

Fysiikkaa, musiikkia ja matematiikkaa laaja- alaisessa oppimisprojektissa

Anni Turkki

Luonnontieteellinen tiedekunta
Oulun Yliopisto
2020

Sisällysluettelo

1.	Johdanto	3
2.	Fysiikka, matematiikka ja musiikki oppiaineina.....	5
2.1.	Oppiaineiden suhde.....	5
3.	Laaja-alaisuus ja monialaisuus.....	7
3.1.	Laaja-alaisuus ja monialaisuus opetussuunnitelmassa	8
3.2.	Laaja-alaisuus opetussuunnitelmassa fysiikan, matematiikan ja musiikin osalta	9
3.3.	Ongelmalähtöisyys ja ilmiöpohjaisuus opetuksessa	10
3.4.	Toiminnallisuus ja liikunnallisuus opetuksessa	11
4.	Motivaatio ja oppiminen	14
5.	Tieto- ja viestintäteknologia opetuksessa	16
6.	Kohti muutosta	18
6.1.	Yhteistyötä tarvitaan	18
6.2.	Oppilaiden aktivoituminen	19
6.3.	Opettajan rooli	20
6.4.	Työtapojen valinta	21
6.5.	Suunnittelussa huomioitavia asioita.....	22
6.6.	Haasteita muutoksessa.....	23
6.7.	Käytännön vinkkejä toteutukseen.....	25
7.	Esimerkkiprojekti.....	27
7.1.	Monialaisen oppimiskokonaisuuden tavoitteet ja niihin pääseminen.....	27
7.2.	Projektin tehtävät.....	28
7.2.1.	1. Tehtävä	28
7.2.2.	2. Tehtävä	31
7.2.3.	3. Tehtävä	31
7.2.4.	4. Tehtävä	32
7.2.5.	5. Tehtävä	33
7.2.6.	6. Tehtävä	34
7.2.7.	7. Tehtävä	34
7.2.8.	8. Tehtävä	35
7.2.9.	9. Tehtävä	36
7.2.10.	10. Tehtävä	36
7.2.11.	11. Tehtävä	37

7.2.12. Kotitehtävä	37
7.2.13. Työstä tehtävä raportti.....	38
7.3. Projektityön arviointi.....	38
8. Yhteenveto	40
Lähteet.....	42
Liite 1: Oppilaiden materiaali	44
Liite 2: Opettajan materiaali.....	49
Liite 3: Otetaulukko kitaralle ja pianolle.....	56

1. Johdanto

Lähdin tekemään pro gradu -tutkielmaani oppiainerajojen ylittämistä opetuksessa siksi, että aihepiiri kiinnostaa itseäni. Lisäksi oppiainerajojen ylittämistä korostetaan uudessa opetussuunnitelmassa, joten se tulee näkymään yhä enemmän myös koulumaailmassa ja sitä kautta tulevaisuudessa omassa työssäni. Oppiainerajojen ylittäminen vaatii kuitenkin paljon taustatutkimusta ja työtä, sillä omana kouluaikana opetus on ollut pääsääntöisesti opettajajohtoista ja tapahtunut perinteiseen tyyliin lähinnä luokkahuoneessa. Näin ollen omia kokemuksia oppiaineiden yhdistelemisestä ja laaja-alaisista kokonaisuuksista ei kauheasti vielä ole, eivätkä ne asiat siten tule aivan luonnostaan. Käytännönläheisempää ja ns. perinteisestä poikkeavaa opetusta haluan korostaa omassa opetuksessa, sillä itselle ne ovat jääneet parhaiten mieleen omilta kouluajoilta.

Tässä työssä on esiteltynä opetussuunnitelman velvoittamaa oppiainerajojen ylittämistä useasta eri näkökulmasta. Aiheesta on koottu sekä teoriapohjaa kasvatustieteelliseltä pohjalta että vinkkejä käytännön toteutukseen. Työssä on valmiit materiaalit yhden esimerkkiprojektin toteuttamiseen. Päämääränä oppiainerajojen ylittämisessä on vähentää kouluopetuksen irrallisuutta muusta elämästä ja siten tehdä koulunkäynnistä mielekkäämpää.

Projektissa erityisesti tarkasteltaviksi oppiaineiksi valikoituivat fysiikka, matematiikka sekä musiikki omien mielenkiinnon kohteiden sekä opetettavien aineiden pohjalta. Niille löytyi myös paljon yhtymäkohtia sekä oppiainetasolla että opetussuunnitelmasta. Valittujen oppiaineiden yhdistäminen laaja-alaisessa projektissa pitäisi siten olla melko vaivatonta sikäli, kuin laaja-alainen projekti voi aluksi olla. Usein oppilaat mieltävät matematiikan ja fysiikan hankaliksi ja jopa tylsiksi oppiaineiksi, kun taas musiikki on useimmiten heidän mielestään ihan mukavaa. Näitä oppiaineita yhdistämällä voidaan kenties vähentää kuhunkin oppiaineeseen liittyvää ennakkokäsitystä. Musiikin siivellä voidaan oppia fysiikan ilmiöistä ja hyödyntää matematiikkaa niiden havainnoimisessa.

Koulujärjestelmämme tuloksellisuuden käänköpuolena on huoli oppilaiden henkisestä hyvinvoinnista. Kasvatuskeskusteluissa taide- ja taitoaineilla lievennetään koulukulttuurissa vallitsevia suorituspaineita: niistä haetaan tukea nuorten pahoinvoinnin lieventämiseen sekä syrjäytymisen estämiseen. Taide- ja taitokasvatuksella on kiistaton asema kouluviihtyvyyden, sosiaalisen kasvun ja hyväksytyksi tulemisen näkökulmasta. Harvemmin kuitenkin pohditaan

näiden aineiden mahdollisuuksia liittämään taidon ja taiteiden käsitteitä kaikkiin koulun oppiaineeseen.

[1]

Keskeinen osa uuden opetussuunnitelman mukaista opetusta ja yhteisöllistä toimintakulttuuria ovat erilaiset oppimisprojektit. Oppilaiden ideoita hyödyntämällä syntyvät parhaat projektit. Tärkeintä projekteissa ei aina ole sisällön oppiminen, vaan se, miten aihetta lähestytään ja oppiminen mahdollistetaan. Oppilaille oleellisia taitoja, kuten oppimista, tiedon käsittelyä ja hyvinvoinnin taitoja pitäisikin harjoitella säännöllisesti. Tällöin oppimisen rakenteet tulevat oppilaille tutuiksi. Ilmiölähtöinen projektiopiskelu ei tarjoa vastauksia kaikkiin koulun haasteisiin, eikä se poista asioiden kunnolla ja tarkasti oppimisen tarpeellisuutta. [2]

Projektiluontoisilla laaja-alaisilla kokonaisuuksilla saadaan myös aktivoitua oppilaita havainnoimaan itse ja ajattelemaan luovasti. Jokainen pääsee havainnoimaan itse asioita ja kenties oppilaat huomaavat, että usein ei ole vain yhtä oikeaa tapaa tehdä asioita.

”Koulutuksen arvo ei ole monien faktojen oppimisessa, vaan mielen kouluttamisessa ajatteluun.”

-Albert Einstein [3]

2. Fysiikka, matematiikka ja musiikki oppiaineina

Fysiikka on eksakti, kokeellinen luonnontiede, joka tutkii luontoa ja sen ilmiöitä. Havaintojen ja mittausten avulla pyritään löytämään käsitteiden ja riippuvuuksien avulla ilmaistavia säännönmukaisuuksia ja lainalaisuuksia. Peruskäsitteistöt ovat muotoutuneet jokapäiväisen elämän ilmiöiden pohjalta ja ne ovat uusien, monimutkaisempien käsitteiden määrittelyn pohjana. Tärkeitä tutkimusmenetelmiä eksakteille luonnontieteille ovat havainnointi ja kokeiden tekeminen. Tiedot saadaan kokemuksen eli havaintojen tai loogisen päättelyn avulla. [4]

Matematiikan opetuksen tarkoitus on loogisen, täsmällisen ja luovan matemaattisen ajattelun kehittäminen. Opetuksen avulla luodaan pohjaa matemaattisten käsitteiden ja rakenteiden ymmärtämiselle. Opetuksen avulla kehitetään myös ongelmanratkaisukykyä sekä tiedonkäsittelykykyä. Keskeinen osa matematiikan opetuksessa on konkretia ja toiminnallisuus. [5]

Musiikin opetus luo edellytyksiä monipuoliselle musiikilliselle toiminnalle sekä aktiiviselle kulttuuriselle osallisuudelle. Opetuksen tulee ohjata oppilaita tulkitsemaan musiikin eri merkityksiä. Musiikin opetus laajentaa oppilaiden musiikillista osaamista, jolloin heidän myönteinen suhtautumisensa musiikkiin vahvistuu ja näin luodaan pohjaa elinikäiselle musiikin harrastamiselle. [5]

2.1. Oppiaineiden suhde

Pythagoraan perustama Pythagoralainen koulukunta perustettiin n. 500 eaa. Pythagoralainen koulukunta otti käyttöön opetussuunnitelman, jossa keskeisessä asemassa olivat geometria, aritmetiikka, astronomia ja musiikki. Myöhemmin tätä yhdistelmää alettiin kutsua latinankielisellä nimellä quadrivium. Musiikin numerosuhdetarkastelut johtivat siihen, että pythagoralaiset ottivat käyttöön käsitteet aritmeettinen, geometrinen ja harmoninen keskiarvo. He huomasivat, että jännitettyjen kielten äänien korkeuksilla ja kielten pituuksilla on yhteys. Musiikin ja fysiikan kehityksessä voidaan nähdä runsaasti yhteisiä piirteitä, kuten muillakin tieteen ja kulttuurin alueilla. Musiikin ja fysiikan konkreettinen suhde rakentuu sen varaan, että ääni, äänen synty, eteneminen, vastaanottaminen sekä vaikutukset ovat fysikaalisia ilmiöitä. [6, 7]

Musikaalinen lahjakkuus ja matemaattis-fysikaalinen lahjakkuus korreloivat selvästi. Monet suuret matemaatikot ja fyysikot, kuten Einstein, ovat olleet myös innokkaita ja hyviä muusikoita. Sekä

fysiikassa että musiikissa vaaditaan ja kehitetään abstraktien rakenteiden hahmottamiskykyä. Musiikin opetus ja kiinnostus musiikkiin saattavat motivoida fysiikan opiskelussa. Fysiikka voi myös suoraan tukea musiikin opetusta, sillä musiikissa on paljon sellaisia ilmiöitä, joita voidaan tarkastella fysiikan sovelluksina. Äänen synnyn ja ominaisuuksien fysikaalisten perusteiden ymmärtäminen voi auttaa myös musiikin ja musiikin teorian oppimisessa. [7]

Fysiikan ja musiikin integroimismahdollisuudet ovat ilmeiset, mutta toteuttaminen riippuu usein näiden aineiden opettajien henkilökohtaisista mielenkiinnonkohteista. Fysiikan ja musiikin yhteisiä aiheita ovat muun muassa äänen ominaisuudet, kuten taajuus - äänen korkeus; spektri - äänen väri, sointu; taajuussuhteet - intervallit, sävelasteikot, sointurakenteet; intensiteetti - äänen voimakkuus. Sähköiset värähtelyt soitinelektroniikassa perustuvat myös fysiikkaan. Yhteisiä aihealueita ovat myös äänen eteneminen ja akustiikka, joihin liittyvät esimerkiksi äänen nopeus, äänen heikkeneminen, absorboituminen eri materiaaleihin, erilaisista pinnoista heijastuminen, interferenssi, seisovat aallot sekä resonanssi. Näiden kahden oppiaineen lisäksi voidaan myös biologiaan integroida äänen vastaanottamiseen liittyviä aiheita, kuten resonanssi, korva, kuulo ja mikrofoni. Nuottikirjoituskin voidaan rinnastaa fysiikan graafiseen esitykseen koordinaatistona, jossa sävelkorkeudet on merkitty ajan funktiona. [7]

3. Laaja-alaisuus ja monialaisuus

Perinteisesti oppimis-opettamistapahtuma nähdään sellaisena toimintana, jossa oppijat istuvat paikallaan ratkomassa jotakin annettua tehtävää. Kymmenien vuosien ajan tämä on ollut vallitseva didaktiikan malli suomalaisessa koulujärjestelmässä, mutta silti monet opettajat eivät ole olleet tyytyväisiä tämän toimintamallin tuottamiin oppimistuloksiin. Tämän vuoksi on siirrytty kokonaisvaltaisempiin menetelmiin, joissa tarkoituksena olisi huomioida yhden tehtävän sijaan laajempia arvo- ja tavoitekokonaisuuksia. Tällaisessa mallissa pyritään huomioimaan oppilaan kehittyminen kokonaisuutena. Uudessa opetussuunnitelmassa toiminnallisuus ja kokonaisvaltaisuus on nostettu keskeisiksi arvoiksi. [8]

Opetussuunnitelman perusteissa [5] laaja-alaisella osaamisella tarkoitetaan tietojen, taitojen, arvojen, asenteiden ja tahdon muodostamaa kokonaisuutta sekä kykyä käyttää tietoja ja taitoja eri tilanteissa sopivalla tavalla. Tiedon- ja taidonalat ylittävää ja yhdistävää osaamista tarvitaan opiskelussa, työskentelyssä, kansalaisena toimimisessa sekä ihmisenä kasvamisessa. Laaja-alaisessa osaamisessa ei ole kyse uudesta ilmiöstä, sillä vastaavanlaisia tavoitteita mm. yhteistoiminnan ja oppimisen kokonaisvaltaisuuden edistämiseksi on suunniteltu jo vuosikymmenten ajan. Klassiset kasvatustieteilijät, kuten John Dewey, ovat jo lähes sata vuotta sitten tiedostaneet nämä koulumaailman puutteet ja kehittäneet ajatuksen taidoista tai tietotaidoista, jotka ovat näkyvillä lähinnä perinteisissä taito- ja taideaineissa. Koulujärjestelmään ei ole onnistuttu tästä huolimatta rakentaa kokonaisvaltaisempaa tapaa edistää tulevaisuuden taitoja ja kuilu käytännön ja teorian välillä on kasvanut suureksi. Suurin ongelma on päästä ajatuksista käytännön tekoihin. [5, 9]

Opetusta eritellään usein hyvin mustavalkoisesti joko edistykselliseksi tai vanhanaikaiseksi, mutta todellisuudessa moni perinteinen keino edistää myös tulevaisuuden taitoja ja on säilyttämisen arvoista. Osasta perinteisiä menetelmiä sen sijaan on luovuttava. Opettaminen on laaja kokonaisuus, joten sekä edistykselliselle että perinteisemmälle opetukselle on oma paikkansa. Hyvä opettaminen on monipuolista, jotta se tarjoaa monipuolisia oppimismahdollisuuksia. Uudet opetussuunnitelman perusteet antavat myös tukensa tälle ajatukselle. [8, 9]

Monialaisissa oppimiskokonaisuuksissa samaan projektiin yhdistetään useampaa oppiainetta, kun taas laaja-alaisuudessa opitaan taitoja myös oppiaineiden ulkopuolelta. Oppiainejako perustuu

pohjimmiltaan siihen, että ihmisillä on tapana luokitella asioita, jotta ne olisivat helpommin ymmärrettävissä. Asioiden ja ilmiöiden välisiä suhteita jää tällöin kuitenkin oppimatta. Perinteinen oppiainejako tulee luultavasti uudesta opetussuunnitelmasta huolimatta painottumaan liikaa, koska siihen on totuttu jo hyvin pitkällä ajalla, eikä sitä osata kyseenalaistaa. Koulun ulkopuolisilla ihmisillä on myös vahva käsitys siitä, millainen koulun tulee olla, jolloin kulttuuriset uskomukset hidastavat osaltaan koulun kehittymistä. Lapset pitävät itsekkin perinteisistä opettajan ja oppilaan rooleista. [9]

3.1. Laaja-alaisuus ja monialaisuus opetussuunnitelmassa

Laaja-alaisuuden käsite otettiin käyttöön opetussuunnitelman perusteissa 2014, mutta sen taustalla on monia jo aiemmin esillä olleita käsitteitä, kuten vuoden 2004 opetussuunnitelmassa olleet aihekokonaisuudet. Myös opetuksen eheyttämisestä ja monialaisista oppimiskokonaisuuksista puhutaan opetussuunnitelmassa. Aihekokonaisuuksilla ja laaja-alaisuudella on selkeä yhteys toisiinsa, vaikkakin aihekokonaisuuksissa painotettiin oppisisältöjä enemmän kuin laaja-alaisuudessa. Laaja-alaisuus liittyy oleellisesti oppisisältöjen ohella myös tulevaisuuden taitoihin, joita ovat mm. kriittinen ajattelu, ongelmanratkaisutaito, informaatiolukutaito, yhteistoiminta, elämänhallinnan taidot ja oppimaan oppiminen. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa on kehitelty näitä tulevaisuuden taitoja päätyen laaja-alaiseen osaamiseen. Kummassakin olennaista on, että keskeistä oppimisessa ovat oppilaan oma uteliaisuus, kokemusmaailma sekä työskentely-ympäristö, jotka auttavat oppilasta soveltamaan oppimaansa koulun ulkopuoliseen maailmaan. Uusissa perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa esitellään monialaiset oppimiskokonaisuudet, joiden tarkoitus on rakentaa opetussisällöistä eheämpiä kokonaisuuksia vastapainona perinteiselle oppiainejaolle. Oppilaille muodostuu helposti irrallinen kuva asioista, joita tarkastellaan vain yhden oppiaineen näkökulmasta.

Koulujen täytyy järjestää vähintään yksi monialainen oppimiskokonaisuus lukuvuodessa opetussuunnitelman velvoittamana. Tällä halutaan turvata jokaisen oppilaan mahdollisuus kokonaisuuksien tarkasteluun sekä tutkivaan työskentelemiseen. Tavoitteet, sisällöt sekä toteutustavat näille monialaisille oppimiskokonaisuuksille määritellään paikallisessa opetussuunnitelmassa ja niitä tarkennetaan koulun omassa lukuvuosisuunnitelmassa. Opetussuunnitelmassa määrätään, että kaikkien oppiaineiden on oltava vuorollaan mukana

oppimiskokonaisuuksien toteuttamisessa. Toteutus ja suunnittelu vaativat yhteistyötä eri oppiaineiden kesken, jotta eri lähestymistapoja saadaan hyödynnettyä. Oppimiskokonaisuuksien sisältöjen teemojen tulee olla toimintakulttuurin periaatteita noudattavia, oppilaita kiinnostavia ja sopia oppiaineiden ja opettajien väliseen yhteistyöhön. Monialaisten oppimiskokonaisuuksien opiskelussa on hyödynnettävä eri oppiaineiden käsitteitä ja menetelmiä.

Opetussuunnitelman perusteissa laaja-alainen osaaminen on jaoteltu seitsemään eri osa-alueeseen, jotka ovat ajattelu ja oppimaan oppiminen; kulttuurinen osaaminen, vuorovaikutus ja ilmaisu; itsestä huolehtiminen ja arjen taidot; monilukutaito; tieto- ja viestintäteknologinen osaaminen; työelämätaidot ja yrittäjyys sekä osallistuminen, vaikuttaminen ja kestävän tulevaisuuden rakentaminen. [5, 9]

Opetussuunnitelmaudistuksen keskeinen tavoite on parantaa edellytyksiä, jotta oppilaat kokisivat peruskoulussa opiskelemisen mielekkääksi. Tätä edesauttaa se, että oppilaat saavat oivaltaa opiskeltavien asioiden välisiä yhteyksiä sekä merkityksiä elämässä. Tärkeää on myös se, että oppilaat tuntevat itsensä merkitykselliseksi kouluympäristössä. [10]

3.2. Laaja-alaisuus opetussuunnitelmassa fysiikan, matematiikan ja musiikin osalta

Laaja-alaisuuden näkökulmasta fysiikan, matematiikan ja musiikin osalta perusopetuksen opetussuunnitelmassa [5] on merkittäviä asioita. Fysiikan opetuksen tulee vahvistaa oppilaiden luonnontieteellistä ajattelua sekä maailmankuvan kehittymistä. Sen avulla fysiikan ja teknologian merkityksen ymmärtäminen jokapäiväisessä elämässä, elinympäristössä sekä yhteiskunnassa helpottuu. Lähtökohtana fysiikan opetuksessa on luontoon ja teknologiseen ympäristöön pohjautuvat havainnot ja tutkimukset. Tutkimusten tekeminen on tärkeää, jotta opitaan tutkimisen taitoja, hahmotetaan paremmin luonnontieteiden luonnetta sekä ymmärretään ja omaksutaan käsitteitä. Tutkimuksia tehdessä työskentelytaidot ja yhteistyötaidot parantuvat sekä luova ja kriittinen ajattelu kehittyy. Tutkimusten tekeminen myös herättää mielenkiintoa fysiikan opiskelua kohtaan. Matematiikan opetuksessa ja opiskelussa keskeistä on konkretia ja toiminnallisuus.

Opetussuunnitelman mukaan musiikin opetuksen tulisi luoda edellytykset monipuoliselle musiikilliselle toiminnalle ja aktiiviselle osallistumiselle kulttuuriin. Toiminnallisella musiikin

opetuksella voidaan kehittää oppilaiden musiikillisia taitoja ja ymmärrystä sekä kokonaisvaltaista kasvua ja yhteistyökykyä. Nämä asiat vahvistuvat, kun huomioidaan kunkin oppilaan musiikilliset kiinnostuksen kohteet, muut oppiaineet, opetuksen eheyttämässä käytettävät teemat, koulun juhlat ja muut tapahtumat sekä koulun ulkopuolinen toiminta. Säännöllisellä äänen ja musiikin parissa toimimisella ja siihen liittyvällä luovalla tuottamisella, kuten säveltämisellä, kehitetään oppilaiden ajattelua ja oivalluskykyä. Oppilaiden ilmaisutaidot kehittyvät monipuolisen musiikinopiskelun myötä.

Opetussuunnitelman sisältöalue *"Musiikki omassa elämässä, yhteisössä ja yhteiskunnassa"* painottaa erityisesti musiikin suhdetta muuhun ympäristöön. Sen mukaan musiikin opetuksessa tulee käsitellä myös oppilaiden musiikkiin liittyviä kokemuksia, havaintoja sekä aihepiirejä musiikillisten tietojen ja taitojen rinnalla. Olennaista musiikissa ja sen opetuksessa ovat myös kuluttaminen ja kestävä hyvinvointi. Musiikin opetuksessa tulee rakentaa musiikin ja muiden oppiaineiden sekä yhteiskunnallisten ilmiöiden välille yhteyksiä. Tällöin voidaan samalla ajatella ja arvioida musiikin merkitystä eri elämäntilanteissa eri aikakausina ja aikoina. [5]

3.3. Ongelmalähtöisyys ja ilmiöpohjaisuus opetuksessa

Ilmiöpohjainen opetus määritellään Ilmioppi-kirjassa [11] seuraavalla tavalla: *"Ilmiöpohjainen opetus ja oppiminen lähtee kokonaisvaltaisista, aitojen todellisen maailman ilmiöiden yhteisestä tarkastelusta oppimisyhteisössä. Tarkastelussa ei rajoituta vain yhteen näkökulmaan, vaan ilmiöitä tarkastellaan kokonaisvaltaisesti eri näkökulmista oppiainerajat ylittäen."* Keskeisesti ilmiöpohjaiseen opetukseen liittyviä lähes samaa tarkoittavia ilmaisuja ovat myös esimerkiksi ilmiökeskeinen opetus ja oppiminen, laaja-alaiset oppimiskokonaisuudet, monialaiset oppimiskokonaisuudet, teemaopinnot, oppiainerajat ylittävä opetus sekä integroiva ja eheyttävä opetus. Nämä käsitteet on vaikea täysin erottaa toisistaan, joten päällekkäisyyksiltä ei voida välttyä.

Käyttämällä termiä ilmiöpohjainen halutaan korostaa sitä, että tutkittava aihe on todellisen havaintomaailman ilmiö, jota etsitään ja tutkitaan yhdessä oppilaiden kanssa. Ilmiöksi on hyvä valita sellainen, jota voidaan tutkia usean eri oppiaineen näkökulmasta. Hyvin toteutettuna ilmiöpohjainen oppiminen vaatiikin usean eri opettajan välistä yhteistyötä. Ilmiöpohjainen opetus rakennetaan opetussuunnitelman perusteella, eikä sen ole tarkoitus olla vain yksittäinen teemaviikko erillisenä muusta koulutyöstä.

Ilmiöpohjaisessa työskentelyssä ei ole tarkoitus sisäistää valmiita tietoja, vaan sen sijaan oppimisympäristö ja oppiaineisto toimivat tukena ilmiön sekä siihen liittyvien tutkimusongelmien selvittämisessä. Yhteisöllistä tiedonrakentamista ja sosiaalisia taitoja painotetaan paljon niin opetuksessa kuin muuallakin. Tietovarannot maailmassa lisääntyvät huimaa vauhtia, eikä kukaan voi hallita kaikkia tarpeellisia tietoja ja taitoja edes kapealta alalta. Näin ollen täytyy oppia yhdistämään eri ihmisten osaamista ja tähän ilmiöpohjaisessa oppimisessa juuri pyritään.

Usein ilmiöpohjaisen työskentelyn aikana lähdetään luokkahuoneen ulkopuolelle, sillä liikkuminen koulun muissa tiloissa tai piha-alueella tarjoaa paljon mahdollisuuksia niin havaintojen tekemiselle, ihmisten haastattelemiselle kuin ideoitten keräämisellekin. Yhdessä oppiessaan oppilaat joutuvat tilanteisiin, jotka edistävät heidän sosiaalisia taitojaan ja yhteistoimintaa. Oppimisen mielekkyys lisääntyy, kun haettua tietoa opitaan soveltamaan luovasti. Eri aistikanavien ja opiskelutapojen hyödyntäminen oppimisessa lisää myös oppilaan osallistumisaktiivisuutta. Aihepiirien monipuolinen tutkiminen auttaa muodostamaan laajemman kuvan asioista ja niiden välisistä yhteyksistä. [8, 11]

3.4. Toiminnallisuus ja liikunnallisuus opetuksessa

Opetussuunnitelma [5] sanoo toiminnallisesta oppimisesta seuraavaa: *”Toiminnallisella oppimisella tarkoitetaan oppilaan aktiivista toimimista ja ajattelemista oppimisprosessin aikana. Toiminnallisessa oppimisessa hyödynnetään monipuolisesti fyysistä toimintaa varsinaisen oppimistavoitteiden saavuttamiseksi. Toiminta tapahtuu vuorovaikutuksessa muiden oppilaiden, ohjaajien ja koulun ulkopuolisten toimijoiden kanssa. Toiminnalliset työtavat voivat olla esimerkiksi tutkimustehtäviä, ryhmä- ja projektitöitä, yhteistoiminnallista oppimista, leikkejä, draamaa, digitaalisia ja taiteellisia esityksiä. Toiminnalliset työtavat pyrkivät edistämään oppilaan toimintaa, aktiivisuutta, osallistumista, kokemuksellisuutta, ilmaisukykyä ja vuorovaikutusta.”*

Toiminnallisesta opetuksesta on puhunut jo kasvatustieteilijä John Dewey, jonka mukaan kehon ja mielen muodostama kokonaisuus täytyisi huomioida opetuksessa. Hän on korostanut toiminnallisuutta ja kokemuksia: passiivinen teoreettinen opiskelu ilman toimintaa jää irralliseksi ja hyödyttömäksi tiedoksi. Toiminnallisten opetusmenetelmien tehokkuus perustuu siihen, että oppilas osallistuu aktiivisesti oppimisprosessiin.

Luovan ongelmanratkaisutaidon kehittyminen koulutyössä vaatii sen mahdollistamisen. Oppimistilanne täytyy siis rakentaa siten, että luovuuden vahvistumista ei estettäisi. Jokainen ihminen hyödyntää luovuuttaan eri tavoin, mikä hankaloittaa tilannetta. Kuitenkaan kaavamainen suorittaminen tuskin edistää kenenkään luovuutta. Toiminnallisuus oppimisessa, tehtäviin valitut ongelmanratkaisumenetelmät ja uusien asiayhteyksien kokeileminen rohkeasti mahdollistavat luovuuden kehittymisen ja uusien näkökulmien löytämisen. [5, 8, 12]

Tutkimukset osoittavat, että oppiminen on kaikista tehokkainta, kun se on hauskaa. Esimerkiksi leikkiminen onkin erittäin tehokas tapa oppia uusia asioita. Oppimista ei pitäisi pitää niin vakavana asiana kuin sitä koulussa pidetään. Oppiminen tapahtuu tehokkaasti silloin, kun oppisältö esitellään sellaisessa muodossa, että se herättää oppilaissa kiinnostusta. Jo ennen teollista vallankumousta 1800-luvulla, oppiminen tapahtui tekemällä. Tähän kuitenkin tuli muutos nykyisen koululaitoksen myötä. Oppiminen tapahtuu usein spontaanisti, mutta oppimisen spontaaniudesta ja nauttimisesta on tullut harvinaisempaa. Sen sijaan koulussa oppimista pidetään tylsänä eikä kovin motivoivana. [3]

Toiminnallisuus tuo oppimiseen hyötyjä, jotka voidaan jaotella psyykkisiin, fyysisiin, kognitiivisiin ja sosiaalisiin hyötyihin. Toiminnallisuuden ansiosta oppilaan oma aktiivisuus lisääntyy ja näin ollen oppimisesta tulee kokonaisvaltaisempaa. Toiminnallisessa oppimisessa oppilas saa enemmän onnistumisen kokemuksia, jotka lisäävät oppimisen iloa ja koulumotivaatiota. Onnistumisen kokemukset kasvattavat myös oppilaan itsetuntoa ja itsetuntemusta. Toiminnalliset työtävät kehittävät myös opiskelutaitoja, luovuutta, eläytymiskykyä sekä mielikuvitusta.

Opiskelijat kokevat luokkahuoneen ulkopuolella tehdyt oppilastyöt mielenkiintoisemmiksi kuin perinteiset oppilastyöt. Opiskelijat kokevat luokan ulkopuolella tehdyt työt myös havainnollistavimmiksi niiden käytännönläheisyyden takia. Työt lisäävät myös opiskelijoiden vireystilaa sekä motivaatiota. *”Työt saivat uuden merkityksen ja ei tuntunut niin pakkopullalta. Eiköhän kaikki punnus ja vaunutyöt ole jo kokeiltu.”* [12]

Oppilaiden huono kouluviihtyvyyys on lisääntynyt ja vapaa-ajan vieton ja koulutyön välille on kasvanut kuilu. Pelillisempi ja leikillisempi opetus voisi olla ratkaisuna koulutyön mielekkyyden edistämiseksi ja syntyneen kuilun kaventamiseksi. Pelien avulla voidaan innostaa ja aktivoida myös sellaisia opiskelijoita, jotka eivät aktivoitu perinteisemmällä oppimistavoilla. Pelillisyydessä

toteutuu myös laaja-alaisuus sekä 2000-luvun taitojen kehittyminen. Pelit ovat yksi keino edistää tulevaisuuden koulujen tavoitetta osallistaa opiskelijoita kokonaisvaltaiseen hyvinvointiin sekä liikunnallisuuteen innostavan ja kannustavan toimintakulttuurin avulla. Pelillisyyden käyttäminen koulussa saattaa edistää koulutyön mielekkyyttä, kehittää laaja-alaista osaamista, kohottaa itsetuntoa sekä kykyä toimia toisten ihmisten kanssa. Pelillisuus ei saa kuitenkaan olla irrallista, vaan sen tulee olla hyvin toteutettua ja pedagogisesti mielekästä, jotta se motivoi oppilaita.

Leikillinen oppimisympäristö auttaa lapsia sitoutumaan työskentelyyn keskimäärin paremmin kuin perinteinen luokahuonekeskeinen oppimisympäristö. Sitoutuminen kärsii, jos tehtävät ovat väärän tasoisia taitotasoon nähden tai tunnelma on liian hälyinen. Sitoutumista edistävinä asioina opettajat ovat maininneet vapaa-ajan ympäristöstä tuttujen hahmojen käyttämisen, viihteeksi tai pelaamiseksi koetun toiminnan, uudenlaisten työskentelyvälineiden käyttämisen, uudenlaisien tehtävätyyppien käyttämisen (kuten liikuntaa ja laskemista yhdistävä kännykkäpeli), yleisesti lapsia innostavan toiminnan (kuten musisointi, liikunta, tietotekniset laitteet), onnistumisen tunteiden kokemisen, sosiaalisuuden ja yhteistoiminnan työskenneltäessä. Vapaa-ajan ympäristöstä tuttujen asioiden, kuten mobiililaitteiden tai populaarikulttuurin käyttäminen koulutuksessa voivat edistää kiinnostusta ja toimintaan sitoutumista. Keskeistä mielenkiinnon ja työskentelyyn sitoutumisen kannalta on se, että tehtävät tarjoavat tarpeeksi haastetta, mutta eivät ole liian haastavia.

Oppimaan oppimisen taidot ja käsitys itsestä oppijana kehittyvät osittain jo varhaislapsuuden aikana. Oppiminen voi olla sisäisesti motivoivaa, mutta ei siitä huolimatta helppoa. Toistuvaa harjoittelua ja tietoisia ponnisteluja tarvitaan usein sisäisestä motivaatiosta huolimatta. Parhaimmillaan hauskuus ja leikkisyys opetuksessa auttavat hahmottamaan erilaisia ilmiöitä sekä innostaa oppimateriaalien pariin. Ne voivat lisäksi edistää lapsen luovuutta ja mielikuvitusta ja kannustaa harjoittelemaan uusia taitoja. Hauskuus opetustilanteissa voi kasvattaa intoa tai sisäistä motivaatiota uuden oppimista kohtaan.

Toiminnallisten työtapojen keskeisimpänä tavoitteena ei ole fyysis-motoristen tavoitteiden saavuttaminen, mutta ne lisäävät liikkumista ja samalla vähentävät istumista. Liikkumisen yhdistäminen tehtävien ratkomiseen on vaikuttanut positiivisesti oppimiseen, ja liikkumista sisältävät toimintatavat ylläpitävät aivojen verenkiertoa, joka puolestaan edesauttaa oppilaiden vireystilaa, keskittymistä ja tarkkaavaisuutta.

Lapsen tarve toimia ja leikkiä voidaan ohjata edesauttamaan matematiikan oppisisältöjen ymmärtämistä ja muistamista. Tämä voi samoin auttaa myös fysiikan oppisisältöjen ymmärtämisessä, sillä ne ovat samankaltaisia kuin matematiikan oppisisällöt. Synnynnäistä toiminnan viettä toteuttaessa muodostuu positiivisia tuntemuksia. [8, 12, 13, 14, 15]

4. Motivaatio ja oppiminen

Koulutuksessa on oleellista löytää sellaisia keinoja, joiden avulla oppilaat kiinnostuisivat oppisisällöistä ja innostus uuden oppimiseen syttyisi. Sisäistä motivaatiota synnyttävät sellaiset toimintamallit, jotka oppilas kokee itsessään palkitsevaksi. Toiminnan olisi oltava kiinnostavaa itsessään, eikä vain ulkoisten palkkioiden, pakon tai suostuttelun takia. Toimintaan, jota ohjaa sisäinen motivaatio, liittyy usein kiinnostuksen, ilon ja mielihyvän tunteita. Sisäinen motivaatio auttaa työskentelemään pitkäjänteisesti ja sitoutuneesti, jolloin oppimisprosessissa saavutetaan todennäköisesti parempia lopputuloksia. Sisäisen motivaation syntymistä ja työskentelyyn sitoutumista edistävät mm. toiminnan hauskuus ja kiinnostavuus. Kiinnostavuus lisää myös keskittymistä, läsnäoloa sekä kognitiivisia toimintoja. Tällöin syntyy innostuksen, viihtymisen ja mukavuuden tunteita. Kiinnostukseen voi vaikuttaa ympäristötekijät, kuten käytettävät materiaalit tai opettajan tapa esittää aihe, mutta myös henkilökohtainen kiinnostus aiheeseen.

Suoriutuminen koulussa riippuu vahvasti siitä, kuinka paljon oppilas uskoo kykyihinsä ja odottaa menestyvänsä eri oppiaineissa sekä oppilaan arvostus oppiainetta kohtaan. Arvostukseen vaikuttavia asioita ovat se, kuinka paljon tehtävä oppilasta kiinnostaa, kuinka hyödyllisenä ja tärkeänä hän tehtävää pitää sekä minkälaisia haittoja hän kokee tehtävään sitoutumisen aiheuttavan. Esimerkiksi matematiikkaa ei välttämättä pidetä kiinnostavana, mutta se koetaan hyödylliseksi jatko-opintojen kannalta. Musiikin opiskelua sen sijaan saatetaan pitää kiinnostavana, vaikka siitä ei olisikaan erityistä hyötyä tulevaisuudessa. [13, 16, 17, 18]

Opetussuunnitelman perusteet on laadittu perustuen oppimiskäsitykseen, jonka mukaan oppilas on aktiivinen toimija. Hän oppii asettamaan tavoitteita ja ratkaisemaan ongelmia sekä itsenäisesti että yhdessä muiden kanssa. Oppiminen on erottamaton osa yksilön ihmisenä kasvua ja yhteisön hyvän elämän rakentamista. Kieli, kehollisuus ja eri aistien käyttö ovat ajattelun ja oppimisen kannalta olennaisia asioita. Myönteiset kokemukset, oppimisen ilo ja luova toiminta edistävät oppimista ja innostavat kehittämään omaa osaamista. Oppilas elää hetkessä, joten opittavien

asioiden ja oppimisen pitäisi tapahtua myös siitä näkökulmasta. Monipuoliset työtavat lisäävät oppimisen iloa ja onnistumisen kokemuksia sekä saavat aikaan eri ikäkausille ominaista luovaa toimintaa. Kokemukselliset ja toiminnalliset työtavat sekä eri aistien käyttö ja liikkuminen lisäävät oppimisen elämyksellisyyttä sekä motivaatiota. Motivaatiota vahvistavat myös työtavat, jotka edesauttavat itseohjautuvuutta ja ryhmään kuulumisen tunnetta. Koulu, jossa viihdytään, antaa erityisen hyvät mahdollisuudet oppimiselle. Kriittisesti tarkasteltaessa huomataan, että koulussa oppimista pidetään itseisarvoisena asiana ja koulun toimintaperiaatteetkin määräytyvät lähinnä tietojen oppimisen ja oppimisen kontrolloinnin pohjalta. Tämä johtaa helposti siihen, että koulun käytännöt koetaan hyvin suorituskeskeisiksi ja oppilaat saattavat opiskella vain kokeiden ja hyvien arvosanojen takia. Hyviä arvosanoja metsästäessä oppimisen ilo jää sivuseikaksi. Stressin lisäksi kokeet aiheuttavat turhaa kilpailua, joka taas estää luovuutta. [19]

Oppilaat oppivat asioita erilaisilla oppimistyyyleillä. Osa oppilaista on visuaalisia oppijoita, jotka oppivat esimerkiksi katsomalla ja piirtämällä. Osa oppilaista on taas audiitiivisia oppijoita, jotka oppivat parhaiten kuulemalla sisällön. Osa oppilaista on kinesteettisiä oppijoita, jolloin he oppivat parhaiten tekemällä itse käsillään ja jaloillaan. Yksilöllisiä eroja on paljon ja useimmat oppilaat eivät opi parhaiten puhtaasti yhdelläkään edellä kuvatuista tavoista. Erilaisille oppimistilanteille altistaminen edesauttaa oppimista, sillä istumalla ja hiljaa kuuntelemalla juurikaan kukaan ei opi tehokkaasti. Laaja-alaisia oppimiskokonaisuuksia toteuttamalla erilaiset oppijat voivat toteuttaa paremmin luonnostaan itselle sopivinta oppimistyyliä. [3]

Tietoa olisi opittava käyttämään elämässä, sillä irrallisen tiedon ammentaminen aiheuttaa negatiivisia tuntemuksia. Oivallukset tiedon soveltamisesta ja sen onnistumisesta käytännössä aiheuttavat oppimisen iloa, joka on paras motivaatiotekijä oppimiselle. [19]

5. Tieto- ja viestintäteknologia opetuksessa

Uudessa opetus suunnitelmassa korostetaan laaja-alaisen osaamisen lisäksi monilukutaitoa sekä tieto- ja viestintäteknologian hyödyntämistä oppimisessa ja opetuksessa. Näiden lisäksi puhutaan ns. 2000-luvun taidoista, eli siitä, minkälaista osaamista oppilaat tulevat tulevaisuudessa oikeasti tarvitsemaan. Nämä asiat edellyttävät muutoksia koulumaailmassa etenkin teknologisen ja yhteiskunnallisen kehityksen edistyessä.

Tieto- ja viestintäteknologian käyttäminen saattaa avata uusia opetuksellisia mahdollisuuksia, mutta sen avulla voidaan myös tehdä asioita, jotka eivät edistä tulevaisuuden taitojen oppimista millään tavalla. Usein tieto- ja viestintäteknologian käyttämisen uskotaan vaikuttavan suoraan oppimiseen ja sitä pidetään myös yhteiskunnan kannalta keskeisenä taitona. Kaikesta huolimatta tieto- ja viestintäteknologialla on suuri rooli monissa tulevaisuuden kouluun liittyvissä suunnitelmissa. Sen käyttöönotto onnistuneesti on vaativa ja monimutkainen prosessi, jonka lopputulokseen vaikuttaa hyvin moni asia. Pelkällä laitteiston lisäämisellä kouluun ei saavuteta haluttuja lopputuloksia, jos laitteiden hyödyntämiseen ei ole tehty koulussa suunnitelmaa. Työvälineen pitää hyödyttää käyttäjänsä ja parhaimmassa tapauksessa se monipuolistaa opetusta ja oppimista. Asiaa vaikeuttaa se, että luokkahuoneiden varusteluun kuuluu tietty teknologia, jolle opettajan täytyy kehittää opetuksen kannalta mielekästä käyttöä. Opettajan näkökulmasta etuja tieto- ja viestintäteknologian käyttämisessä ovat opetuksen monipuolistuminen, pedagogisten taitojen kehittyminen sekä vaihtelun saaminen työhön. Myös verkostoituminen muiden oppilaitosten ja opettajien kanssa helpottuu tietotekniikan avulla. [9, 20, 21]

Mobiililaitteilla oppiminen pienentää kuilua, joka on syntynyt muodollisen ja epämuodollisen oppimisen välillä. Mobiililaitteiden avulla oppiminen tulee paremmin läsnä olevaksi jokapäiväiseen elämään ja sisältö on usein esitetty sellaisessa muodossa, ettei sitä mielletä muodolliseksi oppimiseksi. Mobiililaitteet myös vapauttavat oppimisen tietystä ympäristöstä, jolloin oppiminen ei tunnu niin pakotetulta. Tällaiset sisällöt lisäävät motivaatiota sekä tekevät tiedosta pysyvämpää. [3]

Samalla, kun yhteiskunta on digitalisoitunut, ovat tabletit sekä älypuhelimet tulleet osaksi koulun arkea ja uusia oppimisympäristöjä. Ruutuajan lisääntyminen tämän myötä on johtanut siihen, että koululaisten liikkuminen on vähentynyt. Liikunnan vähyys aiheuttaa mm. niska- ja hartiakipuja,

joita esiintyy kolmanneksella lukio-opiskelijoista viikoittain. Koulun tärkeänä tehtävänä olisi lisätä oppilaiden liikkumista oppituntien aikana, koska tutkimukset ovat osoittaneet, että suomalaisten lasten ja nuorten fyysinen aktiivisuus on vähentynyt viime vuosien aikana.

Uusi perusopetuksen opetussuunnitelma korostaa myös omasta psyykkisestä ja fyysisestä hyvinvoinnista huolehtimisen edellytyksiä. Liikkumista voitaisiin helposti lisätä luonnolliseksi osaksi kaikkien oppiaineiden opetusta ja uuden opetussuunnitelman mukaisissa laaja-alaisissa kokonaisuuksissa tämän toteuttaminen on mahdollista. Tablettien ja muiden langattomien mittausjärjestelmien avulla mittauksia ja niiden käsittelyä voidaan toteuttaa perinteisen luokkahuoneen ulkopuolella ja näin lisätä oppilaiden fyysistä aktiivisuutta, jonka avulla myös oppilaiden oppimiskokemukset syventyvät itse tekemisen kautta.

Tietotekniikan hyödyntämisellä opetuksessa voidaan tuottaa oppilaalle kinesteettisiä kokemuksia, joiden myötä useampien oppimistyylien käyttäminen on mahdollista. Tällöin oppilas käyttää useampia aisteja, jolloin syntyy helpommin pysyvämpiä muistijälkiä. Tieto- ja viestintäteknikan avulla saavutetaan monia muitakin hyötyjä, jos sitä osataan hyödyntää tehokkaasti. Perinteisen oppimisympäristön laajentamisen lisäksi sen avulla voidaan muun muassa opiskella ajasta ja paikasta riippumatta sekä simuloida työelämässä kohdattavia ongelmatilanteita. Tieto- ja viestintäteknologialla pystytään luomaan mahdollisuuksia yhteisölliseen oppimiseen, aktiiviseen tiedon rakentamiseen sekä vuorovaikutukseen, jotka tutkitusti edistävät oppimista.

Perinteiset fysiikan töissä käytettävät mittauslaitteistot ovat usein isokokoisia ja hyvin sidottuja luokkatilaan, toisin kuin mobiililaitteilla käytettävät ohjelmistot. Oppimisen liikkuvuus mahdollistuu, kun oppimateriaalit ja työkalut kulkevat mukana myös luokkahuoneen ulkopuolella. Muualla kuin luokkatilassa opiskellessa asiat siirtyvät helpommin kontekstista toiseen, eivätkä fysiikan tunnilla opitut asiat jää vain luokkahuoneeseen. Mittauksen kohteena ei tarvitse olla jonkin erillisen kappaleen, vaan esimerkiksi omaa kehoa voidaan käyttää tutkittavana kappaleena. Kehoa pitäisikin hyödyntää opetuksessa enemmän, sillä kehon käytöllä on tutkitusti vaikutusta aivojen kognitiiviselle toiminnalle, tunne-elämälle sekä fyysiselle ja psyykkiselle hyvinvoinnille. [9, 20, 21]

6. Kohti muutosta

6.1. Yhteistyötä tarvitaan

Opettajan työ luokkahuoneessa on hyvin itsenäistä ja jopa yksinäistä, jolloin luonnollisesti ongelmien ratkominen tiimeissä ja asiantuntijuuden jakaminen ei ole opettajillekaan tuttua samassa määrin kuin se on monessa muussa työpaikassa. Muualla yhteiskunnassa yhteistoiminnan tarve on lisääntynyt reilusti. Opettajien työssä sen sijaan vahva itsemääräämisoikeus on asia, josta on pidetty tiukasti kiinni. Useassa tilanteessa kyse on kuitenkin käytännössä eristäytymisestä. Yhteistyötä pidetään hallitsemattomana tekijänä, joka johtaa pois mukavuusalueelta. Yksin työskennellessä todennäköisesti tulee toistaneeksi vuodesta toiseen samoja käytänteitä, ja muutostyöhön lähtemiseen on kasvanut suuri kynnyks.

Viime vuosina on ryhdytty puhumaan lähes joka alalla yhä enemmän ja enemmän linkittymisestä, verkostoitumisesta, vuorovaikutuksesta ja laaja-alaisuudesta. Myös ilmiöt, teemat, monialaisuus ja eheyttäminen ovat paljon esillä. Kaikissa näissä esillä on ajatus siitä, että maailma on kokonaisuus, jossa kaikki vaikuttaa kaikkeen. Kasvatuksessa ja koulutuksessa käsiteltävät asiat ja niiden yhteys ympäröivään maailmaan ovat muuttuneet myös monitahoisemmiksi. Tämä ajattelu näkyy myös koulutuksen kehittämisessä.

Monialaiset oppimiskokonaisuudet tarjoavat mahdollisuuksia yhteistyöhön esimerkiksi rinnakkaisluokkien tai eri vuosikurssilla olevien oppilaiden kanssa. Oppilaat voivat käyttää myös sellaista osaamista, jota he ovat saaneet esimerkiksi harrastuksiensa kautta ja opastaa myös toisia oppilaita siinä. Erilaisia asiantuntijoita ja oppimisympäristöjä voidaan hyödyntää tekemällä yhteistyötä koulun ulkopuolisten toimijoiden kanssa. Ilmiölähtöinen opiskelu synnyttää mahdollisuuksia rakentaa hedelmällistä vuorovaikutusta eri aloja edustavien ihmisten välille, kun perinteisten käytäntöjen rajoitteita rikotaan.

Opiskeltavien aiheiden eheyttäminen vaatii usein sitä, että tieteenalat luovat yhteistä ymmärrystä käsiteltävistä teemoista. Käytännössä tämä tarkoittaa eri aineiden opettajien välistä yhteistyötä niin suunnittelussa, toteuttamisessa kuin arvioinnissakin. Kaiken tekemisen lähtökohtana on tällöin yhteistyö. On tärkeää motivoida myös oppilaita tekemään yhteistyötä ja painottaa sen tärkeyttä. Yhteenkuuluvuuden tunne on merkittävässä roolissa myös siksi, että tiedon jakaminen muiden kanssa on yksi tehokkaimmista tavoista oppia. Jokaisen projektin jälkeen tulisi keskustella yhteistyön sujumisesta. [2, 3, 9, 10, 22, 23]

6.2. Oppilaiden aktivoituminen

Muutos koulussa vaatii, että opettaja väistyy tietyissä asioissa ja aktivoituu toisissa. Oppilaiden taas täytyy osoittaa uudenlaista aktiivisuutta. Muutostyö voi olla raskasta ja vaativaa, eikä sitä voida kuitata vain muutamalla näennäisellä uudistuksella. Oppilaan kontrolloidessa oppimistaan itse, on oppiminen palkitsevampaa sekä kokonaisvaltaisempaa. Näin oppilas kantaa itse vastuuta oppimisestaan. Tämä tarvitsee määrätietoista harjoittelua, jossa edetään portaittain. Oppilaan osaaminen kulkee hyvin paljon opettajan kautta, mutta tästä pitäisi pyrkiä eroon. Sen sijaan energia pitäisi kohdistaa toiseen paikkaan, sillä kontrollin vähentäminen ei saa tarkoittaa heitteille jättämistä.

Muutos oppilaan aktivoitumisessa voidaan toteuttaa itseohjautuvuuden tukemisella. Erään itseohjautuvuuden määritelmän mukaan itseohjautuva oppiminen sisältää sen, että oppija ottaa vastuun oppimisen tarpeista. Lisäksi tulee asettaa oppimiseen liittyvät tavoitteet, oppiminen täytyy suunnitella sekä suunnitelmat pyrkiä myös toteuttamaan. Resurssien hyödyntäminen ja prosessin sekä lopputuloksen arvioiminen sisältyvät myös olennaisesti itseohjautuvuuteen. Itseohjautuvuuteen liittyvät oleellisesti myös ongelmien näkeminen haasteina, itsekuri, uteliaisuus, itsevarmuus, ajankäyttö ja suunnitelmallisuus sekä oppimisesta nauttiminen. Itseohjautuvuutta pitäisi painottaa siten, että se on erityisesti oppijan ja ohjaajan välinen yhteistyöprosessi, ei vain yksilön oma prosessi käsitteen nimestä huolimatta.

Oppilaan aktiivisuuden tukemiseen koulun arjessa on olemassa käytännöllisiä keinoja. Ensimmäisenä keinona *Laaja-alainen osaaminen käytäntöön* –kirjan [23] kirjoittaja Norrena listaa itseohjautuvuuteen kannustavan ympäristön, jolloin oppijan ja ohjaajan välille on luotava tasa-arvoinen kumppanuus. Opettajan ei tule aina esimerkiksi kertoa oikeaa vastausta oppilaalle, vaan tukee oppilasta siten, että oppilas vähintään kokee löytävänsä ratkaisun itse. Oppimisprosessille on annettava tilaa ja kehuja ja kannustusta vaaditaan. Kilpailun korostamista on varottava, jotta yhteistyö ja keskinäisen luottamuksen ilmapiiri vahvistuvat.

Toinen keino oppilaiden aktiivisuuden tukemiseen on yksilön tietoisuus omasta itsestä oppijana eli käytännössä oppilaiden opettaminen itsearviointiprosessiin. Oppilaita on autettava löytämään uusia mahdollisuuksia toteuttaa itseään, rohkaista heitä hyödyntämään aiempia kokemuksiaan oppimisprosessissa. Itsearviointi ei toimi heti, vaan sitä tulee harjoitella. Oppilaat täytyisi saada pohtimaan omia oppimistapojaan, omia vahvuuksiaan ja sitä, miten he voivat parantaa

toimintaansa. Tällöin oppilas oppii rakentamaan omia oppimisstrategioitaan. Prosessin etenemiseksi on asetettava tavoitteita ja myös seurattava niiden toteutumista. Oppilaan olisi tärkeää oivaltaa, että oppimistavoitteiden ja nykyisten tietojen välissä on kuilu, joka tulisi kuroa umpeen.

Vaiheittain toteutettava muutos auttaa myös oppilaita halutussa aktiivisuuden muuttamisessa. Oppilas saattaa hämmentyä liikaa, jos oppimisen kaltaisessa kokonaisvaltaisessa asiassa tehdään liian nopeita muutoksia. Lähestymistapoja tulisikin muuttaa asteittain, jolloin oppilaan vastuu ja valinnat lisääntyvät vähitellen. Tärkeää on, että oppilas ymmärtää, että oppimiseen on myös vaihtoehtoisia tapoja. Opettajan täytyykin tarjota sellaisia säännöllisesti. [23]

6.3. Opettajan rooli

Usein opettajan on ensin hallittava perinteiset opetusmenetelmät, jotta opetusta voidaan kehittää pidemmälle. Tulevaisuuden taitojen kehittämisen kannalta kaksi asiaa ovat osoittautuneet erityisen tärkeiksi: kollegoiden välinen jatkuva yhteistyö esimerkiksi samanaikaisopetuksen avulla sekä tietotekniikan saatavuus luokassa. Laaja-alaisessa opetuksessa yhdistetään oppimisen teemoja, tulevaisuuden taitoja sekä työvälineitä, jotta voidaan rakentaa laaja-alaista osaamista edistävä oppimismahdollisuus. Opettajalta vaaditaan mm. vuorovaikutustaitoja, oppilaan kohtaamisen taitoja sekä johtamisen taitoja.

Tulevaisuuden taitojen edistämistä hidastavat luokkahuonetasolla opettajien asenteet sekä puutteelliset taidot. Vastustava asenne syntyy helposti, jos vuorovaikutuksen ja yhteistoiminnan kulttuuri puuttuu koulusta tai jos muutokset etenevät liian nopeasti. Myös perinteinen luokkahuonemalli on usein riittämätön projektityöskentelyyn.

Valmistumisen jälkeen työelämässä uudenkin opettajan täytyy kyseenalaistaa käytettäviä opetuskäytänteitä, sopeuduttava olosuhteisiin sekä tutkia vaihtoehtoisia tapoja opettaa. Pelkkä opettajaksi pätevytyminen ei riitä rakentamaan ammattitaitoa. Tehokas tapa on esimerkiksi kokeneempien kollegoiden kanssa keskusteleminen. Kaikkea ei tarvitse keksiä uudelleen, mutta omaa opettamistaan tarvitsee osata tarkastella kriittisesti.

Laaja-alaisen osaamisen edistämiseksi opettajan keskeinen rooli on mahdollistaa halutut taidot, sillä oppilas ei voi oppia, jos siihen ei saada mahdollisuutta. Opetuksen suunnittelussa täytyy ottaa

huomioon, miten parhaiten voidaan edistää oppilaiden taitoja tavoitteitten suuntaan. Täytyy pohtia myös, miten kuljetaan kohti osaamista; mistä aloitetaan ja miten edetään. Opettajan rooli laaja-alaisessa osaamisessa on välillisesti erittäin tärkeä: ajattelulla ja teoilla opettaja voi rakentaa sellaisia oppimismahdollisuuksia, jotka mahdollistavat laaja-alaisen oppimisen. Oleellista laaja-alaisessa oppimisessä on, että oppilas ymmärtää oppimisen omaksi edukseen, eikä vain jonkun toisen miellyttämiseksi.

Opettajat ovat Suomessa korkeasti koulutettuja ja erittäin tunnollisia, mutta jokainen tulkitsee opetussuunnitelmaa omalla tavallaan, jolloin opetus ja oppiminen ovat vaarassa eriarvoistua, vaikka koulujärjestelmäämme pidetään maailman tasa-arvoisimpana. Ratkaisu voisi olla opetussuunnitelman perusteiden rinnalla sellaiset työkalut, jotka kertoisivat, kuinka tavoitteisiin käytännössä päästäisiin. Käytännön työkalut oppiainerajoja ylittävien kokonaisuuksien toteuttamiseen puuttuvat ja etenkin oppikirjat ovat erittäin oppiainesidonnaisia.

Kaiken kaikkiaan opettajan on tärkeää kehua ja kannustaa sekä kuunnella oppilasta, suosia avoimia tehtävänantoja, antaa oppimisen tapahtua ilman opettajaa, heittäytyä oppijaksi myös itse, korostaa onnistumisia, kohdella oppilaita yksilöinä, tehdä näkyviä tavoitteita, olla kiirehtimättä, kunnioittaa erilaisia oppimistapoja, olla tyrmäämättä villedä ideoita sekä antaa keskustelulle tilaa ja aikaa. [9, 23]

6.4. Työtapojen valinta

Työtavoilta vaaditaan uudenlaista monipuolisuutta. Kouluissa ajattelumallit ovat usein sellaisia, että useista palasista kasataan oppimisen kannalta merkittävä kokonaisuus. Tämän ajattelun kääntäminen toisinpäin korostaa luovuutta. Käytännössä tämä voi tarkoittaa esimerkiksi sitä, että pohditaan jollekin esineelle useita eri käyttötarkoituksia tai kasataan useista näkökulmista yksi kokonaisuus. Näin monipuolistetaan oppilaan ajattelua, jolloin oppimisprosessi korostuu lopputuloksen sijasta. Ongelmien ratkaisussa tulisi käyttää riittävästi aikaa ongelmien havaitsemiseen, analysoimiseen sekä erilaisten ratkaisuvaihtoehtojen suunnitteluun.

Tarpeellisia ovat myös tukirakenteet. Oppimisen taitoja korostaessa niitä on tuettava koko työskentelyprosessin ajan. Pelkkä lopuksi tehtävä arviointi siitä, miten meni, ei enää riitä. Prosessin aikaisia tukimuotoja ovat esimerkiksi mentorin, kuten vanhemman oppilaan hyödyntäminen tai konsultaatio eli oppilas itse tekee aloitteen tarvitessaan apua.

Oppimisprosessin aikana voi olla myös erilaisia tukiryhmiä, joissa samassa vaiheessa olevat oppilaat kokoontuvat yhteen ja saavat tukea toisiltaan. Ongelmat ratkeavat monesti pelkästään sillä, että oppilaat keskustelevat haasteista ja onnistumisista keskenään.

Vaikka itseohjautuvuus liittyikin jonkin verran oppilaan persoonallisuuteen, voidaan sitä harjoitella ja oppia. Joillekin oppilaille itseohjautuvuus on luontevampaa kuin toisille. Itseohjautuvuuden tukemisen tavoitteena on kehittää oppilaasta elinikäinen oppija. Kasvuprosessi on erittäin yksilöllinen, mutta jokaiselle oppilaalle mahdollinen. Itseohjautuvuus on myös hyvin tilannesidonnaista. Itseohjautuvuuteen ohjaamiseen ei ole vain tiettyä opetustyyliä, mutta se kannustaa käyttämään monipuolisia opetusmenetelmiä. [23]

6.5. Suunnittelussa huomioitavia asioita

Laaja-alaisen opetuksen onnistumisen kannalta on tärkeää, että tarkasteltavat kohteet valitaan oppilaita kiinnostavien asioiden joukosta ja että niitä käsitellään kokonaisuuksina aidoissa asiayhteyksissä. Opetus on pyrittävä viemään aitoihin oppimisympäristöihin ja eri oppiaineet tuovat työskentelyyn oman näkökulmansa.

Kouluissa suunnittelutyö täytyy aloittaa ajoissa, sillä lukujärjestykset ja työnjaot sovitaan jo edellisen lukuvuoden aikana. Suunnittelu tarvitsee aloittaa ajoissa myös silloin, jos ilmiöjakson toteuttamiseen tarvitaan erityistä rahoitusta. Opettajatiimeissä työskentely avaa erilaisia työtapoja kuin yksin toimiessa. Opettajat ovatideoineet keinoja, joilla autetaan yhteistä suunnittelutyötä. Näitä ovat suunnitteluhetkien liittäminen koulutuspäiviin, kokouksiin tai vakiopaikalle työjärjestykseen. Lyhytkin aika suunnitteluun on riittävä työskentelyn ollessa säännöllistä, tavoitteiden ollessa selvillä sekä suunniteltaessa silloin, kun kaikki ovat riittävän virkeitä. Suunnitteluhetkien vetovastuun kierrättäminen helpottaa myös suunnittelua. Sähköisesti jaettujen dokumenttien avulla kaikki pääsevät käsiksi viimeisimpään versioon suunnitelmasta. Yhdessä pohtiessa huomaa, kuinka eri näkökulmista samaa prosessia voidaan lähteä toteuttamaan.

Ilmiön tarvitsee olla riittävän laaja, jotta sitä voidaan lähestyä monesta eri näkökulmasta, mutta toisaalta myös tarpeeksi rajattu. Hyviä ilmiöpohjaisen oppimisen kohteita ovat oppilaille merkitykselliset kohteet, jotka voivat avautua uudella tavalla uudesta näkökulmasta tarkasteltaessa. Ilmiön täytyy perustua kahteen tai useampaan integroitavaan oppiaineeseen

siten, että arki yhdistyisi opetussuunnitelmaan. Oppilaiden mukaan ottaminen jo suunnitteluvaiheessa ja ilmiön valitseminen yhteistyössä olisi hyödyllistä, sillä työskentelyyn syntyy tällöin side jo suunniteltaessa.

Lyhytkestoisen ilmiötyöskentelyn hyviä puolia ovat niiden onnistuminen myös kiireisempinä ajankohtina, työmäärän helppo hahmottaminen, roolien jakamisen selkeys sekä toteuttamisen mahdollisuus ikään kuin testimielessä. Lyhytkestoiset projektit ovat toteutettavissa lyhyelläkin varoitusaikalla ja ne sopivat hyvin ajankohtaisiin ilmiöihin. Yhteistyöhön ei tarvita kuin muutama opettaja tai oppiaine.

Pitkäkestoisen ilmiötyöskentelyn hyviä puolia on se, että asioihin voidaan oikeasti syventyä. Lisäksi luovuudelle jää tarpeeksi tilaa ja aikaa sekä opiskeluun tulee joustavuutta. Pidempikestoisen ilmiötyöskentely mahdollistaa useamman aineen tai opettajan yhteistyön ja projektiin voidaan hakea näkyvyyttä myös koulun ulkopuolella. Pidempikestoisessa ilmiötyöskentelyssä pystytään tarvittaessa tarkentamaan ja korjaamaan asioita jo ilmiöjakson aikana. Toteutus ei kariudu helposti ja myös hitaammin lämpiävien innostus ehtii herätä prosessin aikana.

Onnistuneen oppimistehtävän aikana oppija tietää, mikä on tavoite ja minkälaiseen sisältöön pyritään sekä miten opiskelu käytännössä toteutetaan. Oppilaan tulee tietää myös, minkälaisia havaintoja häneltä odotetaan, sekä miten hän arvioi omaa työprosessia ja muiden työpanosta. Oppilaan on tärkeää tietää, miten hän tekee näkyväksi oppimansa, millaista lopputulosta odotetaan sekä milloin ja miten välineitä käytetään ja mitä apukeinoja on käytössä. Prosessin ja lopputuloksen arvioiminen on oltava tiedossa, kuten olisi oltava muulloinkin.

Ilmiöpohjaisessa opetuksessa palaute ja arviointi ovat tärkeässä roolissa ja palautteen täytyy olla jatkuvaa, monipuolista, rohkaisevaa, mutta myös vaativaa. Arvioinnin tärkein tehtävä olisi auttaa oppijaa eteenpäin koko prosessin ajan ja kannustaa yrittämään. Arvioinnissa voidaan painottaa itsearviointia ja ryhmäarviointia, mutta arvioita voidaan pyytää vaikkapa koulun ulkopuoliselta asiantuntijalta, jos sellainen on projektissa mukana. Vaikka kaikki eivät ilmiötyöskentelylle tyypillisesti teekään samoja tehtäviä, arvioinnin tulee pohjautua asetettuihin tavoitteisiin. [10, 11]

6.6. Haasteita muutoksessa

Luokan oppilailla on keskenään hyvin erilaisia kiinnostuksen kohteita, joten kaikki oppilaat eivät voi alusta asti olla yhtä kiinnostuneita valitusta ilmiöstä. Innostuminen voi syntyä ilmiön tutkimisen

aikana vähitellen. Kiinnostus on yhteydessä aikaisempaan tietoon, joten opettajan on pyrittävä herättämään kiinnostusta projektin alussa sekä ylläpitämään sitä. Toiminnan ollessa tarpeeksi mielekästä, oppilaiden hetkellinen kiinnostus aiheeseen voi kehittyä pitkäkestoisemmaksi henkilökohtaiseksi kiinnostukseksi.

Uudistamisessa vaaditaan pitkäjänteisyyttä, koska uusi toimintatapa ei sovi vanhoihin toimintatapoihin heti. Ensimmäisellä kerralla ilmiötyöskentelyä toteutettaessa kannattaakin aloittaa suppeasta kokonaisuudesta. Ilmiöpohjaisen oppimisen teemaviikot voivat olla hyvä tapa aloittaa. Tällöin halukkaat opettajat voivat aloittaa yhteistyön, mutta ilmiöpohjainen opetus vaatii sen, että se otetaan koko opettajakunnan ja koulu yhteisön asiaksi.

Ilmiöpohjaisessa opetuksessa suunnittelu on tärkeää, mutta yllätyksiin pitää silti varautua. Keskenäisyyttä pitää oppia sietämään enemmän kuin perinteisessä luokkahuoneopetuksessa ja pitää osata antaa riittävästi tilaa ja aikaa ryhmien työskentelylle, vaikka se onkin varmasti aluksi vaikeaa. Uuden menetelmän kanssa pitää kuunnella huolenaiheita ja pelkoja ja kohdattaville ongelmille pitää miettiä toimintamallit. Tärkeää on, ettei ikäviä tilanteita ohiteta.

Hyvän ilmapiirin luomiseen vaaditaan vastavuoroista osallistumista pelkkien vaatimusten sijaan. Nykyään oppilaat luovuttavat helposti kohdatessaan ensimmäisen epäonnistumisen. Yritteliäisyyttä ja sitkeyttä voi harjoittaa helposti ilmiöprojektien avulla. Niissä jokainen pystyy osallistumaan omien kykyjensä mukaan ja onnistumisen kokemukset rohkaisevat. Realistisen arvioinnin myötä oppilas hahmottaa omia heikkouksia ja niihin on tällöin helpompi paneutua. Epäonnistumiset kuuluvat oppimiseen ja kehittymiseen.

Kielteisten ja hankalien tunteiden läpi käyminen on tärkeä osa ilmiölähtöistä oppimisprosessia, eivätkä merkki sen epäonnistumisesta. Ahdistuksen ja epävarmuuden käsitteleminen ja tunnistaminen ovat osa ilmiöpohjaisen opiskelun ohjaamista ja niille tarvitseekin varata aikaa, sillä negatiivisten tunteiden merkitys on yhtä tärkeää kuin positiivisten, vaikka koulumaailmassa tämä usein koetaan toisin. Omalta mukavuusalueelta poistuminen ja sen aiheuttama epävarmuus ovat kuitenkin oppimisen kannalta otollisia asioita. Opettajan täytyy ohjattaessaan auttaa siinä, että tasapaino eri tunteiden välillä on sopiva. [2, 11]

6.7. Käytännön vinkkejä toteutukseen

Opettajat, jotka ovat toteuttaneet monialaisia oppimiskokonaisuuksia käytännössä jo vuosia, ovat listanneet käytännön vinkkejä toteutukseen. Eheyttämisen ja yhteistyön muodot muokkautuvat ajan kanssa ja opetuksen eheyttäminen vaatiikin pitkäjänteistä työtä. Myös koulun toimintakulttuuria on kehitettävä. Aineenopettajien on tehtävä yhteistyötä keskenään, jotta yläkoulussa ja lukiossa opetusta voidaan eheyttää. Tarvitaan pedagogista rohkeutta heittäytyä ja kokeilla uutta, perinteisistä opetustavoista täytyy uskaltaa päästää irti. Opettajalla on vastuu siitä, että opetettavat tavoitteet ja sisällöt noudattavat opetussuunnitelmaa, mutta varsinainen oppiminen voi tapahtua uudella tavalla ja uusista näkökulmista. Asioita voidaan selvittää ja tutkia yhdessä sen sijaan, että opettajan täytyisi tietää kaikki oppimiskokonaisuuteen liittyvä etukäteen.

Lukujärjestyksen täytyy mahdollistaa eheyttäminen, jotta yhteistyötä tekevien oppiaineiden tunnit ovat samassa jaksossa keskenään tai niitä opiskellaan sopivasti peräkkäin. Mikäli tarkoituksena on toteuttaa samanlainen projekti koko luokka-asteelle, on kaikilla oltava kyseisten oppiaineiden opetusta samassa jaksossa. Kun ohjausvastuu jakautuu monelle opettajalle, oppilaat saavat tukea monelta aikuiselta. Projekteja varten on järjestettävä niihin sopivat luokkatilat ja on esimerkiksi mietittävä sitä, varaako jokainen opettaja tilat tunneilleen, vai voidaanko tehdä yhteisiä varauksia. Sijaisten tarpeen arvioiminen on tehtävä ajoissa, jos oppilaita on tarkoitus ohjata koko työpajapäivän ajan. Muiden ryhmien tunteja voi tarvittaessa opettaa ne opettajat, joilta vapautuu tunteja oppimiskokonaisuuden takia. Tiedottamisen on oltava avointa ja selkeää, niin oppilaille, työyhteisölle kuin huoltajille ja tiedottamisen vastuuhenkilö on hyvä sopia etukäteen. Koko koulun henkilökunnan työtä kunnioitetaan. Kouluissa saattaa olla sellaisia opettajia, jotka opettavat useassa eri koulussa ja tämä voi tuoda haasteita työpajapäivien järjestämiseen, jos saman päivän aikana on usean eri koulun tunteja.

Oppilaat tulevat tutuiksi ja läheisiksi, kun opettaja pääsee lähemmäs oppilaiden elämää ja ajattelua samalla, kun hän pääsee osoittamaan osaamista monipuolisesti ja käyttämään koulutyössä hyväksi koulun ulkopuolella opittuja asioita. Tieto- ja viestintäteknologia tukee eheyttämistä, sillä oppilaat voivat esimerkiksi jatkaa töitä ryhmänä koulun ulkopuolella. Myös erilaisten verkkoympäristöjen käyttö helpottaa yhteistyötä. Oppimiskokonaisuuden dokumentoidaan ja arvioidaan: mitä opittiin ja mikä onnistui hyvin, mitä olisi voitu tehdä eri

tavalla tulevaisuutta ajatellen? Näiden asioiden dokumentointi helpottaa seuraavalla kerralla samaa teemaa toteutettaessa. [11, 24]

Ilmioppi-kirjan [11] tekijät ovat koonneet listan vinkkejä ilmiöpohjaiseen opetukseen. Keskeiset opit ovat:

- *Innostu ja tartuta intoasi muihin!*
- *Lobbaa ja markkinoi positiivisesti. Hyvä fiilis tarttuu.*
- *Kerro ääneen merkityksellisistä ja pedagogisesti mielekkäiksi koetuista tapahtumista.*
- *Tee ja toteuta. Älä jää vain suunnittelemaan ja ideoimaan. Nappaa kaveri mukaan.*
- *Pidä kiinni sopimuksista ja aikatauluista.*
- *Tee ideat ja tavoitteet näkyviksi. Niitä voi kerätä vaikka yhteiselle verkkosivulle, liimalapuille tai fläppitaululle joko opettajanhuoneen seinälle tai vaikka koulun käytävälle oppijoiden nähtäville.*
- *Anna ideoiden syntyä mihin aikaan tahansa, sillä harvoin ne pulpahtavat pintaan viralliseen aikaan. Laita ideat systemaattisesti talteen.*
- *Kunnioita työkaveria. Näe toisen osaaminen.*
- *Ole kuulolla huolien ja riemujen suhteen.*
- *Ota kiittäen vastaan kritiikkiä.*
- *Kuuntele uutta työntekijää ja ota hänen ideansa käsittelyyn, sillä uusi silmäpari huomaa asioita, joihin on ehkä jo totuttu.*

7. Esimerkkiprojekti

Pääajatus tässä työssä on suunnitella ja tehdä valmis materiaali käytettäväksi oppiainerajat ylittävän projektiluontoisen työn toteuttamiseen. Valmis materiaali on suunniteltu erikseen sekä oppilaiden että opettajan käyttöön. Työn suunnittelu on tehty opetussuunnitelman [5] lisäksi siltä pohjalta, mitä oppikirjat sisältävät näistä aiheista.

Yläkoulun fysiikan oppikirjoissa [25, 26, 27, 28] tulivat esiin ääneen liittyvät käsitteet värähdys, amplitudi, värähdysaika, taajuus, poikittainen ja pitkittäinen aaltoliike, väliaine, aallonpituus, intensiteetti sekä desibeli, kaiku, resonanssi, melu, ultraääni sekä infraääni. Koko ääniaaltoihin liittyvä aihealue tulee käsitellyksi tämän projektityön myötä.

Projektin tehtävissä on tarkoituksena tutustua ääneen liittyviin käsitteisiin niin, että musiikki on vahvasti läsnä tutkittavissa asioissa. Musiikin avulla fysiikan käsitteet on tarkoitus tehdä ymmärrettävämmiksi ja ilmiöt tuodaan näin reaali maailmaan. Myös musiikin osalta on tarkoitus oppia lisää äänistä, soinnuista ja kuulon suojaamisesta. Projektin laatimisessa on käytetty opetussuunnitelman [5] lisäksi yläkoulun musiikin oppikirjoja [29, 30, 31, 32, 33, 34] sekä taulukoituja säveltasoja hertsiarvoina [35].

Matematiikkaa käytetään projektin tehtävissä kuvaamaan tutkittavien asioiden välisiä yhteyksiä.

7.1. Monialaisen oppimiskokonaisuuden tavoitteet ja niihin pääseminen

Projektin tavoitteet on muotoiltu perusopetuksen opetussuunnitelman [5] tavoitteiden mukaisesti. Fysiikan opetuksessa lähtökohtana tulisi olla luonnosta sekä teknologisesta ympäristöstä tehdyt havainnot. Luonnontieteellinen tutkimus on tärkeä osa fysiikan opiskelua. Musiikin osalta tavoitteina ovat oppilaiden ohjaaminen huolehtimaan kuulostaan ja sointusoittimien soittotaitojen parantaminen. Opetussuunnitelman mukaan tulisi käsitellä myös musiikkiin liittyviä kokemuksia ja havaintoja. Musiikin opetuksen tavoitteissa on myös mainittu, että opetuksessa tulisi rakentaa yhteyksiä muiden oppiaineiden ja musiikin välille. Matematiikan osa-alueelta käsiteltäviä asioita projektissa ovat ainakin murtoluvut sekä verrannollisuus.

Fysiikan osalta tarkemmat osaamistavoitteet ovat yläkoulun ääneen sekä ääniaaltoon liittyvät asiat, kokeellisen työn tekeminen, teorian ja käytännön yhdistäminen, syvällisen ymmärryksen saavuttaminen edellisten tavoitteiden kautta, raportin tekeminen kokeellisesta työstä sekä

projektissa käsiteltävien asioiden merkityksen ymmärtäminen käytännön elämässä. Musiikin osalta oppimistavoitteina ovat opetussuunnitelman tavoitteiden lisäksi äänen muodostumisen ymmärtäminen, soittimien toimintaperiaatteiden ymmärtäminen sekä kuulon suojaaminen. Matematiikan osalta tärkein osaamistavoite on matematiikan soveltaminen käytäntöön.

Yleisiä tavoitteita projektille ovat vastuun kantaminen projektiluontoisessa työskentelyssä, sujuva ja oma-aloitteinen työskentely ryhmissä sekä ajatusmaailman muuttaminen pois vain yhden oppiaineen käsittelystä kerrallaan. Näihin oppimistavoitteisiin päästään osittain projektin suunnittelun myötä. Harkitulla suunnittelulla varmistetaan, että projektin avulla on ylipäätään mahdollista päästä asetettuihin tavoitteisiin.

Projektissa oppilailta vaaditaan aktiivista osallistumista, aiemman tiedon hyödyntämistä sekä soveltamista, tiedonhankintaa itsenäisesti niin oppikirjoista, muista kirjoista, internetistä kuin mahdollisista muistakin lähteistä. Omat havainnot kokeita tehdessä ovat avainasemassa siihen, että oppilaat saavuttavat osaamistavoitteet. Myös tiedon jakaminen ryhmässä oppilaiden kesken on tärkeää.

Opettajalta vaaditaan monia asioita, jotta oppimistavoitteet saavutetaan. Ohjeistuksen on oltava selkeä, jotta oppilaat tietävät, mitä heiltä vaaditaan ja mitä heidän tulee tehdä. Opettajan on tarpeen mukaan ohjattava ryhmiä, jos ne ovat avun tai ohjauksen tarpeessa. Asioita ei saisi kuitenkaan kertoa liian valmiiksi, jotta oppilaat saavat oivaltaa itse. Tärkeää opettajalle on valmistella projekti huolella, varata siihen tarpeeksi aikaa sekä hankkia ja tuoda paikalle tarvittavat materiaalit ja välineet.

7.2. Projektin tehtävät

Projektin tehtävät valmiina oppilaan ja opettajan materiaalina ilman kommentteja löytyvät liitteistä. Liitteessä 1 on oppilaan materiaali ja liitteessä 2 on opettajan materiaali vastauksineen. Sointukaaviot kitaralle ja pianolle ovat liitteessä 3.

7.2.1. 1. Tehtävä

Ensimmäisen tehtävän tarkoitus on selvittää oppilaille ääniaaltojen peruseräpäätteet. Käsitteet aallonpituus, taajuus, äänilähde, värähtely ja amplitudi tulevat tutuksi sekä oppilaiden tulisi havaita värähtelyn nopeuden ja äänen korkeuden välinen yhteys. Ääneen liittyviä peruskäsitteitä

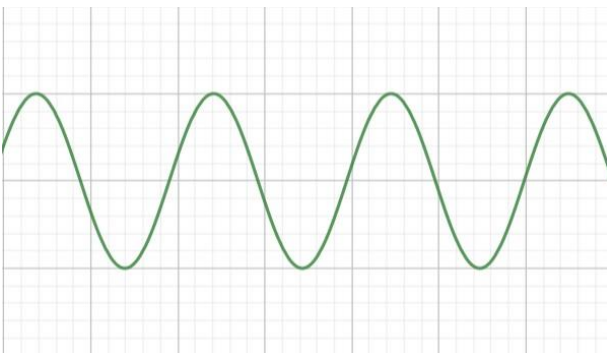
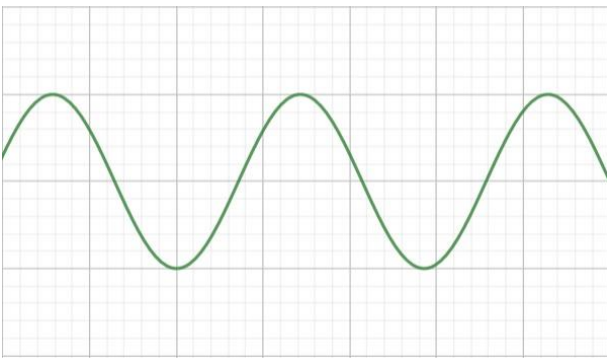
on käsiteltävä melko pitkälti vain fysiikan näkökulmasta ennen kuin niitä voidaan soveltaa musiikkiin.

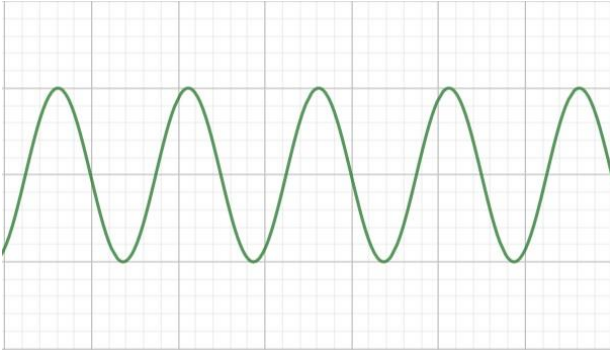
Tehtävä 1. Ääniaalto syntyy, kun äänilähde värähtelee ja tämä värähtely siirtyy väliaineen, yleensä ilman, kautta korvaan.

Ottakaa selvää

- mikä on aallonpituus?
- miten värähtelyn nopeus liittyy äänen korkeuteen?
- mikä on taajuuden yksikkö?

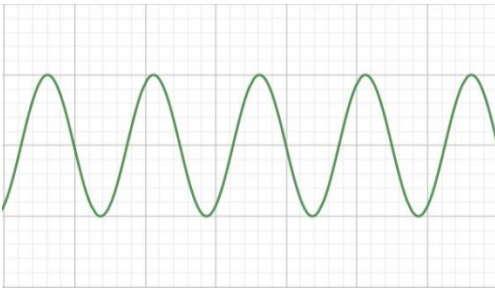
Järjestäkää seuraavat kuvat korkeimmasta matalimpaan taajuuteen. Merkatkaa yhteen kuvista, mikä on amplitudi.



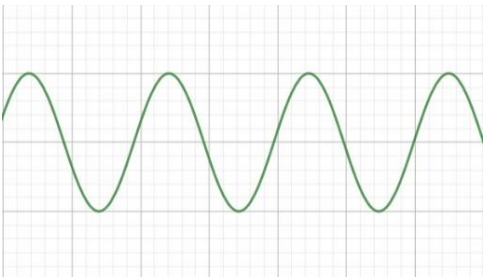


Tehtävän 1 esimerkkivastaukset: Aallonpituus on kahden samassa vaiheessa olevan värähtelijän välimatka. Mitä nopeampi on värähtelyn nopeus, sitä korkeampi ääni kuullaan. Taajuuden yksikkö on hertsi, [Hz].

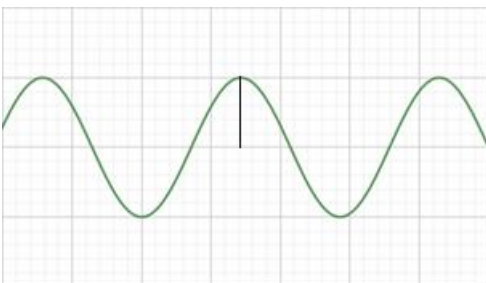
Korkein taajuus:



Toiseksi korkein taajuus:



Matalin taajuus:



Amplitudi on merkattu viimeiseen kuvaan mustalla pystyviivalla.

7.2.2. 2. Tehtävä

Toisen tehtävän tarkoitus on liittää 1. tehtävän käsitteitä vielä enemmän reaali maailmaan ja havaita niitä itse ongelmälähtöisesti ja toiminnallisesti soittimen avulla.

Tehtävä 2. Soittimissa on monia eri asioita, jotka vaikuttavat kuultavaan taajuuteen.

Tutkikaa, miten soittimen (kitaran) taajuuteen vaikuttaa

- Kielen pituus
- Kielen paksuus
- Kielen kireys
- Väliaine

Missä muissa soittimissa kuin kitarassa äänen korkeutta säädetään muuttamalla kielen pituutta? (painamalla sormella)

Tehtävän 2 esimerkkivastaukset: Kieliä painamalla kielen värähtelevä pituus lyhenee ja taajuus nousee. Monissa soittimissa äänen korkeutta muutetaan nimenomaan muuttamalla kielen pituutta painamalla sormella tietyistä kohdista.

Kielen paksuus vaikuttaa taajuuteen siten, että paksumpi kieli värähtelee hitaammin kuin ohuempi. Näin ollen paksumpi kieli synnyttää matalamman äänen kuin ohut kieli.

Soittimia viritetään kiristämällä ja löysäämällä kieliä. Mitä kireämpi kieli, sitä korkeampi on ääni.

Väliaineen vaikutus ääneen voi olla vaikein kohta oppilaille, sillä sitä ei voi varsinaisesti testata koulussa. Yksi esimerkki, jonka oppilaat tietävät, mitä äänelle tapahtuu, kun väliaineena on helium. Oppikirjoista ainakin pitäisi löytyä maininta, että ääniaalto ei etene tyhjiössä.

Muita soittimia kuin kitara, joiden äänen korkeutta säädetään muuttamalla kielen pituutta ovat esimerkiksi viulu ja muut jousisoittimet.

7.2.3. 3. Tehtävä

Kolmannen tehtävän on tarkoitus laajentaa edellisissä kohdissa opittuja asioita hieman abstraktimpiin, ei-havaittaviin asioihin. Tutkittavana on myös oma kuuloaisti sekä soitinten tuottamien taajuuksien rajallisuus sekä eri soitinten väliset erot.

Tehtävä 3. Kuten edellä huomattiin, taajuuteen vaikuttaa moni eri asia. On olemassa myös niin matalia ja niin korkeita taajuuksia, ettei ihminen voi kuulla niitä.

Miksi kutsutaan hyvin korkeaa ääntä? Entä hyvin matalaa?

Missä näitä käytetään?

Tutkikaa, mikä on matalin ja korkein taajuus, jonka

- ihminen kuulee
- minkä voit itse tuottaa
- minkä saat kitarasta

Huom! Älä kiristä korkeinta kieltä, ettei se katkea!

- minkä saat pianosta

Tehtävän 3 esimerkivastaukset vaihtelevat sen mukaan, mitä oppilaat ovat mitanneet. Ihmisen kuuloalue on n. 20 – 20000 Hz.

7.2.4. 4. Tehtävä

Neljännän tehtävän tarkoituksena on liittää kokeellisuuteen teoriaa, mutta laskemisen kautta. Oppilaille on annettu aallonpituuden ja taajuuden välinen yhteys ja heidän tulee laskea edellisessä tehtävässä mittaamiensa taajuuksia vastaavat aallonpituudet. Matematiikkaa käyttämällä oppilaiden tulisi havaita taajuuksien ja aallonpituuksien olevan verrannollisia toisiinsa.

Tehtävä 4. Aallonpituudella ja taajuuksilla on yhteys toisiinsa: aallonpituus on äänen nopeus jaettuna taajuudella.

Laskekaa edellisen kohdan taajuuksia vastaavat aallonpituudet jakamalla äänen nopeus mitatuilla taajuuksilla. 20°C ilmassa äänen nopeus on 343 m/s.

Tehtävän 4 esimerkivastaukset riippuvat oppilaiden omista tuloksista edellisessä tehtävässä.

Esimerkiksi taajuuden 220 Hz aallonpituus olisi $\frac{220 \text{ Hz}}{242 \text{ m/s}} \approx 0,64 \text{ m}$.

7.2.5. 5. Tehtävä

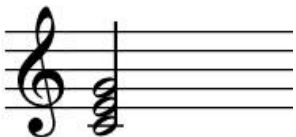
Tässä tehtävässä yhdistetään nuottiviivasto ja äänten taajuudet. Musiikin osalta tutustutaan sointuihin ja mitataan sointujen äänien taajuuksia. Tarkastellaan lisäksi duurisointujen äänten suhdetta. Musiikin osalta opetussuunnitelmassa on tavoitteena sointusoittimien soittotaitojen parantaminen, joka tulee esiin tässä tehtävässä. Jos soinnut eivät ole oppilaille vielä ennestään kovin tuttuja, annetaan heille tueksi sointukaaviot, joiden avulla he pystyvät tutustumaan sointuihin myös itse.

Tehtävä 5. Nuottiviivastolla c vastaa taajuutta noin 261,6 Hz, kun a:n taajuus on 440 Hz.



Jotta saadaan aikaiseksi sointu, pitää lisätä vähintään kaksi muuta ääntä. C-duurin tapauksessa nämä ovat e ja g, joiden taajuudet ovat noin 329,6 Hz ja 392,0 Hz.

Nuottiviivastolla tämä sointu näyttää tältä:



Taajuuksien suhteet ovat noin 1: 1,25: 1,5.

Tutki muita duurisointuja käyttäen hyväksi sointukaavioita tai aiempaa tietoasi soinnuista. Onko duurisoinnuissa äänten taajuuksien suhteet aina samat?

Voit etsiä halutessasi nuottikirjasta tai netistä haluamasi kappaleen soinnutuksen ja tutkia sen duurisointuja.

Tehtävän 5 esimerkkivastaukset: Duurisoinnuissa taajuuksien suhteet pitäisi olla samat. Mittaustarkkuudesta ja virityksestä johtuen pieniä eroja voi tulla toiseen desimaaliin.

7.2.6. 6. Tehtävä

Kuudennessa tehtävässä musiikin osalta tarkasteltavia käsitteitä ovat oktaavi, yksi- ja kaksiviivainen a sekä c-duuriasteikko. Tarkastellaan myös pianon koskettimistoa. Fysiikan osalta tarkasteltavana käsitteenä on taajuus.

Tehtävä 6. Pianon yksiviivaisen a:n taajuus on 440Hz tai nykyään usein 442Hz.

Selvittäkää, mikä on kaksiviivaisen a:n taajuus?

Mitä tarkoittaa oktaavi?

Mitkä ovat C-duuriasteikon äänien taajuudet?

Missä pianon koskettimilla on yksiviivainen c ja mikä sen taajuus on?

Tehtävän 6 esimerkivastaukset: Kaksiviivaisen a:n taajuus on 880 Hz. Oktaavi on hyppy samannimisestä sävelestä seuraavaan samannimiseen säveleen. Äänen taajuus kaksinkertaistuu oktaavissa. C-duuriasteikon sävelet ja niitä vastaavat taajuudet ovat c 261,6 Hz, d 293,7 Hz, e 329,6 Hz, f 349,2 Hz, g 392,0 Hz, a 440,0 Hz, h 493,9 Hz, c 523,3 Hz. Yksiviivainen c löytyy pianon koskettimilta pianosta riippuen melko keskeltä ja sen taajuus on noin 261,6 Hz.

7.2.7. 7. Tehtävä

Tässä tehtävässä tarkastellaan aaltoliikettä. Oppilaat selvittävät esimerkkivideon avulla, miten pitkittäinen ja poikittainen aaltoliike eroavat toisistaan. Pitkittäistä ja poikittaista aaltoliikettä sovelletaan ääniaaltoihin ja kitaran kieliin. Äänen muodostumisen pitäisi tulla tutuksi viimeistään tässä tehtävässä.

Tehtävä 7. Aaltoliikettä on kahdenlaista: pitkittäistä ja poikittaista. Ottakaa selvää esimerkiksi seuraavan videon avulla, miten pitkittäinen ja poikittainen aaltoliike eroavat toisistaan.

https://www.youtube.com/watch?time_continue=29&v=E7qZ-b5HUow&feature=emb_title

Millaista aaltoliikettä ääni on?

Kuvaa hidastettua videota kitaran paksuimmasta kielestä. Onko aaltoliike pitkittäistä vai poikittaista? Videon voit kuvata esimerkiksi Snapchat-sovelluksessa.

Etsikää jotkut muut esimerkit poikittaisesta ja pitkittäisestä aaltoliikkeestä.

Tehtävän 7 esimerkkivastaukset: Ääniaallot ilmassa ovat pitkittäistä aaltoliikettä. Kielen värähtely on poikittaista aaltoliikettä.

Esimerkiksi poikittainen aaltoliike: aallot vedessä, pitkittäinen aaltoliike: ääniaaltojen sovellukset, vaikkapa kaikuluotaus. Kumpaankin kohtaan maanjäristysaallot (S-aallot poikittaisia, P-aallot pitkittäisiä)

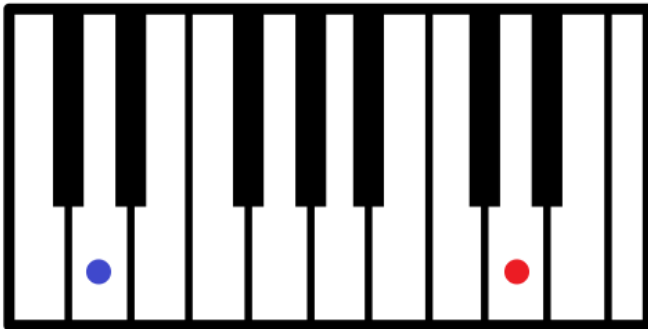
7.2.8. 8. Tehtävä

Kahdeksannessa tehtävässä tutustutaan resonanssiin. Resonanssia tutkitaan itse akustisen pianon avulla ja laajennetaan käsitystä resonanssista pohtimalla tilanteita, joissa sen on havainnut käytännössä itse.

Tehtävä 8. Resonanssi on ilmiö, jossa värähtely saa toisen samalla taajuudella värähtelevän esineen värähtelemään.

Mitä tapahtuu, kun painat pianon koskettimen pohjaan niin, että siitä ei tule ääntä (jätä kosketin pohjaan) ja painat nopeasti ylem্পää koskettimilta samaa ääntä oktaavia ylem্পää?

Alla on esimerkkikuva, jossa on merkattu sinisellä se kosketin, joka painetaan pohjaan ja punaisella se kosketin, jota painetaan nopeasti.



Oletko havainnut resonanssi-ilmiön jossain itse? Jos, niin missä?

Tehtävän 8 esimerkkivastaukset: Pianon kosketinta painaessa tapahtuu resonanssi, alempi kieli jää värähtelemään ylem্পän kielen taajuudella ja kuullaan sama ääni kuin kuultaisiin pelkkää ylem্পää kosketinta painaessa. Resonanssi-ilmiön oppilaat ovat voineet havaita esimerkiksi autossa, jossa saattaa kuulua räminää, laivalla kuuluu pullojen kilinää tax free-kaupassa tai soittaessa pianoa pianon päällä oleva esine saattaa pitää ääntä tiettyjen äänien kohdalla. Analogiset radio- ja tv-

lähetykset ovat vaikeampi itse havaita, mutta oppilaille voi olla näistäkin tietoa tai ovat etsineet sitä aiheeseen liittyen.

7.2.9. 9. Tehtävä

Tässä tehtävässä käsitellään kaikua. Ilmiötä tutkitaan sähkökitaran ja akustisen kitaran avulla. Oppilaat tutkivat, miten vahvistamaton sähkökitara ja akustinen kitara eroavat toisistaan ja mistä tämä ero johtuu.

Tehtävä 9. Kaiku on ilmiö, jossa ääniaalto heijastuu jostakin kovasta pinnasta. Miten kaiku vaikuttaa kitaran soimiseen? Soita sähkökitaraa ilman vahvistinta ja sen jälkeen akustista kitaraa. Mitä huomaat? Mistä ero johtuu?

Tehtävän 9 esimerkkivastaukset: Sähkökitara ei juurikaan soi ilman vahvistinta, kun taas akustisesta kitarasta kuuluu selkeä ääni. Akustisessa kitarassa on kaikukoppa, jossa ääni pääsee vahvistumaan.

7.2.10. 10. Tehtävä

Tehtävässä perehdytään äänen voimakkuuksiin ja intensiteetin yksikköön desibeli. Tutkitaan, onko oma musiikinkuuntelu turvallisella voimakkuudella. Havaitaan, että äänen voimakkuus liittyy olennaisesti etäisyyteen äänilähteestä. Käsitellään myös kuulon suojaamisen tarpeellisuutta. Tässä tehtävässä toteutuu musiikin osalta opetus suunnitelmassa mainittu omasta kuulosta huolehtiminen sekä projektin tavoitteena oleva kuulon suojaaminen.

Tehtävä 10. Äänen voimakkuutta kuvataan äänen intensiteettitasolla.

Mikä on äänen voimakkuuden eli intensiteettitason yksikkö?

Kuinka suuri on heikoin ääni, jonka ihmiskorva voi kuulla?

Mitatkaa, kuinka kovalla kuuntelette musiikkia, joko kuulokkeilla tai ilman.

Tutkikaa, miten etäisyys vaikuttaa äänen voimakkuuteen. Mitatkaa äänen voimakkuus esimerkiksi aivan äänilähteen vierestä, metrin päästä, kahden metrin päästä, kolmen metrin päästä. Mitä havaitsette?

Mikä on se äänen voimakkuuden raja, että kuulo pitäisi suojata?

Tehtävän 10 esimerkkivastaukset: Äänen voimakkuuden yksikkö on desibeli, dB. Heikoin ääni, jonka ihmiskorva voi kuulla eli ihmisen kuulokynnys on n. 20 dB. Äänen voimakkuudet musiikin kuuntelussa vaihtelevat, mutta äänen voimakkuus pienenee huomattavasti, kun etäisyys äänilähteeseen kasvaa. Äänen voimakkuuden raja kuulon suojaamiselle on n. 80 dB.

7.2.11. 11. Tehtävä

Tässä tehtävässä liitetään edellisen tehtävän käsitteisiin vieläkin enemmän musiikkia. Tehtävässä selvitetään, mitä nuoteissa olevat merkinnät *pp*, *p*, *mp*, *mf*, *f* ja *ff* tarkoittavat ja miten ne liittyvät äänen voimakkuuteen.

Tehtävä 11. Musiikkiin liittyy olennaisesti myös erilaiset äänenvoimakkuudet. Olet saattanut huomata nuottiviivaston alapuolella merkinnät *pp*, *p*, *mp*, *mf*, *f* tai *ff*.

Selvittäkää, mitä nämä merkinnät tarkoittavat ja mikä yhteys niillä on äänen voimakkuuksiin.

Tehtävän 11 esimerkkivastaukset: pianissimo, piano, mezzopiano, mezzoforte, forte ja fortissimo ovat äänen voimakkuuksia, jotka kirjoitetaan nuotteihin. Pianissimo on näistä hiljaisin ja fortissimo voimakkain, eli $pp < p < mp < mf < f < ff$.

7.2.12. Kotitehtävä

Kotitehtävässä oppilaat mittaavat äänen voimakkuuksia itselleen tutuissa ympäristöissä. Tarkoituksena on miettiä, tarvitsisiko omaa kuuloa suojata joissakin ihan tavallisista arkielämän äänekkäistä tilanteista ja miten tarvittaessa kuulon suojaamisen voisi tehdä. Tässä tehtävässä toteutuu edelleen musiikin osalta opetussuunnitelmassa mainittu omasta kuulosta huolehtiminen.

Kotitehtävä. Mitatkaa äänen voimakkuuksia eri paikoista, joissa vietätte aikaanne. Mittauksia voi tehdä esimerkiksi liikenteessä, kaupassa, konsertissa, kotona, koulun ruokalassa tai missä tahansa muussa paikassa.

Tarvitseeko kuuloa suojata jossakin näistä tilanteista ja miten voit sen tarvittaessa tehdä?

Kotitehtävän esimerkkivastaukset: Helpoin tapa suojata omaa kuuloaan on lisätä etäisyyttä äänilähteeseen eli mennä siitä kauemmaksi. Esimerkiksi konsertissa korvatulpat ovat hyvä tapa suojata kuuloa ja vaikkapa äänekkäitä työkoneita käyttäessä kuulosuojaimet ovat tarpeen. Oppilailla saattaa olla myös vastamelukuulokkeita, jotka on suunniteltu kuulon suojaamiseen musiikin kuuntelun lisäksi.

7.2.13. Työstä tehtävä raportti

Työstä tehdään vapaamuotoinen raportti, jonka toteutustavan oppilaat saavat itse valita. Tieto- ja viestintäteknologian käyttäminen on raporttia tehdessä avainasemassa, mikäli raportti toteutetaan työselostuksena, videoesityksenä tai Powerpoint-esityksenä. Raportissa tulee olla vastaukset esitettyihin kysymyksiin. Lisäksi raportissa tulee käydä ilmi, miten ja mitä oppilaat mittasivat ja miten saadut tulokset on laskettu.

7.3. Projektityön arviointi

Laaja-alaisen oppimisprojektin arvioiminen nykyisellä numeroarviointijärjestelmällä ei ole kovin suoraviivaista. Koska projekti on laaja-alainen eli siinä käsitellään useampaa oppiainetta, on ehkä hieman erikoista, jos se vaikuttaisi vain yhden oppiaineen arviointiin. Toisaalta kuitenkin se on varmasti käytännössä helpoin tapa. Laaja-alaisessa projektissa voi olla myös mukana asioita, jotka eivät välttämättä sisälly suoraan mihinkään kouluaineeseen.

Tämän työn kanssa on ehkä luonnollisinta, että arviointi tapahtuu fysiikan näkökulmasta, sillä projekti sisältää yhden kokonaisen aihekokonaisuuden fysiikan oppimäärästä. Voi myös olla, että Tämän projektin ohjaus on luontaisempaa fysiikan opettajille kuin musiikin opettajalle, toki yhteistyötä opettajien välillä suositellaan tehtävän tässäkin projektissa.

Vaikka projektia arvioisi vain fysiikan näkökulmasta, on silti olemassa useita erilaisia toimintamalleja arvioinnin suhteen. Projekti voi olla osa kurssin arviointia kokeen ja tuntiaktiivisuuden ohella tai sitten kokeen voi jättää kokonaan pois ja antaa projektityölle suuremman painoarvon. Jos projektille ei halua niin paljon painoarvoa arvostelussa, voi se vaikuttaa vain tuntiaktiivisuuden kautta. On myös mahdollista, että projekti ei vaikuta varsinaisesti arviointiin, vaan riittää, että työ on tehty ja raportti palautettu.

Mikäli projektia arvioi kokeen ohella tai pääasiallisena työnä, tärkein ja eniten arviointiin vaikuttava asia on oppilaiden työskentely ja tulokset tai johtopäätökset. Muita arvioinnissa huomioitavia asioita voisivat olla esimerkiksi oma-aloitteisuus, ryhmässä toimiminen, tiedonhankinta sekä raportin palauttaminen sovitussa aikataulussa. Jonkinlainen itsearviointi ja vertaisarviointi kuuluu myös projektityöskentelyn henkeen. Jokainen opettaja toki voi tätä työtä tehdessään arvioida kuten itse parhaaksi näkee. Tässä kuitenkin on koottuna niitä asioita, joita projektia suunnitellessa on otettu huomioon.

8. Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä laaja-alaiseen oppimiseen ja luoda fysiikkaa, matematiikkaa ja musiikkia yhdistävä projekti yläkoululaisille. Oppiainerajojen ylittämisen tavoitteena on muodostaa oppilaille yhtenäisempi kuva opetettavista asioista, jotta ne eivät tuntuisi irrallisilta arkipäivän elämästä. Tärkeää on myös saada oppilaat motivoitumaan oppimiseen, koska silloin oppiminen on tehokkaampaa. Motivaatioon vaikuttaa myös moni sellainen tekijä, joihin opettaja ei välttämättä voi vaikuttaa niin paljon.

Keinoja oppiainerajojen ylittämiseen on monia ja ne menevät osittain myös päällekkäin. Käytännön työssä tarvetta keinojen erittelylle ei kuitenkaan ole. Tieto- ja viestintätekniikan käyttäminen, toiminnallisuus ja ilmiölähtöisyys ovat keskeisiä lähestymistapoja oppiainerajoja ylittävässä opetuksessa. Erilaisia lähestymistapoja käyttämällä koulunkäynti tulee mielekkäämmäksi ja asioita voi oppia helpommin kuin perinteisessä opettajajohtoisessa opetuksessa.

Muutokseen on ryhdyttävä viimeistään nyt uuden perusopetuksen opetussuunnitelman velvoittamana. Asenteita ja vanhoja käytäntöjä on muutettava. Käytännön toteutukseen on monia eri keinoja, joista jokaiselle varmasti löytyy itselle sopivia. Työtapojen on oltava monipuolisia ja opettajan täytyy tukea oppilaita koko työskentelyn ajan. Suunnittelussa on huomioitava erilaisia asioita riippuen siitä, onko toteutettava ilmiöpohjainen työskentely lyhytkestoista vai pitkäkestoista.

Haasteilta ei muutostyössä tulla välttymään, mutta yhteistyötä tekemällä muutostyö helpottuu. Muutostyö vaatii pitkäjänteisyyttä, eikä se tapahdu ihan hetkessä. Hankaluuksia tulee takuulla vastaan, mutta oikeanlaisella asenteella niistäkin selvitään. Kielteiset tunteet ovat myös tärkeitä oppimisen kannalta, eikä niitäkään pidä pelätä.

Oppiainerajoja ylittävä opetus valmistaa oppilaita työelämään ja elämään koulun ulkopuolella ylipäättään. Koulumaailman tulee muuttua vastaamaan tulevaisuuden tarpeita yhä enemmän. Muutos luo haasteita myös opettajille, mutta onneksi kokemus ja tieto oppiainerajoja ylittävästä opetuksesta lisääntyvät jatkuvasti. Tarkoituksena olisi kannustaa kaikkia tarttumaan rohkeasti laaja-alaisen opetuksen haasteisiin. Huomionarvoiset asiat ovat tässä esimerkkiprojektissa kasattuna

yhteen paikkaan, joten opettajan ei tarvitse välttämättä etsiä niin paljon tietoa laaja-alaisten projektien taustalta.

Työssä suunniteltu esimerkkiprojekti on tarkoitettu yhdeksi välineeksi helpottamaan laaja-alaista opetusta. Valmiin projektin avulla on helpompaa tarttua laaja-alaiseen opetukseen, jos ajatus tuntuu muuten hankalalta. Projektia voi myös käyttää vain runkona ja halutessaan muokata tehtäviä mieluisikseen. Esimerkkiprojekti voi myös saada oman luovuuden valloilleen ja projektien suunnittelu ei tunnu enää niin haastavalta. Toki yksittäisiä tehtäviäkin voi hyödyntää osana opetusta oppilastöiden tyylisesti, jos ei halua niin isoa projektia toteutettavaksi vaikkapa juuri tästä aihealueesta.

Lähteet

- [1] Räsänen Marjo, *Taide, taito, tieto – Ei kahta ilman kolmatta* julkaisussa Opetushallitus, *Taide ja taito – kiinni elämässä!*, 2009
- [2] Lonka Kirsti, Hietajärvi Lauri, Hohti Riikka, Nuorteva Maija, Rainio Anna Pauliina, Sandström Niclas, Vaara Lauri ja Westling Suvi Krista, *Ilmiölähtöisesti kohti innostavaa oppimista*, kirjassa Cantell Hannele (toim.), *Näin rakennat monialaisia oppimiskokonaisuuksia*, PS-kustannus, 2015
- [3] Järvilehto Lauri, *Hauskan oppimisen vallankumous*, PS-kustannus, 2014
- [4] Alajääski, J., Alajääski, H. & Lehti, P., *Fysiikka-kemia – suhteellisen varmaa*, julkaisussa Rönkkö M.-L., Lepistö J. & Kullas S. (toim.) *Monialaisten opettajuus. Kasvatuksellisia näkökulmia oppiaineisiin ja aihekokonaisuuksiin*, Rauman opettajankoulutuslaitos, 2009
- [5] Opetushallitus, *Perusopetuksen opetussuunnitelma*, 2014
- [6] Lehtinen Matti, *Matematiikan vuosituhannet: perustiedot matematiikan historiasta*, Eukleides-kirjat, 2017
- [7] Kurki-Suonio Kaarle ja Riitta, *Fysiikan merkitykset ja rakenteet*, Limes ry Helsinki, 1994
- [8] Norrena Juho, *Ryhmä oppimaan!*, PS-kustannus, 2016
- [9] Norrena Juho, *Innostava koulun muutos*, PS-kustannus, 2015
- [10] Halinen Irmeli ja Jääskeläinen Liisa, *Opetussuunnitelmauudistus 2016: sivistysnäkemys ja opetuksen eheyttäminen*, kirjassa Cantell Hannele (toim.), *Näin rakennat monialaisia oppimiskokonaisuuksia*, PS-kustannus, 2015
- [11] Ovaska Joanna, Rongas Anne, Luostarinen Aki ja Kekkonen Taru, *ILMIOPPI – Opas ilmiöpohjaisen opetuksen suunnittelijalle*, Otavan opisto, Suomen eOppimiskeskus ry, 2014
- [12] Moilanen Hannu ja Salakka Helena, *Aivot liikkeelle!*, PS-kustannus, 2016
- [13] Harju Vilhelmiina ja Multisilta Jari, *Leikilliset oppimateriaalit innostavat oppimaan*, kirjassa Niemi Hannele ja Multisilta Jari (toim.), *Rajaton luokkahuone*, PS-kustannus, 2014
- [14] Kiili Kristian, Tuomi Pauliina, Perttula Arttu ja Kiili Carita, *Peleillä liikettä, luovuutta ja yhteisöllisyyttä koulupäivään*, kirjassa Niemi Hannele ja Multisilta Jari (toim.), *Rajaton luokkahuone*, PS-kustannus, 2014
- [15] Lingren Sinikka, *Voidaanko matematiikka-asenteita muuttaa?*, kirjassa Räsänen Pekka, Kupari Pekka, Ahonen Timo, Malinen Paavo, *Matematiikka – näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen*, Niilo Mäki-instituutti, 2004

- [16] Salmela-Aro Katariina, *Motivaatio ja oppiminen kulkevat käsi kädessä*, kirjassa Salmela-Aro Katariina (toim.), *Motivaatio ja oppiminen*, PS-kustannus, 2018
- [17] Vauras Marja, Salo Anne-Elina, Kajamies Anu, *Motivationally haavoittuvat lapset kasvun eri poluilla*, kirjassa Salmela-Aro Katariina (toim.), *Motivaatio ja oppiminen*, PS-kustannus, 2018
- [18] Viljaranta Jaana, Tuominen Heta, *Oppiaineiden arvostukset: tärkeää, hyödyllistä, kiinnostavaa vai kuormittavaa*, kirjassa Salmela-Aro Katariina (toim.), *Motivaatio ja oppiminen*, PS-kustannus, 2018
- [19] Jantunen Timo ja Haapaniemi Rauno, *Iloa kouluun*, PS-kustannus, 2013
- [20] Lavonen Jari, Korhonen Tiina, Kukkonen Minna, Sormunen Kati, *Innovatiivinen koulu*, kirjassa Niemi Hannele ja Multisilta Jari (toim.), *Rajaton luokkahuone*, PS-kustannus, 2014
- [21] Moilanen Hannu, *Tablettien avulla kohti liikkuvampaa lukion tiedeopetusta*, kirjassa Salo Olli-Pekka ja Kontoniemi Marita, *Kohti uutta – 100 vuotta koulun kehittämistä Jyväskylän normaalikoulussa*, Saarijärven Offset Oy, 2015
- [22] Cantell Hannele, *Ainejakoisuus ja monialainen eheyttäminen opetuksessa*, kirjassa Näin rakennat monialaisia oppimiskokonaisuuksia, PS-kustannus, 2015
- [23] Norrena Juho, *Laaja-alainen osaaminen käytäntöön: arviointi, opetuksen suunnittelu ja oppilaan ohjaaminen*, Edita Otavan kirjapaino, 2016
- [24] Niemi Leena-Maija, *Monialaisuus koko koulun toiminnassa*, kirjassa Cantell Hannele (toim.), *Näin rakennat monialaisia oppimiskokonaisuuksia*, PS-kustannus, 2015
- [25] Lehto Heikki, Salonen Hannele, Maalampi Jukka, *Ilmiö 7-9 Fysiikka*, Sanoma Pro, 2015
- [26] Heinonen Matti, Kohtamäki Jukka, Korhonen Mikko, *Titaani Fysiikka 7-9*, Otava, 2016
- [27] Kangaskorte Anne, Lavonen Jari, Pikkarainen Outi, Saari Heikki, Sirviö Jarmo, Vakkilainen Kirsi-Maria, Viiri Jouni, *FyKe 7-9 Fysiikka*, WSOY Pro, 2011
- [28] Lehto Heikki, Salonen Hannele, Huttu Kimmo, *Ilmiö Fysiikan oppikirja 7-9*, Tammi, 2009
- [29] Juutilainen Esa-Markku, Kukkula Tapio, *Musa soi 7*, WSOY, 2008
- [30] Juutilainen Esa-Markku, Kukkula Tapio, *Musa soi 8-9*, Sanoma Pro, 2013
- [31] Juutilainen Esa-Markku, Kukkula Tapio, *Musa 8*, WSOY, 2004
- [32] Juutilainen Esa-Markku, Kukkula Tapio, *Musa 7*, WSOY, 2008
- [33] Juutilainen Esa-Markku, Kukkula Tapio, *Musa 9*, WSOY, 2005
- [34] Kangas Petri, Suomela Matti, *Musikantti 7*, Otava, 2004
- [35] <http://www2.siba.fi/akustiikka/index.php?id=18> Luettu 3.12.2019
- [36] <https://shedthemusic.com/easy-three-note-chords> Luettu 21.3.2020

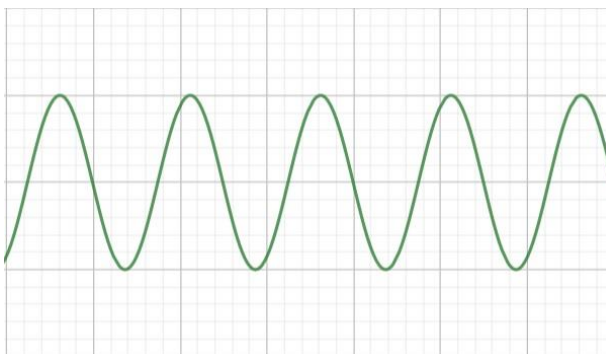
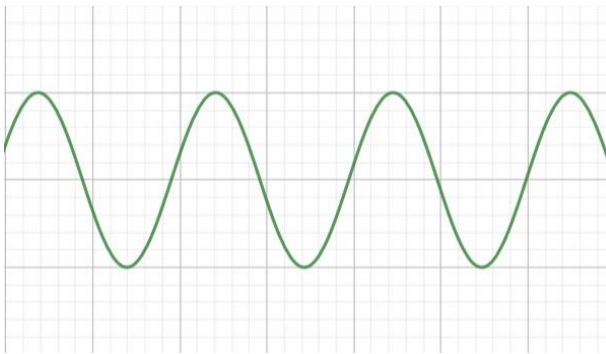
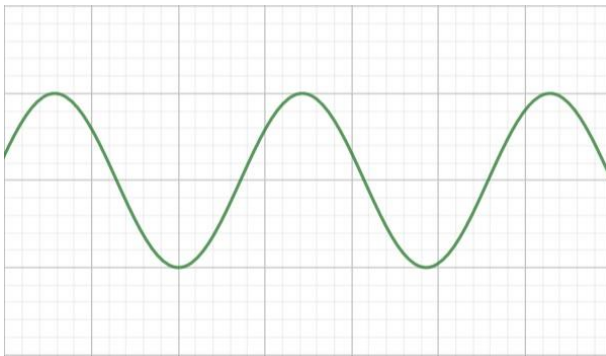
Liite 1: Oppilaiden materiaali

1. Ääniaalto syntyy, kun äänilähde värähtelee ja tämä värähtely siirtyy väliaineen, yleensä ilman, kautta korvaan.

Ottakaa selvää

- mikä on aallonpituus?
- miten värähtelyn nopeus liittyy äänen korkeuteen?
- mikä on taajuuden yksikkö?

Järjestäkää seuraavat kuvat korkeimmasta matalimpaan taajuuteen. Merkatkaa yhteen kuvista, mikä on amplitudi.



2. Soittimissa on monia eri asioita, jotka vaikuttavat kuultavaan taajuuteen.

Tutkikaa, miten soittimen (kitaran) taajuuteen vaikuttaa

- Kielen pituus
- Kielen paksuus
- Kielen kireys
- Väliaine

Missä muissa soittimissa kuin kitarassa äänen korkeutta säädetään muuttamalla kielen pituutta? (painamalla sormella)

3. Kuten edellä huomattiin, taajuuteen vaikuttaa moni eri asia. On olemassa myös niin matalia ja niin korkeita taajuuksia, ettei ihminen voi kuulla niitä.

Miksi kutsutaan hyvin korkeaa ääntä? Entä hyvin matalaa?

Missä näitä käytetään?

Tutkikaa, mikä on matalin ja korkein taajuus, jonka

- ihminen kuulee
- minkä voit itse tuottaa
- minkä saat kitarasta
- Huom! Älä kiristä korkeinta kieltä, ettei se katkea!
- minkä saat pianosta

4. Aallonpituudella ja taajuuksilla on yhteys toisiinsa: aallonpituus on äänen nopeus jaettuna taajuudella.

Laskekaa edellisen kohdan taajuuksia vastaavat aallonpituudet jakamalla äänen nopeus mitatuilla taajuuksilla. 20°C ilmassa äänen nopeus on 343 m/s.

5. Nuottiviivastolla c vastaa taajuutta noin 261,6 Hz, kun a:n taajuus on 440 Hz.



Jotta saadaan aikaiseksi sointu, pitää lisätä vähintään kaksi muuta ääntä. C-duurin tapauksessa nämä ovat e ja g, joiden taajuudet ovat noin 329,6 Hz ja 392,0 Hz.

Nuottiviivastolla tämä sointu näyttää tältä:



Taajuuksien suhteet ovat noin 1: 1,25: 1,5.

Tutki muita duurisointuja käyttäen hyväksi sointukaavioita tai aiempaa tietoa soinnuista.

Onko duurisoinnuissa äänten taajuuksien suhteet aina samat?

Voit etsiä halutessasi nuottikirjasta tai netistä haluamasi kappaleen soinnutuksen ja tutkia sen duurisointuja.

6. Pianon yksiviivaisen a:n taajuus on 440Hz tai nykyään usein 442Hz.

Selvittäkää, mikä on kaksiviivaisen a:n taajuus?

Mitä tarkoittaa oktaavi?

Mitkä ovat C-duuriasteikon äänien taajuudet?

Missä pianon koskettimilla on yksiviivainen c ja mikä sen taajuus on?

7. Aaltoliikettä on kahdenlaista: pitkittäistä ja poikittaista. Ottakaa selvää esimerkiksi seuraavan videon avulla, miten pitkittäinen ja poikittainen aaltoliike eroavat toisistaan.

https://www.youtube.com/watch?time_continue=29&v=E7qZ-b5HUow&feature=emb_title

Millaista aaltoliikettä ääni on?

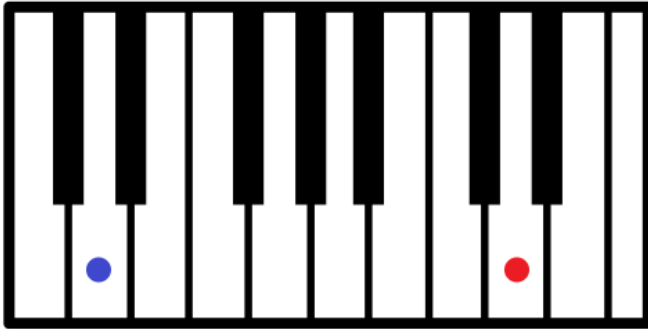
Kuvaa hidastettua videota kitaran paksuimmasta kielestä. Onko aaltoliike pitkittäistä vai poikittaista? Videon voit kuvata esimerkiksi Snapchat-sovelluksessa.

Etsikää jotkut muut esimerkit poikittaisesta ja pitkittäisestä aaltoliikkeestä.

8. Resonanssi on ilmiö, jossa värähtely saa toisen samalla taajuudella värähtelevän esineen värähtelemään.

Mitä tapahtuu, kun painat pianon koskettimen pohjaan niin, että siitä ei tule ääntä (jätä kosketin pohjaan) ja painat nopeasti ylempää koskettimilta samaa ääntä oktaavia ylempää?

Alla on esimerkkikuva, jossa on merkattu sinisellä se kosketin, joka painetaan pohjaan ja punaisella se kosketin, jota painetaan nopeasti.



Oletko havainnut resonanssi-ilmiön jossain itse? Jos, niin missä?

9. Kaiku on ilmiö, jossa ääniaalto heijastuu jostakin kovasta pinnasta. Miten kaiku vaikuttaa kitaran soimiseen? Soita sähkökitaraa ilman vahvistinta ja sen jälkeen akustista kitaraa. Mitä huomaat? Mistä ero johtuu?

10. Äänen voimakkuutta kuvataan äänen intensiteettitasolla.

Mikä on äänen voimakkuuden eli intensiteettitason yksikkö?

Kuinka suuri on heikoin ääni, jonka ihmiskorva voi kuulla?

Mitatkaa, kuinka kovalla kuuntelette musiikkia, joko kuulokkeilla tai ilman.

Tutkikaa, miten etäisyys vaikuttaa äänen voimakkuuteen. Mitatkaa äänen voimakkuus esimerkiksi aivan äänilähteen vierestä, metrin päästä, kahden metrin päästä, kolmen metrin päästä. Mitä havaitsette?

Mikä on se äänen voimakkuuden raja, että kuulo pitäisi suojata?

11. Musiikkiin liittyy olennaisesti myös erilaiset äänenvoimakkuudet. Olet saattanut huomata nuottiviivaston alapuolella merkinnät *pp*, *p*, *mp*, *mf*, *f* tai *ff*.

Selvittäkää, mitä nämä merkinnät tarkoittavat ja mikä yhteys niillä on äänen voimakkuuksiin.

KOTITEHTÄVÄ

Mitatkaa äänen voimakkuuksia eri paikoista, joissa vietätte aikaanne. Mittauksia voi tehdä esimerkiksi liikenteessä, kaupassa, konsertissa, kotona, koulun ruokalassa tai missä tahansa muussa paikassa.

Tarvitseeko kuuloa suojata jossakin näistä tilanteista ja miten voit sen tarvittaessa tehdä?

Lopuksi työstä tehdään vapaamuotoinen raportti. Raportissa pitää olla työn kysymyksiin vastaukset sekä raportissa pitää kertoa saadut mittaustulokset ja muut saadut tulokset (esimerkiksi lasketut tulokset). Raportissa pitää kertoa myös se, miten nämä tulokset on saatu.

Raportin toteutustavan jokainen saa valita itse. Palautettava työ voi olla vaikka posterit, työselostus, video tai powerpoint -esitys.

Raportti on palautettava viimeistään _____.

Liite 2: Opettajan materiaali

Huomioitavaa työn toteutuksessa:

Opettajan kannattaa huomioida työtä tehtäessä, että ohjeistus on mahdollisimman selkeä. Melutaso luokassa nousee helposti liian kovaksi etenkin, kun työskennellään ryhmissä ja soittimien ja äänien parissa. Kannattaa pohtia, voisiko työtä tehdä koulun muissakin tiloissa, esimerkiksi salissa tai käytävillä, mutta tällöin on otettava huomioon mahdolliset häiriöt muihin opetustiloihin.

Opettajalle huomionarvoista on myös se, että ohjeistus ei ole liian tarkkaa. Projektiluontoisten tehtävien tarkoitus on kehittää myös oppilaiden ongelmanratkaisukykyä. Samat asiat voidaan selvittää usealla eri tavalla ja ne ovat ihan yhtä oikeita tapoja. Esimerkiksi tehtävässä 6 pyydetään selvittämään taajuuksia ja niiden selvittäminen voi tapahtua niin mittaamalla taajuudet kuin vaikkapa etsimällä ne netistä.

Soitinten kanssa työskennellessä on myös tärkeää huomioida, ettei soittimia vahingoiteta. Esimerkiksi kielten liika kiristäminen aiheuttaa helposti niiden katkeamisen. Soittimia ei myöskään saa kolhia tai tiputtaa ja tästäkin on oppilaita varmaankin hyvä vielä erikseen muistuttaa.

Vaikka oppilaat ovatkin varmasti todella näppäriä löytämään erilaisia sovelluksia, opettajan kannattaa etsiä jotkin ilmaiset esimerkkisovellukset sekä Android-käyttöjärjestelmälle että IOS-käyttöjärjestelmälle ja kokeilla etukäteen, että ne toimivat suunnilleen halutulla tavalla. Sovellukset tarvitaan desibelien ja taajuuksien mittaamiseen. Taajuuksien mittaamiseen helppoiten löytyy viritysmittarisovelluksia, jotka näyttävät soitetun äänen taajuuden, eivät pelkkää vihreää tai punaista valoa. Taajuuksia voi mitata myös kitaran viritysmittarilla, jos sellaisia on käytettävissä.

Opettaja voisi tuoda työskentelytilaan esimerkiksi musiikin kirjoja, joista oppilaat voivat halutessaan katsoa enemmän sointukaavioita. Työn lopussa on vain yhdet esimerkkikaaviot, eikä niitä ole pakko käyttää ollenkaan, jos kaaviot ovat saatavilla helposti muutenkin.

Oppilaiden tehtävät:

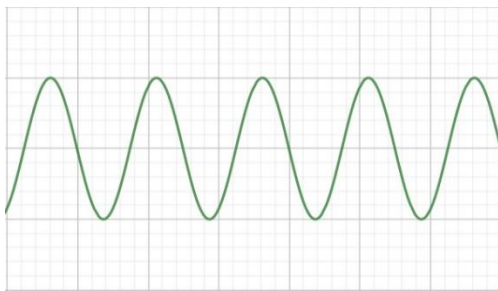
1. Ääniaalto syntyy, kun äänilähde värähtelee ja tämä värähtely siirtyy väliaineen, yleensä ilman, kautta korvaan.

Ottakaa selvää

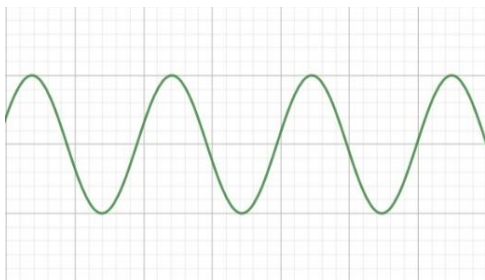
- mikä on aallonpituus
 - Aallonpituus on kahden samassa vaiheessa olevan värähtelijän välimatka.
- miten värähtelyn nopeus liittyy äänen korkeuteen
 - Mitä nopeampi on värähtelyn nopeus, sitä korkeampi ääni kuullaan.
- mikä on taajuuden yksikkö
 - Hertsi, [Hz]

Järjestäkää seuraavat kuvat korkeimmasta matalimpaan taajuuteen. Merkatkaa yhteen kuvista, mikä on amplitudi.

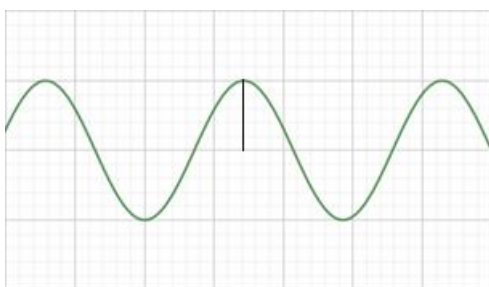
Korkein taajuus:



Toiseksi korkein taajuus:



Matalin taajuus:



Amplitudi on merkattu viimeiseen kuvaan mustalla pystyviivalla.

2. Soittimissa on monia eri asioita, jotka vaikuttavat kuultavaan taajuuteen.

Tutkikaa, miten soittimen (kitaran) taajuuteen vaikuttaa

- Kielen pituus
 - Kieliä painamalla kielen värähtelevä pituus lyhenee ja taajuus nousee. Monissa soittimissa äänen korkeutta muutetaan nimenomaan muuttamalla kielen pituutta painamalla sormella tietystä kohdasta.
- Kielen paksuus
 - Paksumpi kieli värähtelee hitaammin kuin ohuempi. Näin ollen paksumpi kieli synnyttää matalamman äänen kuin ohut kieli.
- Kielen kireys
 - Soittimia viritetään kiristämällä ja löysäämällä kieliä. Mitä kireämpi kieli, sitä korkeampi on ääni.
- Väliaine
 - Tämä voi olla vaikein kohta oppilaille, sillä sitä ei voi varsinaisesti testata koulussa. Yksi esimerkki, jonka oppilaat tietävät, mitä äänelle tapahtuu, kun väliaineena on helium. Oppikirjoista ainakin pitäisi löytyä maininta, että ääniaalto ei etene tyhjiössä.

Missä muissa soittimissa kuin kitarassa äänen korkeutta säädetään muuttamalla kielen pituutta? (painamalla sormella)

Esim. Viulu, muut jousisoittimet.

3. Kuten edellä huomattiin, taajuuteen vaikuttaa moni eri asia. On olemassa myös niin matalia ja niin korkeita taajuuksia, ettei ihminen voi kuulla niitä.

Miksi kutsutaan hyvin korkeaa ääntä? Entä hyvin matalaa?

- Ultraääneksi ja infraääneksi

Missä näitä käytetään?

- Saadaan tietoa vaikkapa rakenteista, joita ei nähdä. Jotkin eläimet ja linnut käyttävät suunnistamisessa. Ultraäänellä voidaan tutkia rakenteita, vaikka sikiöitä.

Tutkikaa, mikä on matalin ja korkein taajuus, jonka

- ihminen kuulee
 - Noin 20 000 Hz
- minkä voit itse tuottaa
- minkä saat kitarasta
- Huom! Älä kiristä korkeinta kieltä, ettei se katkea!
- minkä saat pianosta

4. Aallonpituudella ja taajuuksilla on yhteys toisiinsa: aallonpituus on äänen nopeus jaettuna taajuudella.

Laskekaa edellisen kohdan taajuuksia vastaavat aallonpituudet jakamalla äänen nopeus (20°C ilmassa äänen nopeus on 343 m/s) mitatuilla taajuuksilla.

5. Nuottiviivastolla c vastaa taajuutta noin 261,6 Hz, kun a:n taajuus on 440 Hz.



Jotta saadaan aikaiseksi sointu, pitää lisätä vähintään kaksi muuta ääntä. C-duurin tapauksessa nämä ovat e ja g, joiden taajuudet ovat noin 329,6 Hz ja 392,0 Hz.

Nuottiviivastolla tämä sointu näyttää tältä:



Taajuuksien suhteet ovat noin 1: 1,25: 1,5.

Tutki muita duurisointuja käyttäen hyväksi sointukaavioita tai aiempaa tietoaasi soinnuista.

Onko duurisoinnuissa äänten taajuuksien suhteet aina samat?

- Duurisoinnuissa taajuuksien suhteet pitäisi olla samat. Mittaustarkkuudesta ja virityksestä johtuen pieniä eroja voi tulla toiseen desimaaliin.

Voit etsiä halutessasi nuottikirjasta tai netistä haluamasi kappaleen soinnutuksen ja tutkia sen duurisointuja.

6. Pianon yksiviivaisen a:n taajuus on 440Hz tai nykyään usein 442Hz.

Selvittäkää, mikä on kaksiviivaisen a:n taajuus?

- 880 Hz

Mitä tarkoittaa oktaavi?

- Oktaavi on hyppy samannimisestä sävelestä seuraavaan samannimiseen säveleen. Äänen taajuus kaksinkertaistuu oktaavissa.

Mitkä ovat C-duuriasteikon äänien taajuudet?

- Sävelet ja niitä vastaavat taajuudet ovat c 261,6 Hz, d 293,7 Hz, e 329,6 Hz, f 349,2 Hz, g 392,0 Hz, a 440,0 Hz, h 493,9 Hz, c 523,3 Hz

Missä pianon koskettimilla on yksiviivainen c ja mikä sen taajuus on?

- Yksiviivainen c löytyy pianon koskettimilta pianosta riippuen melko keskeltä ja sen taajuus on 261,6 Hz.

7. Aaltoliikettä on kahdenlaista: pitkittäistä ja poikittaista. Ottakaa selvää esimerkiksi seuraavan videon avulla, miten pitkittäinen ja poikittainen aaltoliike eroavat toisistaan.

https://www.youtube.com/watch?time_continue=29&v=E7qZ-b5HUow&feature=emb_title

Millaista aaltoliikettä ääni on?

- Ääniaallot ilmassa ovat pitkittäistä aaltoliikettä.

Kuvaa hidastettua videota kitaran paksuimmasta kielestä. Onko kielen värähtelyn aaltoliike pitkittäistä vai poikittaista? Videon voit kuvata esimerkiksi Snapchat-sovelluksessa.

Etsikää jotkut muut esimerkit poikittaisesta ja pitkittäisestä aaltoliikkeestä.

- Kielen värähtely on poikittaista aaltoliikettä.
- Esim. poikittainen aaltoliike: aallot vedessä, pitkittäinen aaltoliike: ääniaaltojen sovellukset, vaikkapa kaikuluotaus. Kumpaankin kohtaan maanjäristysaallot (S-aallot poikittaisia, P-aallot pitkittäisiä)

8. Resonanssi on ilmiö, jossa värähtely saa toisen samalla taajuudella värähtelevän esineen värähtelemään.

Mitä tapahtuu, kun painat pianon koskettimen pohjaan niin, että siitä ei tule ääntä (jätä kosketin pohjaan) ja painat nopeasti ylempää koskettimilta samaa ääntä oktaavia ylempää?

- Tapahtuu resonanssi, alempi kieli jää värähtelemään ylemmän kielen taajuudella ja kuullaan sama ääni kuin kuultaisiin pelkkää ylempää kosketinta painaessa.

Oletko havainnut resonanssi-ilmiön jossain itse? Jos, niin missä?

- Esimerkiksi autossa saattaa kuulua räminää, laivalla pullot kilisevät tax free-kaupassa, soittaessa pianoa pianon päällä oleva esine saattaa rämistä tiettyjen äänien kohdalla... Analogiset radio- ja tv-lähetykset ovat vaikeampi itse havaita, mutta oppilailla voi olla näistäkin tietoa tai ovat etsineet sitä aiheeseen liittyen.

9. Kaiku on ilmiö, jossa ääniaalto heijastuu jostakin kovasta pinnasta. Miten kaiku vaikuttaa kitaran soimiseen? Soita sähkökitaraa ilman vahvistinta ja sen jälkeen akustista kitaraa. Mitä huomaat? Mistä ero johtuu?

- Sähkökitara ei juurikaan soi ilman vahvistinta, kun taas akustisesta kitarasta kuuluu selkeä ääni. Akustisessa kitarassa on kaikukoppa, jossa ääni pääsee vahvistumaan.

10. Äänen voimakkuutta kuvataan äänen intensiteettitasolla.

Mikä on äänen voimakkuuden eli intensiteettitason yksikkö?

- Desibeli, dB

Kuinka suuri on heikoin ääni, jonka ihmiskorva voi kuulla?

- Ihmisen kuulokynnys on n. 20 dB

Mitatkaa, kuinka kovalla kuuntelette musiikkia, joko kuulokkeilla tai ilman.

Tutkikaa, miten etäisyys vaikuttaa äänen voimakkuuteen. Mitatkaa äänen voimakkuus esimerkiksi aivan äänilähteen vierestä, metrin päästä, kahden metrin päästä, kolmen metrin päästä. Mitä havaitsette?

- Äänen voimakkuus pienenee huomattavasti, kun etäisyys äänilähteeseen kasvaa.

Mikä on se äänen voimakkuuden raja, että kuulo pitäisi suojata?

- n. 80 dB lähteestä riippuen.

11. Musiikkiin liittyy olennaisesti myös erilaiset äänenvoimakkuudet. Olet saattanut huomata nuottiviivaston alapuolella merkinnät *pp*, *p*, *mp*, *mf*, *f* ja *ff*.

Selvittäkää, mitä nämä merkinnät tarkoittavat ja mikä yhteys niillä on äänen voimakkuuksiin.

- pianissimo, piano, mezzopiano, mezzoforte, forte ja fortissimo ovat äänen voimakkuuksia, jotka kirjoitetaan nuotteihin.
- pianissimo on näistä hiljaisin ja fortissimo voimakkain, eli $pp < p < mp < mf < f < ff$

KOTITEHTÄVÄ

Mitatkaa äänen voimakkuuksia eri paikoista, joissa vietätte aikaanne. Mittauksia voi tehdä esimerkiksi liikenteessä, kaupassa, konsertissa, kotona, koulun ruokalassa tai missä tahansa muussa paikassa.

Tarvitseeko kuuloa suojata jossakin näistä tilanteista ja miten voit sen tarvittaessa tehdä?

- Helpoin tapa suojata omaa kuuloaan, on lisätä etäisyyttä äänilähteeseen eli mennä siitä kauemmaksi. Esimerkiksi konsertissa korvatulpat ovat hyvä tapa suojata kuuloa ja vaikkapa äänekkäitä työkoneita käyttäessä kuulosuojaimet ovat tarpeen. Oppilaille saattaa olla myös vastamelukuulokkeita, jotka on suunniteltu kuulon suojaamiseen musiikin kuuntelun lisäksi.

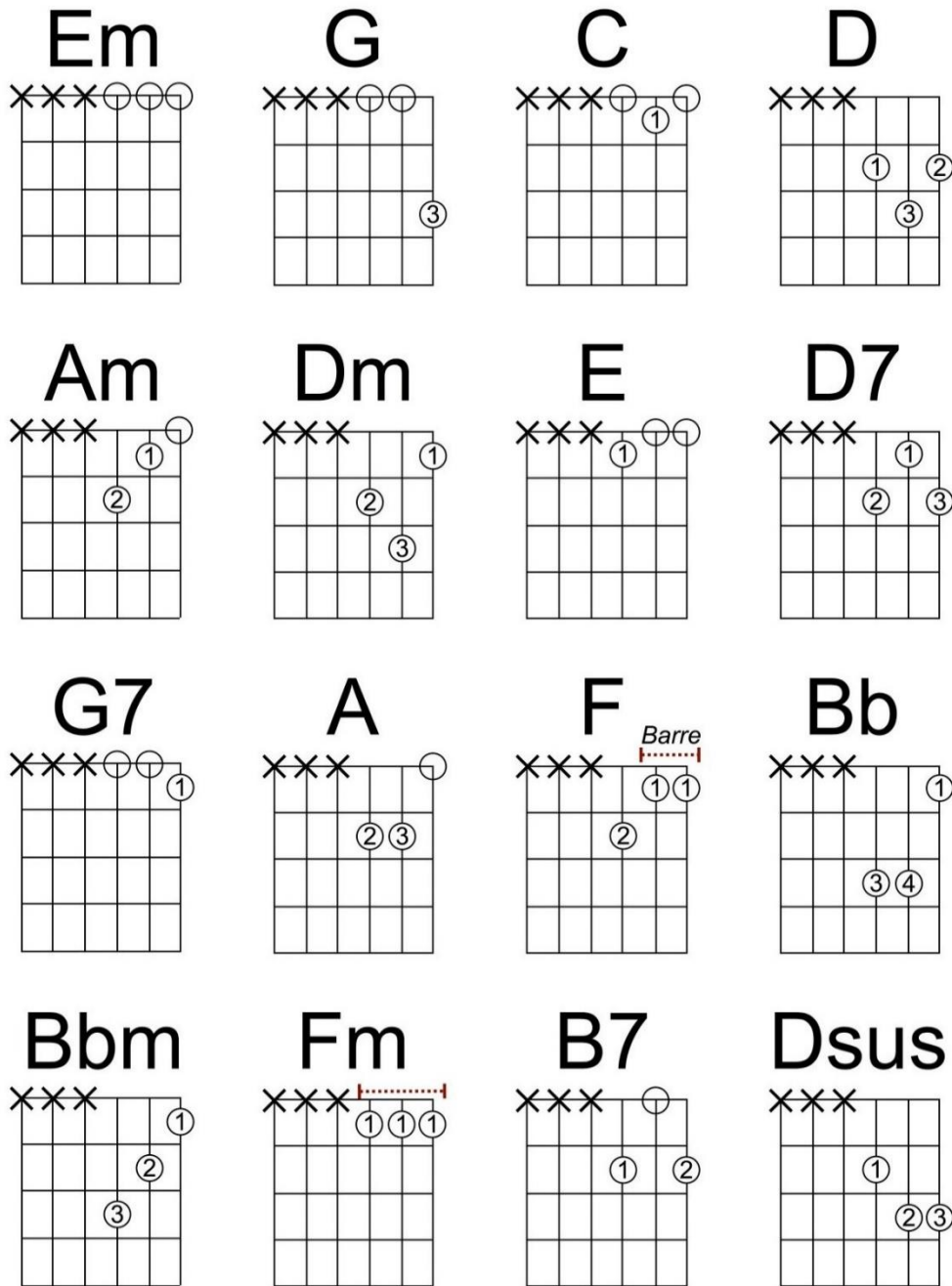
Työstä tehtävä raportti:

Lopuksi työstä tehdään vapaamuotoinen raportti. Raportissa pitää olla työn kysymyksiin vastaukset sekä raportissa pitää kertoa saadut mittaustulokset ja muut saadut tulokset (esimerkiksi lasketut tulokset). Raportissa pitää kertoa myös se, miten nämä tulokset on saatu. Oppilaille hyviä kysymyksiä raportin laatimisen tueksi olisivat vaikka: ”Miten ja mitä mittasitte? Miten laskitte saadut tulokset?”

Raportin toteutustavan jokainen saa valita itse. Palautettava työ voi olla vaikka posterit, työselostus, video tai powerpoint -esitys. Raportin toteutustapaa ei kannata rajata liikaa, sillä itse valittu tapa inspiroi ja motivoi oppilaita enemmän kuin valmiiksi määrätty yksi tapa. Lisäksi erilaiset oppijat voivat hyödyntää omia vahvuuksiaan raportin kanssa.

Raportin palauttamiseen annettava aika sovitaan tai määrätään erikseen, sopiva aika voisi olla vaikka 2 viikkoa työn tekemisestä. Riippuen käytössä olevasta ajasta opettaja voi katsoa raportit vain itse tai sitten voidaan sopia, että ne katsotaan luokassa lopuksi yhdessä. Kaverit ovat voineet toisessa ryhmässä tehdä sellaisia oivalluksia, mitä muut eivät ole ajatelleet ja näistä toiset oppilaat voivat saada jotain irti vielä palautuksen jälkeenkin. Asioita tulisi näin myös kerrattua, jos raporttien palauttamisesta on pari viikkoa aikaa.

Liite 3: Otetaulukko kitaralle ja pianolle



©shedthemusic.com

