukseen, johon se on tarkoitettu, voisimme vähentää energiaa tuottavien laitosten määrää. Esimerkkinä voisin mainita hehkulampan. Tavallisia hehkulamppuja on varmasti jokaisella kodissa, ja se on tavallinen käyttöesine. Hehkulampan tarkoitus on tuottaa sähköenergiasta valoenergiaa. Kuitenkin vain 5% sen kuluttamasta energiasta menee valon tuottamiseen ja loput 95% muuhun, kuten lämpöenergian tuottamiseen (Berninger 1999).

Tuulivoimateollisuus kehittyi juuri nyt nopeammin kuin mikään muu teollisuus, jopa nopeammin kuin kännykät. Kokoajan kehitetään aina vain suurempia voimaloita. Tuulivoimaloiden säätöjärjestelmät paranevat ja hyötysuhteet paranevat (Rinta-Valkama ja Hannula 2003). Pelkästään tuulivoimaloiden osien ja ominaisuuksien parantaminen ei loppujen lopuksi riitä kovin pitkälle, vaan olisi myös parannettava tuulisuuden ennustamistekniikoita. Tulevaisuudessa onkin tuulivoimalla sähköä tuottaville yhtiöille elintärkeää osata ennustaa tuotannon suuruus mahdollisimman tarkkaan etukäteen.

7.2.2. Tuulivoima Suomessa

Suomen tuulivoimapotentiaalia on tutkittu vasta 1980-luvun lopulta alkaen. Vuoteen 2010 mennessä olisi, tutkimusten mukaan, mahdollista rakentaa tuulivoimaa 500 MW. Arvioissa on huomioitu luonnonsuojelualueet ja muut alueet, joille ei erilaisista syistä tuulivoimaa voi rakentaa. Yleensä syyt eivät ole teknisiä, vaan maankäytöllisiä. Parhaimmat tuulivoiman tuotantoalueet sijaitsevat rannikkoalueillamme ja Lapin tuntureilla. Arvioissa on laitoskokoluokkana käytetty 500-1000kW laitoksia. (Helynen 2002.) Tuulivoimaloiden tekniikka etenee huimaa vauhtia, ja laituskoot kasvavat jatkuvasti. Tuulivoiman tuotantomahdollisuudetkin lisääntyvät laituskoon kasvaessa.

Vielä melko heikosti tutkittuja tuulivoiman tuotantoalueita ovat merialueemme. Merialueilla on toistaiseksi tehty vain vähän mittauksia, ja siksi alueiden tuulivoimakapasiteettia ei ole voitu arvioida riittävästi. Usein matalat merialueet ovat luonnonarvoiltaan rikkaita, ja siksi niiden käyttö energian tuotantoon on kyseenalaista. Kaiken kaikkiaan karkeasti voidaan arvioida, että merialueidemme tuulivoimakapasiteetti vuoteen 2010 on noin 500-3000MW (Helynen 2002.). Vaikka arvioidaan, että tuulivoimarakentaminen kannattaa, ei tuulivoimaloiden rakentaminen ole yleistynyt. Arviot tuotantopotentiaalistamme ovat paljon suuremmat kuin tuulivoimaloita on rakennettu. Suomi ei ole valtio, joka vannooisi tuulivoiman nimeen, ja toisaalta olosuhteemme eivät ole tuulivoimantuotantoon parhaat mahdolliset. Energiantuotantomme voisi kuitenkin nojata useaan energianlähteeseen ja tuulivoima voisi olla yksi näistä monista. Biopolttoaineet ja turve ovat olleet suosikkejamme energiantuotannossa ja ovat varmasti turvallisella imagollaan syrjäyttäneet muiden tulokkaiden mahdollisuudet. Suomalaiset ovat kuitenkin tuulivoimaloiden osien rakentamisen huippuja, ja siksi voisimme hyödyntää kotimaisin voimin rakennettua uusiutuvaa energiaa: tuulta. Toisaalta voimme sanoa, että tuulivoiman saatavuus on lisääntynyt paljon ja tavallinen kuluttajakin voi valita ja ostaa tuulivoimaa halutessaan. Vuoden 2003 loppuun mennessä oli meille rakennettu 51 MW tuulivoimaa (EWEA 2004c),

mutta vuoden 2004 lopussa oli tuulivoimaa jo 82 MW (VTT 2004).

7.2.3. Suomen tuuliolot

Suomi ei sijaitse tuulioloiltaan niin edullisessa paikassa kuin esim. Tanska tai Hollanti. Rannikolta ja tuntureilta löytyy kuitenkin paikkoja, joissa tuulivoimaloiden tuotanto saavuttaa 28-34 % nimellistehostaan. Nykyisten selvitysten mukaan tuulioloiltaan näin edullisia alueita on vain noin 100-300 MW. Pääsääntöisesti Suomessa tuulivoimaloiden tuotannon keskiteho on 21-25% luokkaa (Helynen 2002.). Suomen tuuliolot ovat vielä melko tutkimattomat. Tiedetään kuitenkin, että maamme tunturialueilla löytyy alueita, jotka olisivat tuotannolle sopivia. Kylmä talvemme antaa mahdollisuuden tuotannon tehostamiseen. Kylmästä ilmasta tuuliroottori pystyy saamaan paremman tehon kuin lämpimästä ilmasta.

Suomessa tuulivoimaloiden rakentamiskustannukset ovat korkeammat kuin muualla Euroopassa. Syinä tähän ovat projektiemme pieni koko, suurista etäisyyksistä johtuvat pitkät kuljetusmatkat sekä kylmistä olosuhteistamme johtuvat tekniset sovellutukset. Keskimäärin rakentamiskustannukset ovat olleet noin 1000€/kW. Tuulivoimaloiden koon kasvu ei merkittävästi vaikuta rakennushintaan, mutta projektien koolla sekä markkinoiden kasvulla voidaan hintaan vaikuttaa enemmän. Tulevaisuudessa voidaan arvioida, että tuulivoimalla tuotetun energian hinta laskee nykyisestä 20-25p/kWh, jopa 17-22p/kWh. Meriolosuhteissa hinnan lasku ei ole näin suuri korkeammista perustamiskustannuksista johtuen (Helynen ym. 2002).

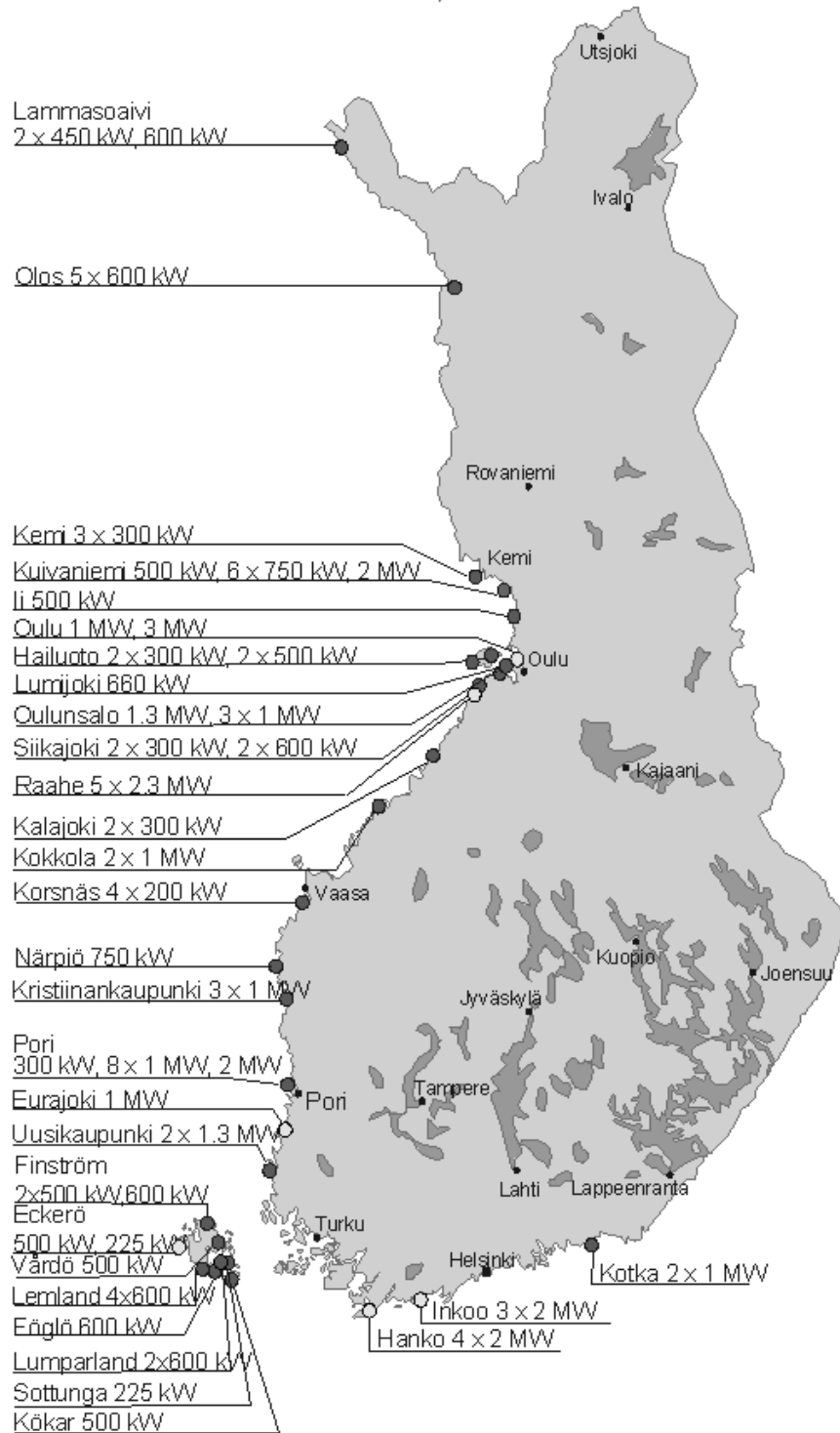
Tuulivoimaloita on Suomessa 89 kappaletta ja ne ovat sijoittuneet pääasiassa rannikolle ja muutamia on rakennettu tuntureille Lappiin (VTT 2005). Sisämaan tuuliosuhteita ei ole tutkittu paljonkaan, mutta hyviä paikkoja on vielä paljon käyttämättä. Lapissa on suotuisia olosuhteita tunturialueella vallitsevista meteorologisista erityispiirteistä johtuen (Bohmeke 1992). Lapin tunturialueilla tuulee osaksi sen takia enemmän, että tuulen nopeus kasvaa, kun tuuli nousee mäkeä ylös. Kokonaan tuulen nopeuden kasvamista ei tämä kuitenkaan selitä ja on huomattu, että Lapissa syntyy talvella stabiili inversiokerros 400-500m korkeudelle. Rajapinnan alapuolella tuulee normaalisti, mutta yläpuolella tuuli on melkein yhtä kovaa kuin geostrofinen tuuli.

Epävarmuutta tuulivoimaloiden rakentamispäätöksiin tuo tuotannon arvioimisen vaikeus. Tiettyä kausivaihtelua voidaan arvioida, ja se johtuu yleensä vuodenaajoista, rannikoilla kesällä ilmenevästä maa- ja merituulen vuorokaudenaikavaihtelusta. Tuulen tuottavuuden arviointiin on kehitetty erilaisia tietokoneohjelmia, jotka pystyvät huomioimaan ympäröivät olosuhteet ja laskemaan tuottavuuden. Tämäkään ei kuitenkaan ole aina aivan varmaa, koska tuulen määrää on pitkällä aikavälillä vaikea arvioida. (Holtinen ym. 1996). Tulevaisuudessa tuulivoimaloiden kannattavuuteen vaikuttaa sääennustusmenetelmien kehittyminen. Tuulivoimalan omistajien täytyy saada tarkempia ennustuksia säätilasta, jotta he voivat arvioida paremmin sähköntuotantoa. (Wolff 1998).

Suomen tilanne on nyt huomattavasti parempi kuin vielä 15 vuotta sitten. Silloin ei osattu arvioida hyvin tuuliosuhteita, koska ei ollut mittaustietoa, jota nyt on. Ilmasto-olosuhteistamme johtuen on nykyisillä tuulivoimaloilla todettu, että kesällä energiantuotanto on tasaisempaa kuin talvella. Varsinkin Helmikuussa on suuria tuotannon vaihteluita (Troen ja Petersen 1989). Tuotannon vaihtelut johtuvat varmasti suurista lämpötilavaihteluista.

Suomessa on tutkittu paljon lapojen jäätyminen estämistä ja on kehitetty laitteita jäätymisongelman poistamiseksi.

Yhteensä 82 MW, 89 laitosta



Kuva 8. Suomen tuulivoimalat vuonna 2004 (VTT 2005)

Suomessa on paljon loma-asutusta, joka on sähköverkkujen saavuttamattomissa. Näille asumuksille voi yksi vaihtoehto olla pienet kotitalouskäyttöön suunnitellut turbiinit. esimerkiksi Solarexin valikoimiin kuuluu kotitalouksiin tarkoitettuja tuuli-roottoreita, joiden nimellistehot vaihtelevat 500W-300W. Yrityksellä on myös selkeät asennus- ja sijoitusohjeet turbiineille (Eurosolar Aurinko- ja tuulienergiaopas).

7.2.4. Tuulivoima muualla Euroopassa

Euroopan tuulivoimayhdistys (EWEA) on tehnyt ensimmäiset arvionsa Euroopan tuulivoiman lisääntymisestä vuonna 1991. Silloin ennustettiin, että vuonna 2000 tuulivoimalla tuotettaisiin 4000 MW, vuoteen 2005 tuotannon ennustettiin nousevan 11 500 MW ja 2010 jo 25 000 MW:in. Vuonna 2030 kuviteltiin jo tuotettavan 100 000 MW tuulivoimalla. Koska tuulienergian kasvuvauhti on ollut paljon rajumpaa, EWEA korjasi 1996 ennusteitaan melkein tuplasti ylöspäin ja 2000 vuoden loppuun tavoite oli tuottaa 8 000 MW ja 2010 jo 40 000 MW. Vuoden 1999 loppuun oli kuitenkin tuotettu energiaa tuulivoimalla jo 9 500 MW, joten oli aika taas korjata ennusteita. Vuoden 2000 tavoitteet on asetettu siten, että 2010 tuotettaisiin Euroopan energiasta 60 GW tuulivoimalla. Suomen osuus tästä on 500 MW (Tammelin 2000).

Euroopan tuulivoimakapasiteetista kuitenkin 90 % sijaitsee Saksassa, Tanskassa, Espanjassa, Alankomaissa ja Brittein saarilla (Mäkinen 2003). Vuoden 2003 loppuun mennessä oli Eurooppaan rakennettu tuulivoimaloita 28 440 MW edestä. Tämä määrä tuottaa energian 35 miljoonalle kansalaiselle (EWEA 2004c).

Tällä hetkellä Suomessa on 38 MW tuulivoimaa. Jos Suomi aikoo pysyä EWEA:n tavoitteissa, tarkoittaisi se jopa 50 MW/vuosi uutta tuulivoima rakentamista. Tämä ei sinänsä ole suuri määrä, koska Tanska rakentaa sen verran joka kuukausi. Kauppa ja teollisuusministeriö on kirjannut tämän tavoitteen myös puiteohjelmaansa (Tammelin 2000).

Kesällä 2004 ympäristöministeri Jan-Erik Enestam ilmoitti, ettei tuulivoimaa suositella rakennettavaksi muualla kuin teollisuusalueille. Ministeriö on tekemässä kunnille uudet lainsäädännön soveltamisohjeet tuulipuistojen rakennuslupakäytäntöön. Tällä hetkellä lupakäytäntö on vaikea ja raskas valitusmenettelyineen (Alarotu 2004).

Se miksi ennusteet epäonnistuivat niin paljon, johtui juuri tuulivoimateollisuuden suuresta kasvusta, ja tämä taas johtui tuulivoimateollisuuden nopeasta tuotekehityksestä. Osataan rakentaa yhä suurempia turbiineja. Tällä hetkellä keskikokoisina turbiineina pidetään 600kW ja suurina Megawatin kokoisia turbiineja. Turbiinien koon kasvaessa on hintaa pystytty saamaan alas ja siksi tuotetun energian hinta on alentunut vuosien aikana (DWIA 2004).

Erilaiset standardit ja laatukriteerit ovat helpottaneet uusien tuotteiden tuomista nopeammin markkinoille. Yksi osa kilpailukykyä on erilaisten laitteiden tuominen markkinoille. Enää ei pärjätä vain yhdellä, vaan on pystyttävä tarjoamaan erilaisia laitteita erilaisiin tarpeisiin. Tulevaisuudessa tärkeää osaa näyttelevät varmasti suuret merelle rakennettavat tuuliturbiinit. Nämä, ainakin megawatin luokkaa olevat laitteet, näkyvät varmasti jo tuulienergiatilastoissa ja ovat siten merkittävä osa etenkin Pohjois-Euroopan tuulienergian tuotantoa (EWEA 2004a).

Tärkeäksi osaksi tuulienergiakeskustelua nousevat myös sähköverkot. Verkkojen rakentamisessa on huomioitava suuri tuulivoimalla tuotetun sähkön määrä. Sähköverkkojen rakentamisessa tuleekin ottaa huomioon kokonaiseurooppalainen näkökulma. Euroopan komission ja joidenkin Euroopan maiden satsaaminen tuulienergian tuotantoon tutkimusmielessä on ollut järkevää. Tosin vielä ei ole raapaistu kuin pintaa ja onkin huomioitava, mitä ongelmia aiheutuu, jos tuulella tuotetaan suurin osa tarvittavasta energiastamme (Holtinen 2003).

Taloudelliselta kannalta ajateltuna on tärkeää huomioida tuulienergian hinnan

muodostavat kulut. Näihin kuuluvat niin turbiinin takaisinmaksukulut korkoineen, kuin myös muut toimintakustannukset. Tietysti kuluihin vaikuttaa paljon myös, kuinka paljon tuulee. Tuulen määrä on yksi tärkeimmistä asioista, joita tutkitaan ennen voimaloiden rakentamista. Tuulivoimaloiden kustannukset ovat laskeneet merkittävästi viimeisten viidentoista vuoden aikana ja tämä suuntaus jatkuu. Toisaalta myös energian hinta on laskenut merkittävästi viimeisten vuosien aikana (EWEA 2004a).

Merellä tuulivoimalalla tuotettu energia on kaikista kilpailukykyisintä muihin uusiutuviin energiamuotoihin verrattuna. Merellä tuulen nopeus on huomattavasti mannerta suurempi, jolloin energian tuotantokin on suurempaa hinnan pysyessä alhaisempana. Tosin kustannukset sähkölinjojen sekä itse turbiinien rakentamisessa ovat suuremmat verrattuna maalle rakentamiseen (Holtinen 1996). Jos verrataan tuulella tai muulla uusiutuvalla tavalla tuotettua energiaa, on kustannusten vertailu hankalaa, koska valtio tukee usein esimerkiksi hiilen käyttöä ja tätä ei oteta huomioon. Muutenkaan polttoaineiden sekundäärisiä haittoja ei useinkaan huomioida, kuten päästöjen aiheuttamia ongelmia ihmisten terveydelle (EWEA, 2004a).

Tuulienergian tuotanto työllistää paljon ihmisiä, esimerkiksi megawatin turbiini työllistää 15–19 ihmistä. Suurin työllistävä vaikutus on tietysti tuulivoimalan rakentamisvaiheessa (EWEA, 2004a). Tuulienergialla tuotettu sähkö on ympäristöystävällistä, koska se vähentää ilmaston lämpenemistä. Energia saadaan tuulesta tehokkaasti talteen ilman turhia energiahäviöitä ja välikäsiä. Tuulella tuotettu energia ei tuota hiilidioksidia, rikkidioksidia tai typen oksideja. Tuulienergia on siis harmitonta, myrkytöntä ja vapaasti saatavissa (DWIA 2004).

7.2.4.1. Tuulivoima Tanskassa

Tanska on Euroopan maista edelläkävijä niin tuulivoiman rakentamisessa kuin teknisessä kehittämisessä. Tanskassa on ennakkoluulottomasti lähdetty käyttämään maan mahtavia tuulivoimaresursseja hyödyksi. Viime vuosina kuului huhuja että tuulivoimaan ja muihin uusiutuviin energialähteisiin ei enää satsattaisikaan niin paljon kuin aikaisemmin, mutta loppuvuonna 2004 trendi kääntyi ja Tanska aikoo jatkaa tahtiaan tavoitteenaan tuottaa tarvitsemastaan sähköstä 40% tuulella vuoteen 2015 mennessä (DWIA 2004).

7.2.4.2. Tuulivoima Virossa

Virossa on hyödynnetty jonkin verran tuulivoimaa. Tämä onkin luontevaa, koska valtiolla on melko paljon merenrantaa, jossa tuulen voimakkuus saavuttaa helposti sellaisen voiman, että hyödyntäminen on järkevää. Virossa sijaitsevassa saaresa Saarenmaalla tuulivoima korvaa sähköntuotantoa. Myllyjä voi nähdä etenkin saaren lounaisosassa, josta seuraava kuvakin on otettu.



Kuva 9 . Tuulimyllyjä Saarenmaan Lounaisrannikolla. Kuvaaja Mika Mattila

7.2.5. Tuulivoiman kehitys muualla maailmassa

Kaikkialla maailmassa hiilidioksidipäästöjen vähentäminen eli fossiilisten polttoaineiden vähentäminen on tärkeää ja tämä antaakin uusiutuville energialähteille etulyöntiaseman. Kuitenkin lähes kaikilla uusiutuvilla energiamuodoilla on tällä hetkellä heikko etulyöntiasema (Mäkinen 2003). Toisaalta ympäri maailman pyritään tukemaan uusiutuvien energiamuotojen käyttöä ja kehittämään ja tutkimaan tekniikoita. Tuulivoima on kuitenkin tällä hetkellä kehittynein ja kaupallisesti helposti saatavin uusiutuvista energiamuodoista (EWEA 2004a). Maailmalla voidaankin odottaa, että Yhdysvallat jatkavat panostustaan tuulivoimaan. Heillähän on jo nyt melko paljon kokemusta tuulienergian hyödyntämisestä. Uusia tuulienergian hyödyntämisestä kiinnostuneita maita ovat Australia, Japani, Kanada sekä Etelä Amerikan valtiot. Myös muut valtiot, kuten Intia, Brasilia, Kiina, Egypti, Marokko ja Turkki, harkitsevat vakavasti tuulienergian hyödyntämistä (EWEA 2004a). Pohjois-Amerikka ja Eurooppa ovat kuitenkin vielä lähitulevaisuudessa edelläkävijöitä tuulivoiman rakentamisessa.

Euroopan tuulivoimayhdistys (European Windenergy association) on ennustanut, että tuulivoiman kasvu maailman laajuisesti voisi olla vuoteen 2012 mennessä 150 000 MW. Tämä toisi toteutuessaan huomattavia hiilidioksidipäästöjen vähennyksiä. Vuoteen 2020 olisi mahdollista tuottaa koko maapallon sähköenergiasta 12% tuulella, eli 3000TW. Tämä vähentäisi maailman hiilidioksidi päästöjä paljon. Arvioiden mukaan noin 1,832 miljoonaa tonnia (EWEA 2004a).

8. FYSIIKAN, KEMIAN JA TERVEYSTIEDON TAVOITTEET JA SISÄLLÖT OPETUSSUUNNITELMAN MUKAAN VUOSILUOKILLA 7–9

Vuosiluokasta 7 alkaen fysiikka ja kemia eroavat omiksi oppiaineikseen. Tämä on tietysti toisaalta hyvä, mutta, jos niiden opettamisesta huolehtivat eri opettajat, voivat jotkin asiat jäädä hataralle pohjalle, kun selitys ja pohjustus toisesta aineesta jää heikolle. Fysiikan tavoitteissa perusopetuksen opetussuunnitelmien perusteissa mainitaan, että aine antaa valmiuksia tehdä jokapäiväisiä valintoja erityisesti energiavarojen käyttöön. Päätöarvioinnin kriteereissä ei kuitenkaan suoranaisesti enää mainita erilaisia energiantuotantotapoja. Mainitaan vain prosessien tuntemus ja kuvaus sekä energiansäilyminen (OPH 2004). Päätöarvioinnin kriteereissä mainitaan, että oppilas osaa käyttää keskusteluissa keskeisiä fysiikan käsitteitä muun muassa energia tai ymmärtää energian säilymisen periaatteen. Koska päätöarvioinnin kriteerit määrittelee, miten oppilas arvioidaan, vaikuttaa se varmasti myös siihen, miten opettaja valitsee opetettavan asiansa.

Kemian tavoitetekstit eivät poikkea opetussuunnitelmien perusteissa muista luonnontieteellisistä aineista. Tavoitetekstit ovat yleistä uusiutuvien energialähteiden yleistymisen ja tietoisuuden kannalta (OPH 2004). Tavoitteissa sanotaan, että ”oppilalle tulee antaa valmiuksia tehdä jokapäiväisiä valintoja ja keskustella erityisesti energian tuotantoon, ympäristöön ja teollisuuteen liittyvistä asioista ja ohjata oppilasta ottamaan vastuuta ympäristöstään.” Päätöarvioinnin kriteerit eivät kuitenkaan huomioi tätä mitenkään, ja voikin vain arvailla, kuinka painotus koulussa otetaan. Uskon, että tässäkin tilanteessa opettajaa ja kirjantekijää ohjaavat enemmän päätöarvioinnin kriteerit arvosanalle kahdeksan (8), kuin tavoite tekstien yleistävät lauseet. Mainitaan vain, että *oppilas tuntee aineiden kiertoprosesseja ja niiden aiheuttamia ilmiöitä luonnossa ja ympäristössä, esimerkiksi hiilen kiertokulku, kasvihuoneilmiö ja happamoituminen*. Kemia aineena on uusiutuvien energiamuotojen ja varsinkin tuulivoiman kannalta tärkeä aine, koska sen keskeisenä sisältönä mainitaan *ilmakehän aineet ja niiden merkitys ihmiselle*. Etenkin tältä osalta kemia olisi hyvä integroida muihinkin aiheisiin.

8.1. Terveystieto vuosiluokilla 7–9

Terveystieto on oma oppiaine vuosiluokilla 7–9. Aikaisemmilla vuosiluokilla aine on integroitu ympäristö- ja luonnontietoon (vuosiluokat 1–4) sekä biologiaan ja maantietoon (vuosiluokat 5–6). Aineessa painotetaan aiheen yhteissuunnittelua. Aiheina terveystieto on aiheeni kannalta tärkeä ja aineen tavoitteissa mainitaankin että *oppilaan tulisi oppia huolehtimaan itsestään ja ympäristöstään* (OPH 2004 s. 131). Aineenopettamisen kannalta tämä taitaa olla kuitenkin vain korulause, koska päätöarvioinnin kriteereissä painottuvat aivan muuta asiat. Tosin se onkin ymmärrettävää, eihän kaikkien aineiden tarvitse paneutua ympäristöön, mutta toisaalta ei sitten tarvitsisi asiaa mainitakaan.

9. AINEET, JOIDEN SISÄLTÖIHIN AIHEENI EI PERINTEISESTI KUULU

Seuraavassa käsittelen oppiaineita, joiden aihealueisiin ei perinteisesti liitetä kestävästä kehitystä tai uusiutuvia energioita. Mielestäni näidenkin aineiden käsittelyssä aiheet voidaan huomioida, ja aineita voidaan rohkeasti integroida muiden aineiden kanssa, kun teemoja käsitellään.

9.1. Matematiikka oppiaineena

Matematiikka on perinteisesti ollut matemaattisten taitojen, käsitteiden ja ajattelutavan opettelemista. Opetussuunnitelman perusteissa (OPH 2004, s. 105) määritellään matematiikan opettamisen tavoitteeksi kuitenkin oppilaan luovan ja täsmällisen ajattelun kehittäminen. *Matematiikan merkitys onkin nähtävä laajasti – se vaikuttaa oppilaan henkiseen kasvamiseen sekä edistää oppilaan tavoitteellista toimintaa ja sosiaalista vuorovaikutusta* (OPH 2004, S. 105). Matematiikan rooli on siis erittäin tärkeä vastuullisen kansalaisen kasvattamisessa, vaikka useinkaan aiheeseen ei varmasti mielletä liittyvän suurempia rooleja. Matematiikan oletetaan opettavan matemaattiset aiheet, eikä niinkään laajemmin ajateltuna ajattelua ja toimintatapaa.

9.1.2. Matematiikka vuosiluokilla 1–2

Ensimmäisten vuosiluokkien matematiikan tavoitteet ovat hyvinkin selkeät, tosin kaiken muun opettelemisen ohessa voivat nämä aikuisesta helpot tavoitteet olla vaativat. Opetussuunnitelman perusteet (OPH 2004) kuvaa oppilaan hyvää osaamista 2.luokan päättyessä. Kriteerit sisältävät matemaattisten käsitteiden ymmärtämisen ja niiden käyttämisen ongelmien ratkaisuisissa sekä perusteluiden tekemisen sekä suullisesti, kirjallisesti, kuvin että erilaisin välinein. Tärkein kuitenkin on vertailujen tekeminen. Oppilaan pitää pystyä kuvaamaan, esimerkiksi esineen paikkaa tai joukkojen kokoa. Oppilaan tulee tuntea luvut ja osata peruslaskutoimitukset niillä. Myös perusmuodot kuuluvat ensimmäisten vuosien aiheisiin, kuin myös erilaisten asioiden mittaaminen.

9.1.3. Matematiikka vuosiluokilla 3–5

Matematiikka vaikeutuu huomattavasti seuraavien vuosiluokkien aikana. Miellenkiintoista on myös, että aineeseen on tehty nivelvaihe 5. ja 6. luokan väliin. Perinteisesti ala- ja yläkoulun raja on ollut 6. ja 7. vuosiluokan välillä, ja opetussuunnitelmien perusteet eivät muuttaneet kuntien koulurakennusten sijainteja, eikä nivelvaiheen toteutus välttämättä onnistu tähän väliin.

Viidennen luokan päättyessä oppilaan matemaattiset taidot oletetaan olevan todella hyvät. Hänen odotetaan pystyvän käyttämään ongelmien ratkaisussa mm. symboleita ja diagrammeja, lukujen ja kuvien lisäksi. Hän osaa hahmottaa reaali maailman tilanteita sekä ryhmitellä ja luokitella asioita.

Oppilaan pitäisi myös osata tulkita yksinkertaisia tilastoja sekä esittää keräämästään aineistoista erilaisia diagrammeja. Tämä on melko vaativaa niin viidesluokalaiselle kuin vanhemmallekin oppilaalle.

9.1.4. Matematiikka vuosiluokilla 6–9

Matematiikka vaikeutuu taas huomattavasti ja, jos on jäänyt aukkoja aikaisempiin taitoihin opiskelu, voi olla todella vaikeaa. Päättöarvioinnin kriteereissä mainitaan, että oppilaalla on mm. luotettava peruslaskutaito. Hänen tulee osata korottaa luvut potenssiin ja käyttää yhtälöparia muiden taitojen lisäksi. Matematiikan sisällöt ja kriteerit ovatkin mielestäni erittäin rankat ja vaativat, eivätkä vain oppilaalle vaan myös opettajalle.

Tuulivoiman ja tuulen nopeuden avulla voisi helpottaa potenssiin korottamisen ymmärtämistä. Tuulesta saatu energia on verrannollinen tuulen nopeuden toiseen potenssiin. Vertailemalla, kuinka paljon tuulesta saatavaan energia määrään vaikuttaa nopeuden pieni muutos, voisi potenssiin korottamisenkin ymmärtää paremmin ja se tulisi konkreettisemmaksi oppilaalle. Usein matematiikan käsitteitä on vaikea ymmärtää, koska ne ovat niin abstrakteja.

9.2. Historia oppiaineena

Perinteisesti historiaa pidetään sellaisena vuosilukujen opetteluaineena. Nykyaikainen historian opetus on kuitenkin melko lailla erilaista ja eroaa suuresti esimerkiksi omassa koulussani opetetusta historiasta. Opetussuunnitelman perusteissa (OPH 2004 s. 145) historian opetuksen tehtävä määritellään seuraavasti: *ohjata oppilasta kasvamaan vastuulliseksi toimijaksi, joka osaa käsitellä oman ajan ja menneisyyden ilmiöitä kriittisesti. Oppilasta ohjataan ymmärtämään, että oma kulttuuri ja muut kulttuurit ovat historiallisen kehitysprosessin tulosta. Opetuksessa käsitellään sekä yleistä että Suomen historiaa.*

Käsittelemäni aihe uusiutuvat energiat erityisesti tuulivoima ja kestävä kehitys on aihe, joka nousee selkeästi esiin, kun alkaa seurata miten tietoisuus kestävästä kehityksestä tai maapallon rajallisista energia varoista on tullut osaksi nykypäivää. Energian tuotanto myös liittyy hyvin voimakkaasti ihmisen kehitykseen.

Historia nivoutuu tuulivoiman ja uusiutuvien energiamuotojen opettamiseen luontevasti ainakin, kun käydään läpi tekniikan kehittymistä ja kehitykseen vaikuttaneiden asioiden kulkua. Opetussuunnitelmassa (OPH 2004) historiaa opetetaan vuosiluokilla 5-6 sekä vuosiluokilla 7-9. Historia oppiaineen päätavoite voisi olla: ohjata oppilasta kasvamaan vastuulliseksi toimijaksi.

Vuosiluokilla 5-6 painotetaan faktan ja fiktion erottamista sekä erilaisten lähteiden käyttöä. Myös omien mielipiteiden perusteleva on tärkeää sekä selittää ihmisen toiminnan tarkoituksia 1900- ja 2000-luvuilla.

9.2.1. Historia vuosiluokilla 5–6

Historia alkaa vasta viidennellä luokalla. Tällöin opetuksen tehtävä on perehdyttää oppilas historiallisen tiedon luonteeseen. Tärkeää uuden opetussuunnitelman mukaan on ymmärtää, että historiallinen tieto on aina historioitsijoiden tulkintoja. Historia on siis sellaista kuin se kerrotaan. Oppilaan hyvän osaamisen kriteereissä kuudennen luokan päätteeksi mainitaankin, että oppilaan tulee osata erottaa fakta fiktiosta ja hänen tulee ymmärtää, että asiat voi tulkita eri tavoin, ja hän pystyy selittämään miksi näin tapahtuu.

Historian tavoitteet ovatkin ensiarvoisen tärkeitä myös uusiutuvien energioiden käytön kannalta. Vaikka itse asiaa ei käytäisikään oppitunneilla, kasvattavat nämä

tavoitteet oppilaan asioihin perehtyväksi ja kriittiseksi. Myös asioiden tulkinnan opettaminen antaa oppilaalle valmiuksia muodostaa omia mielikuviaan ja käsityksiään opettajan tai oppikirjan suunnasta poiketen.

9.2.2. Historia vuosiluokilla 7–9

Historian pohjimmainen tavoite säilyy edelleen historiallisen tiedon luonteen syventämisessä. Tärkeäksi nostetaan kuitenkin myös oppilaan oman identiteetin vahvistaminen sekä muihin kulttuureihin perehdyttäminen. Historian tavoitteena on myös erilaisten lähteiden käytön opetteleminen sekä eri lähteiden vertailu, mutta myös ihmisen toiminnan tarkoituksien ja vaikutusten selittäminen. Tämä on erittäin tärkeä ominaisuus tulevaisuuden kansalaiselle, kun mietitään erilaisten päätösten vaikutuksia tai aina lisääntyvää tiedon määrää.

Aineen keskeisenä sisältönä on mm. elämä 1900-luvun lopulla ja 2000 alussa ja siellä erityisesti länsimaisen kulutusyhteiskunnan synty ja sen vaikutukset ihmisten elämään ja ympäristöön sekä tiedonvälityksen kehitys. Useinkaan historian opettajalla ei ole kovin hyvät tiedot energian tuotannosta, ja siksi olisikin turvattava erittäin selkeät ja hyvät materiaalit näiden asioiden läpikäymiseen kouluissa. Nyt tällaisia materiaaleja, jotka historiaan perehtynyt opettaja saisi selkeästi asian esiin, ei ole. Kuitenkin hänen vaikutuksensa on erittäin tärkeä perusasteen asenteiden muotoutumisessa ja siinä millaisia päättäjiä meillä tulevaisuudessa on. Historian päättöarvioinnin kriteereissä arvosanalle 8 on mielestäni tärkein historiallisen tiedon käyttämisen viimeinen kriteeri: *pystyy muodostamaan tapahtumista ja ilmiöistä omia perusteltuja käsityksiä ja arvioimaan niitä*. Tämä mielestäni osoittaa, kuinka tärkeä oppiaine historia on uusiutuvien energioiden ja kestäväen kehityksen opettamisessa. Vaikka aihetta käytäisiin muissa aineissa paljon läpi, korostaa historia sellaisia taitoja, joita oikeasti asioiden ymmärtäminen ja tulevaisuudessa uudenalaiset päätökset tarvitsevat tuekseen.

9.3. Aiheita, joita historian opetuksessa voidaan tuulivoimasta ottaa

9.3.1. Koska tuulta alettiin käyttää hyväksi?

Tuulienergian voidaan sanoa olevan ensimmäinen ihmisen käyttämä energia, joka ei ollut peräisin eläimestä, vaikka samoihin aikoihin opittiin käyttämään myös vesivoimaa. Tuulta käytettiin ensimmäisenä kuivaamisessa ja sitten purjehduksessa, mutta melko pian löydettiin myös muut käyttökohteet tuulen energialle mekaanisessa työssä. (Boyle, G. 1998). Purjelaivoissa alkeellisin purje oli lehvälatvainen puu, joka myöhemmin osattiin korvata kankaalla. Suomeen purjealukset tulivat viikinkiajalla (Keskinen 1991).

On todisteita, että jo n. 3600 eKr. egyptiläiset käyttivät tuulta hyväksi peltojen kastelussa ja viljan jauhamisessa. Eurooppaan tuulimyllyjen uskotaan tulleen paljon myöhemmin, vasta n. 1100-luvulla ristiretkeläisten mukana. Suomessa on löytynyt varhaisin maininta tuulimyllyistä vuodelta 1465. Tämä tuulimylly on tietävästi sijainnut Turun seudulla (Keskinen 1991). Tuulimyllyjä oli 1800-luvun lopulla jo 10 000kpl. Niitä käytettiin myllyinä, sahoina ja pumppuina. Tuulen energiaa saatettiin käyttää myös paperin valmistukseen. Uudet tekniikat, kuten höyrykone, polttomoottori ja sähkömoottori korvasivat tuulimyllyt nopeasti. Vuodelta 1908 onkin Wihtori Peltosen keksintöjenkirjassa maininta, että ”tuulimoottorit ovat kannattavia ja käytännöllisiä vain erikoisissa olosuhteissa” (Keskinen 1999). Tämä kuvaa hyvin tuulivoiman hyväksikäytön vähenemistä.

Malleiltaan tuulimyllyt olivat melko erinäköisiä kuin nykyään, tänne eivät levinneet uudet mallit Euroopasta. Yleisesti Euroopassa oli käytössä Hollantilainen malli, jossa siivet ja katto oli kierrettävissä pitkän häntänsä avulla tuulta kohti, mutta runko oli kiinteä. Myllyn siipi oli neljän kepin väliin pingotettu kangas, joka voitiin poistaa tuulen yltäessä liikaa. (Pakkanen 1979). Suomeen vakiintui kuitenkin käyttöön Saksalainen versio, joka eroaa hollantilaisesta siten, että siinä koko runkokin oli kierrettävissä tuulta kohti. Saksalaisella mallilla oli oltava rakenteellisesti hyvin tuettu runko, jonka päällä myllyä pystyttiin kääntelemään (Pakkanen 1979).

Nykyaikaisen sähköä tuottavan tuulivoimalan kehittäjänä voidaan pitää Poul la Cour'a (1846–1908). Hän oli ammatiltaan meteorologi, mutta tutki tuulimyllyjä ja rakensi oman sähköä tuottavan myllyn 1891. Hänen ideansa oli varastoida sähkö vetyyn elektrolyysin avulla. Vedyn varastoiminen tuotti hänelle kuitenkin ongelmia, koska se räjähtää helposti. Hän joutuikin vaihdattamaan uudet lasit tutkimustilaansa useita kertoja räjähdysten takia. La Cour tutki paljon myös aerodynamiikkaa oman tuulutunnelin avulla (DWIA 2004). Hänen tuulivoimalansa olivat neljä- tai kuusilapaisia, nämä oli kuitenkin rakennettu vain koemielessä ja yleisesti vielä käytettiin useampilapaisia myllyjä (Rinta-Valkama ja Hannula 2003).

Tanskassa kehitettiin 1950-luvulla tuuli-diesel järjestelmiä, jotka näyttelivät tärkeää roolia tuulivoimatutkimuksessa Tanskassa. Nykyaikaisia tuulipuistoja alettiin rakentaa 1980-luvulla. Ensimmäinen puisto, joka nousi Kalifornian Palm Springsiin (Rinta-Valkama ja Hannula 2003) oli 1000 yksikön kokoinen.

9.4. Yhteiskuntaoppi perusasteella

Yhteiskuntaoppi on oppiaineena vasta vuosiluokilla 7–9. Tärkein yhteiskuntaopin tehtävä on kasvattaa oppilasta yhteiskunnan aktiiviseksi ja vastuulliseksi toimijaksi. Tavoitteeltaan yhteiskuntaoppi on yhteiskunnan rakenteiden perehdyttämistä, mutta tärkeämpää on antaa esimerkkejä, kuinka yhteiskunnassa voi vaikuttaa erilaisiin päätöksentekoprosesseihin.

Yhteiskuntaopin tavoitteissa vuosiluokilla 7-9 mainitaan, että oppilaan tulee ymmärtää yksilön mahdollisuudet toimia omassa kotikunnassa ja toisena tavoitteena mainitaan yksilöt ja kotitaloudet kuluttajina ja talouden toimijoina. Tähän tavoitteeseen nivoutuu myös osallistuvakansalainen aihekokonaisuus. Tuulivoiman ja uusiutuvien energioiden opetuksen yksi tärkeimpiä perusteita on osoittaa oppilaille, että he voivat valinnoillaan vaikuttaa. Tulevaisuuden toimijat kasvatetaan nyt kouluissa ja heihin vaikuttamalla voidaan saada monikin asia muuttumaan.

Opetussuunnitelman perusteissa(OPH 2004) yhteiskuntaopin päättöarvioinnin kriteereissä arvosanalle 8 mainitaan seuraavia kriteereitä:

Yhteiskunnallisen tiedon hankkiminen ja käyttäminen

- Oppilas kykenee tulkitsemaan kriittisesti median välittämiä tietoja, tilastoja ja graafisia esityksiä
- pystyy perustelemaan käsityksiään yhteiskunnallisista asioista
- osaa vertailla yhteiskunnallisen päätöksenteon ja taloudellisten ratkaisujen eri vaihtoehtoja ja niiden seurauksia.

Yhteiskunnallisen tiedon ymmärtäminen

- Oppilas ymmärtää, että yhteiskunnallisessa päätöksenteossa ja taloudel-

lisissä ratkaisuisissa on olemassa useita vaihtoehtoja

- ymmärtää yhteiskunnallisen ja taloudellisen toiminnan eettisiä kysymyksiä.

Mielestäni tämän oppiaineen tärkeyttä ei aina huomata uusiutuvien energioiden opettamisessa. Tuulivoimakin varmasti jää yhteiskuntaopinopintoihin usein nivomatta, vaikka tämä oppiaine nimenomaan opettaa vaikuttamaan ja olemaan vastuullinen kuluttaja ja kansalainen.

Koska uusiutuvat energiat, tuuli ja kestävä kehitys ovat aiheena sellaisia että ne voidaan integroida moneen asiaan ja opetussuunnitelman perusteiden (OPH 2004) tavoite on saada opetuksesta ehyempi suurilla aineilla, voi näiden aiheiden avulla integroida monia muitakin aineita, kuin luonnontieteellisiä aineita. Käsittelen tässä sellaisia aineita, joiden alueeseen minusta opetussuunnitelman perusteiden (OPH 2004) mukaan uusiutuvat energiat etenkin tuulivoiman ja kestävän kehityksen voi liittää. Pyrin myös tarjoamaan integraatiosta esimerkkejä.

9.5. Kuvataide perusasteella

Kuvataiteessa perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (2004) painottaa lähiympäristön havainnointia. Myös kestävän kehityksen mukainen estetiikka nousee esiin ympäristöestetiikkana. Tärkeää on myös, että oppilas oppii arvostamaan niin omaa kulttuuriaan kuin myös vieraita kulttuureja. Erilaisten kulttuurien ymmärtäminen luo pohjan kestävän tulevaisuuden rakentamiselle. Kuvataiteessa korostuu myös havaintojen tekeminen ja pienimmillä oppilaille kannattaakin miettiä voisiko kuvataidetta integroida esimerkiksi ympäristö- ja luonnontiedon kanssa. Kuvataiteessa neljännen luokan päättyessä yksi kriteereistä on havaintojen muuntaminen kuvaksi.

9.6. Äidinkieli perusasteella

Äidinkielenä käsittelen työssäni suomea ensikielenä ja sen opetussuunnitelman perusteiden (OPH 2004) sisältöjä ja aiheita. Tavoitteena perusasteella on, että *oppilaasta tulee aktiivinen sekä eettisesti vastuullinen viestijä sekä lukija, joka pääsee osalliseksi kulttuurista sekä osallistuu ja vaikuttaa yhteiskuntaan* (OPH 2004, s.23). Tällöin äidinkielen opetuksen rooli kestävän kehityksen mukaisten arvojen toteuttamisessa on erittäin tärkeä. Äidinkielen opettaja on myös keskeinen henkilö asioiden integroimisessa ja onkin erittäin hienoa, että äidinkielen opettamista tutkitaan ja kehitetään kokoajan paljon.

Ensimmäisillä luokilla pääpaino opiskelussa on lukemaan ja kirjoittamaan opettelemisessa, mutta huomiota siirretään myös luetun tekstin ymmärtämiseen. Uudessa opetussuunnitelmassa (OPH 2004) myös tietotekniikan käyttö on jo mukana opiskelussa samoin median ymmärtäminen. Media onkin erittäin suuri osa lasten päivää ja on hyvä, että koulussa käsitellään, kuinka sieltä saatavaa tietoa tulee käsitellä ja kuinka siihen suhtautua.

Kolmannelta viidenteen luokkaan taidot kehittyvät ja vaatimukset sen mukana. Viidennen luokan ”hyvän osaamisen” -kriteereissä (OPH 2004, s.27) mainitaan jo tiedonhankinnan perusteet ja kirjaston sekä muiden tietolähteiden käyttäminen. Oppilaan tulee myös osata erottaa oleellinen tieto tekstistä.

Äidinkielessä niin kuin matematiikassa on seuraava nivelvaihe laitettu viidennen ja kuudennen luokan väliin, entisestä ala- ja yläastejaosta poiketen. Yhdeksännen luokan päättöarvioinnin kriteereissä (OPH 2004, s.31) määritellään jo tarkasti, kuin-

ka oppilaan tulee osata tulkita ja käyttää erilaisia tekstejä. Kaiken kaikkiaan oppilaalle pitäisi muodostua erittäin hyvät taidot tekstien käyttämiseen lähteinä ja hänen pitäisi osata suhtautua niihin kriittisesti. Oppilaan pitäisi myös osata käyttää erilaisia viestintäkeinoja toimiessaan aktiivisena kansalaisena.

10. USEAMMAN AINEEN TEEMOIHIN SOPIVAT ASIAT

Seuraavat aiheet olen koonnut tähän siten, että niitä voidaan käsitellä useammassa yhteydessä. Parhaiten aiheet sopivat varmasti projektien yhteyteen, mutta varmasti myös erilaisten aineiden yhteydessä käsiteltäviksi.

Erilaisia tuulimyllytyyppejä voisi mielestäni käsitellä esimerkiksi kuvaamataidossa, historiassa tai fysiikassa. Aiheen käsittelyn näkökulma tulee vain huomioida sekä vaikeusaste ikäluokan mukaan. Mielekkäintä on varmasti käsitellä asiaa, jos esimerkiksi luokka on lähdössä retkelle, jolla on tarkoitus tutustua tuulimyllyihin. Erilaisten vaihtoehtojen esitleminen on silloin mielekästä. Erilaiset tuulivoimalatyypit on käyty jo aikaisemmin, mutta tässä perehdymme enemmän tuulivoimalaitokseen käytössä.

10.1. Tuulivoimalaitos käytössä

Kun tuulivoimalaitos on käytössä, siinä on huomioitava monia asioita. Seuraavassa käydään läpi sellaisia asioita, joihin tulee kiinnittää huomiota. Monikaan näistä asioista ei tavallisesti tule kuluttajalle mieleen, mutta, kun mietitään esimerkiksi tuulivoimalan sijoittamista lähialueelle, on oppilaiden hyvä nämä asiat tietää.

10.1.1 Tuulivoimalan tehon rajoitus

Vaikka tuulen nopeuden kasvaessa myös siitä saatava energiamäärä kasvaa, voimalaitosta on silti pystyttävä ohjaamaan. Liian kovilla tuulilla voimalaitos täytyy pystyä sammuttamaan jopa kokonaan. Tehon rajoituksella tarkoitetaan sitä, että laitteisto toimisi mahdollisimman taloudellisesti. Taloudellisuuden ymmärtää, kun miettii, että turbiini pystyy tuottamaan 1 MW 12 m/s puhaltavalla tuulella. Jos vallitsevissa tuuliolosuhteissa keskituulennopeus on 12 m/s, ei generaattorin osien mitoitus suuremmiksi ole järkevää, vain siksi että joskus myrskyillä saattaa tuulla vaikka 24 m/s, joka tuottaisi 8 MW tehon. Kuitenkin melko harvoin saattaa tuulla noin kovaa ja kustannuksiltaan suuremmat laitteet ovat paljon kalliimpia (Pakkanen 1979).

10.1.2. Lapakulmasäätö

Lapakulman säädöllä tarkoitetaan sitä, että lapaa voidaan kiertää akselin ympäri niin, että tuulesta saadaan mahdollisimman hyvin hyötyä. Lapakulman säädöllä voidaan vaikuttaa myös tehon säätöön, mutta myös käynnistys- ja pysäytystilanteissa siitä on hyötyä. Lapojen kääntämisestä huolehtii yleensä pieni sähkömoottori, joka ohjautuu jonkin tuulennopeusanturin mukaan. (Pakkanen 1979).

Lapakulman osittainen säätö tarkoittaa sitä, että vain lavan takalaita tehdään säätöväksi. Koko lapaa ei siis voida kääntää, vaan vain takaosaa. Tämä aiheuttaa tietyillä tuulen nopeuksilla rasituksia lapaan, mutta energian tuotto ei sinänsä kärsi. Helppoutena on myös lavan kiinnittäminen akseliin, kun osa siitä on kiinteästi kiinni. (Pakkanen 1979).

10.1.3. Sakkaussäätö

Sakkaussäätö tarkoittaa sitä, että lavat ovat kiinteät ja roottorin pyörimisnopeus ei vaihtele. Ilmiö tapahtuu, kun tuulen nopeus kasvaa riittävästi ja silloin ilman paine lapaan kasvaa. Kun paineen kasvu ylittää tietyn kulman, tapahtuu ylitys. Ylitys tarkoittaa sitä, että paine lavan lähellä laskee ja syntyy pyörteisyyttä (Pakkanen 1979).

Haittana sakkaussäädöllä on se, että energian tuotanto on hiukan heikompi kuin lapakulmasäädöllä. Tietyn mallisille roottoreille kuitenkin tuo on sakkaussäädöllä ainut mahdollinen tehonsäätökeino (Pakkanen 1979).

10.2. Turbiinin liittäminen verkkoon

Turbiinin ostajan ei tarvitse kantaa huolta teknisistä ratkaisuista, kun turbiini rakennetaan. Yleensä valmistaja ja paikallinen sähköyhtiö hoitavat nämä käytännön tekniset asiat (DWIA 2004)

Kun puhutaan voiman laadusta, tarkoitetaan niin volttien kuin taajuudenkin stabiilisuutta sekä sähköön häiriöitä. Toisin sanottuna voimayhtiöt ja heidän asiakkaansa haluavat sähkönsä hienon sinimuotoisena (DWIA 2004). Pienillä tuulen nopeuksilla turbiinit on yleensä ohjelmoitu pyörimään vapaasti tuottamatta sähköä. Tämä siksi, että niin pienillä nopeuksilla tuottavuus on heikkoa ja turbiini olisi kuin moottori ja kuluttaisi sähköä. Tuulen nopeuden noustessa alkaa turbiini tuottaa sähköä ja juuri oikealla hetkellä se liittyy sähköverkkoon. Tällainen yhtäkkiä verkkoon liittyminen rasittaa niin verkkoa kuin sähkölaitteitakin, koska verkossa on nähtävissä virtahuippu. Nykyaikaisempi muoto verkkoon liittämiseksi onkin tyristorin apuna käyttö. Tyristorin luovuttamaa virtamäärää voidaan säädellä, ja näin suurien virtapiikkien syntyä välttää. Jopa kotona saattaa olla tyristorilla toimivia valoja, jos ne ovat sellaisia, että niiden valaistusmäärää voidaan portaattomasti säädellä. Tyristori vie läpimenevästä virrastaan 1-2 %. Usein modernit turbiinit ovat varustettu läpipääsykytkimellä, joka kytkeytyy, kun turbiini on pehmeästi ajettu verkkoon (DWIA 2004)

10.4. Tuulivoimaloiden vaikutukset maisemaan

Tuulivoimaloita pidetään usein maiseman pilaajina. Tämä on useimmiten tavallisen ihmisen ensimmäisenä mainitsema tuulimyllyn haitta. Toisaalta, mikä tahansa ihmisen rakentama suuri ja massiivinen pilaa maiseman. Tuulimyllyt ovat niin korkeita, että ne saattavat näkyä jopa 5-10 km päähän, ja itse tornin saattaa erottaa jopa 20 km päästä. Väriyksellä tähän on vaikea vaikuttaa. Onkin todettu, että nykyisin käytössä oleva valko-harmaa väritys on varmasti neutraalein (YM 2002).

Tuulivoimaloiden sijoittamisessa on otettava huomioon näkyvyys. Oikeanlaisella sijoittamisella voidaan maisemaan kohdistuvia haittoja pienentää merkittävästi. Tuulipuistojen voimaloiden sijoittelulla eli ”myllygeometrialla” on todella suuri vaikutus näkyvyyshaittojen vähentämiseen. Myllyjen sijoittelussa kannattaa huomioida ympäröivät pinnanmuodot, kuten rantaviiva ja muut kohoumat. Jos ympäröivä maasto ei anna viitteitä asetteluun, geometrisia muotoja voidaan käyttää suunnittelun apuna. Hyvä esimerkki on merelle sijoitetut monien tuulimyllyjen tuulivoimalaitokset. On parempi sijoittaa myllyt siten, että rannalta katsottuna ne jäävät toistensa taakse, jos se on mahdollista. Näin kaikki tuulimyllyt eivät piirry maisemaan. Vaikka myllyt ehkä näkyvätkin paremmin, kun ne piirtyvät silmäämme päällekkäin on maisemassa vähemmän myllyjä ja se ei häiritse niin paljoa (YM 2002).

Monet opiskelijat niin Tanskassa, Englannissa kuin Alankomaissakin ovat tut-

kineet ihmisten suhtautumista tuuliturbiinien olemassa oloon. Tulos on melkein aina ollut se, että ne ihmiset, jotka asuvat lähellä turbiineja suhtautuvat niihin paljon myönteisemmin, kuin kauempana asuvat. Kun turbiinit maalataan harmaiksi, ne suhtautuvat erittäin hyvin maisemaan. On ehkä järkevämpää rakentaa vähän suuria turbiineja kuin paljon pieniä. Suurten turbiinien etu on myös se, että ne pyörivät hiljaisemmalla nopeudella, ja siksi pyörimisestä syntyvä haitta on pienempi (DWIA 2004).

Tuulivoimalan eduksi voidaan katsoa myös se, että loppujen lopuksi ne vievät melko vähän maapinta-alaa. Jos verrataan kivihiihellä toimivaa voimalaa tuulipuistoon, on maan käyttö eri luokkaa. Kivihiihelaitos vie koko maa-alan ja vielä kaivoksenkin maa-alan, jossa tarvittava kivihiihi louhitaan. Tuulipuiston maa-alaa voi käyttää vaikka laidunmaana, koska suurin osa pinta-alasta jää käyttämättä (Berninger 1999).

10.5. Ääntä turbiineista

Tuuliturbiinien melu on joissakin harvoissa tapauksissa koettu häiritseväksi. Turbiineista syntyy kahdenlaista melua toinen, jota voidaan kutsua mekaaniseksi meluksi, syntyy vaihteistosta ja generaattorista, ja toinen, aerodynaaminen melu, syntyy silloin, kun lavat ovat kosketuksissa ilman kanssa. Mekaaninen käyntiääni on erittäin pieni verrattuna siipien ääneen (YM 2002). Rannikolla ja merialueilla voimalan käyntiääni peittyy melko pienilläkin tuulen nopeuksilla tuulen äänen alle. Kotkan tuulipuistossa voi huomata, kun lähestyy tuuliturbiineja luontopolkua pitkin, miten voimalan ääni alkaa voimistua lähemmäksi tultaessa. Aerodynaaminen melu muistuttaa humahdusta, joka toistuu tietyin väliajoin. Melu on tasaista ja siihen tottuu melko nopeasti. Kotkassa tuulipuiston rantaan rakennettu virkistyspaikka on hyvin suosittu retkeilykohde, eivätkä aivan vieressä sähköä jauhavat turbiinit haittaa retkeilijöitä. (Mattila 2003).

Tekniikka on saanut turbiinien melutason erittäin alas. Tutkimuksen avulla on lapojen aiheuttamaa ääntä saatu pienennettyä ja energiatehokkuutta lisättyä. Yleisesti melua ei ole enää sillä etäisyydellä, jolla asutusta suositellaan olevan, eli 7 roottorin halkaisijan etäisyydellä. Roottorin vieressäkin äänitaso ei nouse kuin 55dB tasolle ja laskee jyrkästi kauemmas mentäessä. Turbiinin aiheuttaman melun mittaaminen on vaikeaa siksi, että ympäristön aiheuttamaa melua on vaikea eliminoida mittaustilanteessa (DWIA 2004).

Tuuliturbiinien laitoskoon, napakorkeuden ja lavan pituuden kasvaessa, ovat melutasotkin kasvaneet. Tosin, kun melulähde nousee korkealle, pienenee melutaso aivan voimalan lähellä, mutta kasvaa sitten vastaavasti kauempana turbiinista (YM 2002). Melun määrään vaikuttaa paljon lapojen nopeus. Melu kasvaakin lavan kärkinopeuden viidenteen potenssiin (Rinta-Valkama ja Hannula 2003). Testeissä on todettu, että ihmistä tuntuu häiritsevän vähemmän hitaasti pyörivä laite kuin nopeasti pyörivä. Tuuliturbiinien koon kasvaessa ovat lapojen pyörimisnopeudet kokoajan laskeneet, joka laskee siten melutasojakin.

10.6. Tuuliturbiinit ja linnut

On oletettu, että linnut törmäilevät turbiineihin ja kuolevat. On kuitenkin tutkittu, että linnut törmäävät useammin sähköjohtoihin, etenkin korkeavoimavirtaisiin johtoihin, mastoihin ja rakennuksiin tai kuolevat liikenteessä kuin turbiiniin törmätessään (DWIA 2004).

Tanskalaisen tutkimuksen mukaan linnut väistävät turbiinia satoja metrejä ennen ja palaavat lentoreitilleen turvallisen matkan päästä turbiinin jälkeen. Vain Kaliforniassa on ollut linnuista ongelmia, kun turbiineja on niin lähekkäin, että lintujen on melko mahdotonta väistää niitä. Jotkut lintulajit tottuvat nopeasti turbiineihin toiset hitaammin. Ongelmana turbiineja voidaan pitää silloin, kun turbiini sijaitsee esimerkiksi jonkun levähdyspaikan läheisyydessä ja lintujen lentoreitti kulkee sen ohitse (DWIA 2004).

Rakennuspaikkaa valittaessa on kuitenkin huomioitava, ettei lähistöllä ole sellaista aluetta, jolla etenkin harvinaiset linnut levähtävät tai pesivät. Merkittävämpää haittaa linnustolle aiheutuu rakentamisesta ja huoltokäynneistä kuin itse turbiinista. Toisaalta näitä haittoja voidaan vähentää ajoittamalla rakennus ja huoltotoimet siten, että ne eivät häiritse pesintää (YM 2002).

10.7. Teleliikenteen häiriöt

Ruotsissa on mitattu tuulivoimalalla, jonka roottorin halkaisija on 18 metriä, radio- ja TV-häiriöitä. Häiriöitä esiintyi vain suoraan roottorin takan, kun katsottiin lähettimeltä käsin. Pientuulivoimaloiden itserakentajaoppaassa (STY 1994) neuvotaan etsimään sijoituspaikka siten, ettei naapureita olisi noin 500 metrin läheisyydessä. Radio- ja TV-häiriöt voi välttää myös rakentamalla tuulivoimalan roottorin lavat muusta kuin metallista.

10.8. Valon ja varjon vilkkuminen

Tuulivoimaloiden lähialueilla on tiettyinä vuorokauden aikoina huomioitava lapojen varjojen liikkuminen. Tämä tapahtuu, kun aurinko paistaa tuulivoimalan takaa. Koska Tuuliturbiinit ovat korkeita, voi varjot ulottua satojen metrien päähän itse turbiinista. Ilmiötä kutsutaan vilkkumiseksi. Usein turbiinit ohjelmoidaan pysähtymään ajaksi, jolloin vilkkuminen aiheuttaisi ongelmia (YM 2002).

10.9. Tuulivoimalan hyödyt ympäristölle

Tuulivoimaloiden hyödyt ympäristölle ovat merkittävät ja nämä saadaan siitä, jos sama määrä energiaa tuotettaisiin esimerkiksi fossiilisilla polttoaineilla. Ensinnäkin tuulivoimalasta ei tule päästöjä, kun se tuottaa sähköenergiaa, toisin kuin energialähteistä, joista energia otetaan polttamalla. Tuulivoimala vähentää hiilidioksidipäästöjä merkittävästi. Tuulivoimaloiden korvatussa fossiilisia polttoaineista käyttäviä energiantuotantolaitoksia saadaan vuosien kuluessa kumuloituvia säästöjä. Nämä säästöt ovat varsin merkittäviä tulevaisuudessa (EWEA 2004b).

10.10. Energian takaisin maksuaika

Nykyaikaiset tuuliturbiinit maksavat takaisin niiden valmistukseen, pystytykseen ja toimintakuntoon saattamiseen käytetyn energian normaaleissa tuuliolosuhteissa noin kahden, kolmen kuukauden käytössä. Tämä on laskettu Tanskalaisten turbiinin valmistajien testeistä (DWIA 2004).

Tämän selvityksen pohjana ovat olleet niin kutsutut input output testit, joilla on pystytty määrittämään turbiinien valmistamiseen käytetty kokonaisenergia ja turbiinin tuottama energiamäärä (DWIA, 2004). Merellä nk. offshore olosuhteissa on energiatasapaino saavutettavissa jo aikaisemmin, koska tuuliolosuhteet ovat siellä paremmat. Sekä merellä että maalla sijaitsevia turbiineja verrattaessa on huomattu, että ero saattaa olla jopa 50%. Syynä voidaan pitää meren tasaisuutta, joka ei aiheuta turbulenssia eli pyörteisyyttä tuuleen. Vähäiset pyörteet antavat turbiineille merellä pidemmän käyttöiän, koska siellä ei ole niin paljon räsäystä (DWIA 2004).

11. KESTÄVÄ KEHITYS JA UUSIUTUVAT ENERGIAT PERUSOPETUKSESSA TULEVAISUUDESSA

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet ovat aikaisemmin uudistuneet noin 10 vuoden välein. Todennäköistä on kuitenkin, että yhteiskunnan kiihtyvä muutostahti tulee vaikuttamaan myös tähän tahtiin kiihtyvästi. Suuntaus, joka nyt näyttää lisääntyvän, opetussuunnitelmien normatiivisuudesta, ei välttämättä tulevaisuudessa ole järkevä. Muuten opetussuunnitelma on mennyt kestävän kehityksen ja uusiutuvienergioiden kannalta eteenpäin suuren harppauksen.

Jatkossa opetussuunnitelman kehittäminen tulisi lähteä enemmän itse opettajista heidän työssään kokemistaan haasteista. Nyt virkamiestyönä tehty opetussuunnitelman perusteet ei anna oikeanlaista kuvaa nykypäivän koulusta ja opetussuunnitelman perusteet ovat vain toteutettava asia, ei arjesta esiin noussut oikeasti toteuttavissa oleva asia.

Tulevaisuudessa opettajankoulutuksen on myös huomioitava opetussuunnitelman perusteiden asettamat vaateet paremmin. Opettajankoulutuksen pitäisi pystyä ennakoimaan tulevat perusteet jo vuosia etukäteen, jotta valmistuvat opettajat olisivat ajan tasalla ja heidän tietonsa ja taitonsa olisivat tarvittavat. Tällä hetkellä opettajankoulutus ei pysty ennakoimaan opetussuunnitelmien kehitystä riittävästi.

Myös aineenopettajien koulutukseen tulisi ottaa nuorempien lasten kohtaamista, koska aineenopettaja saattaa opettaa esimerkiksi fysiikkaa ja kemiaa myös entisen ala-asteen puolella luokilla 5-6. Nuorelle lapselle asioiden selittäminen on vaikeampaa kuin vanhemmalle.

Koska koulu on hektinen paikka ja opettajat kokoajan entistä kovemmilla työnsä ei heidän voi olettaa etsivän kaikkea vapaa aikaansa materiaalia internetistä tai kirjastoista, onkin oppikirjan tekijöillä suuret paineet. Oppikirjojen tekijöiden tulisi kannustaa enemmän oppiaineiden integrointiin ja yhteistyöhön koulussa. Tämä ei varmasti ole helppoa, koska kirjantekijätkin toimivat ainejakoisesti.

Kaiken kaikkiaan kehitystä tulee tapahtua pitkäjänteisesti kaikilla sektoreilla jotta tulevaisuudessa koulumme olisi paremmin kestävän kehityksen ja uusiutuvat energiat opetuksessaan huomioiva. Muutos ei tapahdu nopeasti, mutta pienin askelin hitaasti, mutta varmasti. Itse uskon helposti saatavan tiedon ja faktan avaavan opettajien uskomuksia ja ennakkoluuloja.

Toivon, että työni kannustaisi edes joitakin opettajia kokeilemaan ja kehittämään opetustaan, joko projektien tai luokkaretkien muodossa. Tietyillä paikkakunnilla on tuulivoiman lähestyminen helpompaa, koska alueella voi olla jo valmiiksi tuulivoimaa. Toisaalta aihe on myös kiinnostava vaikka alueella ei vielä olisi tuulivoimaa, kun aiheeseen nivotaan useita aineita ja tehdään kunnollinen projekti.

KIRJALLISUUS

- Alarotu, P., 21.7.2004. Tuulivoimaohjelma tukevasti jumissa. Keski-suomalainen.
- Arjanne, S., Kenno, P., Nyberg, T., Palosaari, M., Vehmas, P ja Vestelin, O. 2001. Koulun ympäristötieto 3. Otava, Helsinki, 192 s.
- Arjanne, S., Jortikka, S., Leinonen, M., Nyberg, T., Palosaari, M. ja Uusi-Viitala, J. Koulun ympäristötieto 4. 2004. Otava, Helsinki, 224 s.
- Arjanne, S., Kenno, P., Nyberg, T., Palosaari, M., Vehmas, P ja Vestelin, O. 2004. Koulun biologia ja maantieto 5. Otava, Helsinki, 175 s.
- Arjanne, S., Leinonen, M., Nyberg, T., Palosaari, M. ja Vehmas, P. 2005. Koulun biologia ja maantieto 6. Otava, Helsinki, 168 s.
- Berninger, K., Tapio, P. ja Willamo, R. 1999: Ympäristönsuojelun perusteet – 3. painos. 389 s. Tampere.
- Boyle, G. 1998: Renewable Energy Power for a Sustainable Future. United Kindom, Devon. 477 s. ISBN 0-19-856451 (Pbk)
- Bohmeke, Georg. 1992: Wind Power Plants in the Weather Conditions of Northern Finland. VTT research notes 1354. Espoo.
- DWIA, 2004. Tanskan tuulivoimasivut. <http://www.windpower.org>
- EWEA 2004a. Wind Energy – The Facts 2003. Saatavissa osoitteesta: http://www.ewea.org/06projects_events/proj_WEfacts.htm .
- EWEA, 2004b. Wind Energy and the Environment 2004. Saatavissa osoitteesta: http://www.ewea.org/documents/factsheet_environment2.pdf
- EWEA, 2004c. Wind Power Installed in Europe by End of 2003. Saatavissa osoitteesta: http://www.ewea.org/documents/europe_windata_jan20041.pdf
- Havu- Nuutinen, S. 2005. Lasten käsityksiä luonnontieteen käsitteistä ja ilmiöistä. Joensuun yliopisto kasvatustieteiden tiedekunnan tutkimuksi N:o 93. Joensuun yliopisto. 150 s.
- Helynen, S., Sipilä, K., Peltola E. ja Holttinen, H. 2002: Uusiutuvat energialähteet vuoteen 2030 Suomessa – Eduskunnan kanslian julkaisu 6/2002. 51s. Helsinki.
- Holttinen, H., Peltola, E., ja Korenoff G., 1996: Tuulivoimatuotannon vaihtelut ja niiden arviointi. VTT tiedotteita 1800 Espoo 1996. VTT Offsetpaino.
- Honkanen, J., Raekunnas, M., Riikonen, J. Saarivuori, M. ja Alanen, E. 2003. Luonnonkirja 4. WSOY, Helsinki, 196 s.
- Honkanen, J., Raekunnas, M., Riikonen, J. ja Saarivuori, M. 2004. Luonnonkirja 5. WSOY, Jyväskylä, 240 s.
- Honkanen-Rihu, J., Raekunnas, M., Riikonen, J. ja Saarivuori, M. 2004. Luonnonkirjan biologia ja maantieto 5&6. WSOY, Helsinki, 393 s.
- Honkanen-Rihu, J., Raekunnas, M., Riikonen, J. ja Saarivuori, M. 2005. Luonnonkirjan fysiikka ja kemia 5&6. WSOY, Helsinki, 160 s.
- Holopainen, M., Raekunnas, M., Reinikka, P., Ryhänen, E-L., Saarivuori, M., Sarvilinna, R. ja Tenhunen, A., 2005. Luonnonkirja 7–9 Vedet. WSOY, Porvoo, 156 s.
- Houtsonen, L. 2005. Kestävä kehitys perusopetuksen ja lukion uusissa opetussuunnitelman perusteissa. Teoksessa: Houtsonen, L. ja Åhlberg, M. (toim.) Kestävän kehityksen edistäminen oppilaitoksissa, Opetushallitus, Helsinki, 175 s.
- IPCC 2001: Climate change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. McCarthy, J. J., Canziani, O. F., Leary, N. A., Dokken, D. J. ja White, K. S. (toim). The Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. 1005 s.

- Kakko, I., Kenno, P., Tyrväinen, H., Koulun Maantieto. Maapallo. Kurssi 1. Otava, Keuruu. 2000. 181s.
- Kakko, I., Kenno, P., Tyrväinen, H., Koulun Maantieto. Ympäristö. Kurssi 2. Otava.Keuruu. 2000. 195s.
- Kakkuri, J., ja Hjelt, S.-E.2000: Ympäristö ja geofysiikka – Ursan Julkaisu 76. 189 s. Tallinna.
- Kakkuri, Juhani, Maapallon rakenne-luento 2.11.2004 Jyväskylän yliopisto, opettajankoulutuslaitos
- Karhiola, E., Vilska, P. Väisänen, M. 2001. YLLI 1 Ympäristö- ja luonnontieto. Otava, Helsinki, 112 s.
- Karttunen, H., Koistinen, J., Saltikoff, E., Manner, O., 1997. Ilmakehä ja sää. Ursan Julkaisu 62
- Keskinen, R. 1991. Suomen energiatekniikan historia. Tampereen teknillinen korkeakoulu, konetekniikan osasto. Raportti 30. Tampere.
- Leinonen, M., Nyberg, T., Kenno, P., Martikainen, A., Veistola, S., Koulun Maantieto. Eurooppa. Otava, Keuruu. 2002. 167s.
- Lindström, A. 2002. Opetussuunnitelmaseminaari, Joensuu 7.11.2002
- Luc, T., 2005. Látelier Mécanique Productique du Lycée Charles de Gaulle, Tekniikkapajan Savonius projektin kotisivu
http://luc.thomas2.free.fr/productique/HTM/projet_savonius.htm
- Manninen, L. ja Verkka, K., 2004. Suunnittelu ja arviointi ympäristökasvatuksessa. Teoksessa: Cantell, H. (toim) Ympäristökasvatuksen käsikirja, PS-kustannus, Juva, 82-112.
- Mäkinen, T. 2003. Tuulivoiman edistämisen- ja ohjauskeinot Euroopassa. Teoksessa: Kehittynyt Tuulivoimateknologia. Tfy-56.173 Ydin- ja energiatekniikan erikoiskurssi I, syyskuu 2002. toim. Lund Peter ja Paatero Jukka
- Nuutinen, A. M., Tolvanen, P. ja Alanen, E., 2001. Luonnonkirja 2. WSOY, Helsinki. 176 s.
- Nuutinen, A. M., Tolvanen, P. ja Alanen, E., 2002. Luonnonkirja 1. WSOY, Helsinki. 145 s.
- Ojala, J. 1997. Kirjoittamaton kirja, kirjoitettu kirja ja luonnonkirja – Planetaariset ilmiöt teksteinä ja kuvina peruskoulun ja lukion oppikirjoissa. Jyväskylän yliopisto. Opettajan-koulutuslaitos. 108 s.
- OPH 2004: Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004. Opetushallitus.175 s. Saatavana: www.oph.fi/info/ops/
- OPM 2006. Kestävän kehityksen edistäminen koulutuksessa, Baltic 21E –ohjelman toimeenpano sekä kansallinen strategia YK:n kestävästä kehityksestä edistävän koulutuksen vuosikymmentä (2005–2014) varten. Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2006:6. Yliopistopaino. 88 s. Saatavana myös:
<http://www.minedu.fi/julkaisut/index.html>
- Pakkanen, J. 1979. Tuulienergian hyväksikäyttö ja sen fysikaaliset perusteet. Jyväskylän yliopisto Fysiikan pro gradu-työ.
- Rinta-Valkama, J. ja Hannula, I. 2003. Suuret tuulivoimalat ja niiden rakenneratkaisut. Teoksessa: Kehittynyt Tuulivoimateknologia. Tfy-56.173 Ydin- ja energiatekniikan erikoiskurssi I, syyskuu 2002. toim. Lund Peter ja Paatero Jukka. Teknillisen korkeakoulun teknillisen fysiikan julkaisuja TTK-F-B194, Espoo
- Suomen Kestävän Kehityksen Toimikunta. 2006. Kestävää kehitystä edistävän kasvatuksen ja koulutuksen strategia ja sen toimeenpanosuunnitelma vuosille 2006–2014. Kestävän kehityksen toimikunnan koulutusjaosto Helsinki. 44 s.
- Tammelin, B., 2000. Seminaariesitelmä 19.10.2000. Energia 2000-messut, Tampere.

- Troen, I. Petersen, E. 1989. European wind Atlas. Riso national Laboratory, Roskilde. 656 s.
- VTT, 2005. Suomen tuulivoimatilastot. Saatavissa osoitteesta:
<http://www.vtt.fi/pro/pro2/tuulitilastot/tuulitilastot.htm>
- Wolff, J., 1998. Tuulivoimateknologian trendit. Helsingin TKK. Espoo.
- Wolf, J. 2000. Seminaariesitelmä 19.10.2000. Energia 2000- messut, Tampere.
- Wolff, L.-A. 2004. Ympäristökasvatus ja kestävä kehitys. Teoksessa: Cantell H. (toim) Ympäristökasvatuksen käsikirja, PS-kustannus, Juva, 18–29
- YM 2002. Ympäristölainsäädännön soveltaminen tuulivoimarakentamisessa. Suomen ympäristö 584. 62 s. Helsinki. Saatavana myös internetistä:
<http://www.ymparisto.fi/palvelut/julkaisu/elektro/sy584/sy584.htm>

MUUTA KIRJALLISUUTTA

ABB:n esite Windformer

- Arjanne, S., Jortikka S., Kenno P., Nyberg T., Palosaari M., Uusi-Viitala J. ja Vehmas P., 2004. Koulun ympäristötieto 3 työkirja. Otava, Helsinki, 175 s.
- Arjanne, S., Kenno P., Nyberg T. ja Palosaari M. 2004. Koulun biologia ja maantieto työkirja B. Otava, Helsinki, 71 s.
- C.A.T., 1997. A Pupil's guide to Windpower – An information/resource booklet for students, teachers and others wanting a general introduction. Center for alternative technology education/ IMPRINT, Newtown, USA. 11 s.
- Eurosolar, Aurinko- ja tuulienergiaopas
- Honkanen, J., Raekunnas, M., Riikonen, J. Saarivuori, M. ja Alanen, E. 2002. Luonnonkirja 3 tehtävävihko. WSOY, Helsinki, 125 s.
- Honkanen, J., Raekunnas, M., Riikonen, J. Saarivuori, M. ja Alanen, E. 2004. Luonnonkirja 3. tehtäväkirja. WSOY, Helsinki, 193 s.
- Honkanen, J., Raekunnas, M., Riikonen, J. ja Saarivuori, M. 2004. Luonnonkirja 4 tehtävävihko. WSOY, Helsinki, 240 s.
- Honkanen-Rihu, J., Raekunnas, M., Riikonen, J. ja Saarivuori, M. 2004. Luonnonkirjan biologia ja maantieto 6 Tehtävävihko. WSOY, Helsinki, 104 s.
- Honkanen-Rihu, J., Raekunnas, M., Riikonen, J. ja Saarivuori, M. 2004. Luonnonkirjan biologia ja maantieto 5 Tehtävävihko. WSOY, Helsinki, 111 s.
- Karhiola, E., Paavilainen, J., Vilska, P. ja Väisänen, M. 2003. YLLI 2 Tehtäväkirja. Otava, Helsinki, 111 s.
- Kotkan energian energiantuotanto sivut. <http://www.kotkanenergia.fi/tuotanto.html> (luettu 23.7.2003)
- Newman, Marjorie 2002. Leikitään Tuulella. SLEY-Kirjat, Vantaa.
- STY 1994. Tuulivoimaharrastajan opas. Suomen tuulivoimayhdistys ry.

LIITTEET

Tuulipuisto retkeilykohteena

Luokan kanssa voi valita retkikohteeksi tuulipuiston. Usein tuulipuistot, eli alueet, jotka on varattu tuulivoimalla tapahtuvaan energian tuotantoon, on suunniteltu niin, että siellä voi myös retkeillä. Varsinkin kesäaikaan puisto voi olla yksi vaihtoehto retkikohteeksi. Etenkin Kotkan Energian Mussalon tuulipuisto on hienosti suunniteltu retkeilijöitä ajatellen. Tuulipuistossa voi seurata miten myllyt vaihtavat suuntaa tuulen suunnan kääntyessä. Samalla näkee, kuinka suuri tuulimylly pyörii, vaikka maanpinnan lähellä ei juuri tuuli tuntuisi. Myllyt ovat myös kaukaa vaikuttavan näköisiä. Kotkan tapauksessa puiston suunnitteluun on osallistunut Kotkan kaupungin puisto-osasto ja Taideteollinen korkeakoulu. Tuulipuistossa on kaksi tuulimyllyä joiden molempien teho on 2 MW. Myllyt on nimetty lasten ehdotusten mukaan, Ilmariksi ja Ilonaksi. Korkeutta myllyillä on 60 metriä ja lapojen kärkiväli eli roottorin halkaisija on 54m. Tuulimyllyt käynnistyvät tuulen nopeuden saavuttaessa 3 m/s ja pysähtyvät, kun alkaa melkein myrskytä eli tuulla 25m/s. (VTT 2003)

Auringon säteiden jakautuminen maapallolle.

(Mukaeltu Ojala, J. 1997. Kirjoittamaton kirja, kirjoitettu kirja ja luonnonkirja – Planetaariset ilmiöt teksteinä ja kuvina peruskoulun ja lukion oppikirjoissa. Jyväskylän yliopisto. Opettajankoulutuslaitos.)

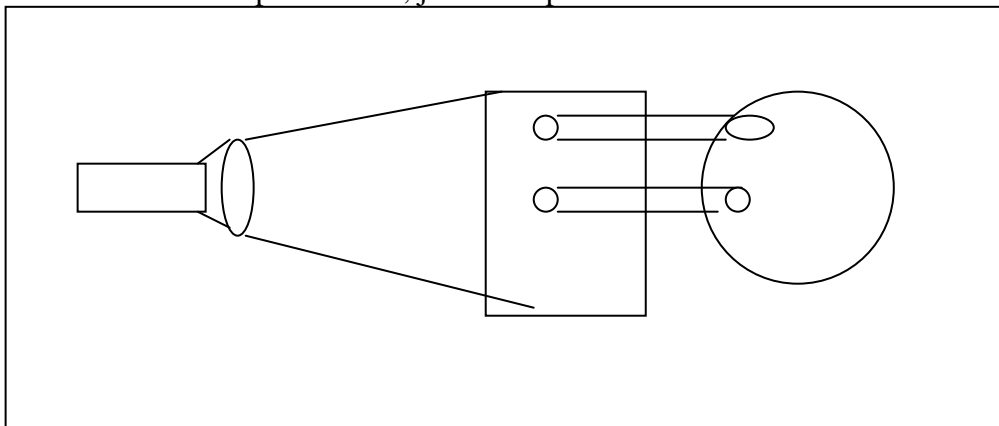
Tarvikkeet: Pallo (aika kookas)
taskulamppu
pahvin pala jossa keskellä n. 3cm pyöreä reikä

Laita pallo pöydälle aika hämärään paikkaan. Sytytä taskulamppu ja osoita sillä pahvin reiästä palloon noin 30 cm etäisyydeltä. Kuvittele, että pallo on maapallo. Pyri hahmottamaan myös maapallon akselin kaltevuus.

Osoita ensin valoa päiväntasaajan kohdalle pahvin reiästä.

Osoita seuraavaksi valoa napapiirille pahvin reiästä.

Mitä eroa huomaat pinta-alasta, jonka lampunvalo valaisee?



Kuva Demojärjestelyistä

Tuulen suunnan mittaus tuulisukalla

(Alkuperäinen ohje: Aeronautics – An Educator’s Guide with Activities in Science, Mathematics and Tecnology Education, Nasa, 1998. Käännetty ohjeesta: <http://www.windpower.org/en/kids/choose/nacelle/wvassign.htm> luettu 9.7.2003.)

Tuulen suunnan osoittamiseen käytetään yleisesti tuulisukkaa. Se on helppo rakentaa kehen tahansa ja tarvittavat tarvikkeet ovat helposti saatavia.

Tarvikkeet: Paperia A4 arkki
servietti tai käsipyhepaperia 28*28cm
liimaa
teippiä
sakset
paperiklemmari
nitoja
leijanmarua
kompassi
keppi

Taita vaakatasossa oleva paperiarkki vaakasuuntaan puoliksi. Tee paperiin kolme reikää, joihin voit kiinnittää narun. Reikien kohdat kannattaa vahvistaa esim. teipin paloilla, ettei naru irtoa heti.

Leikkaa ohuita hapsuja servietti-paperiin. Liimaa taitettu paperi hapsutettuun servietti-paperiin siten, että paperi jää vahvikkeeksi yläreunaan ja hapsut heiluvat vapaasti. Nido paperin päät yhteen siten, että syntyy rengas. Solmi narun pätkät tekemiisi reikiin ja sido toiset päät paperiklemmariin. Paperiklemmarin toiseen päähän voit sitoa hiukan pidemmän narun jonka kiinnität vastakkaisesta päästä kepin päähän. Kepin on hyvä olla pidempi kuin narujen ja sukan yhteen laskettu pituus, jotta sukka ei osu maahan.

Kun tuulee voit katsoa sukasta suunnan ja kompassin avulla voit tarkistaa ilmansuunnat. Tuulisukan korkeus kertoo tuulen nopeudesta: Mitä korkeammalla sukka on, sitä kovempi tuuli on.

Jos haluat tuulisukan kestävän sateen ja muut säävaihtelut, voit käyttää muovia tai ohutta kangasta (tuulipukukangasta).

Tuuliolosuhteiden tutkiminen leijan avulla

(Alkuperäinen ohje: Aeronautics – An Educator’s Guide with Activities in Science, Mathematics and Tecnology Education, Nasa, 1998. Käännetty ohjeesta: <http://www.windpower.org/en/kids/choose/nacelle/wvassign.htm>, luettu 9.7.2003.)

Leijan avulla voi helposti tutkia, millaiset tuuliolosuhteet esim. koulun ympäristössä on. Pieni leija soveltuu paremmin tuuliolosuhteiden tutkimiseen ja suuri leijan lennätykseen.

Tarvikkeet: Paperia tai kangasta
teippiä
kaksi keppiä
naru

Leikkaa paperista tai kankaasta haluamasi kokoinen leija. Vahvista kiinnitys narujen kohdat teipillä ja tee naruille reiät. Kiinnitä teipillä tukikepit kohdalleen. Sido naru reikiin. Tee lenkki juuri puoleenväliin kiinnitys narua ja kiinnitä siihen leijan naru. Leija on valmis lennätettäväksi, mutta halutessasi voit koristella sitä piirroksin.

Lennättäessäsi leijaa voit tutkia miten maasto ja rakennukset vaikuttavat tuulen suuntaan ja nopeuteen. Etsi leijallasi paikkoja, joissa:

tuulee hiljaa

tuulensuunta vaihtelee paljon

tuulen nopeus vaihtelee

ei tuule ollenkaan

Tee myös muita havaintoja leijallasi!

Tee itse Anemometri tuulen nopeuden mittaamiseen

(mukaeltu Kern Wind Energy Associationin ohjeesta Wind Energy a workbook for wind information and experimentation 2003)

Tarvikkeet:

4 pahvimukia

lyijykynä, jossa on kumi toisessa päässä

Mehupillejä (paksuja)

teippiä

nuppineula

pillien mittaiset ja pillien sisään mahtuvat puukepit

Työvaiheet:

Laita pillit ristikkäin keskeltä ja teippaa ne yhteen, niin etteivät ne pääse liikkumaan. Samalla voit pujottaa puukepit pillien sisään vahvistamaan pillejä.

Tee kertakäyttömukien kylkiin pillin kokoiset reiät ja maalaa yksi muki eriväriseksi, vaikka punaiseksi. Sinun on siten helpompi seurata anemometrin pyörimistä ja laskea kierroksia. Teippaa kukin muki samoin päin vaakatasoon pillin päähän kiinni.

Työnnä nuppineula läpi pilleistä niiden risteyskohdassa ja kiinnitä anemometri lyijykynän kumiin. Tarkista että anemometri pyörii vapaasti.

Mene ulos mittaamaan tuulen nopeuksia! Mittaaminen tapahtuu vertaamalla anemometrin pyörimisnopeuksia. Mitä kovemmin anemometri pyörii, sitä kovempi on tuuli.

Päivä ilman sähköä!

(mukaeltu Kern Wind Energy Associationin ohjeesta: Wind Energy a workbook for wind information and experimentation, 2003.)

Oppilaat voivat ensin miettiä luokassa, mihin kaikkeen sähköä tarvitaan. He voivat jatkaa työtä kotona kokeilemalla oikeasti, miten elämä onnistuisi ilman sähköä. Parasta on jos samaan aikaan sattuu sähkökatko, niin silloin ei vahingossakaan tulisi käyttäneeksi sähköä. Oppilaat voivat kirjoittaa havainnoistaan oppimispäiväkirjaa. Opettaja voi myös kysyä, onko jollakin kesämökki, jossa ei ole sähköä. Voidaan myös muistella kuinka perheessä on toimittu sähkökatkon aikana. Aiheen voi integroida hyvin äidinkieleen ja kirjoittamiseen ja tietysti fysiikkaan tai vaikka kotitalouteen tai historiaan.

Mietintätehtävän aihe:

Mieti miten selviäisit, jos sähköä ei olisi? Kokeile kotona, kuinka laittaisit ruokaa? Pesisit vaatteesi?

Pohdi, miten aikaisemmin on toimittu, kun sähköä ei vielä ollut.

Miltä sähköttömä eläminen tuntuu?

Puhutaanko teillä kotona sähkön säästämisestä? Käytättekö yösähköä tai sammutatteko turhat valot? Mitä muuta?

Miten sähköä tuotetaan?

Rakennetaan oma tuuliroottori

(mukaeltu Kern Wind Energy Associationin ohjeesta: Wind Energy a workbook for wind information and experimentation, 2003.)

Rakennetaan oma tuuliturbiini kartongista ja tutkitaan sen avulla, kuinka tuulen energiaa voitaisiin käyttää.

Tarvikkeet:

Kartonkia

Nuppineula tai nasta

Lyijykynä jossa on kumi toisessa päässä

Tee kartongista haluamasi kokoinen neliö. Merkitse keskipiste kartonkiin. Leikkaa jokaisesta kulmasta keskipistettä kohti noin $\frac{3}{4}$ pituinen viilto.

Taivuta joka toinen kärki keskipisteeseen ja kiinnitä neulalla yhteen.

Kiinnitä neula ja siinä kiinni oleva roottori kynän kumipäähän.

Tutki miten roottorisi toimii!

Roottorin avulla oppilas voi tutkia, mikä roottoria pyörittää, ja mistä riippuu kuinka kovaa roottori pyörii. Tällä voi lähestyä tuulivoiman tuotantoa ja tuulen energian periaatteita jo nuorempien oppilaiden kanssa.

Aiheeseen voi integroida kuvaamataidetta ja historiaa sekä tietysti fysiikkaa.

Säätilasta erilaisten ilmassojen liikkeiden ennustaminen

Seuraa paikkakuntasi säätä pidempijaksoisesti ja pyri siitä päättelemään millaisen ilmassan vaikutuksessa maamme ja paikkakuntasi on. Kerää päiväkirja tyyliä ylös havaintojasi ja täydennä ne vielä sääkartoilla, joita lehdissä julkaistaan. Kirjoita myös oletuksesi säähavaintojen perusteella muistiin.

Kun olet tehnyt havaintoja ja miettinyt, mistä ilmassasta ne aiheutuvat voit laajentaa arvioistasi ja havainnoistasi oman kotipaikkakuntasi osaksi suurempaa aluetta, Suomea ja pohjoista pallonpuoliskoa.

Apua säähavainnoista tehtäviin päätelmiin:

Keskileveysasteiden ilmassan vaikutus näkyy (Karttunen 1997):

Ilmassa on kosteaa ja lämpimämpää kuin polaarinen ilmassa. Joskus (lähinnä talvella) keskileveysasteiden ilmassa kuitenkin joutuu virtaamaan kylmien alueiden yli, jolloin sen sisältämä kosteus tiivistyy ja silloin se tuo mukanaan harmaan, utuisen suojasään. Kesällä keskileveysasteiden ilmassa tuo mukanaan meille hellesäätä (lämpötila yli 25 astetta).

Polaari-ilman vaikutus näkyy (Karttunen 1997):

ilmassa on kuivaa ja puhdasta ja siksi on yleensä hyvä näkyvyys eikä sada.

Joskus polaari-ilmassa kulkee ennen Suomeen saapumistaan pitkiä matkoja lämpimän Atlantin yllä, joten se saattaa lämmitä alaosaan ja aiheuttaa meille lämpimämpää säätä kuin muuten. Muutenkin, jos polaari-ilma kulkee itseänsä lämpimämmän alustan päällä, syntyy kuurosaiteita. Säätiiedotuksessa sanonta ”viileä ja epävakainen sää jatkuu” viittaa juuri tähän ilmiöön.

Coriolisvoiman havainnollistaminen massapallolla ja kynällä

(Mukaeltu National Technical Information Servicelle E. W. Hewsonin tekemästä ohjeesta: A Handbook on the Use of Trees as an Indicator of Wind Power Potential. Oregon state University Corvallis, Oregon. 1979.)

Tarvikkeet:

massapallo

kynä

keppi, jonka päähän massapallon saa kiinnitettyä

Toinen pitää kiinni massapalloon kiinnitetystä kepeistä. Toinen ottaa kynän. Asettakaa kynän terä massapallon päiväntasaajalle ja samalla kun alatte piirtää viivaa napaa kohti alkaa toinen pyörittää palloa hitaasti myötäpäivään.

Mitä näkyy?

Mistä tämä johtuu?

Selitys: Viiva kaartuu pohjoisella pallonpuoliskolla oikealle, koska pallon ja kynän nopeus on sama aluksi. Mitä pohjoisemmaksi kynän kärki menee, sitä suurempi sillä on nopeus pyörimissuuntaan, koska pallon pinta pienenee, sen kehänopeuskin pienenee.

Vallitsevan tuulensuunnan tutkiminen puiden ja kasvien muotoa havainnoimalla

Jos käytössä ei ole mittaustietoja alueen tuulesta, voidaan alueen tai paikkojen tuulisuutta havainnoida kasviston avulla. Esimerkiksi rannoilla ja korkeilla mäillä voi havainnoida miten puiden oksat ovat kasvaneet.

Jos puun oksat ovat kasvaneet joka suuntaan, mutta sitten kuitenkin taipuneet johonkin suuntaan, voidaan päätellä, että vallitseva tuuli kasvuaikaan on se, johon oksat ovat taipuneet.

Jos oksat ovat kasvaneet täysin vain yhteen suuntaan, on päätelmä että vallitseva tuuli on kasvuaikaan tähän suuntaan

Puiden asennosta voi päätellä tuulen voimakkuutta:

Oksat sijoittuvat melkein tasaisesti ympäri runkoa, mutta taipuvat vallitsevan tuulen suuntaan, vähäinen tuuli.

Kaikki oksat vain toisella puolella runkoa, melko kova tuuli.

Puu taipunut tuulen suuntaan, kova tuuli.

Puu maata pitkin enemmän kuin pystyssä, todella kova tuuli (rannikko-alueilla).