



Argumentaatiotaitojen harjoittaminen ekosysteemiopetuksessa: aiheena yhteiskunnallis-luonnontieteelliset ilmiöt

EIJA YLI-PANULA, EILA JERONEN JA MARKO TELENIOUS

eija.yli-panula@utu.fi
Turun yliopisto, opettajankoulutuslaitos

Tiivistelmä

*Tutkimuksessa tarkastellaan lukiolaisten argumentointitaitojen harjoittamiseen tarkoitettuja biologian ja maantieteen opettajaopiskelijoiden (n=39) laa-
timia tehtäviä sekä heidän laatimiaan mallivastauksia näihin tehtäviin. Lisäksi
pohditaan, mitä tehtävät ja vastaukset kertovat opettajaopiskelijoiden käsityk-
sistä ekosysteemeistä, niiden ilmiöistä ja niihin liittyvistä yhteiskunnallis-luon-
nontieteellisistä (YLU)-aiheista. Tehtävät ja vastaukset analysoitiin sisällönana-
lyyttisesti. Tuloksista havaittiin, että opettajaopiskelijoiden laatimat tehtävät
käsittelivät metsä- ja vesiekosysteemejä sekä Australian luontoa. Pääosin ne
olivat pohdintatehtäviä ja sisälsivät vähän argumentaatiolle tyypillistä päätök-
sentekoa ja soveltamista. Vain neljässä vastauksessa 39:sta määriteltiin YLU-on-
gelma. Tutkimuksen tulokset osoittavat, että opettajaopiskelijoilla ei ole selkeää
käsitystä ekosysteemien ilmiöiden YLU-aiheista ja -ongelmista. Opettamiseen
tulisikin eksplisiittisesti sisällyttää luonnontieteellisiin todisteisiin perustuvaa
päättelyä vaativia YLU-aiheita.*

Avainsanat

*aineenopettajaopiskelijat, ekosysteemi, ilmiöt, yhteiskunnallis-luonnontieteelli-
set aiheet, argumentaatiotaidot*

Phenomena-based socio-scientific issues in practicing argumentation skills in teaching ecosystems

Abstract

This study examines tasks constructed by student teachers of biology and geography that aim to teach high school students argumentation skills. The participants (n=39) drafted and answered their own socio-scientific issues (SSI)-themed task. In addition, we consider what kinds of perceptions of ecosystems, of their phenomena and related SSI are transmitted through these tasks and answers. The tasks and answers were analyzed using content analysis. The tasks created by the student teachers focused on forest and aquatic ecosystems and Australian nature. The tasks supporting the practice of argumentation were mainly in the form of "discussion". They contained little decision-making and implementation typical of argumentation. Only four of the 39 responses defined the SSI. The results of the study showed that the biology and geography student teachers did not have a clear understanding of SSI regarding ecosystems and their phenomena. Teaching should therefore explicitly include socio-scientific problems that require reasoning based on scientific evidence.

Keywords

subject student teachers, ecosystems, phenomena, socio-scientific issues, argumentation skills

Johdanto

Keskeinen tavoite luonnontieteiden opetuksessa on luonnontieteellinen lukutaito (Zeidler 2015). Luonnontieteellinen lukutaito merkitsee, että henkilö tietää ja ymmärtää, miten luonnontieteellistä tietoa luodaan ja kehitetään, mihin sitä tarvitaan ja miten sitä käytetään sekä tehtäessä henkilökohtaisia päätöksiä että osallistuttaessa yhteiskunnalliseen, kulttuuriseen ja taloudelliseen toimintaan (Bybee 1991, 1997; Bybee, Powell & Ellis 1991; Glaze 2018). Luonnontieteellistä lukutaitoa voidaan kehittää esimerkiksi opettamalla argumentaatiotaitoa eli oman näkemyksen perustelemista yhteiskunnallis-luonnontieteellisissä (YLU) -aiheissa. YLU-aiheet soveltuvat erinomaisesti argumentaatiotaitojen harjoittamiseen, sillä niillä tarkoitetaan kiistanalaisia ja jäsentymättömiä yhteiskunnallisia kysymyksiä tai ongelmia, jotka liittyvät luonnontieteisiin käsitteellisten, menettelyllisten tai teknologisten siteiden kautta (Sadler & Donnelly 2006). Joissakin YLU-aiheissa (kuten ilmastonmuutos) voidaan käsitellä ihmisen ja ympäristön hyvinvointia globaalilla tasolla ympäristökasvatuksen 'ajattele globaalisti' -idean mukaisesti (Gough 2013). Toisissa taas voidaan tutkia paikallisia tai alueellisia kysymyksiä (esimerkiksi luonnon monimuotoisuus ja perinteisen tiedon suojelu) ja niiden vaikutuksia paikalliseen elämään tai alueen kulttuuriin (vrt. Juntunen & Näkkäläjärvi 2011). Näin YLU-aiheet tarjoavat opiskelijoille mahdollisuuksia tarkastella ekosysteemien ilmiöitä toisaalta konkreettisella ja toisaalta abstraktisella tasolla ekologisen, sosiaalisen ja taloudellisen kestävyuden näkökulmasta.

Myös tutkimusten mukaan YLU-aiheet ovat tärkeä osa luonnontieteiden (Duschl & Osborne 2002) ja biologian opetusta (Saad, Baharom & Mokhsein 2017), kun tavoitteena on ympäristöllisten, henkilökohtaisten, yhteiskunnallisten, eettisten ja moraalisten näkökantojen kriittinen huomioonottaminen sekä taito toimia tältä pohjalta (Hodson 2014). Opiskelijoiden ymmärrystä ja toimintakykyä voidaan kehittää sitouttamalla heidät tieteelliseen argumentaatioon (Driver, Newton & Osborne 1998; Duschl 2008; Duschl ym. 2002). Osbornen, MacPhersonin, Pattersonin ja Szun (2012) mukaan tieteellinen argumentaatio on toimintaa, joka edistää kriittistä päättelyä ja päätöksen tekoa.

Yleensä argumentoinnilla tarkoitetaan kirjallista tai suullista viestintää, esitettyjen uskomusten ja väitteiden perustelemista, pyrkimyksenä vaikuttaa kuulijoihin, heidän mielipiteisiinsä tai uskomuksiinsa (Hollihan & Baaske

1994). Tieteellinen argumentointi taas tarkoittaa henkilön kykyä tukea tai kritisoida jotakin ideaa, selitystä tai johtopäätöstä tiedeyhteisön tukemien arvojen (Norris, Phillips & Osborne 2008) ja kriteerien pohjalta (Helsingin yliopisto n.d.). Keskeinen kriteeri hyväksynnälle on tutkimukseen perustuva näyttö. Argumentointi onkin tieteelliseen lukutaitoon kuuluva perustaito (Sadler 2004a), joka käsittää tekstien ymmärtämisen, analysoinnin ja kriittisen aineiston arvioinnin sekä hypoteesien laadinnan (Norris & Phillips 2003). Lisäksi siihen kuuluu kyky prosessoida ja keskustella opetuksellisesta aiheesta (Sampson & Clark 2008). Argumentoinnilla on vahva asema luonnontieteiden opetuksessa, jonka ytimenä on tieteellinen tieto (Latour & Woolgar 1986) ja sitä koskeva kasvatuksellinen (Osborne, Erduran & Simon 2004) ja sosiokulttuurinen pohdinta (Lemke 2001).

Myös Suomen voimassa oleva lukion opetussuunnitelma velvoittaa argumentointiin eri oppiaineissa (Opetushallitus 2019). Sanaa argumentaatio (”argumen”) on käytetty siinä peräti 56 kertaa. Sen sijaan ilmaisua yhteiskunnallis-luonnontieteellinen ongelma tai aihe (engl. socio-scientific issue, SSI) ei ole mainittu lainkaan, vaikka YLU-ongelmat ja -aiheet linkittyvät toiminnan kautta muun muassa kestävään tulevaisuuteen, kestäväen kehityksen mukaiseen elämään ja kestävien innovaatioiden edistämiseen. Nämä aiheet taas liittyvät vahvasti YK:n agenda 2030 tavoitteisiin, joihin lukion opetussuunnitelman arvoperusta (Opetushallitus 2019, 17) pohjaa.

Argumentaatiotaitoja voidaan harjoitella käyttämällä erilaisia työtapoja ja oppimisympäristöjä. Esimerkiksi biologiassa argumentointia opiskellaan perustelemalla valittuja tutkielman tai esseen aiheita ja käytettyjä tutkimusmenetelmiä, kommentoimalla toisten tekstejä/esityksiä tai puolustautumalla toisten kritiikiltä sekä luokkaympäristössä että virtuaaliympäristössä (Telenius, Yli-Panula, Vesterinen & Vauras 2020). Argumentoinnin opiskelussa on tärkeää oppia tunnistamaan oman ja toisten argumentointien heikkoudet ja vahvuudet sekä antamaan palautetta päämääränä löytää ongelmaan pätevin selitys.

Suomessa YLU-aiheita koskevan argumentoinnin opetusta lukion biologiassa on tutkittu vähän. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan lukiolaisten argumentointitaitojen harjoittamiseen tarkoitettuja biologian ja maantieteen opettajaopiskelijoiden (n=39) laatimia tehtäviä sekä heidän mallivastauk-

siaan näihin tehtäviin. Lisäksi pohditaan, mitä tehtävät ja vastaukset kertovat opettajaopiskelijoiden käsityksistä ekosysteemeistä, niiden ilmiöistä ja niihin liittyvistä yhteiskunnallis-luonnontieteellisistä (YLU)-aiheista. Huolimatta YLU-aiheiden monista tarttumapinnoista luonnontieteisiin, luonnontieteellisten oppiaineiden opettajat voivat kokea YLU-aiheet vaikeiksi opettaa niiden kiistanalaisuudesta, moninäkökulmaisuuudesta ja eettistä pohdintaa painottavasta lähestymistavasta johtuen (Lundqvist & Sund 2018). Tämän tutkimuksen tavoitteena on tukea biologian opettajia ekosysteemejä ja niiden ilmiöitä koskevien YLU-aiheiden opettamisessa ja lukiolaisten argumentointitaitojen kehittämisessä.

Ekosysteemit, niiden aiheet ja ilmiöt ekosysteemiopetuksessa

Aiempien tutkimusten mukaan opettajaopiskelijoiden tiedot ekosysteemeistä ja niiden ilmiöistä ovat puutteellisia (esim. Palmberg, Jonsson, Jeronen & Yli-Panula 2016; Salahudin, Mahmood & Javed 2017). Opettajaopiskelijat kuitenkin arvostavat ekosysteemien ja niiden ilmiöiden opettamista (esim. Nupponen, Björn & Kärkkäinen 2019; Palmberg ym. 2016; Palmberg, Hermans, Jeronen, Kärkkäinen, Persson & Yli-Panula 2018; Yli-Panula, Jeronen, Seiko-Ahlström & Ruotsalainen 2017). Nupposen, Björnin ja Kärkkäisen (2019) tutkimuksessa opettajaopiskelijat pitivät tärkeänä oppimisen paikkana metsää. Käsitystään he perustelivat sillä, että oppilaat tarvitsevat tietoja ekologiasta, ekosysteemeistä ja eliöyhteisöistä sekä ympäristöongelmien syistä ja seurauksista. Ilmastonmuutos ja ihmisen toiminnan vaikutukset ekosysteemeihin ja eliöyhteisöihin huolestuttivat heitä. Luonnon monimuotoisuus sekä luonnon ja biologisen monimuotoisuuden säilyttäminen tuleville sukupolville oli heistä tärkeää. Palmbergin ym. (2016, 2018) ja Yli-Panulan ym. (2017) tutkimukset taas ovat osoittaneet, että opettajaopiskelijat pitävät kestävä kehityksen kannalta tärkeänä sekä kasvi- että eläinlajien opetusta. Yli-Panulan ym. (2017) tutkimuksessa opettajaopiskelijat painottivat lajintuntemuksen lisäksi myös suomalaisen luonnon ja sen erityispiirteiden, ekologisten aiheiden kuten ravintoketjujen sekä erilaisten biologisten ilmiöiden kuten fotosynteesin opetusta. He perustelivat käsitystään ekologisilla, emotionaalisilla, kasvatuksellisilla ja hyötynäkökulmilla.

Edellä kuvatut lähestymistavat luonnon monimuotoisuuteen perustuvat ihmiskeskiseen käsitykseen, jonka mukaan luontoa on suojeltava biologisena

resurssina ihmiskunnan hyvinvoinnin ja elossa säilymisen turvaamiseksi (Wals 2014). Kuitenkin ympäristökriisin ja ihmisten aiheuttamien lajien sukupuuttoaaltojen (Ehrlich & Wilson 1991) vuoksi opetuksessa olisi otettava huomioon myös luonnon monimuotoisuuden itseisarvo. Ekosysteemiopetuksen johtajatuksena tulisi olla Wilsonin (1992) ”one planet, one experiment” -ajatus, jonka mukaan ekosysteemi romahtaa, jos riittävä määrä sen avainlajeista kuolee sukupuuttoon johtaen todennäköisesti jäljelle jääneidenkin lajien tuhoutumiseen. Ihmiskunta on täysin riippuvainen ekosysteemien sopeutumisesta, ja luonnon monimuotoisuus on evolutiivisen sopeutumisen elinehto (Wals 2014). Tästä seuraa, että ihmisten on suojeltava kaikin mahdollisin keinoin luonnon monimuotoisuutta (Wood 1997). Tämä taas vaatii luonnontieteellistä lukutaitoa, jota voidaan opettaa tutkimalla YLU-aiheita ja keskustelemalla niistä (Wals 2014).

Yhteiskunnallis-luonnontieteelliset aiheet ja niiden luonne

Yhteiskunnalliset ja luonnontieteelliset asiat ja ilmiöt risteävät yhä useammin keskenään johtuen luonnontieteiden ja teknologian kehityksestä (Jasanoff 2004). Teknologian kehitystä ja sen vaikutuksia ympäristöön tulisi tarkastella toisaalta erilaisten yhteiskuntien näkökulmista (Huckle 1991) ja toisaalta luonnon monimuotoisuuden näkökulmasta (Wals 2014). Luonnon monimuotoisuutta koskevan keskustelun taas tulisi perustua luonnontieteellisiin käsityksiin siitä, mitä nämä vaikutukset ovat ja miten ne vaikuttavat. Lisäksi tulisi pohtia sitä, mikä merkitys näillä vaikutuksilla on. Viimeksi mainittu ei kuitenkaan ole vain luonnontieteellinen vaan myös yhteiskunnallinen kysymys. Rakentavaa keskustelua varten tarvitaan ympäristötietoa ja sitä koskevaa ympäristönlukutaitoa (ICEE 1997). Ympäristönlukutaito on taitoa havainnoida, aistia ja tulkita ympäristöä sekä siinä tapahtuvia muutoksia (Finto 2020). Ympäristönlukutaidon omaavan ihmisen tulee hallita myös luonnontieteellinen lukutaito siinä määrin, että hän ymmärtää luonnontieteiden ja teknologian mahdollisuuksia ratkaista inhimillisiä ongelmia ja päinvastoin inhimillisten ongelmien vaikutuksia luonnontieteisiin ja teknologiaan (Wals 2014). YLU-aiheet tarjoavat erinomaisen mahdollisuuden opettaa sekä ympäristönlukutaitoa että luonnontieteellistä lukutaitoa. YLU-aiheita, kuten esimerkiksi bioteknologiaa ja ilmastonmuutosta (Fleming 1986) sekä luonnon monimuotoisuutta koskevia kysymyksiä (Wals 2014), onkin sisällytetty luonnontieteiden opetukseen.

Sadlerin (2004b) mukaan YLU-aiheiden tulee olla ajankohtaisia ja opiskelijoiden näkökulmasta relevantteja. Hän on suositellut, että niiden tulee käsitellä paikallisia ilmiöitä tai olla sellaisia, jotka auttavat opiskelijoita ymmärtämään, miten jokin globaali aihe liittyy heihin itseensä. YLU-aiheiden tulee aina sisältää vastakkaisia näkökulmia sekä yhtymäkohtia luonnontieteelliseen tietoon ja sallia opiskelijoiden välinen vapaa keskustelu (Hofstein, Eilks & Bybee 2011; Stolz, Witteck, Marks & Eilks 2013). Vapaan keskustelun mahdollisuudesta voidaan huolehtia esimerkiksi käyttämällä sellaisia YLU-aiheeseen sopivia toisistaan poikkeavia näkökulmia, jotka eivät loukkaa tai eristä ketään (Marks & Eilks 2010). Zeidler ja Sadler (2008) korostavat lisäksi, että YLU-aiheiden tulee olla todellisen elämän ongelmia, joita ei ole vielä ratkaistu ja jotka vaativat moraalista päättelyä ja haastavat opiskelijoiden normatiivisia odotuksia. YLU-aiheisiin liittyviä ongelmia ratkovan opiskelijan pitää myös tehdä päätelmänsä luonnontieteellisen tiedon pohjalta ja ottaa huomioon moraaliset arvot osana päättelyä (Evagorou & Osborne 2013).

Ongelmien moniulotteisuus mahdollistaa sen, että opiskelijat voivat hyödyntää argumentaationsa tukena aiempia tietojaan (esim. Dawson & Venville 2010; Erduran, Simon & Osborne 2004; Zeidler ym. 2008). Oppimisen ytimen muodostaa tällöin henkilökohtaisten, yhteiskunnallisten, taloudellisten ja ympäristöön liittyvien sekä eettisten ja moraalisien näkökantojen kriittinen huomioiminen sekä tämän pohjalta toimimistaitojen kehittäminen vaikkapa ratkaisukeskeisesti pohtimalla tai argumentoimalla (Hodson 2014).

Argumentaatio, argumentointi ja argumentti

Argumentaatio on perustelutapa ja prosessi (Duschl ym. 2002), jossa argumentin tavoitteena on taata väitteen oikeellisuus (van Eemeren & Grootendorst 2004). Se voi olla puhetta tai tekstiä (Özer Keskin, Keskin Smanci & Yaman 2013) sekä spontaania että tieteellistä argumentointia. *Argumentointi* on keino vakuuttaa kuulija käsiteltävästä asiasta ja sen sidonnaisuuksista. Belland, Gu, Kim ja Turnerin (2016) mukaan se on johtopäätösten tekemistä loogisen päättelyn avulla. Tieteellinen argumentointi perustuu keskeisten käsitteiden käyttöön (Driver ym. 1998).

Argumentti vaatii taustalle aina väitteen (Gauthier 2006). Sen taustatukena toimivat todiste tai todisteet, joiden pitävyyttä argumentoinnissa testataan

(Belland, Gu, Armbrust & Cook 2015). Kneupper (1978) vahvisti Toulminin (1958) esittämän ajatuksen argumentista argumentoinnin perusyksikkönä. Argumentin keskeisiä osia ovat lähtötieto, perustelu ja väite. Argumentin vällinnaisia osia taas ovat varaukset, taustatuki ja tarkennukset (Kneupper 1978) sekä argumentin rakenteeseen perustuvat ominaisuudet kuten *hyvyys ja pätevyys* (Abi-El-Mona & Abd-El-Khalick 2011). Argumentin rakenteeseen rinnastetaan usein argumentin hyvyys (Chang & Chiu 2008; Feierabend, Stuckey, Nienabe & Eilks 2012). Tieteellisesti päteviä tietoja ja käsitteitä sisältävät perustelut ovat keskeinen osa hyvää argumenttia (Zohar & Nemet 2002). Argumentti on pätevä, jos se vakuuttaa lukijan ja kuulijan väitteen oikeellisuudesta (Bowell & Kingsbury 2013).

Argumentaation mallit ja kaaviot tutkimuksessa

Argumentaatio on monivaiheinen tapahtuma ja argumentoinnin tutkimuksessa tarkastellaan näitä vaiheita eri tavoin painottaen (liite 1, taulukko 1). Myös argumentaatioaiheeseen liittyvä konteksti vaikuttaa argumentoinnin analyysiin. Toulminin (1958, 2003) argumentaatiomallia pidetään argumentoinnin tutkimuksen perustana. Se soveltuu koulukontekstiin, sillä siinä tarkastelu rajoittuu suhteellisen lyhyisiin argumentteihin. Myös Schwarzin, Neumanin, Gilin ja Ilyan (2003) mallissa tarkastellaan argumentaatioprosessin rakennetta. Molemmat mallit sisältävät seuraavat argumentin osat: lähtötieto, perustelut, varaus (ilmaisee väitteen paikkansa pitävyyden), vasta-argumentti (ilmaisee tilanteen väite ei tosi), tarkennukset ja väite. Lawsonin (2003) mallissa taas tarkastellaan opiskelijan laatimien argumenttien yhteneväisyyttä luonnontieteilijöiden argumenttien kanssa ja keskitytään perusteluihin ja perinteiseen empiiriseen hypoteesien testaamiseen.

YLU-ongelmien ratkaisujen ytimessä on sosiaalinen konteksti. Kuhnin, Zillmerin, Crowellin ja Zavalan (2013) ja Jiménez-Aleixandren ja Puigin (2012) malleissa korostetaan argumentatiivisen kyvykkyyden kehittymistä sosiaalisen kontekstin näkökulmasta. Väitteen laadinnassa kiinnitetään huomiota sosiaalisen tilanteen normeihin sekä episteemiseen että behavioristiseen normiin. Kuhn (2010) pitää tärkeänä käsitysten muodostamista oppiaineen näkökulmasta ja painottaa korkeampitasoisen pohdinnan edistämistä.

Biologian ekologiin sisältöalueisiin ja niiden YLU-aiheisiin liittyvää argumentaatiota on tutkittu esimerkiksi paikallisen joen veden laadun (Belland ym. 2015; Belland ym. 2016), ilmastonmuutoksen ja autottoman koulun (Feierabend ym. 2012) sekä lepakoiden biodiversiteetin suojelun näkökulmista (Lee & Grace 2010). Hopkins ja Tran (2019) laativat YLU-aiheita ja biologista argumentaatiota käsittelevistä tutkimusartikkeleista (n=11) meta-analyttisen kartoituksen, ja havaitsivat, että kymmenessä tutkimuksessa opiskelijoiden argumentaatio oli parantunut, ja vain yhdessä tietokonepohjaisen tuen vaikutusta koskeneessa tutkimuksessa positiivista vaikutusta ei havaittu (Belland ym. 2015).

Tutkimustehtävä ja tutkimuskysymykset

Tässä laadullisessa tutkimuksessa tarkastellaan biologian ja maantieteen opettajaopiskelijoiden lukion opiskelijoille laatimia yhteiskunnallis-luonnontieteellisiä (YLU) aiheita sisältäviä tehtäviä ja heidän vastauksiaan näihin tehtäviin. Lisäksi pohditaan tehtävien ja vastausten laadullisen sisällönanalyysin pohjalta, millaisia käsityksiä opettajaopiskelijoilla on ekosysteemeistä, niihin liittyvistä ilmiöistä ja YLU-aiheisiin liittyvistä ongelmista. YLU-aiheiden ja ongelmien käsittelyn opetuksessa on todettu tukevan opiskelijoiden argumentaatiotaitojen kehittymistä. Koska aihetta on suomalaisessa biologian opetuksessa tutkittu vähän, halusimme tarkastella opettajaopiskelijoiden laatimia tehtäviä ja vastauksia myös argumentaatiotaitojen harjoittamisen näkökulmasta. Tutkimuskysymykset olivat seuraavat:

1. Mitä ekosysteemejä, niiden ilmiöitä ja tarkastelunäkökulmia opettajaopiskelijat valitsivat laatimiinsa tehtäviin?
2. Millaisia olivat opettajaopiskelijoiden laatimat tehtävät tunnettujen argumentaatiomallien valossa, ja miten ne tukevat lukiolaisten argumentaatiotaitojen kehittymistä?

Aineisto ja menetelmät

Aineisto tutkimukseen on kerätty lukuvuosien 2018–2020 aikana pedagogisten opintojen yhteydessä. Tutkimukseen osallistui 42 opettajaopiskelijaa. Heistä 39 antoi tutkimusluvan. Opettajaopiskelijoiden tuli laatia viikon aikana

lukion opiskelijoille tehtävä, joka sisälsi jonkin ekosysteemeihin ja niiden ilmiöihin liittyvän YLU-aiheen. Heidän tuli myös vastata tehtäväänsä. Vastauksen pituudeksi määriteltiin 2–3 sivua. Tehtävän laatimiseen ja siihen vastaamiseen oli lupa käyttää kaikenlaista materiaalia (esim. tekstejä, kuvia, karttoja ja taukukoita). Tehtävän laatiminen lukiolaisille ja siihen vastaaminen oli osa opettajaopiskelijoiden pedagogisia opintoja.

Tehtävän asettelu oli seuraava: *Laadi johonkin australialaisaasialaiseen metsä-tai makean veden ekosysteemiin (ei suurekosysteemiin) liittyvä ilmiöpohjainen ja sosiotieteellisen ongelman omaava biologian tai maantieteen tehtävä (maksimi 1 sivu), joka soveltuu suomalaiseen lukioon. Testaat tällä tehtävällä opiskelijoiden oppimista/osaamista uuden Bloomin taksonomian mukaisesti. Ratkaise tehtävä ”paperilla” (artikkelitekstissä mallivastaus tehtävään) käyttäen perusteluissa auki kirjoitettuja Bloomin taksonomiatasoja. (Bloomin taksonomiatasoja ei tarkastella tässä artikkelissa.)*

Opintojen aikana mainittiin YLU-aihe yleisesti määrittelemättä käsitettä tarkemmin. Opettajaopiskelijoiden tuli itse varmentaa määritelmä osana toista opintojaksoa ja esitellä laatimansa tehtävän YLU-ongelma.

Vastaukset analysoitiin sisällönanalyysillä. Kaksi tutkijaa luokitteli ja kvantifioi vastaukset aineistolähtöisesti (tutkimuskysymys 1) ja teoriaohjaavasti (argumentatiivinen tuki, tutkimuskysymys 2). Opettajaopiskelijoiden laatimia tehtäviä ja vastauksia analysoitiin myös argumentoinnin antaman tuen näkökulmasta. Tämä siksi, että YLU-aiheiden tarkastelu ja ongelmien ratkaiseminen vaativat aina perusteluja ja argumentointia. Aikaisempien argumentointitutkimusten mukaan vastauksia voidaan analysoida neljän lähestymistavan perusteella; (I) ilmiön tekeminen ymmärrettäväksi (Berland & Reiser 2009; Kuhn & Reiser 2005; Sampson ym. 2008; Sandoval 2003), (II) riittävän ja käytökelpoisen selityksen luominen (Lawson 2003; Sandoval 2003), (III) selityksen perusteleva asianmukaisin todistein ja päättelyin (Erduran ym. 2004; Kuhn ym. 2005; Sandoval 2003) ja (IV) selityksen validointi ja hyväksyttävyyden arviointi (Kuhn ym. 2005), selityksen tai toimenpiteen kestävyuden varmistus kaiken edellä todetun perusteella. Edellä mainittujen tutkimusten perusteella nämä lähestymistavat ilmaisevat asioita, joissa opiskelijoilla on vaikeuksia tieteellisessä argumentoinnissa ja joissa he tarvitsevat tukea. Näihin neljään lähestymistapaan perustuu argumentoinnin analysointi myös

tässä tutkimuksessa. Vaiheet vastaavat Eggertin ja Bögeholzin (2006) mallin (liite 1, taulukko 2) kolmea vaihetta; esivalinta (I), arvioinnin ja päätöksen-
teon valinta (II, III) sekä jälkivalinta eli implementaatiovaihe (IV). Myös tätä
mallia käytettiin soveltuvin osin tässä tutkimuksessa tukemaan argumentoin-
nin analyysiä. Opettajaopiskelijoiden tehtävänasettelua ja mallivastauksen
sisältöä tarkasteltiin suhteessa näihin kolmeen vaiheeseen. Mikäli tehtävässä
tai mallivastauksessa oli mainittu esimerkiksi esivalintavaiheelle tyypillinen
tiedonetsintä, niiden katsottiin sisältävän vaiheen I ominaisuuksia. Jos taas oli
esitetty ilmiön ratkaisuun liittyviä arvoja tai toiveita (yksikin asia riitti), tehtä-
vänasettelu tai mallivastauksen sisältö sijoitettiin arvioinnin ja päätöksenteon
valintavaiheeseen. Jälkivaiheeseen luokiteltiin ne tehtävät ja mallivastaukset,
joissa esitettiin esimerkiksi ekosysteemin ilmiötä koskeva sovellus tai toimen-
pide, joka liittyy tiedonetsinnän tai päätöksentekoprosessien kehittämiseen.

Analysoinnin alussa tehtävien asetteluista poimittiin ja listattiin kaikki mai-
nitut ekosysteemit, niiden sijainti maapallolla ja ekosysteemeihin liittyvät
ilmiöt. Mainitut ekosysteemit edustivat sekä metsä- ja vesiekosysteemejä.
YLU-aiheisiin liittyvät tehtävät listattiin myös eri kysymyssanoilla (mitä, mil-
lainen jne.) alkaviin tehtäviin, pohdintatehtäviin, toteamuksiin perustuviin
tehtäviin ja väitetehtäviin argumentaation tarkastelun tukemiseksi.

Tutkimuksessa keskityttiin monimutkaisten luonnontieteellis-yhteiskunta-
tieteellisten ilmiöiden tutkimiseen ja analysoitiin niitä argumentaation näkö-
kulmasta. Tutkimuksen luotettavuutta pyrittiin parantamaan kahden tutkijan
rinnakkaisanalyysillä, jotka pohjasivat sekä aineistolähtöiseen että teoriaoh-
jaavaan analyysitapaan. Teoriaohjaavassa analyysissä hyödynnettiin tunnet-
tua Toulminin (1958) argumentatiivista teoriaa.

Tulokset

Ekosysteemit, niiden ilmiöt ja niihin liitetyt
yhteiskunnallis-luonnontieteelliset ongelmat

Opettajaopiskelijat mainitsivat metsäekosysteemin (20 mainintaa), vesieko-
systeemin (15) ja riisipeltoekosysteemin (1). Kahdessa vastauksessa ekosys-
teemiksi oli kirjattu yleisesti Australian luonto ja yhdessä vastauksessa ei

mainittu ekosysteemiä lainkaan. Ekosysteemejä koskevat ongelmat liitettiin globaaleihin muutoksiin ja uhkiiin 34 vastauksessa. Globaaleina muutoksina mainittiin ilmastonmuutos, luonnon monimuotoisuuden väheneminen, hiilinielujen väheneminen, vieraslajit uhkana alkuperäiselle luonnolle, sukupuutot ja lajien häviämisen uhat esimerkiksi salametsästyksen seurauksena, vesistöihin kohdistuvat uhat ja ekosysteemikatastrofit. Viidessä vastauksessa globaaleja muutoksia ei mainittu.

Vain neljä opettajaopiskelijaa määritteli selvästi tehtävänsä sisältyvän YLU-ongelman. Kaikissa neljässä tehtävässä valittu aihe oli sidottu opetus-suunnitelmassa mainittuun lukion kurssiin ”Ekologia ja ympäristö” tai ”Ihminen ja luonnon vuorovaikutus”. Kolmessa tehtävässä YLU-ongelma sisältyi väitteeseen tai rooleihin ja yksi tehtävä perustui lähteeseen, jonka viitteeksi oli merkitty ”Morgan 2013”. Muiden opettajaopiskelijoiden tehtävissä YLU-ongelmaa ei määritelty eikä sitä kiteytetty suhteessa valittuun ekosysteemiin ja/ tai sen ilmiöön (esim. taifuuni tai öljynpora). Usein YLU-ongelma esiintyi vain mainintana tai kysymyksenä (esim. ihmisen vaikutus on läsnä; Arvioi, mitkä tekijät uhkaavat biodiversiteettiä; Pohdi, miten biodiversiteettiä voidaan suojella; Mitkä tekijät saattoivat tehdä pussihukasta alttiin sukupuutolle?). Näissä tapauksissa tutkijat etsivät ja muotoilivat YLU-ongelman vastauksessa kerrotun YLU-aiheen pohjalta.

Opettajaopiskelijat liittivät YLU-ongelmia 17 vastauksessa (n=20) metsäekosysteemiin (sademetsä 10, mangrove 4, lauhkean vyöhykkeen metsä 4, monsuunimetsä 2) ja 15 vastauksessa vesiekosysteemiin. Makean veden kuten Darling-Murray, Jangtse, Mekong tai Ganges -joen mainintoja yhdessä yhden järvi-ekosysteemin kanssa oli yhdeksän, suolaisen veden kaksi ja lisäksi kolme koralliekosysteemiä. Riisipeltoekosysteemistä oli yksi maininta.

YLU-ongelmiin ja ekosysteemeihin opettajaopiskelijat liittivät seuraavat ilmiöt:

- metsien muuttuminen, häviäminen tai metsähakkuut (9),
- luonnon monimuotoisuuden väheneminen (7),
- veden ja vesisekosysteemin muutokset esimerkiksi saastuminen (6),
- sään ääri-ilmiöt (4),
- koralliriutan tuhoutuminen (3),

- maastopalot (3) ja
- yksittäisinä mainintoina ravintoverkkojen tuhoutuminen, monsuuni, vieraslajien kuten kaniinien runsastuminen Australiassa, riisipeltoekosysteemin metaanin tuotto kasvihuonekaasuksi, kemikaalisiaostumat ja taudit, palmuöljyntuotanto ja öljyntuotanto.

Joissakin opettajaopiskelijoiden vastauksissa ilmiöitä oli tarkasteltu ihmisen negatiivisen ja positiivisen toiminnan näkökulmasta. Seuraavat esimerkit kuvaavat eri ekosysteemeihin liitettyjä YLU-ongelmia.

Metsäekosysteemi:

- mangrovemetsien hävittämisen vaikutukset paikallisesti, alueellisesti ja globaalisti,
- palmuöljyn tuotanto Borneon sademetsissä, viljelmien sosiaaliset vaikutukset alueen asukkaisiin ja niiden aiheuttama huono ihmisoikeustilanne,
- Uuden Etelä-Walesin maastopalot ja muut sään ääri-ilmiöt ja niiden vaikutus alueen asukkaille,
- ketkä ovat yhteiskunnassa haavoittuvimmassa asemassa suhteessa maastopaloihin, mitä yhteiskunnallisia ja ympäristöongelmia metsähakkuisiin liittyy Borneolla,
- Kaakkois-Aasian eliöiden uhanalaisuusuhde ihmistoimintaan, ihmisten elinkeinotoiminta, kasvavan väestön vaatima tila,
- elinympäristöjen tuhoutuminen ja vaurioituminen monimuotoisuuskeskuksissa (hotspoteissa) ihmisen toiminnan vaikutuksesta,
- sademetsien hakkuut, öljypalmujen istutus, uhanalaisten eliöiden tuhoaminen, suurimmat ongelmat liittyvät ihmistoimintaan, ratkaisuvaihtoehtojen keksiminen,
- maastopalojen positiiviset vaikutukset kasvillisuudelle ja negatiiviset vaikutukset ekosysteemille ja ihmiselle ja
- mangrovemetsien henkilökohtaisen, yhteiskunnallisen ja taloudellisen ympäristönäkökulman pohtiminen.

Vesiekosysteemi:

- patohankkeen vaikutus ympäristöön ja ihmisen toimintaan,
- vesinokkaeläimen suojelunäkökulma ja ihmisen tuomat vieraslajit,
- elinkeinot (kalastus, maanviljely, turismi) ja ihmistoiminnan vaikutus makean veden ekosysteemiin,
- koralliriuttaan liittyen ihmisen aikaansaamat kasvihuonepäästöt ja elinkeinotoiminnan harjoittaminen,
- valliriutan tuhoutuminen ja sen vaikutus asukkaiden elinkeinoon,

Australian luonto:

- ihmisen suorittama kaniinien istutus, metsästys ja viruksilla torjunta ja
- ihmisen sopeutuminen tai varautuminen äärimmäisiin sääoloihin luonnon huomioiden.

Yhteiskunnallis-luonnontieteelliset ongelmat lukiolaisten argumentaation tukena

Tarkastelimme myös sitä, miten YLU-aiheita käsitelleet tehtävät toimivat lukio-opiskelijoiden argumentaatiotaitojen kehittymisen tukena. Käsitteenä argumentaatio mainittiin vain yhden opettajaopiskelijan vastauksessa, samoin argumentatiivinen funktio. Jokainen vastaus (n=39) sisälsi esivalintavaiheessa mainitun YLU-aiheen, mutta itse YLU-ongelmaa ei juurikaan määritelty.

Kaikissa tehtävänasetteluissa ja mallivastauksissa esitettiin luontoon liittyvä tehtävä, esimerkiksi luonnon monimuotoisuuden säilyminen tai erilaiset luonnon ekosysteemiin kohdistuvat uhat, kuten rehevöityminen. Luontoa koskeva ekologinen pohjatieto, tiedonetsintä, perustiedot tai viite annettuun tietoon sisältyivät myös jokaiseen tehtäväasetteluun (esim. 'jo oppimasi pohjalta', 'kuvan avulla', linkkeinä, kirjallisuusviitteinä). Näillä keinoin pyrittiin varmistamaan, että ilmiöt, kuten ilmastonmuutos tai esimerkiksi maastopalo, ja ekosysteemit ilmiöineen tulivat ymmärretyiksi.

Opettajaopiskelijoiden YLU-ongelmiin liittämät tehtävät sisälsivät kysymysanoilla alkavia tehtäviä, pohdintatehtäviä, toteamuksiin perustuvia tehtäviä ja väitetehtäviä. Näistä argumentaatiota tukevat etenkin pohdintatehtävät, sil-

lä ne mahdollistavat erilaisten käyttökelpoisten selitysten luomisen. Tehtävänasettelussa käytetty termi ”pohdi” jäi yleensä toteamisen tasolle eikä sitä tuettu lisäämäärein kuten pohdi perusteluin, asianmukaisin todisteluin tai päättelyin. Argumentaatioon liittyvää selitysten perustelujen hyväksyttävyyden arviointia ei ollut kuin kolmen opettajaopiskelijan vastauksessa.

Muuten argumentaation valintavaihetta edustavaa arviointia esiintyi 33 vastauksessa. Vastauksissaan opettajaopiskelijat arvioivat esimerkiksi lähdemateriaalia, sen luotettavuutta ja oikeellisuutta. Lisäksi he arvioivat aiheena ollutta ilmiötä, tuotoksen oikeellisuutta ja laatua, toimenpiteiden realistisuutta sekä omia tuotoksia ja päätelmiä. Lukiolaista ohjeistettiin oman toiminnan arviointiin kolmessa vastauksessa, jotka sisälsivät argumentaatiota tukevaa selitysten ja perustelujen hyväksyttävyyden arviointia, kuten eräässä tehtävänannossa esiintynyt kehoitus arvioida ’poliittisen kompromissin aikaansaamista vaiheineen’. Yhdessäkään tehtävänasettelussa tai lukiolaiselle laaditussa mallivastauksessa ei kiinnitetty huomioita lukiolaisen toiveisiin tai normeihin, vaikka yksilön ja yhteisön normit ja tunteet vaikuttavat valintoihin ja arviointiin.

Lopputuotosta arvioitiin 33:ssa lukiolaiselle laaditussa tehtävänasettelussa tai mallivastausesimerkissä, mutta arviointi ei tällöinkään kohdistunut argumentaatiolle tyypilliseen perusteluiden esittämiseen. Ihmisen toiminta otettiin huomioon lähinnä tehtävien vastauksissa. Sosiaalisista ja ekonomisista asioista oli vain lyhyitä mainintoja, kuten ”*paikallisten elinkeinot kärsivät*”, ”*ihmisen kestämatön toiminta*”.

Päätöksentekoprosessiin liittyvät seikat puuttuivat puolesta vastauksista, ja YLU-ongelman päätöksentekoprosessia kaikkine vaiheineen ei esitelty yhdessäkään vastauksessa. Vaiheista oli vain yksittäisiä ja yleisiä mainintoja esimerkiksi haittavaikutusten vähentämisestä tai eettisten ongelmien käsittelystä. Argumentaatiolle tyypillinen implementaatiovaihe (jälkivalinta) esiteltiin 22 vastauksessa, joissa käsiteltiin oman kaupungin ja sen kestäväen elinkeinorakenteen luomista Australiaan, kehittävien suojeluratkaisujen tuottamista, tehtävän laatimista projekteiksi, koralleista tai riutan eläimistä tehtyjen tuotteiden ostamatta jättämisestä, ja listan laatimista siitä, mitä itse voi tai ei voi käytännössä tehdä.

Pohdinta

Millaisia käsityksiä opettajaopiskelijoilla on ekosysteemeistä, niiden ilmiöistä sekä niihin liittyvistä YLU-ongelmista lukion biologiassa? Millaisilla YLU-ongelmia sisältävillä tehtävillä voidaan tukea opiskelijoiden argumentointitaitoja? Näillä kysymyksillä ja niitä koskevilla vastauksilla on merkitystä biologian opetukselle, jonka tavoitteena on kehittää ja tukea korkealaatuista ajattelu- ja toimintakykyä kestäväen kehityksen näkökulmasta (vrt. Hodson 2014).

Opettajaopiskelijoiden valitsemat aiheet kohdistuivat suurimmaksi osaksi metsä- ja vesiekosysteemeihin ja Australian luontoon. Metsäekosysteemin valinta opetuskohteeksi tukee Nupposen, Björnin ja Kärkkäisen (2019) tutkimusta, jonka mukaan opettajaopiskelijat arvostavat metsää oppimisasiheena. Tässä tutkimuksessa opettajaopiskelijoiden ilmaisemat ekosysteemejä koskevat huolet olivat myös joiltakin osin samoja kuin Nupposen ym. tutkimuksessa (esimerkiksi ilmastonmuutos ja luonnon monimuotoisuuden väheneminen). Muita mainittuja uhkia olivat hiilinielujen väheneminen, vieraslajit uhkana alkuperäiselle luonnolle, sukupuutot ja lajien häviämisen uhat, vesistöihin kohdistuvat uhat ja ekosysteemikatastrofit. Kyseiset ongelmat sopivat hyvin YLU-aiheiksi, sillä ne ovat ajankohtaisia, todellisia ongelmia (vrt. Sadler 2008), eivätkä ne loukkaa ketään yksilöllisesti tai etnisesti (vrt. Marks ym. 2010). Kuitenkaan YLU-ongelmaa ei tehtävänannoissa juurikaan määritelty, vaan se ilmeni usein viittauksena ihmisen toimintaan.

Opettajaopiskelijoiden laatimat tehtävät olivat monipuolisia aiheiltaan ja sisällöiltään. Tehtävänasettelussa ja mallivastauksissa oli myös argumentaatiota mahdollistavia sisältöjä, vaikkakin argumentaatiolle ominaisia piirteitä kuten päätöksentekoa ja soveltamista oli vain pienessä osassa vastauksia. Pohdinta-tehtävät ja niihin liittyvät mallivastaukset olivat yleisiä.

YLU-ongelma oli määritelty selvästi vain neljässä vastauksessa, vaikka tehtävä ongelmineen oli liitetty osaksi globaaleja muutoksia ja uhkia viittä vastausta lukuun ottamatta ja vaikka luontoaiheet tarjoavat luontevan alustan YLU-ongelmien käsittelylle (vrt. Roy 2019; Semken & Freeman 2008; Tal & Kedmi 2006). Vastauksissa painottui YLU-aiheiden tarkastelu ihmisen toiminnan näkökulmasta, mikä olisi tarjonnut edellytykset myös argumentatiiviselle pohdinnalle (vrt. Herman, Owens, Oertli, Zangori & Newton 2019).

Laaditut tehtävät edustivat kysymys-, pohdinta-, toteamus- ja väitetehtäviä. Laadukkaalle argumentoinnille luontevin tehtävätyyppi on väitetehtävä, sillä se johdattelee selvimmin vastaajaa käyttämään argumentteja kysymysten sijaan sekä tukee sisällön argumentatiivista tarkastelua (vrt. Toulmin 1958). Yksi opettajaopiskelija oli maininnut argumentatiiviset roolit tekstissään. Agell, Soria ja Carrión (2015) mukaan argumentatiiviset roolit tukevat mieliteiden muodostusta, kriittistä ajattelua ja argumentaatiotaitoja.

Argumentaatiotaitoihin vaikuttavat muun muassa pohjatiedot (Chang ym. 2008). Ekologisen tiedon opettajaopiskelijat pyrkivät huomioimaan tehtäväasetteluissaan ja mallivastauksissaan. Sen sijaan yhteiskunnallista tietoa ei juurikaan otettu huomioon. YLU-aiheista keskusteltaessa tarvitaan kuitenkin myös yhteiskunnallista ympäristötietoa (ICEE 1997). Luonnontieteellisen ja yhteiskunnallisen tiedon vertailu tutkittaessa esimerkiksi teknologian ja sen kehityksen vaikutuksia ilmastoon tai ekosysteemeihin ja biodiversiteettiin tarjoaa oivia mahdollisuuksia laajentaa ja syventää lukiolaisten käsityksiä kestävästä kehityksestä (vrt. Wals 2014). Lähes kaikkien opettajaopiskelijoiden valitsema argumentaation muoto oli aikaisempien tutkimusten tavoin (esim. Osborne ym. 2004) kirjallinen argumentaatio. Kuitenkin nykyisellä tietokoneavusteisen opetuksen ja sosiaalisen median aikakaudella yhteisöllisen puheeseen perustuvan argumentaation merkitys kasvaa (Telenius, Yli-Panula, Ahtineva & Vauras 2019).

Valtaosa opettajaopiskelijoiden laatimista vastauksista edusti perinteistä kirjallista vastausta ilman argumentatiivista painotusta. Vastaukset sisälsivät pääosin argumentaatioketjun alkuvaiheita. Tästä näkökulmasta opettajaopiskelijoiden laatimista tehtävistä vain harva tuki eksplisiittisesti argumentaatiotaitojen kehittymistä, vaikka alkuperäinen tehtävänasettelu mahdollisti ja johdattelikin siihen. Näkökulmien kirjaamista oli vain muutamassa vastauksessa. Niin ikään argumentaation kannalta oleellinen päätöksentekoprosessi puuttui puolesta vastauksista. Sen sijaan vastauksissa korostui implementaatiovaihe, mikä onkin luontevaa ja YLU-ongelman käsittelyyn soveltuvaa (Eggert ym. 2006). Varsinainen oman väitteen muodostaminen ja sen kriittinen arviointi todisteiden ja ennakoitujen vastaväitteiden pohjalta puuttuivat suurimmasta osasta vastauksia. Tulokset osoittavat, että argumentaatioketjussa opettajaopiskelijat tarvitsisivat tukea ilmiön ymmärrettäväksi tekemiseen,

selityksen luomiseen, ilmiön perustelemiseen ja validointiin sekä väitteen hyväksyttävyyden arviointiin.

Nykyinen tehtäväasettelu tarjoaa kuitenkin erinomaisen lähtökohdan argumentaatiotaitojen kehittymiselle ja kriittisten kohtien tukemiselle. Tehtävänasettelussa ja mallivastauksen kuvauksessa olisi kuitenkin kerrottava selvästi argumentaation käytöstä YLU-päätöksentekoprosessissa.

Kokonaisuutena voidaan todeta, ettei opettajaopiskelijoilla ole selvää käsitystä ekosysteemeihin ja niiden ilmiöihin liittyvistä YLU-ongelmista. Biologian opetukseen tulisi sisällyttää eksplisiittisesti eri ikäisten opiskelijoiden kannalta relevantteja YLU-ongelmia, joissa tarvitaan johtopäätösten tekemiseksi luonnontieteellisiin todisteisiin perustuvaa päättelyä. Opiskelijoiden osallistamiseksi YLU-aiheista käytävään keskusteluun on tärkeää edistää heidän argumentaatiotaitojaan luonnontiedeopetuksessa, sillä argumentaatio kehittää kriittistä ajattelua (Osborne ym. 2012).

Tehtävien asetteluissa tulisi suosia myös sellaisia tehtäviä, jotka vaativat opiskelijoiden sitoutumista keskusteluun, pohtimiseen ja väittelyyn. Esimerkiksi luonnon itseisarvo voisi olla tällainen opiskelijoita innoittava YLU-aihe (vrt. Wilson 1992). Argumentatiiviset harjoitukset jo itsessään sosiaalistavat opiskelijoita luonnontieteelliseen ajattelutapaan ja siten osaltaan käsittelemään YLU-aiheita. Sisällyttämällä argumentaatiotaitoja harjoittavia tehtäviä YLU-aiheista voitaisiin tukea korkeampien ajattelutaitojen kehittymistä, mikä on välttämätöntä lukion opetus suunnitelman tavoitteiden saavuttamiseksi sekä nykyiseen ja tulevaan yhteiskunnalliseen keskusteluun osallistumiseksi.

Lähteet

- Abi-El-Mona, I. & Abd-El-Khalick, F. (2011). Perceptions of the nature and 'goodness' of argument among college students, science teachers, and scientists. *International Journal of Science Education*, 33(4), 573–605. DOI: [10.1080/09500691003677889](https://doi.org/10.1080/09500691003677889)
- Agell, L., Soria, V. & Carrió, M. (2015). Using role play to debate animal testing. *Journal of Biological Education*, 49(3), 309–321. DOI: [10.1080/00219266.2014.943788](https://doi.org/10.1080/00219266.2014.943788)

- Belland, B. R., Gu, J., Armbrust, S. & Cook, B. (2015). Scaffolding argumentation about water quality: A mixed-method study in a rural middle school. *Educational Technology, Research and Development*, 63(3), 325–353. DOI: [10.1007/s11423-015-9373-x](https://doi.org/10.1007/s11423-015-9373-x)
- Belland, B. R., Gu, J., Kim, N. J. & Turner, D. J. (2016). An ethnomethodological perspective on how middle school students addressed a water quality problem. *Educational Technology, Research and Development*, 64(6), 1135–1161. DOI: [10.1007/s11423-016-9451-8](https://doi.org/10.1007/s11423-016-9451-8)
- Berland, L. & Reiser, B. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93(1), 26–55. DOI: [10.1002/sce.20286](https://doi.org/10.1002/sce.20286)
- Bowell, T. & Kingsbury, J. (2013). Virtue and argument: taking character into account. *Informal Logic*, 33(1), 22–32. DOI: [10.22329/il.v33i1.3608](https://doi.org/10.22329/il.v33i1.3608)
- Bybee, R. W. (1991). Planet Earth in crisis: how should science educators respond. *The American Biology Teacher*, 53(3), 146–153. DOI: [10.2307/4449248](https://doi.org/10.2307/4449248)
- Bybee, R. W., Powell, J. C. & Ellis, J. D. (1991). Integrating the history and nature of science and technology in science and social studies curriculum. *Science Education*, 75(1), 143–155. DOI: [10.1002/sce.3730750113](https://doi.org/10.1002/sce.3730750113)
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Chang, S.-N. & Chiu, M.-H. (2008). Lakatos' scientific research programmes as a framework for analysing informal argumentation about socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 30(13), 1753–1773. DOI: [10.1080/09500690701534582](https://doi.org/10.1080/09500690701534582)
- Dawson, V. M. & Venville, G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics. *Research in Science Education*, 40(2), 133–148. DOI: [10.1007/s11165-008-9104-y](https://doi.org/10.1007/s11165-008-9104-y)
- Driver, R., Newton, P. & Osborne, J. (1998). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287–312. DOI: [10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200005\)84:3<287::AID-SCE1>3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3<287::AID-SCE1>3.0.CO;2-A)
- Duschl, R. A. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of Research in Education*, 32, 268–291. DOI: [10.3102/0091732X07309371](https://doi.org/10.3102/0091732X07309371)
- Duschl, R. A. & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38(1), 39–72. DOI: [10.1080/03057260208560187](https://doi.org/10.1080/03057260208560187)

- van Eemeren, F. H. & Grootendorst, R. (2004). *A systematic theory of argumentation: The pragma-dialectical approach*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Eggert, S. & Bögeholz, S. (2006). Göttinger Modell der Bewertungskompetenz–Teilkompetenz ”Bewerten, Entscheiden und Reflektieren” für Gestaltungsaufgaben Nachhaltiger Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, 177–197.
- Ehrlich, P. R. & Wilson, E. O. (1991). Biodiversity studies and policy. *Science*, 253, 758–762. DOI: [10.1126/science.253.5021.758](https://doi.org/10.1126/science.253.5021.758)
- Erduran, S., Simon, S. & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin’s argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88, 915–933. DOI: [10.1002/sce.20012](https://doi.org/10.1002/sce.20012)
- Evagorou, M. & Osborne, J. (2013). Exploring young students’ collaborative argumentation within a socioscientific issue. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(2), 209–237. DOI: [10.1002/tea.21076](https://doi.org/10.1002/tea.21076)
- Feierabend, T., Stuckey, M., Nienaber, S. & Eilks, I. (2012). Two approaches for analyzing students’ competence of ”evaluation” in group discussions about climate change. *International Journal of Environmental and Science Education*, 7(4), 581–598.
- FINTO – sanasto ja ontologiapalvelut (2015). Ympäristönlukutaito. Teoksessa *KEKO – Kestävän kehityksen kasvatuksen ontologia*. <http://www.yso.fi/onto/keko/p45> (luettu 4.1.2021).
- Fleming, R. (1986). Adolescent reasoning in socio-scientific issues, part I: Social cognition. *Journal of Research in Science Teaching*, 23, 677–687. DOI: [10.1002/tea.3660230803](https://doi.org/10.1002/tea.3660230803)
- Gauthier, G. (2006). L’argumentation sur la question nationale au Québec. *Globe*, 9 (1), 257–274. DOI: [10.7202/1000805ar](https://doi.org/10.7202/1000805ar)
- Glaze, A. L. (2018). Teaching and learning science in the 21st century: challenging critical assumptions in post-secondary science. *Education Sciences*, 8(12). DOI: [10.3390/educsci8010012](https://doi.org/10.3390/educsci8010012)
- Gough, N. (2013). Thinking globally in environmental education: A critical history. Teoksessa R. B. Stevenson, M. Brody, J. Dillon & A. E. J. Wals (toim.), *International handbook of research on environmental education* (ss. 33–44). New York: Routledge.

- Helsingin yliopisto. (n.d.) *Argumentointi ja argumentoiva kirjoittaminen*. Kielijelppi – Språkhjelpen. <https://blogs.helsinki.fi/kielijelppi/argumentointi-ja-argumentoiva-kirjoittaminen/> (luettu 6.4.2020).
- Herman, B. C., Owens, D. C., Oertli, R. T., Zangori, L. A. & Newton, M. H. (2019). Exploring the complexity of students' scientific explanations and associated NOS views within a place-based socioscientific issue context. *Science and Education*, 28, 329–366. DOI: [10.1007/s11191-019-00034-4](https://doi.org/10.1007/s11191-019-00034-4)
- Hodson, D. (2014). Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2534–2553. DOI: [10.1080/09500693.2014.899722](https://doi.org/10.1080/09500693.2014.899722)
- Hofstein, A., Eilks, I. & Bybee, R. (2011). Societal issues and their importance for contemporary science education: A pedagogical justification and the state-of-the-art in Israel, Germany, and the USA. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(6), 1459–1483. DOI: [10.1007/s10763-010-9273-9](https://doi.org/10.1007/s10763-010-9273-9)
- Hollihan, T. A. & Baaske, K. T. (1994). *Arguments and arguing. The products and process of human decision making*. New York: St. Martin's Press.
- Hopkins, J. & Tran, N. (14.05.2019). *Sosiotieteelliset ongelmat argumentaatio- taitojen kehittämisen välineenä biologian opetuksessa* [Esitelmä]. Ainedidaktinen seminaari, Opettajankoulutuslaitos, Turun yliopisto, Turku.
- Huckle, J. (1991). Education for sustainability: Assessing Pathways to the future. *Australian Journal of Environmental Education*, 79, 43–62. DOI: [10.1017/S0814062600001853](https://doi.org/10.1017/S0814062600001853)
- Independent Commission on Environmental Education (ICEE). (1997). *Are we building environmental literacy?* [Raportti.] Marshall Institute.
- Jasanoff, S. (2004). Science and citizenship: A new synergy. *Science and Public Policy*, 31(2), 90–94. DOI: [10.3152/147154304781780064](https://doi.org/10.3152/147154304781780064)
- Jiménez-Aleixandre, M. P. & Puig, B. (2012). Argumentation, evidence evaluation and critical thinking. Teoksessa B. J. Fraser, K. Tobin & C. J. McRobbie (toim.), *Second international handbook of science education* (ss. 1001–1015). DOI: [10.1007/978-1-4020-9041-7_66](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_66)

- Juntunen, S. & Näkkäljärvi, K. (2011). Perinteisen tiedon suojele saamelaisien kotiseutualueella. [Muistio]. Saamelaiskäräjät. [https://dokumentit.solinum.fi/samediggi/download/?d=Dokumentti-pankki/Artikla%208\(j\).n%20toimeenpano/Artikla%208\(j\)-ty%C3%B6ryhm%C3%A4n%20loppuraportti%20liitteinen/Liite%208%20Tustamateriaali,%20Perinteisen%20tiedon%20suojele%20saamelaisen%20kotiseutualueella.pdf](https://dokumentit.solinum.fi/samediggi/download/?d=Dokumentti-pankki/Artikla%208(j).n%20toimeenpano/Artikla%208(j)-ty%C3%B6ryhm%C3%A4n%20loppuraportti%20liitteinen/Liite%208%20Tustamateriaali,%20Perinteisen%20tiedon%20suojele%20saamelaisen%20kotiseutualueella.pdf)
- Kneupper, C. W. (1978). Teaching argument: An introduction to the Toulmin model. *College Composition and Communication*, 29(3), 237–241. DOI: 10.2307/356935
- Kuhn, D. (2010). Teaching and learning science as argument. *Science Education*, 94(5), 810–824. DOI 10.1002/sce.20395
- Kuhn, L. & Reiser, D. (2005). *Students constructing and defending evidence-based scientific explanations* [Esitelmä]. The National Association for Research in Science Teaching, Annual International Conference, Dallas, Texas.
- Kuhn, L. & Reiser, D. (2006). *Structuring activities to foster argumentative discourse* [Esitelmä]. The American Educational Research Association vuosikokous, San Francisco, California.
- Kuhn, D., Zillmer, N., Crowell, A. & Zavala, J. (2013). Developing norms of argumentation: Metacognitive, epistemological, and social dimensions of developing argumentative competence. *Cognition & Instruction* 31, 456–496. DOI: 10.1080/07370008.2013.830618
- Latour, B. & Woolgar, S. (1986). *Laboratory life: The construction of scientific facts*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Lawson, A. (2003). The nature and development of hypothetico-predictive argumentation with implications for science teaching. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1387–1408. DOI: 10.1080/0950069032000052117
- Lee, Y. C. & Grace, M. (2010). Students' reasoning processes in making decisions about an authentic, local socio-scientific issue: Bat conservation. *Journal of Biological Education*, 44(4), 156–165. DOI: 10.1080/00219266.2010.9656216
- Lemke, J. L. (2001). Articulating communities: Sociocultural perspectives on science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 296–316. DOI: 10.1002/1098-2736(200103)38:3<296::AID-TEA1007>3.0.CO;2-R
- Luft, J., Bell, R. L. & Gess-Newsome, J. (toim.) (2008). *Science as inquiry in the secondary setting*. Arlington, VA: NSTA Press.

- Lundqvist, E. & Sund, P. (2018). Selective traditions in group discussions: Teachers' views about good science and the possible obstacles when encountering a new topic. *Cultural Studies of Science Education*, 13(2), 353–370. DOI: [10.1007/s11422-016-9768-y](https://doi.org/10.1007/s11422-016-9768-y)
- Marks, R. & Eilks, I. (2010). Research-based development of a lesson plan on shower gels and musk fragrances following a socio-critical and problem-oriented approach to chemistry teaching. *Chemistry Education Research and Practice*, 11, 129–141. DOI: [10.1039/C005357K](https://doi.org/10.1039/C005357K)
- Norris, S. P. & Philips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224–240. DOI: [10.1002/sce.10066](https://doi.org/10.1002/sce.10066)
- Norris, S., Philips, L. & Osborne, J. (2008). Scientific inquiry: The place of interpretation and argumentation. Teoksessa J. Luft, R. L. Bell & J. Gess-Newsome (toim.), *Science as inquiry in the secondary setting* (ss. 87–98.) Arlington, VA: NSTA Press.
- Nupponen, A., Björn, P. & Kärkkäinen, S. (2019). Luokanopettajaopiskelijoiden käsityksiä luonnon ja ympäristön lukutaidosta. Teoksessa M. Kallio, H. Krzywacki & S. Poulter (toim.), *Arvot ja arviointi* (ss. 186–207). Ainedidaktisia tutkimuksia 16. Helsinki: Helsingin yliopisto. <http://hdl.handle.net/10138/308813>
- Opetushallitus (2019). *Lukion opetussuunnitelman perusteet*. Helsinki: Opetushallitus.
- Osborne, J., Erduran, S. & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argument in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994–1020. DOI [10.1002/tea.20035](https://doi.org/10.1002/tea.20035)
- Osborne, J., MacPherson, A., Patterson, A. & Szu, E. (2012). Introduction. Teoksessa M. S. Khine (toim.), *Perspectives on scientific argumentation: Theory, practice and research* (ss. 3–15). Dordrecht; New York: Springer.
- Palmberg, I., Hermans, M., Jeronen, E., Kärkkäinen, S., Persson, C. & Yli-Panula, E. (2018). Nordic student teachers' views on the importance of species and species identification. *Journal of Science Teacher Education*, 29(5), 397–419, DOI: [10.1080/1046560X.2018.1468167](https://doi.org/10.1080/1046560X.2018.1468167)
- Palmberg, I., Jonsson, G., Jeronen, E. & Yli-Panula, E. (2016). Blivande lärares uppfattningar och förståelse av baskunskap i ekologi i Danmark, Finland och Sverige. *Nordic Studies in Science Education*, 12(2), 197–217. DOI: [10.5617/nordina.2557](https://doi.org/10.5617/nordina.2557)

- Roy, A. (2019). *Children as agents of social change – an ICT supported pedagogical framework to provide transformative education for sustainability*. [Väitöskirja, Itä-Suomen yliopisto] UEF eRepo. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-61-3112-2>
- Saad, M. I. M., Baharom, S. & Mokhsein, S. E. (2017). Scientific reasoning skills based on socio-scientific issues in the biology subject. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 4(3), 13–18. DOI: [10.21833/ijaas.2017.03.003](https://doi.org/10.21833/ijaas.2017.03.003)
- Sadler, T. D. (2004a). Moral and ethical dimensions of socioscientific decision-making as integral components of scientific literacy. *The Science Educator*, 13, 39–48.
- Sadler, T. D. (2004b). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536. DOI: [10.1002/tea.20009](https://doi.org/10.1002/tea.20009)
- Sadler, T. D. & Donnelly, L. A. (2006). Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1463–1488. DOI [10.1080/09500690600708717](https://doi.org/10.1080/09500690600708717)
- Salahudin, M., Mahmood, M. & Javed, S. (2017). An assessment of environmental education literacy: A study of prospective teachers. *International Journal of Innovation in Teaching and Learning*, 3(1), 1–13. DOI:[10.35993/ijitl.v3i1.321](https://doi.org/10.35993/ijitl.v3i1.321)
- Sampson, V. & Clark, D. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education*, 92(3), 447–472. DOI: [10.1002/sce.20276](https://doi.org/10.1002/sce.20276)
- Sandoval, W. A. (2003). Conceptual and epistemic aspects of students' scientific explanations. *Journal of the Learning Sciences*, 12(1), 5–51. DOI: [10.1207/S15327809JLS1201_2](https://doi.org/10.1207/S15327809JLS1201_2)
- Schwarz, B. B., Neuman, Y., Gil, J. & Ilya, M. (2003). Construction of collective and individual knowledge in argumentative activity. *Journal of the Learning Sciences*, 12(2), 219–256. DOI: [10.1207/S15327809JLS1202_3](https://doi.org/10.1207/S15327809JLS1202_3)
- Semken, S. & Freeman, C. B. (2008). Sense of place in the practice and assessment of place-based science teaching. *Science Education*, 92(2), 1042–1057. DOI: [10.1002/sce.20279](https://doi.org/10.1002/sce.20279)

- Stolz, M., Witteck, T., Marks, R. & Eilks, I. (2013). Reflecting socio-scientific issues for science education coming from the case of curriculum development on doping in chemistry education. *Eurasian Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 9(4), 361–370. DOI: [10.12973/eurasia.2014.945a](https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.945a)
- Tal, T. & Kedmi, Y. (2006). Teaching socioscientific issues: Classroom culture and students' performances. *Cultural Studies of Science Education*, 1, 615–644. DOI [10.1007/s11422-006-9026-9](https://doi.org/10.1007/s11422-006-9026-9)
- Telenius, M., Yli-Panula, E., Ahtineva, A. & Vauras, M. (2019). Collaborative science lessons — learning and argumentation in an interdisciplinary virtual laboratory. Teoksessa M. Rautiainen & M. Tarnanen (toim.), *Tutkimuksesta luokkahuoneisiin* (ss. 35–56). Ainedidaktisia tutkimuksia 15. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto. <http://hdl.handle.net/10138/298542>
- Toulmin, S. E. (1958). *The use of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Toulmin, S. E. (2003). *The uses of argument*. Updated edition. Cambridge: Cambridge University Press. DOI: [10.1017/CBO9780511840005](https://doi.org/10.1017/CBO9780511840005)
- Wals, A. E. J. (toim.) (2014). *Environmental education and biodiversity*. Päivitetty ja avoimesti julkaistu painos. National Reference Centre for Nature Management, Wageningen, Alankomaat. <https://edepot.wur.nl/290056> [luettu 4.1.2021].
- Wilson, E. O. (1992). *The diversity of life*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wood, P. M. (1997). Biodiversity as the source of biological resources: A new look at biodiversity values. *Environmental Values*, 6(3), 251–268. <https://www.jstor.org/stable/30301578>
- Yli-Panula, E., Jeronen, E., Seiko-Ahlström, H. & Ruotsalainen, E. (2017). Important biological issues for elementary pupils – a study of elementary pre-service teachers' conceptions. *Nordic Studies in Science Education*, 13(2), 180–196. DOI: [10.5617/nordina.2579](https://doi.org/10.5617/nordina.2579)
- Zeidler, D. L. (2014). Socioscientific issues as a curriculum emphasis: Theory, research and practice. Teoksessa N. G. Lederman & S. K. Abell (toim.), *Handbook of research on science education* (Vol. II), (ss. 697–726). New York: Routledge.
- Zeidler, D. L. (2015) Socioscientific issues. Teoksessa R. Gunstone (toim.), *Encyclopedia of science education*. Dordrecht: Springer. DOI: [10.1007/978-94-007-2150-0](https://doi.org/10.1007/978-94-007-2150-0)

- Zeidler, D. L. & Sadler, T. D. (2008). The role of moral reasoning in argumentation: Conscience, character and care. Teoksessa S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (toim.), *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research*, (ss. 201–216). New York: Springer.
- Zohar, A. & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35–62. DOI: [10.1002/tea.10008](https://doi.org/10.1002/tea.10008)
- Özer Keskin, M., Keskin Samanci, N. & Yaman, H. (2013). Argumentation based bioethics education: Sample implementation on genetically modified organisms (GMOs) and genetic screening tests. *Educational Research and Reviews*, 8(16), 1383–1391. DOI: [10.5897/ERR2013.1534](https://doi.org/10.5897/ERR2013.1534)

Liite 1.

Taulukko 1. Argumentaatiomalleja ja niiden ominaisuuksia

Mallin laatijat / täydentäjät	Ominaisuus / argumentaatio	Argumentti	Sovellus
Toulmin (1958)	argumentaation laadun mittaus	lähtöieto, perustelut, varaus (väitteen paikkansa pitävyyden ilmaisu), vasta-argumentti (ilmaisee tilanteen väite ei tosi), tarkennukset, väite	Kneupper (1978), Nussbaum (2011) päättelyn pätevyyden analysointi
Lakatos (1970, 1978) malli	sarja teorioita yhden teorian sijaan, informaalin päättelyn kohdalla päätetään johdonmukaista päätelyä	palvellee etenkin tilanteissa joissa perustelut ja taustatuki vaikea erottaa/havaita	ei mainittu
Lawson (2003) malli	laadittava argumentteja, jotka yhteneväisiä luonnonilmiöiden käyttämien kanssa, keskittyy perusteluihin ja perinteiseen empiriiseen hypoteesien testaamiseen	argumentti tarjoaa samalla kertaa selityksen ja todisteet muita selityksiä vastaan	tehokas rakenteellinen malli, mutta käyttää rajaa keskittyminen perusteluihin ja perinteiseen empiriiseen hypoteesien testaamiseen
Schwarz ym. (2003, 2009) malli	rakenteen monimutkaisuus argumentaation laadun arvioinnissa	argumentin pätevyys, perustelujen lukumäärä, vasta-argumenttien perustelujen määrä ja perustelutyy- pit, korkeamman tason argumentti on abstrakti	argumentaatiokäytänteet
Kuhn (1991, 2013), Jimenez-Aleixandre & Puig (2012)	Korostaa argumentatiivisen kyvykkyiden kehittymistä sosiaalisesta kontekstista käsin	väitteen laadinnassa sosiaalisen tilanteen normit, episteeminen ja behavioristinen normi	Kuhn (2010) käsitysten muodostaminen oppilaineen näkökulmasta, korkeamman tason pohdinnan edistäminen
Baker (1999, 2002, 2009)	argumentaatiivinen vuorovaikutus keskeistä lt-oppimisessa ja mallien ja kokeellisten havaintojen välisen vuorovaikutuksen vakiinnuttamisessa	keskeiset ulottuvuudet kognitiivinen; päättely, argumenttien tuottaminen ja ilmaiseminen, episteeminen/keskusteltavan aiheen sisäinen luonto, kielellinen/ilmajsujen valinta	vuorovaikutteisen oppimistilanteinen analyysi

Zohar & Nemet (2002) malli	kirjoitettujen argumenttien laadun perustelu sisällön pohjalta	argumentti on kokonaisuus, joka koostuu päätelmistä ja niiden perusteluista sisältäen tarkkoja tieteellisiä perusteluja	päähuomio, miten opiskelija sisällyttää tieteellistä tietoa argumentteihinsa, näin selvää tieteellisten tietojen esiintymiskertojen tiheys.
Kelly ja Takao (2002, 2003) malli	arvioidaan muita malleja pidempää ja monimutkaisempia kirjoitettuja argumentteja, huomio suhteellisuus, episteemisissä ja selostavissa loppupäätelmissä sekä argumenttien välisissä linkeissä	pitkiä ja monimutkaisia argumentteja	pitkien argumentaatioketjujen rakenteiden arviointi
Eggert & Bögeholz (2006) ESD-malli	sosiotieteellinen päättely ja päätösten teko kestävässä kehityksessä, argumentaatiossa arvot ja periaatteet	luonnontieteelliset kuvaukset ja argumentit	pääösprosessieihin soveltuva
Bolt ym. (2005, 2007) argumentaatiomalli	Argumentaatiivinen keskustelu: tutkminen (kysymys), selostaminen (moraalinen kysymys), analysointi (olennaiset argumentit), painottaminen (argumenttien painavuus), lähestyminen (kysymys ja konkreetit toiminnat)	ei mainittu	soveltuu hyvin sosiotieteellisten ongelmien käsittelyyn
Kauertz ym. 2010 ESNas osaamismalli	kompetenssivalmius; tiedon avaaminen, tiedon siirto, argumentointi, argumentointi vuorovaikutuksessa verbaalin, kuvallisen perustelun ja numeerisen perustelun kanssa	ei mainittu	ongelmatarakaistulianteisiin soveltuva
Leen & Grace (2010)	Kulttuurinen sosiotieteellinen ongelma, sidosryhmien näkökulmat, tieteellinen orientoituminen ja sosiaalisesti suuntautunut näyttö, argumentaatio ja päätöksenteko	tieteelliset ja sidosryhmien vastakkaiset näkemykset	konfliktien simulointi

<p>Közer-Keskin ym. (2013) neliosainen argumenttaatiomalli</p>	<p>Argumentaatio perustuu bioetiikkaan</p>	<p>0 p= ei väitettä, ei perusteluja 1 p= väitettä ei perustella tai luonnontieteellisesti väärät perustelut. 2 p= väite ja yksikertainen perustelu 3 p= väite ja useira perustelija ja vasta-argumentteja</p>	<p>argumentatiivisella bioetiikan koulutuksella on positiivinen vaikutus yksilöiden kysely-, tutkimusentekemisen-, päätely- ja päätöksentekotaitoihin ja sovellattavissa yhteiskunnassa eri aloille</p>
<p>Belland ym. (2007, 2015)</p>	<p>miten argumenteilla saadaan yleiso puolelle, Belland (2016) argumentaatioon liittyvä ajattelu, ongelmien esittäminen omin sanoin ajattelualuejun alussa ja kolme muuta vaihtetta</p>	<p>väite, premissit, alaväitteet, näyttö, argumentti koostuu useista premissistä ja pohjauduttava näyttöihin</p>	<p>episteemisten kognitioiden tehostaminen, hienostuneiden episteemisten uskomusten kehittäminen</p>

Taulukko 2. Aineenopettajaopiskelijoiden laatimien ekosysteemiin liitettävien sosioieteellisten tehtävien (n=39) antama tuki lukiolaisien argumentaatioharjoituksille (Eggertin ja Bögeholz in (2006) malli muunneltuna tämän tutkimuksen esimerkillä)

Vaihe	Päätöksenteon metamalli	Päätöksenteon konkreettisuutta kestävä kehityksen taitotehtäviä	Päätöksenteko tehtäväesimerkit
Esivalinta	<p>Päätöksentekotilanteen identifiointi, asennevaihtoehtoja kerryttämällä</p> <ul style="list-style-type: none"> * tiedonetsintä * arviointiprosessi * toimenpide aikomusten muotoileminen 	<p>Taitoilanteiden ja taitomahdollisuuksien kerryttäminen</p> <ul style="list-style-type: none"> * relevanttien päätöksentekoprosessin identifiointi * ekologiset, ekonomiset ja sosiaaliset asiattedot * tulokset koskien taitomahdollisuuksia 	<p>Taitoilanteet ja taitomahdollisuuksien kerryttäminen</p> <ul style="list-style-type: none"> * kohteen nykyistä tilaa koskevien tutkimusten toteuttamisen suunnittelu ja analysointi vaihtoehdot * kohteen asiaankuuluvien ekologisten, taloudellisten ja sosiaalisten tosiasiatietojen käsittely kaikista merkittävistä vaihtoehtoista ottaen huomioon oletettu kehitys implementoinnin kautta * taidolliset ratkaisumahdollisuudet * optio A, kestämätön patorakennelma ja jokiveden huono laatu (esimerkki) * optio B, toimenpiteiden vaikutus ympäristöön * optio C, toimenpiteiden vaikutus ihmisiin
Valinta	<p>Arviointi ja päätöksenteko</p> <ul style="list-style-type: none"> * päätöksentekoprosessin kehittäminen * arviointiprosessi * toimenpide aikomusten muotoileminen 	<p>Arviointi ja päätöksenteko</p> <ul style="list-style-type: none"> * asiatielöjen vertaaminen ottaminen huomioon * omat toiveet ja muiden toiveet * yhteisön ja yhteiskunnan toiveiden ja normien huomioiminen * arviointi ja päätöksenteko strategioiden käyttö * reflektiota, esimerkiksi miten on järjestetty arviointiprosessin ja päätöksentekostrategioiden arviointi * toimenpiteiden formulointi valitun mahdollisuuden toteuttamisessa 	<p>Arviointi ja päätöksenteko</p> <ul style="list-style-type: none"> * asiatielöjen vertaus ottaen huomioon <ol style="list-style-type: none"> 1) toiveet, 2) arvot 3) normit * arviointi ja päätöksentekostrategioiden käyttö * mahdolliset reflektiokysymykset <ul style="list-style-type: none"> • toiveiden toteutuminen • kriteerien tärkeys • onko valittu mahdollisuus kaikille tyydyttävä * mahdollisuuksien toteuttaminen
Jälkivalinta	<p>Implementaatio valituille käytökselle/asenteelle</p>	<p>Implementaatio valituille mahdollisuuksille</p>	<p>Implementaatio mahdollisuuksiin A tai B tai C</p>