

Luokanopettajien tähtitiedeosaaminen ja sen merkitys ympäristöopin opetuksessa

Tukimateriaalin koostaminen tähtitieteen aiheiden opetuksen tueksi

Pro gradu -tutkielma
Turun yliopisto
Fysiikan ja tähtitieteen laitos
Fysiikka
LuK Sanna Launiainen
Ohjaajat:
FT Pasi Nurmi
FM Henna Kevarinmäki
prof. Petriina Paturi
11.6.2024
Turku

Turun yliopiston laatu järjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu

Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

Pro gradu -tutkielma

Oppiaine: Fysiikka

Tekijä: Sanna Launiainen

Otsikko: Luokanopettajien tähtitiedeosaaminen ja sen merkitys ympäristöopin opetuksessa

Ohjaajat: FT Pasi Nurmi, FM Henna Kevarinmäki, prof. Petriina Paturi

Sivumäärä: 23 sivua, 68 liites.

Päivämäärä: 11.6.2024

Tämän tutkielman tarkoituksena on tarkastella tähtitieteen opetuksen integroitumista suomalaisen perusopetuksen ympäristöoppiin erityisesti luokanopettajien sisältöosaamisen näkökulmasta. Tutkielmassa käsitellään tähtitieteen opetuksen muutoksia vuosien 2004 ja 2014 opetussuunnitelman perusteiden mukaan sekä esitellään, miten luokanopettajien sisältöosaaminen ja asenteet vaikuttavat tähtitieteen opettamiseen alakoulussa. Opettajien sisältöosaaminen on keskeisessä roolissa tähtitieteen opetuksen tehokkuudessa, ja aiemmat tutkimukset osoittavat, että monet opettajat kokevat epävarmuutta tähtitieteen opettamisessa. Lisäksi tutkielma tarjoaa katsauksen siihen, miten eri yliopistoissa Suomessa koulutetaan luokanopettajia ympäristöopin opettamiseen ja millainen rooli tähtitieteellä on heidän koulutuksessaan. Tutkielman pohjalta on kehitetty luokanopettajille suunnattu tukipaketti tähtitieteen opetusta varten.

Avainsanat: tähtitiede, opetussuunnitelma, alakoulu, luokanopettaja, sisältöosaaminen

Sisällysluettelo

| | |
|---|-----------|
| Johdanto | 5 |
| 1 Tähtitieteen opetus osana ympäristöoppia | 6 |
| 2 Luokanopettajien sisältöosaaminen luonnontieteissä | 7 |
| 2.1 Luokanopettajien sisältöosaaminen tähtitieteessä | 8 |
| 3 Tähtitiede luokanopettajakoulutuksessa | 10 |
| 4 Tukipaketti tähtitieteen opetukseen | 14 |
| 5 Pohdinta | 17 |
| Lähteet | 19 |
| Liitteet | 24 |
| Liite 1. Tähtitieteen lyhyt oppimäärä luokanopettajille – ideoita avaruusaiheiden opetukseen | 24 |

Johdanto

Yötaivas on aina kiehtonut ihmisiä ja sillä on ollut suuri merkitys tieteellisen ajattelun kehityksessä [1]. Harva tietää, että alun perin avaruuden tutkimista varten kehitettyjä materiaaleja ja menetelmiä on käytössä arkipäiväisissä yhteyksissä kuten teleskooppeja varten kehitetty lasi LCD näytöissä ja keraamisten liesien pinnoilla tai ne ovat auttaneet uusien, esimerkiksi lääketieteellisten teknologioiden kuten magneettikuvantamisen, kehityksessä [2].

Tänä päivänä avaruuteen ja sen tutkimiseen liittyviin aiheisiin törmäämistä ei voi välttää. Tähtitieteen teemoja tulee vastaan niin uutisissa, sosiaalisessa mediassa kuin elokuvissakin. Etenkään sosiaalisen median julkaisut tai tieteiselokuvat ja -sarjat eivät välttämättä ole aina tieteellisen näkemyksen mukaisia. Yhdenkin tieteiselokuvan katsomisen on havaittu vaikuttavan oppilaiden käsityksiin [3].

Tutkittaessa lasten mielenkiintoa luonnontieteitä kohtaan eri aiheiden välillä on havaittu sukupuolittuneisuutta, mutta avaruus ja Maapallon ulkopuolisen elämän mahdollisuus ovat aiheina sellaisia, jotka kiinnostavat lapsia sukupuolesta riippumatta [4,5]. Siten, erityisesti tähtitieteen näyttävyuden ja uusien löytöjen mahdollisuuksien myötä, tähtitiede on erinomainen aihepiiri lasten luonnontieteisiin kohdistuvan mielenkiinnon herättämiseksi [6]. Lisäksi tähtitiede yhdistää taitoja eri tieteenaloilta kuten matematiikasta ja muista luonnontieteistä sekä teknologian alalta [7,8] ja tähtitieteen opiskelu kehittää abstraktin ajattelun [9] sekä avaruudellisen hahmottamisen taitoja [10,11].

Tähtitieteeseen liittyviä aiheita opetetaan alakoulussa perussuunnitelman opetussuunnitelman perusteiden 2014 mukaan 3–6 vuosiluokilla osana ympäristöoppi -nimistä oppiainetta [12]. Opettajat eivät kuitenkaan koe aiheen opettamista mieluisaksi, koska he kokevat epävarmuutta omasta osaamisestaan [13].

1 Tähtitieteen opetus osana ympäristöoppia

Aiemmassa opetussuunnitelman perusteissa 2004 fysiikan ja kemian opetus toteutettiin osittain erillisenä oppiaineena ja tähtitieteeseen liittyvät sisällöt olivat osa tätä kokonaisuutta. Lisäksi aiemmassa opetussuunnitelmassa opetukseen sisällytettävät aiheet kuvailtiin nykyistä opetussuunnitelmaa tarkemmin. Tällöin vuosiluokilla 1–4 fysiikan, kemian, biologian, maantiedon ja terveystiedon aiheet muodostivat yhdessä oppiaineen nimeltä ympäristö- ja luonnontieto. Vuosiluokilla 5–6 fysiikan ja kemian sisällöt olivat erotettuina omaksi oppiaineekseen ja biologian ja maantiedon omakseen. Vuosiluokkien 1-4 ympäristö- ja luonnontiedon opetuksen keskeisissä sisällöissä oli eräänä aihealueena Maapallo ihmisen elinpaikkana, jonka alle listatuista tarkemmista sisällöistä löytyy tähtitieteeseen liittyvät vuorokauden- ja vuodenaajat. Lisäksi tähtitieteeseen ja avaruuteen liittyviä asioita on voinut nousta esille esimerkiksi valon, lämmön (Aurinko) tai magneettisten ilmiöiden (Maan magneettikenttä) yhteydessä. Vuosiluokilla 5–6 tähtitieteeseen liittyvät aiheet kuuluvat fysiikan ja kemian kokonaisuuteen. Fysiikan ja kemian sisällöissä vuosiluokilla 5–6 mainitaan Maan ja Kuun liikkeitä ja niistä aiheutuvat ilmiöt sekä Aurinkokunnan rakenne ja tähtitaivas. Lisäksi kuvauksessa oppilaan hyvästä osaamisesta 6. luokan päättyessä on vielä erikseen kirjaus ”*Tunnistaa Maan ja Kuun liikkeitä johtuvia ilmiöitä, kuten vuorokaudenaajat, vuodenaajat, Kuun vaiheet, pimennykset sekä tuntee Aurinkokunnan rakenteen ja osaa tehdä havaintoja tähtitaivaasta*”. [14]

Nykyisessä opetussuunnitelmassa, Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa 2014, biologian, maantiedon, fysiikan, kemian ja terveystiedon opetus on integroitu ympäristöoppi -nimiseen oppiaineeseen. Opetussuunnitelman perusteissa 2014 ympäristöopin oppiaineen tehtäväksi mainitaan muun muassa, että fysiikan kannalta keskeistä on ymmärtää luonnon perusrakenteita ja ilmiöitä ja että biologian osalta yksi keskeisistä asioista on elämän kehittyminen ja sen reunaehdot maapallolla. Tarkemmin tähtitieteeseen liittyviä aiheita mainitaan osana ympäristöopin kokonaisuutta vuosiluokilla 3–6 sisältöalueella S5 Luonnon rakenteet, periaatteet ja kiertokulut. Tähän sisältöalueeseen kuuluu tähtitieteeseen liittyvistä aiheista lähiavaruuteen, vuodenaikoihin sekä päivän ja yön vaihteluun perehtyminen. [12] Toisin kuin aiemmassa opetussuunnitelmassa, nyt perusopetuksen arviointikriteereistä kuudennen vuosiluokan päätteeksi ei löydy suoria mainintoja tähtitieteeseen liittyvistä sisällöistä [15].

Lisäksi tähtitieteen opetuksen kannalta merkittävää on tuntijako. Vuoden 2004 opetussuunnitelmassa ympäristö- ja luonnontietoa opetettiin vuosiluokilla 1–4 yhdeksän

vuosiviikkotuntia ja vuosiluokilla 5–6 opetettiin biologiaa ja maantietoa kolme vuosiviikkotuntia ja fysiikkaa ja kemiaa kaksi vuosiviikkotuntia [14]. Nyt ympäristöoppia opetetaan yhteensä 14 vuosiviikkotuntia, joista neljä vuosiluokilla 1–2 ja kymmenen vuosiluokilla 3–6 [16]. Yhteensä luonnontiedeaineista annettavan opetuksen määrä on siis pysynyt samana, mutta merkittävä muutos on se, että enää ei erikseen määrätä, minkä verran opetuksesta tulee olla esimerkiksi fysiikkaa ja kemiaa. Tämän vuoksi merkittävää voi olla se, että opettajat välttelevät sellaisten aiheiden opettamista, joissa he kokevat osaamisensa epävarmaksi ja korvaavat tämän opettamalla aiheita, joiden opettamisesta he ovat varmempia [17].

2 Luokanopettajien sisältöosaaminen luonnontieteissä

Opettajan opetussisältöön liittyvä osaaminen voidaan jakaa kolmeen kategoriaan: oppiainekohtaiseen sisältöosaamiseen, jolla tarkoitetaan opettajalla olevaa kyseisen aineen tiedon määrää ja sen järjestäytyneisyyttä, pedagogiseen osaamiseen, jolla tarkoitetaan kyseisen aineen opettamiseen liittyvää osaamista sekä opetussuunnitelmaosaamiseen [18]. Kaikilla tieteenaloilla on yleisesti hyväksyttyä, että hyvä sisältöosaaminen on tehokkaan opettajan tärkeä ominaisuus [19]. Alakoulun kontekstissa tärkeä tekijä siinä, miten paljon opettajat opettavat luonnontieteitä, on juuri heidän sisältöosaamisensa taso [20]. Opettajan sisältöosaaminen vaikuttaa myös tapaan, jolla hän esittää oppiaineen sisältöjä oppilaille [21]. Pinnallinen sisältöosaaminen johtaa siihen, että opettajat korostavat ulkoa opettelua ja lisäksi se rajoittaa opettajan kykyä opettaa luovilla ja innovatiivisilla tavoilla, mikä johtaa siihen, että opettajat pelkäävät sellaisten oppituntien suunnittelua, joilla syvennyttään aiheessa opettajan osaamisen yli [22]. Riittämätön sisältöosaaminen ja ymmärrys luonnontieteistä voi myös vaikuttaa esimerkiksi opettajan käyttämiin opetusmenetelmiin ja opetuksen tehokkuuteen [23–25]. Opettajan sisältöosaamisen ja oppilaiden oppimistehokkuuden välillä on havaittu selvä yhteys [26]. Opettajat voivat myös kokea luonnontieteiden opettamisen epämieluisaksi, mikäli he eivät koe omaa sisältöosaamistaan riittävän hyväksi ja tämä voi johtaa siihen, että opettajan on vaikea motivoida oppilaita ja luoda heille merkityksellisiä kokemuksia luonnontieteiden parissa [27]. Esimerkiksi suomalaisia ja englantilaisia luokanopettajaopiskelijoita tutkittaessa on huomattu, että luokanopettajaksi opiskelevat kokevat fysiikan opettamisen epämieluisana ja suhtautuvat siihen vastentahtoisesti niin Suomessa kuin Englannissakin ja tutkimuksen mukaan suhtautumisen ja sisältöosaamisen välillä vaikutti olevan yhteys [28].

Tutkimuksissa, joissa on tutkittu luonnontieteiden aineosaamista sekä opettajien että opettajaopiskelijoiden osalta, on huomattu, että heillä on runsaasti ennakkokäsityksiä ja näiden

ennakkokäsitysten olemassaolo vaikuttaa heidän antamaansa opetukseen [29,30]. Ennakkokäsityksillä tarkoitetaan sellaista käsitystä tai ajatusmallia, joka poikkeaa nykyisestä tieteellisestä näkemyksestä [31,32]. Uusiseelantilaisessa tutkimuksessa opettajaksi opiskelevien luonnontieteiden osaaminen todettiin heikoksi ja lisäksi huolta herätti se, etteivät opettajaopiskelijat olleet aina tietoisia siitä, että heidän luonnontieteiden osaamisessaan oli puutteita [33]. Joissain tapauksissa opettajaopiskelijat ja opettajat ovat hyvin itsevarmoja antamastaan luonnontieteiden opetuksesta, vaikka heillä on tosiasiallisesti heikko ymmärrys opettamisesta aiheista [17,34]. Eräässä tutkimuksessa havaittiin, että suurella osalla työelämään siirtyvistä opettajaopiskelijoista oli samanlaisia virheellisiä käsityksiä kuin oppilailta, joita he tulevat opettamaan [25]. Tutkittaessa luokanopettajien ymmärrystä liittyen luonnontieteellisiin aiheisiin kuten voimiin [35–37], energiaan [36,38] ja erilaisiin materiaalien muutoksiin, kuten olomuodon muutoksiin ja ruostumiseen, [36] on huomattu, että ilmiöitä ei täysin ymmärretä ja monissa tapauksissa opettajilla esiintyi vastaavia virheellisiä käsityksiä kuin yläkouluikäisillä oppilailta. Erityisenä mielenkiinnonkohteena tutkimuksissa onkin juuri ollut ennakkokäsitykset. Edellä mainittujen lisäksi useissa muissakin tutkimuksissa on todettu, että niin luokanopettajaksi opiskelevilla kuin jo työelämässä toimivilla luokanopettajilla esiintyy useisiin eri luonnontieteellisiin ilmiöihin liittyviä ennakkokäsityksiä [39–43].

2.1 Luokanopettajien sisältöosaaminen tähtitieteessä

Maailmalla on tutkittu varsin runsaasti luokanopettajien sekä luokanopettajaopiskelijoiden tähtitiedeosaamista sekä tähtitiedeaiheisiin liittyviä ennakkokäsityksiä niin opettajien ja opettajaksi opiskelevien [44–53] kuin oppilaidenkin [47,50,54–56] osalta. Pääasiassa tutkimus on keskittynyt Maa-Kuu-Aurinko -järjestelmään, vuorokauteen, vuodenaikoihin sekä painovoimaan, mutta joissakin tutkimuksissa on tutkittu myös aurinkoon ja tähtiin, aurinkokuntaan, koon ja etäisyyden käsitteisiin sekä kosmologiaan liittyviä käsityksiä [57]. Oppilailta olevat virheelliset käsitykset voivat vaikuttaa haitallisesti oikean tieteellisen näkemyksen sisäistämiseen [58]. Tästä näkökulmasta katsottuna opettajan tulisi olla tietoinen oppilaidensa ennakkokäsityksistä opetustaan suunnitellessaan. Tutkimuksissa on kuitenkin havaittu, että opettajat eivät ole välttämättä tietoisia siitä onko heidän oppilailtaan tähtitieteeseen liittyviä ennakkokäsityksiä tai millaisia nämä ennakkokäsitykset ovat [53,59–61].

Turkissa tutkittiin sekä opettajien että oppilaiden vastauksia samoihin viidesluokkalaisille osana kansallista koetta suunnattuihin tähtitiedeaiheisiin kysymyksiin. Kokeesta valittiin tutkittavaksi ne kysymykset, jotka liittyivät tähtitieteen perusasioihin, kuten

aurinkokunnan kappaleiden kokojen ja etäisyyksien tuntemukseen, auringon- ja kuunpimennyksien syntyyn sekä Maan ja Kuun liikkeisiin. Tutkimuksessa huomattiin, että keskimäärin yksi kolmasosa tutkimukseen osallistuneista opettajista (n=398) vastasi kysymyksiin väärin. Tutkimuksen mukaan tulosten perusteella vaikuttaisi myös siltä, että opettajien virheelliset käsitykset siirtyivät oppilaille, sillä oppilaat menestyivät huonoimmin niissä kysymyksissä, joissa myös opettajat menestyivät huonosti. [50].

Chileläisessä tutkimuksessa tutkittiin työssä olevien peruskoulun ja toisen asteen opettajien (n=171) tähtitieteen sisältöosaamista sekä tyypillisiä ennakkokäsityksiä erityisesti jokapäiväisiin ilmiöihin, kuten Kuun vaiheisiin ja vuodenaikoihin liittyen. Lisäksi tutkimuksessa tutkittiin demografisten tekijöiden, kuten sukupuolen, vaikutusta osaamiseen. Tutkimuksessa havaittiin peruskoulun opettajilla merkittävä määrä virheellisiä käsityksiä. Tyypillisiä ennakkokäsityksiä olivat esimerkiksi ajatus siitä, että Aurinko sijaitsee universumin keskipisteessä, Auringonpimennys tapahtuu täysikuun aikaan, vuodenaajat johtuvat Maan vaihtelevasta etäisyydestä Aurinkoon ja että punaiset tähdet ovat kuumimpia. Lisäksi tutkimuksessa löydettiin yhteys opettajan sukupuolen ja tähtitiedeosaamisen välillä miessukupuolisten osaamisen ollessa 16 % naisia parempaa. Myös suurempi käytyjen tähtitieteen kurssien määrä oli yhteydessä parempaan osaamiseen. [44]

Eräässä Iso-Britanniassa tehdyssä tutkimuksessa vain 38 % alakoulun opettajista (n=120) onnistui vastaamaan oikein vastaavan aihepiirin kysymyksiin. Tässä tutkimuksessa kysymykset keskittyivät Maan pyörimiseen oman akselinsa ympäri, Maan kiertoon Auringon ympäri sekä Maan akselin kallistuskulmaan ja näiden havaittaviin vaikutuksiin. Esimerkiksi hieman yli kolmannes tutkituista opettajista selitti vuorokautta siten, että Maa kiertää Auringon 24 tunnissa tai ei osannut selittää vuorokautta millään tavoin. Myös osaamisen puute Kuun vaiheisiin liittyen oli tutkimuksen mukaan varsin selvää. Lisäksi vain muutama tutkimukseen osallistunut opettaja osasi selittää, miten vuodenaajat syntyvät. Suurin osa opettajista selitti vuodenaikoja Maan ilmakehällä tai ei osannut antaa selitystä vuodenaikojen synnylle. [51]

Yhdysvalloissa tutkimuksessa, johon osallistui eri kouluasteiden opettajia, selvitettiin opettajien osaamista vastaavilla aihealueilla. Esimerkiksi kysymykseen kuun vaiheista oikein vastasi vain 25 % ja kysymykseen vuodenaajoista 28 % luokanopettajista. [62]

Myös Suomessa on havaittu vuodenaikojen syntyyn liittyviä haasteita luokanopettajaopintoihin hakevien osaamisessa. Tutkimuksessa tutkittiin Turun yliopiston luokanopettajakoulutukseen vuonna 2010 hakeneiden (n=236) vastauksia matemaattisen ja luonnontieteellisen ajattelun testissä olleeseen kysymykseen ”Mistä vuodenaikojen vaihtelu johtuu? Selitä lyhyesti ja piirrä kuva”. Hakijoiden vastausten piirroksia ja selityksiä

analysoitiin laadullisesti. Hyväksyttävästi tähän kysymykseen vastasi vain noin joka viides hakija. Yleisin vuodenaikojen syntyyn liittyvä ennakkokäsitys hakijoilla oli, että vuodenaikoja selitettiin Maapallon etäisyydellä Auringosta. Tällä tavoin vuodenaikojen syntyä selitti 26 % hakijoista. 22 % vastaajista puolestaan perusteli vuodenaikoja siten, että Auringon valaisemalla puolella on kesä. Tämä oli toiseksi yleisin ennakkokäsitys. Viiden hakijan vastauksista oli tulkittavissa, että heidän näkemyksensä mukaan Aurinko kiertää Maata. [52]

Kyseinen matemaattisen ja luonnontieteellisen ajattelun testi jäi pois pääsykokeesta vuoden 2018 jälkeen. Turun yliopistossa vuonna 2020 tehdyssä Pro gradu -tutkielmassa selvitettiin matemaattisen ja luonnontieteellisen ajattelun testin poisjäämisen vaikutuksia luokanopettajaopiskelijoiden fysiikan osaamisen tasoon. Tutkielma antaa viitteitä siitä, että testin poisjäämisen jälkeen luokanopettajaopintonsa aloittaneiden opiskelijoiden fysiikan osaamisen taso on heikompi kuin opiskelijoilla, jotka tekivät testin osana pääsykoetta. [63]

Turkissa luonnontieteiden opettajaksi opiskelevia tutkittaessa on havaittu, että positiivisesti tähtitieteeseen suhtautuvilla luokanopettajaopiskelijoilla on vähemmän tähtitieteen aiheisiin liittyviä virheellisiä käsityksiä [64]. Myös yleisemmin luonnontieteiden osalta on todettu, että positiivinen asenne luonnontieteitä kohtaan vaikuttaa myönteisesti luonnontieteissä pärjäämiseen [65].

Kanadassa tehdyssä tutkimuksessa puolestaan selvitettiin opettavatko luokanopettajat (n=500) tähtitiedettä vai eivät, sekä syitä heidän valinnalleen opettaa tai olla opettamatta tähtitiedettä. Lisäksi tutkimuksessa selvitettiin, millainen tausta luokanopettajilla oli luonnontieteissä. Tutkimuksessa selvisi, että suurin osa luokanopettajista ei ollut opiskellut luonnontieteitä lukion (high school) jälkeen. Vain puolet tutkimukseen osallistuneista opettajista opetti luokalleen tähtitiedettä. Suurin syy tähtitieteen opettamattomuudelle oli opettajien aineosaamisen puute. Toiseksi suurin syy oli laadukkaiden tähtitieteen opetusmateriaalien puute. [13]

3 Tähtitiede luokanopettajakoulutuksessa

Luokanopettajakoulutusta aloittaessa Suomalaisilla opiskelijoilla on negatiivinen asenne fysiikan opettamista kohtaan [28]. Tähän vaikuttaa esimerkiksi opiskelijoiden kokemus siitä, että heillä ei ole tarpeeksi aineosaamista [28,66]. Opiskelijat kokevat, että epävarmuus omasta aineosaamisesta vaikuttaa heidän mahdollisuuksiinsa vastata oppilaiden kysymyksiin [66]. Tunne aineosaamisen puutteesta johtaa myös siihen, että fysiikan opetusta vältellään [28].

Luokanopettajakoulutus Suomessa keskittyy kuitenkin asenteisiin ja opetustapoihin sisältöosaamisen sijaan [28].

Luokanopettajakoulutusta järjestetään Suomessa Turun, Helsingin, Itä-Suomen, Jyväskylän, Lapin, Oulun ja Tampereen yliopistoissa sekä Åbo Akademiassa. Tarkasteltaessa näiden yliopistojen luokanopettajakoulutusten opetussuunnitelmia huomataan, että tähtitiedeosaaminen jää pitkälti luokanopettajaksi opiskelevien ja siten luokanopettajien oman kiinnostuksen varaan. Tätä tukee Suomessa osana väitöskirjaa tehty opettajille suunnattu kyselytutkimus, jossa selvitettiin muun muassa sitä, mistä opettajien tähtitieteen osaaminen oli peräisin. Vain 18 % vastanneista luokanopettajista oli opiskellut tähtitiedettä jollain tavalla; suurin osa näistä itsenäisesti oman mielenkiinnon mukaan [67]. Samaisessa tutkimuksessa huomattiin, että pidempään opettajana toimineet opettivat todennäköisemmin tähtitieteen aiheita kuin vähemmän aikaa opettajana toimineet, riippumatta siitä, olivatko he opiskelleet tähtitiedettä jossain muodossa vai eivät.

Yleisesti luonnontieteiden, eli ympäristöopin oppiaineessa opettavien aineiden, opetuksen määrä luokanopettajakoulutuksessa vaihtelee yliopistojen välillä. Lisäksi yliopistoittain vaihtelee mihin yhteyteen esimerkiksi planetaarisuus kuuluu. Alla on esitelty ympäristöopin oppiaineiden opetusta osana eri yliopistojen luokanopettajakoulutuksiin kuuluvia kaikille pakollisia opintoja tähtitieteen aiheiden kannalta merkityksellisin osin.

Turun yliopistossa luokanopettajakoulutuksessa ympäristöopin oppiaineita opetetaan kolmella eri kurssilla: Fysiikka ja kemia 3 op, Maantiede 3 op ja Biologia ja terveystieto 4 op. Näistä Fysiikan ja kemian kurssin sisältöihin kuuluu kyseisten oppiaineiden käsitteiden käyttäminen ja käsitteiden opettaminen, ympäristön ilmiöiden havainnollistaminen ja mallintaminen, luonnontieteellinen menetelmä sekä tutkimuksen teko, toiminnallisuus ja kokeellisuus luonnontieteiden opetuksessa sekä kestävän kehityksen näkökulma fysiikan ja kemian opetuksessa. Opetus keskittyy siis vahvasti oppiaineiden opetukseen eikä niinkään sisältöihin. Maantieteen kurssilla ympäristöopin opetussisällöt näkyvät enemmän ja myös planetaarisuus kuuluu tämän kurssin sisältöihin. Maantieteen kurssilla sisältöinä on keskeiset maantieteen käsitteet ja tiedon luonne, planetaarisuus sekä sen oppiminen ja opettaminen, geomeedia, ympäristökasvatuksen perusteet ja kestävän kehityksen näkökulmat sekä maantiede ja ympäristökasvatus osana ympäristöoppia. Biologia ja terveystieto -kurssiin ei sisälly tähtitieteen teemoihin läheisesti liittyviä aiheita. Planetaarisuuden, johon vuorokaudet ja vuodenaajat voidaan katsoa kuuluvaksi, lisäksi muita tähtitieteen sisältöjä, eli lähiavaruuteen liittyviä teemoja, ei siis Turun yliopiston luokanopettajakoulutuksen opetussuunnitelmaan ole sisällytetty. [68]

Helsingin yliopiston luokanopettajakoulutuksessa ympäristöopin aiheet on jaettu kahteen kurssiin: Fysiikan ja kemian didaktiikka 5 op ja Biologian ja maantieteen didaktiikka 5 op. Fysiikan ja kemian didaktiikka -kurssilla käsitellään fysiikan ja kemian luonnetta ja merkitystä tieteenaloina ja oppiaineina kestävän kehityksen näkökulmasta, kyseisten aineiden opiskeluun liittyviä asenteita ja tunteita sekä myös sukupuolikysymyksiä, perehdytään erilaisiin työtapoihin kuten kokeelliseen työskentelyyn ja demonstraatioihin sekä tieto- ja viestintätekniikan käyttöön näiden oppiaineiden kontekstissa. Lisäksi tutustutaan fysiikan ja kemian käsitteisiin ja ilmiöihin ympäristöopin oppiaineen näkökulmasta. Erikseen on mainittu aineen ja energian säilymisperiaate ja sen yhteys kestävyysshaasteisiin. Kurssilla käydään myös läpi oppilaiden käsityksiä fysiikan ja kemian sisältöihin liittyen. Biologian ja maantieteen kurssilla maantieteen osuudessa käsitellään maantieteen keskeisiä käsitteitä sekä maantieteellistä ajattelutapaa, tutustutaan sellaisiin tutkimustapoihin, joita opetuksessa käytetään, kuten kenttätyöhön ja karttoihin. Lisäksi kurssilla perehdytään arvokasvatukseen maantieteen näkökulmasta. Helsingin yliopiston opetussuunnitelmassa ei siis erikseen mainita lainkaan tähtitieteen teemoihin liittyviä opetussuunnitelmasta löytyviä teemoja. [69]

Itä-Suomen yliopistossa ympäristöopin aiheita opetetaan kursseilla Tutkiva oppiminen luonnontieteiden opetuksessa osat A ja B. Näistä kursseista saatava opintopistemäärä on yhteensä 5. Näiden kurssien keskeisiä sisältöjä ovat tutkivan oppimisen lähestymistapa ja tiedontuottamisen prosessit, mallintaminen ja selittäminen sekä tieto- ja viestintäteknologian käyttö tutkivan oppimisen tukena. Lisäksi kursseilla käsitellään oppilaiden ennakkokäsityksiä ja niiden merkitystä osana luonnontieteiden oppimista, oppilaiden tuen tarpeita sekä monipuolista arviointia. Kurssien sisältöihin kuuluu myös ympäristöopin sisältöjä kuten planetaarisuus, lämpö, valo, vesi, lajituntemus, eliöiden ja ekosysteemien kehitys ja niiden rakenne ja toiminta. Lisäksi mainitaan vielä ekologisen kestävyuden peruseriaatteet. Sen lisäksi, että kurssin sisällöissä on planetaarisuus mainittuna, kurssin tiedoista löytyy myös erikseen maininta kurssilla oppimateriaalina käytettävästä teoksesta Virrankoski, M., Hänninen, K. & Markkanen, T. 2002. Luonnontiedettä luokanopettajille – kemiaa, fysiikkaa ja tähtitiedettä. 1. tai uudempi painos ja tästä teoksesta kurssilla on käytössä nimenomaan tähtitieteen osuus. [70]

Jyväskylän yliopistossa ympäristöopin aiheet on koostettu yhteen kurssiin. Kurssilla Ympäristö ja tiedekasvatus, 6 op, perehdytään tutkimusperustaisen aktiivisen oppimisen suunnitteluun, erilaisten oppimateriaalien, oppimisympäristöjen ja oppijoiden yhteisöjen tarkasteluun, ympäristöopin ilmiöihin sekä työtapoihin, kuten kokeelliseen työskentelyyn, erilaisten mallien käyttöön sekä tiede- ja ympäristökasvatuksen yhteiskunnalliseen

merkitykseen. Lisäksi kurssilla tutustutaan muihin tiede- ja ympäristökasvatusta järjestäviin toimijoihin, kuten LUMA-verkostoon. Jyväskylän yliopiston opetussuunnitelmassa ei esiinny mainintoja ympäristöopin oppiaineeseen, eikä siten tähtitieteen, sisällöistä. [71]

Lapin yliopistossa ympäristöopin aiheet on jaettu seuraaviin kursseihin: Ympäristöoppi: Fysiikka ja kemia 3,5 op, Ympäristöoppi: Maantieto ja biologia 3,5 op. Ympäristöoppi: Fysiikka ja kemia -kurssin sisällöissä mainitaan opetussuunnitelman ympäristöopin fysiikan ja kemian sisällöt, joista on erikseen mainittuina avaruus, aurinkokunta, aineen rakenne ja rakenneosien vuorovaikutukset aineessa, aineen olomuodot, energian muodot, kappaleiden väliset vuorovaikutukset ja voimat, veden ominaisuudet, ääni ja valo sekä sähkö- ja magneettisia ilmiöitä. Lisäksi kurssilla tutustutaan luonnontieteiden opetuksen työtapoihin ja kokeellisen työskentelyyn sekä Start-toimintaan. Maantiedon ja biologian kurssiin kuuluu maantiedon ja biologian oppiaineeseen perusteet. Näihin on listattu kuuluvaksi ekologian perusteet, johon edelleen sisältyy aine ja energia, lajien väliset suhteet, sukkessio ja lajintuntemus, ilmasto, johon sisältyy sää ja ilmasto, lämpötila, tuuli ja ilmanpaine, sade ja kosteus sekä ilmanpaine, maapallo ja avaruus, johon sisältyy planetaarinen järjestelmä ja kartat sekä kartanlukutaito, kestävä kehitys. Lapin yliopistossa tähtitieteeseen liittyviä aiheita käsitellään siis sekä fysiikan että maantiedon näkökulmasta. [72]

Oulun yliopistossa on myös jaettu ympäristöopin sisältö kahteen kurssiin. Kurssit ovat Ympäristöoppi I: Elävä ympäristö, 5 op ja Ympäristöoppi II: Ympäristön luonnonilmiöt (fy, ke) 5 op. Tähtitieteen teemoihin liittyvät aiheet löytyvät kurssilta Ympäristöoppi II. Tällä kurssilla käsitellään työturvallisuutta sekä fysiikan ja kemian didaktiikkaa ja tutustutaan fysiikan ja kemian käsitteisiin ja sisältöihin, joista esimerkkeinä on mainittu veden kiertokulku, palaminen ja lämpö. Lisäksi kurssilla perehdytään luonnon perusrakenteisiin ja ilmiöihin, aineiden ominaisuuksiin ja niissä tapahtuviin muutoksiin sekä erilaisiin oppimisympäristöihin. Suoraa mainintaa tähtitieteeseen liittyvistä aiheista ei siis ole. [73]

Tampereen yliopiston luokanopettajakoulutuksessa ympäristöoppia käsitellään kurssilla Ympäristöoppi. Kurssin laajuus on 5 opintopistettä. Tällä kurssilla keskeisiin sisältöihin kuuluu toiminnalliseen ja kokeelliseen opetukseen tarvittavien taitojen ja tutkimusvälineiden käytön harjoittelu sekä tiedon hankinnan, jäsentämisen sekä kuvaamisen harjoittelu. Biologian osalta erikseen mainitaan aktiivisen oppimisen menetelmin perehtyminen eliöryhmiin, lajintunnistukseen, ihmisen biologiaan sekä ekosysteemeihin, terveystiedon ja maantiedon osalta tutustutaan perusteisiin. Fysiikassa ja kemiassa käsitellään keskeisiä käsitteitä sekä tutustutaan näiden alojen pedagogisiin menetelmiin. Käsitteenmuodostuksesta mainitaan yleisesti, että siihen perehdytään ilmiöpohjaisesti. Tampereen yliopiston

opetussuunnitelmassa ei siten ole erikseen mainittu mitä ympäristöopin sisältöjä kursseilla käsitellään. [74]

Åbo Akademiassa ympäristöopin aiheita opetetaan kahdella kursilla: Fysik och kemi för klasslärare 5 sp [Fysiikkaa ja kemiaa luokanopettajille 5 op], Biologi, geografi och hälsokunskap för klasslärare, 5 sp [Biologiaa, maantietoa ja terveystietoa luokanopettajille 5 op]. Fysiikan ja kemian kurssin sisältöön kuuluu alakoulun ympäristöopin teemat, luonnontieteellinen käsitteenmuodostuminen ja luonnontieteelliset työmenetelmät, keskeiset fysiikan ja kemian aihepiirit arkipäivän ilmiöihin kytkettynä, oppilaiden käsitykset ympäröivästä maailmasta sekä lähiympäristön riskien ja vaarojen tunnistaminen. Biologian, maantiedon ja terveystiedon kurssin kuvauksessa kerrotaan, että kurssin tarkoituksena on, että opiskelijat omaksuvat biologian, maantieteen ja terveystiedon opetukseen vuosiluokilla 1-6 tarvittavat perustiedot ja -taidot, mutta painopiste on aineenopetuksessa. Kurssin sisältönä kerrotaan olevan didaktisia sovelluksia seuraavilta aihealueilta: kasvi- ja eläintieteen perusteet, kuten lajintuntemus ja ekologian perusteet, ihmisen biologia ja terveystiedon perusteet ja maantieteen perusteet eri alueellisilla tasoilla, paikallisympäristöstä Eurooppaan ja maailmaan sekä kestävä kehitys ja karttadidaktiikka. Suoraa mainintaa tähtitieteeseen liittyvistä aiheista ei siis ole Åbo Akademin opetussuunnitelmassa. [75]

Edellä lueteltujen kurssien lisäksi luokanopettajaopiskelijat saattavat päästä tutustumaan ympäristöopin aiheisiin opetusharjoittelujen aikana.

4 Tukipaketti tähtitieteen opetukseen

Tämä tutkielma toimii perustana tukipaketille, joka kehitettiin luokanopettajille heidän tähtitiedeosaamistaan ja -ymmärrystään vahvistamaan sekä tähtitieteeseen liittyvien aiheiden opetusta tukemaan. Tukipaketti pyrkii sisällöllään vastaamaan opetussuunnitelman tavoitteisiin sekä opettajien haasteisiin antamalla opettajalle taustatietoa eri teemoihin liittyen ja esittelemällä materiaalia, jota oppitunneilla voi hyödyntää. Tukipaketti kokoaa yhteen erilaisia oppilaiden kanssa tehtäviä kokeellisia töitä, tutkimuksia sekä muita tehtäviä, joista opettaja voi valita omalle luokalleen sopivimmat sekä opettajalle suunnatuista teoriaosista, joiden avulla opettaja vahvistaa omaa osaamistaan ja siten varmuuttaan ja valmiuttaan opettaa tähtitieteeseen liittyviä aiheita ja vastata oppilaiden kysymyksiin. Lisäksi paketti esittelee opettajalle eri lähteitä, joista on löydettävissä lisää tähtitieteeseen liittyvää opetusmateriaalia. Pakettiin on otettu mukaan myös gravitaatiota käsittelevä osio, sillä opettajilla on todettu olevan haasteita

myös gravitaatioon ja painovoimaan liittyen [35,37,44,62], ja gravitaatio on merkittävä voima maailmankaikkeudessa.

Paketin sisällöt on valittu siten, että ne vastaavat perusopetuksen opetussuunnitelman 2014 tähtitieteeseen liittyviin sisältötavoitteisiin. Näitä ovat lähiavaruuteen, vuodenaikoihin sekä päivän ja yön vaihteluun perehtyminen. Paketti sisältääkin tehtäviä ja tutkimuksia aurinkokuntaan, Maa-Kuu-Aurinko -järjestelmään, Maan pyörimiseen oman akselinsa ympäri ja Kuun vaiheisiin liittyen sekä teorian opettajalle näihin teemoihin liittyen. Lisäksi pakettiin on valittu opetussuunnitelman sisältötavoitteet ylittäviä teemoja Kansainvälisen tähtitieteellisen unionin [International Astronomical Union, IAU] tähtitieteen opetukseen keskittyvän osaston [IAU Office of Astronomy Education, OAE] koostaman Big Ideas in Astronomyn [2] sisällöistä. Big Ideas in Astronomy on OAE:n ehdotelma siitä, mitä jokaisen tulisi tähtitieteestä tietää. Ehdotelma sisältää 11 teemaa, joista opetussuunnitelman sisällöt kuuluvat teemaan 2: Tähtitieteelliset ilmiöt vaikuttavat jokapäiväiseen elämäämme ja teemaan 7: Elämme pienellä Maa-planeetalla aurinkokunnassa. Teemaan 2 kuuluvat opetussuunnitelman sisältöihin sopien päivän ja yön vaihtelu, vuodenajat, Kuun vaiheet ja pimennykset. Opetussuunnitelman ulkopuolelta teemaan 2 kuuluu myös revontulet ja opetuspaketin opettajan teoriaan onkin sisällytetty myös revontulien synty. Revontulien voi ajatella myös kuuluvan lähiavaruuden käsittelyyn. Lisäksi teemassa 2 kuuluu alun perin tähtitieteen tarpeisiin kehitettyjen materiaalien ja menetelmien merkitys arkielämän sovelluksissa. Tätäkin paketissa sivutaan. Teemaan 7 kuuluu lähiavaruus aurinkokunnan ja sen kappaleiden muodossa. Teemaan 7 kuuluu opetussuunnitelman ulkopuolelta myös aurinkokunnan synty, joka paketissa esitellään. Muita Big Ideas in Astronomyn teemoja on käsitelty paketissa alakouluun soveltuvien osien. Teemaan 1 kuuluu tähtitieteen historiaa, jota paketissa sivutaan. Teemassa 3 käsitellään tähtitaivaan näkymää ja myös tämän teeman aiheita, kuten tähtitaivaan havainnointia, kuuluu pakettiin. Teemaan 4 sisältyy maailmankaikkeuden ilmiöitä ja tähtitieteellisen tutkimuksen menetelmiä. Tässä teemassa esitellään esimerkiksi elektromagneettinen säteily, gravitaatio ja gravitaatioaalto, tutkimusmenetelmiä ja maailmankaikkeuden etäisyyksiä. Näistä pakettiin on valittu gravitaatio sekä maailmankaikkeuden etäisyydet. Teema 5 keskittyy siihen, miten tähtitiede sekä hyötyy teknologian kehityksestä että edistää sitä. Tähän teemaan kuuluvat havaintovälineet kuten teleskoopit, observatoriot ja luotaimet sekä datan analysointiin tarvittavat super tietokoneet ja suuret kansainväliset yhteistyöt. Näistä paketissa esitellään erilaisia havaintovälineitä, joilla ihmiset avaruutta tutkivat. Teema 6 esittelee kosmologiaa. Tähän teemaan sisältyy käsitys siitä, että havainnoimalla avaruutta havainnoimme itseasiassa menneisyyttä, maailmankaikkeuden

ikä, rakenne ja laajeneminen. Tämän osion aiheita käsitellään paketissa vain vähän, sillä monet näistä aiheista ovat alakoulun kontekstissa turhan vaikeasti ymmärrettävissä. Opettajien teoriaosassa kerrotaan kuitenkin lyhyesti pimeästä aineesta ja energiasta, sillä ne ovat tärkeä osa nykyistä maailmankaikkeuden tutkimusta sekä maailmankaikkeuden kehityksestä. Teema 8 kertoo tähdistä ja niiden elämästä ja tämän teeman aiheet ovat esillä kattavasti myös paketissa. Paketin teoriaosassa esitellään erilaisia tähtityyppejä, tähden elinkaarta sekä mustia aukkoja tähden elämän päätöksenä. Myös teeman 9 aiheet ovat paketissa hyvin esiteltynä. Teema 9 keskittyy galakseihin. Paketissa esitelläänkin erilaisia galaksityyppejä ja galaksien rakennetta, joihin myös teeman 9 sisällöt liittyvät. Teema 10 esittelee Maapallon ulkopuolisen elämän mahdollisuuksia. Myös tämä teema on hyvin esillä opettajan teoriaosassa. Teemaan kuuluu elämälle tärkeät alkuaineet, elämän esiintyminen äärimmäisissä ympäristöissä Maapallolla, elämän etsintä aurinkokunnasta, eksoplaneetat ja niiden etsintä sekä älykkään elämän etsintä maailmankaikkeudesta ja kaikki nämä aiheet ovat mukana paketissa. Teemassa 11 käsitellään hyvin laajasti ihmisen toiminnan vaikutusta maapalloon aina valosaasteesta ja avaruusromusta ilmastonmuutokseen. Vaikka nämä teemat ovat tärkeitä, avaruusromusta ja valosaasteesta paketissa mainitaan vain ohimennen ja ilmastonmuutosta ei käsitellä lainkaan. Ihmisen toiminnan vaikutus ympäristöön on osana ympäristöopin opetussuunnitelmaa, mutta sen sisällyttäminen tähtitiedeteemaiseen pakettiin ei ole tarpeellista.

Opetussuunnitelman perusteissa korostetaan opetuksen eheyttämistä, jota toteutetaan lähestymällä todellisen maailman teemoja ja ilmiöitä eri oppiaineiden näkökulmista sekä oppiainerajat ylittäen [12]. Pakettiin valittujen aktiviteettien taustalla näkyikin vahvasti STEAM-pedagogiikka. STEAM-pedagogiikka yhdistää luonnontieteet (Science), teknologian (Technology), insinööritaidot (Engineering), taiteet (Arts) ja matematiikan (Mathematics) yhtenäiseksi ja monialaiseksi oppimiskokemukseksi. Tämän lähestymistavan tavoitteena on tehdä oppimisesta osallistavaa, motivoivaa ja monipuolista, ja se pyrkii valmistamaan oppilaita toimimaan ja menestymään monimutkaisessa ja teknologisesti kehittyneessä maailmassa. Kun ilmiöitä lähestytään eri tiedonalojen näkökulmista ja niiden menetelmiä hyödyntäen, oppilaat oppivat näkemään yhteyksiä eri tiedonalojen välillä ja se auttaa heitä ymmärtämään, kuinka eri alojen tietoa ja taitoja voidaan soveltaa monipuolisesti todellisessa maailmassa. STEAM-pedagogisessa opetuksessa opetuksen aiheet ja ongelmat liittyvät opiskelijoiden omaan elämään ja ympäröivään yhteiskuntaan, mikä tekee oppimisesta merkityksellistä ja auttaa opiskelijoita näkemään oppimansa tiedon käytännön arvon. STEAM-pedagogiikka käyttää myös ongelmaperustaisia oppimismenetelmiä ja opiskelijat käsittelevät todellisen maailman ilmiöitä ja ongelmia ikäryhmälle sopivin tavoin, mikä kehittää ongelmanratkaisun ja kriittisen

ajattelun taitoja. Taiteiden integrointi STEM-aineisiin tuo oppimiseen mukaan luovuutta ja innovointia ja rohkaisee käyttämään luovia menetelmiä ongelmien ratkaisemisessa ja uusien ideoiden kehittämisessä. STEAM-pedagogiikka korostaa yhteistyön ja kommunikaation merkitystä. Oppilaat oppivat työskentelemään yhdessä, jakamaan ideoita ja kertomaan havainnoistaan, mitkä kaikki ovat tärkeitä tulevaisuuden taitoja. [76].

STEAM-pedagogiikan mukaisen lähestymistavan on havaittu parantavan luonnontieteiden oppimistuloksia [77] ja lisäävän motivaatiota sekä sitoutumista luonnontieteiden oppimiseen [78]. Kuvataiteen hyödyntäminen luonnontieteiden opetuksessa lisää oppiaineen mieleenpainuvuutta [79] ja esimerkiksi musiikin tuominen mukaan osaksi matematiikan opetusta paransi oppilaiden matematiikan osaamista [80].

Paketin aktiviteeteissa on esimerkiksi luonnontieteellisiä tutkimuksia, teknologian käyttöä erilaisten ohjelmistojen myötä sekä taidetta niin kuvataiteen kuin musiikinkin muodossa. Lisäksi aktiviteeteissä suunnitellaan ja rakennetaan oma laskeutuja ja rakennetaan, niin malleja kuin havaintovälineitäkin, myös annettuja ohjeita seuraten. Aktiviteeteissa päästään harjoittelemaan myös matematiikan taitoja mittaamisen ja geometrinen muotojen avulla ja laskemalla tähtien todellisia etäisyyksiä rakennetun mallin ja annetun mittakaavan perusteella. Tähtitieteen monet aiheet ja ilmiöt ovat sellaisia, että niiden tutkiminen ilman teknologiaa on käytännössä mahdotonta. Tämän vuoksi teknologian mukaan tuominen tähtitieteen aiheiden opetukseen jo alakoulussa on luonnollista.

5 Pohdinta

Tutkielman tavoitteena oli selvittää luokanopettajien tähtitieteen osaamisen tilaa ja tarjota tukipaketti, joka auttaa opettajia kehittämään osaamistaan sekä tukemaan tähtitieteen opetusta alakoulussa. Koska tähtitiede on yleisesti oppilaita kiinnostava aihe, sen tuominen osaksi opetusta voi kannustaa oppilaita luonnontieteiden pariin eri tavoin kuin monet muut luonnontieteiden teemat. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa 2014 tähtitieteen aiheet on integroitu ympäristöoppiin ilman tarkkoja arviointikriteerejä tai selkeitä sisältövaatimuksia. Tämä jättää paljon vastuuta opettajille, joiden osaaminen ja kiinnostus tähtitiedettä kohtaan voivat vaihdella suuresti. Monissa tutkimuksissa luokanopettajilla ja luokanopettajaksi opiskelevilla on havaittu olevan haasteita tähtitieteen sisältöosaamisessa ja lisäksi heillä on paljon tähtitieteeseen liittyviä ennakkokäsityksiä. Tämä heikentää heidän kykyään opettaa aihetta tehokkaasti ja voi johtaa virheellisten käsitysten siirtymiseen oppilaille. Lisäksi opettajien kokema epävarmuus omasta aineosaamisestaan johtaa usein siihen, että he

välttelevät haastavaksi kokemiensa aiheiden opettamista tai opettavat niitä vain pinnallisesti. Tämä vähentää oppilaiden mahdollisuuksia saada syvällistä ja mielenkiintoista opetusta tähtitieteen aiheista. Luokanopettajakoulutuksessa tähtitieteen sisältöjä ei kuitenkaan pääsääntöisesti opeteta, vaan opetus keskittyy asenteisiin ja opetusmenetelmiin. Helposti lähestyttävät tukipaketit ja oppimateriaalit, jotka tarjoavat opettajille selkeitä ja käytännönläheisiä resursseja, ovat siten erittäin tarpeellisia. Ne auttavat opettajia kehittämään omaa osaamistaan ja varmuuttaan opettaa tähtitieteen aiheita, mikä parantaa opetuksen laatua ja oppilaiden oppimiskokemuksia ja toivottavasti johtaa siihen, että yhä useampi oppilas innostuisi luonnontieteistä. Tukipaketin tehtävät on valittu ja suunniteltu STEAM-pedagogiikan näkökulmasta. Tehtävissä käsitellään tähtitieteeseen liittyviä ilmiöitä ja asioita luonnontieteiden, teknologian, insinööritieteiden, taiteiden ja matematiikan keinoin. Tällainen lähestymistapa tarjoaa monipuolisen ja oppilaslähtöisen pedagogisen kehyksen tähtitieteen opetukseen ja se vastaa opetussuunnitelman edellytykseen eheyttävästä opetuksesta. STEAM-pedagogisen lähestymistavan käyttö tukipaketin tehtävissä on pedagogisesti perusteltu ja tehokas keino vahvistaa oppilaiden motivaatiota ja oppimistuloksia sekä parantaa opittujen asioiden mieleenpainuvuutta. Tukipaketti tarjoaa opettajille konkreettisia välineitä ja menetelmiä, joilla he voivat tukea oppilaitaan aktiivisiksi ja kriittisiksi luonnontieteiden oppijoiksi.

Lähteet

- [1] A. Fabian, *The Impact of Astronomy*, *Astronomy & Geophysics* **51**, 3.25 (2010).
- [2] J. Retrê et al., *Big Ideas in Astronomy*, 2nd ed. (IAU Office of Astronomy for Education, 2020).
- [3] M. Barnett, H. Wagner, A. Gatling, J. Anderson, M. Houle, and A. Kafka, *The Impact of Science Fiction Film on Student Understanding of Science*, *J Sci Educ Technol* **15**, 179 (2006).
- [4] S. Sjøberg and C. Schreiner, *ROSE (The Relevance of Science Education). An Overview and Key Findings*. (2010).
- [5] J. Lavonen, R. Byman, K. Juuti, V. Meisalo, and A. Uitto, *Pupil Interest in Physics: A Survey in Finland*, *Nordina : Nordic Studies in Science Education* **1**, 72 (2005).
- [6] *Astronomy and Astrophysics in the New Millennium. Panel Reports* (National Academy Press, Washington, D.C, 2001).
- [7] J. R. Percy, *Teaching Astronomy? Why and How?*, *The Journal of the American Association of Variable Star Observers* **35**, 248 (2006).
- [8] S. Pompea and P. Russo, *Astronomers Engaging with the Education Ecosystem: A Best-Evidence Synthesis*, *Annu Rev Astron Astrophys* **58**, (2020).
- [9] N. Liberman, O. Polack, B. Hameiri, and M. Blumenfeld, *Priming of Spatial Distance Enhances Children's Creative Performance*, *J Exp Child Psychol* **111**, 663 (2012).
- [10] J. D. Plummer, P. Udomprasert, A. Vaishampayan, S. Sunbury, K. Cho, H. Houghton, E. Johnson, E. Wright, P. M. Sadler, and A. Goodman, *Learning to Think Spatially through Curricula That Embed Spatial Training*, *J Res Sci Teach* **59**, 1134 (2022).
- [11] M. Cole, C. Cohen, J. Wilhelm, and R. Lindell, *Spatial Thinking in Astronomy Education Research*, *Phys Rev Phys Educ Res* **14**, 10139 (2018).
- [12] Opetushallitus, *Perusopetuksen Opetussuunnitelman Perusteet 2014* (2014).
- [13] P. Chastenay, *To Teach Or Not To Teach Astronomy, That Is The Question: Results Of A Survey Of Québec's Elementary Teachers*, *Journal of Astronomy and Earth Sciences Education* **5**, 115 (2018).
- [14] Opetushallitus, *Perusopetuksen Opetussuunnitelman Perusteet 2004* (2004).
- [15] Opetushallitus, *Perusopetuksen Arviointikriteerit Kuudennen Vuosiluokan Päätteeksi* (2023).
- [16] Valtioneuvosto, *Valtioneuvoston Asetus Perusopetuslaissa Tarkoitettun Opetuksen Valtakunnallisista Tavoitteista Ja Perusopetuksen Tuntijaosta Annetun Valtioneuvoston Asetuksen 6 §:N Muuttamisesta* (2023).
- [17] C. Holroyd and W. Harlen, *Primary Teachers' Confidence about Teaching Science and Technology*, *Res Pap Educ* **11**, 323 (1996).
- [18] L. S. SHULMAN, *Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching*, *Educational Researcher* **15**, 4 (1986).

- [19] N. G. Lederman, J. Gess-Newsome, and M. S. Latz, *The Nature and Development of Preservice Science Teachers' Conceptions of Subject Matter and Pedagogy*, *J Res Sci Teach* **31**, 129 (1994).
- [20] J. T. Morrissey, *An Analysis of Studies on Changing the Attitude of Elementary Student Teachers toward Science and Science Teaching*, *Science Education (Salem, Mass.)* **65**, 157 (1981).
- [21] M. Kallery and D. Psillos, *Pre-School Teachers' Content Knowledge in Science: Their Understanding of Elementary Science Concepts and of Issues Raised by Children's Questions*, *Int J Early Years Educ* **9**, 165 (2001).
- [22] J. Gess-Newsome, *The Professional Development of Science Teachers for Science Education Reform: A Review of the Research*, in *Professional Development* (National Science Teachers Association, United States, 2001).
- [23] W. Harlen, *Primary Teachers' Understanding in Science and Its Impact in the Classroom*, *Res Sci Educ* **27**, 323 (1997).
- [24] W. Harlen and C. Holroyd, *Primary Teachers' Understanding of Concepts of Science: Impact on Confidence and Teaching*, *Int J Sci Educ* **19**, 93 (1997).
- [25] C. Murphy and G. Smith, *The Impact of a Curriculum Course on Pre-Service Primary Teachers' Science Content Knowledge and Attitudes towards Teaching Science*, *Irish Educational Studies* **31**, 77 (2012).
- [26] J. R. Staver, *Constructivism: Sound Theory for Explicating the Practice of Science and Science Teaching*, *J Res Sci Teach* **35**, 501 (1998).
- [27] T. De Baz, *Kindergarten Teachers' Concerns and Perceived Needs in Science Instruction: An Exploratory Study* (2005).
- [28] J. Johnston and M. Ahtee, *Comparing Primary Student Teachers' Attitudes, Subject Knowledge and Pedagogical Content Knowledge Needs in a Physics Activity*, *Teach Teach Educ* **22**, 503 (2006).
- [29] K. C. Trundle, R. K. Atwood, and J. E. Christopher, *Preservice Elementary Teachers' Conceptions of Moon Phases before and after Instruction*, *J Res Sci Teach* **39**, 633 (2002).
- [30] N. Bulunuz and O. S. Jarrett, *Understanding of Earth and Space Science Concepts: Strategies for Concept-Building in Elementary Teacher Preparation*, *Sch Sci Math* **109**, 276 (2009).
- [31] J. Dykstra D., C. Boyle, and I. Monarch, *Studying Conceptual Change in Learning Physics*, *Sci Educ* **76**, 615 (1992).
- [32] G. L. C. Hills, *Students' "Untutored" Beliefs about Natural Phenomena: Primitive Science or Commonsense?*, *Sci Educ* **73**, 155 (1989).
- [33] D. Garbett, *Science Education in Early Childhood Teacher Education : Putting Forward a Case to Enhance Student Teachers' Confidence and Competence*, *Research in Science Education (Australasian Science Education Research Association)* **33**, 467 (2003).

- [34] C. Tekkaya, J. Cakiroglu, and O. Ozkan, *Turkish Pre-Service Science Teachers' Understanding of Science and Their Confidence in Teaching It*, *Journal of Education for Teaching* : JET **30**, 57 (2004).
- [35] C. Kruger, M. Summers, and D. Palacio, *A Survey of Primary School Teachers' Conceptions of Force and Motion*, *Educational Research (Windsor)* **32**, 83 (1990).
- [36] C. Kruger, D. Palacio, and M. Summers, *Surveys of English Primary Teachers' Conceptions of Force, Energy, and Materials*, *Science Education (Salem, Mass.)* **76**, 339 (1992).
- [37] C. J. Kruger, M. K. Summers, and D. J. Palacio, *An Investigation of Some English Primary School Teachers' Understanding of the Concepts Force and Gravity*, *Br Educ Res J* **16**, 383 (1990).
- [38] M. Summers and C. Kruger, *Research into English Primary School Teachers' Understanding of the Concept Energy*, *Evaluation & Research in Education* **6**, 95 (1992).
- [39] R. H. Aron, M. A. Francek, B. D. Nelson, and W. J. Bisard, *Atmospheric Misconceptions*, *The Science Teacher* **61**, 30 (1994).
- [40] V. A. Atwood and R. K. Atwood, *Preservice Elementary Teachers' Conceptions of What Causes Night and Day*, *Sch Sci Math* **95**, 290 (1995).
- [41] B. L. Bitner, *Preservice Elementary and Secondary Science Methods Teachers: Comparison of Formal Reasoning, Act Science, Process Skills, and Physical Science Misconceptions Scores*, 1992.
- [42] E. Feher and K. Rice, *A COMPARISON OF TEACHER-STUDENT CONCEPTIONS IN OPTICS*, *Proceedings of the second international seminar: Misconceptions and educational strategies in science and mathematics*.
- [43] P. M. Heller and F. N. Finley, *Variable Uses of Alternative Conceptions: A Case Study in Current Electricity*, *J Res Sci Teach* **29**, 259 (1992).
- [44] L. Rodrigues, M. Montenegro, and A. Meneses, *Mapping the Astronomy Content Knowledge of Chilean In-Service Teachers*, *Int J Sci Educ* **45**, 451 (2023).
- [45] O. Turkoglu, F. Ornek, M. Gokdere, N. Suleymanoglu, and M. Orbay, *On Pre-Service Science Teachers' Preexisting Knowledge Levels about Basic Astronomy Concepts*, *International Journal of Physical Sciences* **4**, 734 (2009).
- [46] N. Ibrahim, M. Mubarrak Mohd Yusof, Z. Ayu Zulkipli, and S. Fairuz Dalim, *Pre-Service Teachers Conceptual Understanding in Space Science*, *International Journal of Asian Social Science* **11**, 177 (2021).
- [47] P. M. Sadler, H. Coyle, J. L. Miller, N. Cook-Smith, M. Dussault, and R. R. Gould, *The Astronomy and Space Science Concept Inventory: Development and Validation of Assessment Instruments Aligned with the K–12 National Science Standards*, *Astronomy Education Review* **8**, (2009).

- [48] D. J. Stork and T. F. Slater, Contemporary Discipline-Based Astronomy Education Research Study of K-12 Teachers' Astronomy Knowledge Using the Test of Astronomy Standards, 2014.
- [49] A. Sule and S. Jawkar, *Teacher's Misconception in Curricular Astronomy*, EPJ Web Conf **200**, 1012 (2019).
- [50] K. Kiroglu, *Students Are Not Highly Familiar with Astronomy Concepts--But What about the Teachers?*, J Educ Train Stud **3**, 31 (2015).
- [51] J. Mant, *A Survey of British Primary School Teachers' Understanding of the Earth's Place in the Universe*, Educational Research (Windsor) **37**, 3 (1995).
- [52] A. Tuominen, *Mistä Vuodenajat Johtuvat? Luokanopettajaopintoihin Hakeneiden Selityksiä Vuodenaikojen Vaihtelun Syille*, in *Oppiminen, Opetus Ja Opettajaksi Kasvu Ainedidaktisen Tutkimuksen Valossa - Turun Ainedidaktisen Symposiumin Esityksiä 11.2.2011*, edited by E. Yli-Panula, A. Virta, and K. Merenluoto (Opettajankoulutuslaitos, Turun yliopisto, Turku, 2012), pp. 80–89.
- [53] J. Ojala, *Lost in Space? The Concepts of Planetary Phenomena Held by Trainee Primary School Teachers*, International Research in Geographical and Environmental Education **6**, 183 (1997).
- [54] J. Dunlop, *How Children Observe the Universe*, Publications of the Astronomical Society of Australia **17**, 194 (2000).
- [55] Vosniadou, Stella, Brewer, and William F, A CROSS-CULTURAL INVESTIGATION OF CHILDREN'S CONCEPTIONS ABOUT THE EARTH, THE SUN AND THE MOON: GREEK AND AMERICAN DATA, 1990.
- [56] S. Serttaş and A. Yenilmez Türkoğlu, *Diagnosing Students' Misconceptions of Astronomy Through Concept Cartoons*, Participatory Educational Research (PER) **Vol. 7**, 164 (2020).
- [57] A. Lelliott and M. Rollnick, *Big Ideas: A Review of Astronomy Education Research 1974-2008*, Int J Sci Educ **32**, 1771 (2010).
- [58] J. D. Bransford and M. S. Donovan, *How Students Learn: Science in the Classroom*, 1st ed. (National Academies Press, Washington, D.C, 2004).
- [59] M. Cox, A. Steegen, and M. De Cock, *How Aware Are Teachers of Students' Misconceptions in Astronomy? A Qualitative Analysis in Belgium*, Science Education International **27**, 277 (2016).
- [60] A. Lightman and P. Sadler, *Teacher Prediction versus Actual Student Gain*, Phys Teach **31**, 162 (1993).
- [61] J. A. Morrison and N. G. Lederman, *Science Teachers' Diagnosis and Understanding of Students' Preconceptions*, Science Education (Salem, Mass.) **87**, 849 (2003).
- [62] E. Brunsell and J. Marcks, *Identifying A Baseline for Teachers' Astronomy Content Knowledge*, Astronomy Education Review **3**, (2004).

- [63] M. Koskiniemi, *Matemaattisen ajattelun testin pois jäämisen vaikutus luokanopettajaopiskelijoiden fysiikan osaamisen tasoon*.
- [64] B. BEKTASLI, *The Relationship Between Preservice Science Teachers' Attitude Toward Astronomy and Their Understanding of Basic Astronomy Concepts*, *International Journal Of Progressive Education* **12**, 108 (2016).
- [65] P. Kind, K. Jones, and P. Barmby, *Developing Attitudes towards Science Measures*, *Int J Sci Educ* **29**, 871 (2007).
- [66] M. Ahtee and J. Johnston, *Primary Student Teachers' Ideas about Teaching a Physics Topic*, *Scandinavian Journal of Educational Research* **50**, 207 (2006).
- [67] I. Hannula, *Need and Possibilities of Astronomy Teaching in the Finnish Comprehensive School*.
- [68] Turun yliopisto, *Turun Yliopiston Opetussuunnitelma 2022-2024*.
- [69] Helsingin yliopisto, *Helsingin Yliopiston Opetussuunnitelma 2023-2026*, Opetussuunnitelma 2023-2026.
- [70] Itä-Suomen yliopisto, *Itä-Suomen Yliopiston Opetussuunnitelma 2023-2024*.
- [71] Jyväskylän yliopisto, *Jyväskylän Yliopiston Opetussuunnitelma 2020-2024*.
- [72] Lapin yliopisto, *Lapin Yliopiston Opetussuunnitelma 2023*.
- [73] Oulun yliopisto, *Oulun Yliopiston Opetussuunnitelma 2023-2024*.
- [74] Tampereen yliopisto, *Tampereen Yliopiston Opetussuunnitelma 2023-2024*.
- [75] Åbo Akademi, *Åbo Akademi Studiehandbok 2022-2024*.
- [76] C. F. Quigley, D. Herro, and F. M. Jamil, *Developing a Conceptual Model of STEAM Teaching Practices*, *Sch Sci Math* **117**, 1 (2017).
- [77] N. J. Graham and L. Brouillette, *Using Arts Integration to Make Science Learning Memorable in the Upper Elementary Grades: A Quasi-Experimental Study*, *Journal for Learning through the Arts* **12**, (2017).
- [78] D. Henrkisen, M. DeSchryver, and P. Mishra, *Rethinking Technology & Creativity in the 21st Century Transform and Transcend: Synthesis as a Trans-Disciplinary Approach to Thinking and Learning*, *TechTrends* **59**, 5 (2015).
- [79] R. Rosen-O'Leary and E. G. Thompson, *STEM to STEAM: Effect of Visual Art Integration on Long-Term Retention of Science Content*, *Journal for Leadership and Instruction* **18**, 32 (2019).
- [80] S. An, M. M. Capraro, and D. A. Tillman, *Elementary Teachers Integrate Music Activities into Regular Mathematics Lessons: Effects on Students' Mathematical Abilities*, *Journal for Learning through the Arts* **9**, (2013).

Liitteet

Liite 1. Tähtitieteen lyhyt oppimäärä luokanopettajille – ideoita avaruusaiheiden opetukseen