



HELSINGIN YLIOPISTO

# JAETUN VISUAALISEN HUOMIONKIINNITTÄMISEN DYNAMIIKKA YHTEISTOIMINNALLISESSA ONGELMANRATKAISUSSA

- Silmänliiketutkimus biologian maisterivaiheen opiskelijoiden parissa

Neurotieteen maisteriohjelma

Biologian aineenopettajan opintosuunta

Maisterintutkielma

Laatija:

Hanna Pelkonen

Ohjaajat:

Dosentti, yliopistonlehtori Ilona Södervik

Väitöskirjatutkija Tomi Kiviluoma

16.5.2025

Helsinki

**Tiedekunta:** Bio- ja ympäristötieteiden tiedekunta

**Koulutusohjelma:** Neurotieteen maisteriohjelma

**Opintosuunta:** Biologian aineenopettajan opintosuunta

**Tekijä:** Hanna Pelkonen

**Työn nimi:** Jaetun visuaalisen huomionkiinnittymisen dynamiikka yhteistoiminnallisessa ongelmanratkaisussa - Silmänliiketutkimus biologian maisterivaiheen opiskelijoiden parissa

**Työn laji:** Maisterintutkielma

**Kuukausi ja vuosi:** 5/2025

**Sivumäärä:** 47

**Avainsanat:** silmänliiketutkimus, yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu, jaettu visuaalinen huomion kiinnittyminen, vuorovaikutus

**Ohjaajat:** Ilona Södervik, Tomi Kiviluoma

**Säilytyspaikka:** Helda/Helsingin Yliopiston kirjasto

#### **Tiivistelmä:**

Tässä monimetodisessa tutkielmassa tarkastellaan yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun prosessia ja jaetun visuaalisen huomion kiinnittymistä (JVHK), joka on keskeinen osa tehokasta vuorovaikutusta niin opetuksessa kuin työelämässä, erityisesti monimutkaisten, globaalien ja monitieteisten haasteiden aikakaudella. Aiempien tutkimusten perusteella yhteistoiminnalliset oppimismenetelmät tukevat syvällistä ymmärtämistä, vuorovaikutustaitojen kehittymistä ja osallistavaa oppimista.

Tutkimuksen tavoitteena oli syventää ymmärrystä yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun vaiheista korkeakoulukontekstissa sekä selvittää, milloin ja miten jaettu visuaalinen huomio ilmenee ongelmanratkaisun aikana. Tutkimusaineisto kerättiin Helsingin yliopiston biologian opiskelijoilta (N=4), jotka ratkoivat pareittain monimutkaista luonnontieteellistä ongelmaa silmänliikekameroiden seurattessa heidän katsettaan. Aineistona toimi katseenseurantavideoiden lisäksi litteroitu keskustelu, jota analysoitiin yhdistämällä laadullista sisällönanalyysiä sekä keskustelun rakenteellista- ja diskurssianalyysiä.

Analyysin perusteella yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu rakentuu viidestä vaiheesta: ongelman määrittely, tiedon jakaminen, ideoiden tuottaminen, ratkaisuvaihtoehdon arviointi ja päätöksenteko. JVHK:ta havaittiin kaikissa vaiheissa, mutta erityisesti ideoiden tuottamisen aikana. Visuaaliset ärsykkeet, kuten kuvat ja kirjalliset vihjeet, toimivat merkittävänä yhteisen tarkkaavaisuuden kiinnittymisen kohteina. Katseiden suuntaaminen omaan pariin vaihteli parien välillä ja näyttäytyi erityisesti ideoiden tuottamisen ja tiedon jakamisen vaiheissa.

Tulokset vahvistavat aiempia tutkimuksia, joiden mukaan yhteistoiminnallinen oppiminen ja visuaalisten elementtien hyödyntäminen tukevat systeemiajattelua ja käsitteellistä ymmärtämistä erityisesti monitahoisten ilmiöiden, kuten kestävän kehityksen, tarkastelussa. Tutkimus osoittaa, että JVHK on keskeinen osa oppimista ja voi tukea yhteisymmärryksen rakentumista. Yhteistoiminnallista ongelmanratkaisua ja visuaalisuutta hyödyntäviä pedagogisia lähestymistapoja tulisi kehittää ja hyödyntää laajemmin eri koulutusasteilla. Jatkotutkimuksessa olisi mielekästä tarkastella ilmiötä suuremmilla otoksilla, erilaisissa oppimisympäristöissä ja moniammatillisissa ryhmissä, sekä syventää ymmärrystä visuaalisten vihjeiden merkityksestä ja yhteistoiminnallisen sekä yksilöllisen oppimisen eroista.

**Faculty:** Faculty of Biological and Environmental Sciences

**Degree programme:** Master's programme in Neuroscience

**Study track:** Biology Teacher Study Track

**Author:** Hanna Pelkonen

**Title:** Dynamics of Joint Visual Attention in Collaborative Problem Solving - An Eye Tracking Study Among Master's Level Biology Students

**Level:** Master's Thesis

**Month and year:** 5/2025

**Number of pages:** 47

**Keywords:** Eye tracking study, collaborative problem solving, joint visual attention, interaction

**Supervisors:** Ilona Södervik, Tomi Kiviluoma

**Where deposited:** Helda / Helsinki University Library

**Abstract:**

Joint visual attention (JVA) is a crucial component of effective interaction in both higher education and workplace especially during this era of complex, global, and interdisciplinary challenges. Previous research indicates that collaborative learning methods support deep understanding, development of interaction skills, and inclusive learning. In this multi-method study, the process of collaborative problem-solving and joint visual attention was examined.

The aim of the study was to deepen the understanding of the stages of collaborative problem-solving in a higher education context and to investigate when and how shared visual attention manifests during problem-solving. The research data was collected from biology students at the University of Helsinki (N=4), who solved a complex scientific problem in pairs while their gaze was tracked using eye-tracking cameras. The data consisted of gaze-tracking videos as well as transcribed interaction data, which was analyzed by combining qualitative content analysis with structural and discourse analysis.

This thesis shows that collaborative problem-solving consists of five stages: problem definition, information sharing, idea generation, evaluation of solution options, and decision-making. JVA was observed in all stages, but particularly during idea generation. Visual stimuli, such as images and written cues, served as significant focal points for joint visual attention. The direction of gaze towards one's partner varied between pairs and was particularly evident during the idea generation and information sharing stages.

The results reinforce previous research suggesting that collaborative learning and the use of visual elements support systems thinking and conceptual understanding, especially when examining complex phenomena like sustainable development. The study demonstrates that JVA is a key component in building shared understanding that may support learning. Pedagogical approaches that utilize collaborative problem-solving and visual elements should be developed and applied more broadly across different educational levels. Future research would benefit from examining the phenomenon with larger samples, in various learning environments, and in multidisciplinary groups, as well as deepening the understanding of the significance of visual cues and the differences between collaborative and individual learning.

# Sisällys

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Teoreettinen tausta</b>	<b>2</b>
2.1	Yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu	2
2.2	Yhteistoiminnallinen oppiminen neurotieteen näkökulmasta	5
2.3	Visuaalinen tarkkaavaisuus oppimistutkimuksessa	7
2.3.1	Visuaalisen tarkkaavaisuuden fysiologinen tausta	7
2.3.2	Silmänliiketutkimuksen tausta ja kehitys oppimistutkimuksessa	9
2.4	Jaettu visuaalinen huomion kiinnittyminen	12
<b>3</b>	<b>Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>Menetelmät</b>	<b>16</b>
4.1	Osallistujat	16
4.2	Tutkimusasetelma ja mittarit	16
4.2.1	Tutkimuslaitteisto	16
4.2.2	Yhteisen ongelmanratkaisuprosessin tutkimusasetelma	17
4.3	Analyysi	20
<b>5</b>	<b>Tulokset</b>	<b>23</b>
5.1	Yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisuprosessin vaiheet	23
5.2	Jaettu visuaalinen huomion kiinnittyminen	27
<b>6</b>	<b>Pohdinta</b>	<b>32</b>
6.1	Ongelmanratkaisuprosessi ja jaettu visuaalinen huomionkiinnittyminen	32
6.1.1	Ongelmanratkaisuprosessin vaiheet ja niiden ilmeneminen	32
6.1.2	Jaettu visuaalinen huomionkiinnittyminen osana yhteistä tiedonrakentamista	33
6.1.3	Sosiaalinen tila ja katseen suuntaamisen merkitys	35
6.2	Tutkimuksen luotettavuus	36
6.3	Pedagogiset vaikutukset ja johtopäätökset	37
<b>7</b>	<b>Kiitokset</b>	<b>40</b>
<b>8</b>	<b>Lähteet</b>	<b>41</b>
	<b>LIITTEET</b>	<b>48</b>

# 1 Johdanto

Yhteistoiminnallinen oppiminen ja ongelmanratkaisu ovat keskeinen osa nykyaikaista koulutusta ja työelämää. Yhteiskunnallisesta näkökulmasta yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu vahvistaa demokratiaa, sillä osallistavat prosessit parantavat päätöksenteon laadukkuutta ja lisäävät kansalaisten sitoutumista ratkaisuihin (Pernaa, 2020). Ne edistävät syvällistä oppimista, kehittävät vuorovaikutus- ja tiimityötaitoja sekä valmentavat yksilöitä ja organisaatioita kohtaamaan monimutkaisia haasteita (Palola, 2015; Qin, Johnson & Johnson, 1995; Smith, 2024). Kestävyshaasteet, kuten ilmastonmuutos tai sosiaaliset eriarvoisuudet, edellyttävät toimijoiden yhteistyötä eri sektoreiden välillä. Yhteistoiminnalliset menetelmät voivat tarjota välineitä hallita monimutkaisia ilmiöitä ja rakentaa monimutkaisiin ilmiöihin monipuolisia ratkaisuja. Yhteistyö mahdollistaa myös eri toimijoiden osaamisen ja resurssien yhdistämisen, jolloin kaikki käytettävissä olevat resurssit tulevat paremmin hyödynnetyiksi. Yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu onkin erityisen kriittistä ja tärkeää tällä globaalien kriisien aikakaudella, jossa perinteiset yksilökeskeiset kriisien hallintamallit eivät yksin riitä. Näiden menetelmien integrointi opetussuunnitelmiin ja työelämän käytäntöihin on olennainen osa tulevaisuuden osaajien ja innovatiivisten työyhteisöjen rakentamista.

Yksi tärkeä tekijä onnistuneessa yhteistyössä on osallistujien kyky kohdistaa huomionsa samanaikaisesti samoihin asioihin - ilmiö, jota kutsutaan yhteiseksi visuaaliseksi tarkkaavaisuudeksi tai jaetuksi visuaaliseksi huomion kiinnittymiseksi (JVHK). Tutkimukset ovat osoittaneet, että lisääntynyt yhteinen tarkkaavaisuus liittyy laadukkaampaan vuorovaikutukseen kaikenikäisten ihmisten välillä (Schneider ym., 2018; Pöysä-Tarhonen, 2021). Esimerkiksi opiskelijoiden välinen jaettu huomion kiinnittyminen on yhdistetty parempaan yhteistyöhön ja oppimistuloksiin (Schneider ym., 2018; Pöysä-Tarhonen, 2021). Uudet teknologiat, kuten katseenseuranta varten suunnitellut laitteistot, ovat mahdollistaneet JVHK:n tarkemman tutkimisen ja jopa sen manipuloinnin oppimisen tukemiseksi.

Tämä tutkielma tarkastelee jaetun visuaalisen huomion kiinnittymisen esiintymistä yhteistoiminnallisessa ongelmanratkaisussa. Tutkielmassa perehdytään syvällisemmin siihen, miten jaettu visuaalinen huomion kiinnittyminen ilmenee yhteisessä ongelmanratkaisutilanteessa. Tavoitteena on lisätä ymmärrystä tästä tärkeästä ilmiöstä ja pohtia, miten sitä voitaisiin hyödyntää tehokkaammin koulutuksessa ja ryhmätyöskentelyssä ja muissa yhteistoiminnallisissa ongelmanratkaisuprosesseissa. Lähestyn tässä tutkielmassa aihetta erityisesti ongelmanratkaisuprosessin näkökulmasta. Tutkimuksessa hyödynnettiin silmänliikekameroiden tarjoamaa dataa tutkittaessa vuorovaikutus- ja päättelyprosesseja, joiden aikana yliopiston biologian opiskelijat keskustelivat ja pohtivat eri näkökulmista vastauksia annettuun kysymykseen. Tehtävä vaati vahvaa tieteenalakohtaista käsitteellistä ymmärtämistä ja systeemiajattelukykyä.

## 2 Teoreettinen tausta

### 2.1 Yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu

Yhdessä oppiminen ja sen tutkimus lähtivät kehittymään 1970-luvulla käytännön syistä, kun niukkoja resursseja jouduttiin jakamaan oppijoiden kesken, sekä reaktionä yksittäiseen oppijaan keskittyviin psykologisiin- ja kasvatukseenmenetelmiin (Baker, 2015). Lisäksi samaan aikaan alettiin kiinnittää huomiota yhteiskunnassa ryhmätyötaitoihin sekä globalisoituvan yhteiskunnan muutoksiin ja vaatimuksiin (Baker, 2015). Varhainen yhteistoiminnallisen oppimisen tutkimus keskittyi tutkimaan missä tapauksissa yhdessä tapahtuva oppiminen on tehokkaampaa ja hedelmällisempää kuin yksin opiskelu (Baker, 2015).

Yhteistoiminnallinen oppiminen on koordinoitua, synkronista toimintaa, jonka tavoitteena on rakentaa ja ylläpitää yhteistä käsitystä ongelmasta (Baker, 2015; Hoyles & Forman, 1995; Smith, 2024). Tästä näkökulmasta ajateltuna yhteistoiminnallinen oppiminen vaatii jokaisen osallistujan aktiivista roolia yhteisessä tiedonrakennusprosessissa, erona esimerkiksi ryhmätyöskentelyyn, jossa kullekin osallistujalle voidaan jakaa oma erillinen vastuualueensa. Bakerin mukaan yhteistyö toimii tehtävien ja toimintojen tasolla, yhteistoiminnallisuus ideoiden, ymmärryksen, representaatioiden tasolla (Baker, 2015). Yhteistoiminnallisuuden etuja yksilötehtäviin verrattuna voidaan nähdä olevan erityisesti monipuoliset näkökulmat ja lähestymistavat (laajentavat ongelmanratkaisun vaihtoehtoja), kriittisen ajattelun vahvistaminen (yhteistyö pakottaa osallistujat perustelevaan näkemyksiään ja näin vähentää suppeaa ja virheellistä päättelyä), sekä sosiaalinen oppiminen, (eri tasoiset oppijat tukevat toistensa oppimista) (Hoyles & Forman, 1995; Smith, 2024; Le ym., 2018). Hoylesin ja Formanin mukaan (1995) yhdessä työskentely parantaa yksilöllistä ongelmanratkaisua, koska se tekee ajattelusta näkyvää, se rikastaa näkökulmia, tukee syvällistä ymmärtämistä ja motivoi oppijaa sosiaalisen tuen kautta. Ongelmanratkaisu tapahtuu tällöin dialogin ja yhteistoiminnan kautta, mikä on tehokkaampaa kuin yksin tapahtuva harjoittelu. Myös Smith korostaa artikkelissaan (2024) opiskelijoiden välistä metakognitiivista keskustelua, joka on tärkeä osa yhteistoiminnallista ongelmanratkaisua. Yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu voidaankin nähdä yhdeksi 21. vuosisadan tärkeäksi taitokokonaisuudeksi (Hesse ym., 2015; Pöysä-Tarhonen ym., 2021), joten sen tutkimus voi tarjota yhteiskunnallisesti arvokasta tietoa.

Yhteistyön laatua voidaan kuvata yhdeksällä ulottuvuudella: yhteisen ymmärryksen ylläpitäminen, dialogin hallinta, tietojen yhdistäminen, konsensuksen saavuttaminen, tehtävien jakaminen, ajan hallinta, tekninen koordinointi, vastavuoroinen vuorovaikutus ja yksilöllinen tehtäväorientaatio (Meier, Spada & Rummel, 2007). Tällöin yhteiseen kohteeseen keskittyvä yhteistyö korostaa erityisesti tehtävien jakamista, ajan hallintaa ja teknistä koordinoitua (Meier ym., 2007). Parikeskeisissä yhteistyötilanteissa osallistujat työskentelevät pareittain, ja heidän

vuorovaikutuksensa on enemmän henkilökohtaista ja keskustelevaa (Meier ym., 2007). Tavoitteena on jakaa tietoa ja ymmärrystä toisen osallistujan kanssa, joten parikeskeinen yhteistyö korostaa yhteisen ymmärryksen ylläpitämistä, dialogin hallintaa ja tietojen yhdistämistä (Meier ym., 2007).

Systeemiajattelu voidaan nähdä joukkona analyttisiä taitoja, jotka yhdessä parantavat kykyä tunnistaa ja ymmärtää järjestelmiä, ennustaa niiden käyttäytymistä ja kehittää muutoksia, jotka tuottavat toivottuja vaikutuksia (Arnold & Wade, 2015). Se voidaan määritellä lähestymistavaksi, joka korostaa monimutkaisten, toisiinsa kytkeytyneiden järjestelmien ymmärtämistä (Brundiers ym., 2021; Wiek ym., 2011). Systeeminen ajattelu painottaa kokonaisuuksien hahmottamista, vuorovaikutusten tunnistamista ja pitkäaikaisten vaikutusten ymmärtämistä, mikä on olennaista tehokkaassa yhteistoiminnallisessa ongelmanratkaisussa (Arnold & Wade, 2015; Brundiers ym., 2021; Meadows & Wright, 2008; Wiek ym., 2011). Systeeminen ajattelu voi siis auttaa tunnistamaan kriittisiä palautesilmukoita ja vuorovaikutuksia, jotka vaikuttavat ongelmien kehitykseen ja ratkaisuihin. Tämä lähestymistapa voi edistää tehokkaampaa ja kestävämpää ongelmanratkaisua erityisesti silloin, kun käsitellään monimutkaisia ja dynaamisia haasteita. Näin ollen se voi olla erityisen tehokas lähestymistapa muun muassa tulevaisuuden monimutkaisten globaalien haasteiden käsittelemisessä, kuten kestävään kehitykseen liittyvissä haasteissa.

Yhteistoiminnallista oppimista voidaan lähestyä monesta eri näkökulmasta. Seuraavissa kappaleissa määritellään keskeisimpiä yhteistoiminnalliseen oppimiseen liitettyjä käsitteitä. Sosiokognitiiviseen lähestymistavan mukaan yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu (engl. *Collaborative problem solving*) nähdään sekä sosiaalisten että kognitiivisten osa-alueiden yhteistyönä (Pöysä-Tarhonen ym., 2021). Näin ajateltuna se sisältää sekä tehtävät (kognitiivinen osa-alue) että sosiaalisen ympäristön (sosiaalinen osa-alue), jossa osallistujat luovat ja jakavat tietoa, seuraavat edistymistään sekä havaitsevat ja korjaavat kommunikatiivisten toimiensa epäkohtia (Alterman & Harsch, 2017). Altermanin ja Harschin mukaan (2017) yhteinen ongelmanratkaisu ei ole vain erilaisten ratkaisujen tuottamista, vaan se vaatii myös syvällisempää pohdintaa ja vuorovaikutusta osapuolten välillä. Heidän mainitsemansa reflektiivinen lähestymistapa yhteiseen ongelmanratkaisuun sisältää vuorovaikutusta ja keskustelua, kriittikitietoisuutta, oppimista prosessin aikana ja monipuolisia, erilaisista lähtökohdista nousevia näkökulmia (Alterman & Harsch, 2017). OECD:n PISA 2017 -raportin mukaan yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu tarkoittaa *"yksilön kapasiteettia osallistua tehokkaasti prosessiin, jossa kahden tai useamman agentin pyrkimyksenä on nähdä vaivaa jakamalla ratkaisuun tarvittava ymmärrys yhdistämällä tietonsa, taitonsa ja pyrkimyksensä ratkaisun saavuttamiseksi"* (OECD, 2017). Yhteistoiminnallinen työskentely edellyttää siis aktiivista osallistumista ryhmätyöhön, sen jäsentämiseen, sitoutumista työskentelyyn, sekä tutkivaa ja analyttistä keskustelua ja jaettua asiantuntijuutta (Mercer, 1996; Alterman & Harsch, 2017; Pöysä-Tarhonen ym., 2021). Sosiaalisen vuorovaikutuksen rooli on merkittävä, ja se voidaan jakaa kiistelevään, kumuloituvaan ja tutkivaan keskustelutyyppeihin (Mercer,

1996). Kiistelevälle keskustelulle on ominaista, ettei päätöksenteko ole yksimielistä ja osapuolilla on eriäviä mielipiteitä (Mercer, 1996). Kumuloituvaan keskusteluun sitä vastoin liittyy toisten mielipiteiden kunnioitus (Mercer, 1996). Kumuloituvassa keskustelussa näkyvät jaettu asiantuntijuus ja yhteisymmärrys. Tutkiva keskustelu on rakenteeltaan hedelmällisintä, sillä siihen kuuluvat myönteinen kritiikki ja vaihtoehtoiset perustellut ehdotukset (Mercer, 1996).

Jaetun tarkkaavaisuuden käyttäytyminen (engl. *Joint attention behaviour*) muodostaa tärkeän perustan tuottavaa yhteistyötä ennustavalle sosiaaliselle vuorovaikutukselle (Barron, 2000) ja on näin olennainen osa yhteistoiminnallista ongelmanratkaisuprosessia (Pöysä-Tarhonen ym., 2021). Tämä termi viittaa käyttäytymiseen, joka liittyy jaettuun tarkkaavaisuuteen. Jaettu tarkkaavaisuuden käyttäytyminen sisältää erilaisia tarkkaavaisuuden tasoja, kuten seuranta, yhteinen, vastavuoroinen ja jaettu huomio (Pöysä-Tarhonen ym., 2021). Seurannalla tarkoitetaan tasoa, jossa osallistujat seuraavat toistensa toimintaa puuttumatta siihen, kun taas yhteisen huomion tasolla osallistujat kiinnittävät huomionsa samaan kohteeseen (Pöysä-Tarhonen, 2021). Vastavuoroisen huomion tasolla osallistujat ovat tietoisia toistensa huomion kohteista ja reagoivat niihin, mutta korkeimmalla, jaetun huomion tasolla osallistujat aktiivisesti jakavat ja koordinoivat huomiotaan yhteisen tavoitteen saavuttamiseksi (Pöysä-Tarhonen, 2021).

Yhteistoiminnallinen tiedon rakentaminen (engl. *Collaborative knowledge construction*) muodostaa toisen näkökulman tarkastella yhteistoiminnallista oppimista. Se määritellään prosessiksi, jossa ryhmän jäsenet jakavat tietoa, taitoja ja näkökulmia, mikä mahdollistaa yhteisen ymmärryksen ja uusien ideoiden syntymisen (Zhang & Ouyang, 2023). Tämä prosessi edellyttää aktiivista vuorovaikutusta, kommunikaatiota ja yhteisöllistä oppimista, jossa jokaisen osallistujan panos on tärkeä. Myös yhteistoiminnallinen tiedonrakentaminen perustuu ajatukseen, että oppiminen on sosiaalinen prosessi, jossa eri näkökulmat, kokemukset ja asiantuntemukset yhdistyvät. Keskeiset elementit ovat tiedon jakaminen ja organisointi, tiedon rakentaminen ja edistäminen, sekä yhteisymmärryksen muodostaminen ja reflektointi vertaisvuorovaikutuksen kautta (Zhang & Ouyang, 2023). Zhangin ja Ouyangin tutkimuksessa (2023) korostuu, kuinka integroitu lähestymistapa voi auttaa tiedon erottelussa ja analysoinnissa, mikä puolestaan voi parantaa yhteistoiminnallista tiedonrakentamisprosessia. Sen tavoitteena on luoda syvempää tietoa ja ymmärrystä sekä kehittää ryhmän kykyä ratkaista ongelmia yhdessä (Zhang & Ouyang, 2023). Tämä voi tapahtua erilaisissa konteksteissa, kuten koulutuksessa, työyhteisöissä tai tutkimusprojekteissa, ja se voi hyödyntää teknologian tarjoamia työkaluja ja alustoja, jotka helpottavat yhteistyötä ja tiedon jakamista.

Yhteistoiminnallisen oppimisprosessin vaatimus sosiaalisuudesta korostuu myös Roschellen ja Teasleyn (1995) käyttämässä käsitteessä yhteinen ongelmatila (engl. *Joint Problem Space*). Siinä yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu nähdään tapahtuvan neuvotellussa ja jaetussa käsitteellisessä tilassa, joka on rakennettu yhteisen kielen, tilanteen ja toiminnan ulkoiseen viitekehyksen kautta, ei pelkästään jokaisen prosessiin osallistuvan henkilön pään sisällä (Roschelle

& Teasley, 1995). Tämä jaettu ongelmanratkaisutila sisältää sosiaalisesti neuvoteltuja tietokokonaisuuksia, kuten tavoitteet, ongelmatilanteen kuvaukset ja ongelmanratkaisutoimet (Roschelle & Teasley, 1995). Jaetun ongelmanratkaisutilan luomisessa yksi keskeisistä tekijöistä on toistuvat syklit, joissa esitetään ymmärrystä, vahvistetaan ymmärrystä ja korjataan ymmärrystä (Roschelle & Teasley, 1995). Nämä syklit auttavat osallistujia rakentamaan ja ylläpitämään yhteistä käsitystä ongelmasta ja sen ratkaisemisesta. Tämä prosessi mahdollistaa tehokkaan yhteistyön ja johtaa usein parempiin ja innovatiivisempiin ratkaisuihin kuin yksilöllinen ongelmanratkaisu (Roschelle & Teasley, 1995; Salminen-Saari ym., 2021). Jaetun ongelmanratkaisutilan rakentaminen on dynaaminen prosessi, joka vaatii jatkuvaa vuorovaikutusta ja kommunikaatiota osallistujien välillä. Se auttaa tiimiä hyödyntämään kollektiivista älykkyyttä ja erilaisia näkökulmia, mikä voi johtaa kokonaisvaltaisempiin ja tehokkaampiin ratkaisuihin.

Hessen viitekehyksessä (Hesse ym., 2015) korostetaan, että yhteistoiminnallisuus edustaa monimutkaisempaa taitokokonaisuutta, joka vastaa modernin työelämän vaatimuksia tiimityöstä ja moniammatillisuudesta. Yksilöllinen ratkaisu on sitä vastoin suppeampi, mutta tarpeen monissa erikoistuneissa tilanteissa (Hesse ym., 2015). Yhteistoiminnallisuus integroi sosiaaliset ja kognitiiviset taidot samanaikaisesti, kun taas yksilöllinen ongelmanratkaisu rajoittuu sisäiseen päättelyyn ilman vuorovaikutusta. Heidän näkemyksensä mukaan yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu vaatii kollektiivisen vuorovaikutuksen hallintaa, kuten perspektiivin ottamista ja ristiriitojen hallintaa, mutta yksilöllisessä ongelmanratkaisussa painopiste on ainoastaan kognitiivisessa prosessissa (Hesse ym., 2015). Myös saaduilla tuloksilla voidaan nähdä olevan eroja riippuen siitä, miten tuloksiin on päästy ja millaista prosessia ongelmanratkaisussa on hyödynnetty. Yhteistoiminnallisuus tuottaa jaetun ymmärryksen ja konsensuksen, kun taas yksilöllinen ratkaisu perustuu henkilökohtaiseen tulkintaan ja resursseihin. Hessen lähestymistapa korostaa kokonaisuudessaan osallistavan kulttuurin ja yhteiskehittelyn merkitystä (Hesse ym., 2015).

Valittiinpa yhteistoiminnallisen oppimisen ja yhteisen ongelmanratkaisuprosessin lähestymistavaksi mikä tahansa edellä mainituista prosesseista, ja painotetaanpa siinä mitä tahansa osa-aluetta, kaikissa malleissa korostuu osallistujien aktiivinen rooli ryhmän tasavertaisena jäsenenä, sosiaalinen vuorovaikutus ja tehtävään sitoutuneisuus. Vastavuoroisessa ongelmanratkaisuprosessissa osalliset rakentavat yhteistä vastausta ongelmaan niin, että lopputulos on useimmiten enemmän kuin osiensa summa.

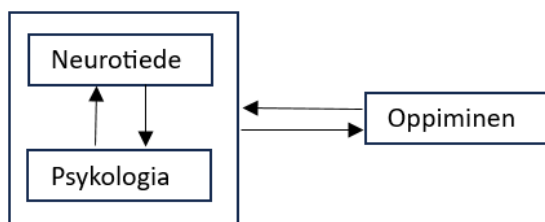
## **2.2 Yhteistoiminnallinen oppiminen neurotieteen näkökulmasta**

Koko ihmiskeho toimii bioelektrokemiallisena systeeminä, jossa keho, aivot ja jokainen yksittäinen hermosolu (neuroni) ovat merkittävässä roolissa. Hermostolon toimintaa säätelevät yksinkertaiset bioelektrokemialliset periaatteet, ja ne toimivat *on-off* -periaatteella; joko ne lähettävät toimintapotentiaalia eteenpäin tai eivät. Hermostolutasoinen toiminta on ärsykeriippuvaista ja sitä

ohjaa vuorovaikutus ympäristön kanssa (Sajaniemi & Krause, 2012). Olemassaolon keskeisiä biologisia prosesseja aivoissa voidaan kuvata käsitteillä oppiminen, muistaminen ja unohtaminen (Sajaniemi & Krause, 2012). Oppimisella tarkoitetaan pysyvää muutosta hermoverkkojen toiminnassa, mutta ne muutokset eivät kuitenkaan näy aivojen rakenteessa (Sajaniemi & Krause, 2012). Vaikka usein oppimisesta puhuttaessa tarkoitetaan jossain määrin pysyviä muutoksia, nykyinen neurotieteellinen tutkimus korostaa aivojen plastisuutta ja hermostollisten verkostojen mukautumiskykyä (Holtmaat & Svoboda, 2009). Synaptisen rakenteen muutokset (uudet yhteydet ja piikkien dynamiikka) ovat keskeisiä oppimisen ja muistin kannalta. Nämä prosessit ovat erityisen merkittäviä aikuisiällä, mikä mahdollistaa jatkuvan sopeutumiskyvyn (Holtmaat & Svoboda, 2009). Holtmaat ja Svoboda korostavat artikkelissaan (2009) kokemuksesta riippuvaa rakenteellista synaptista plastisuutta nisäkkäiden aivoissa, erityisesti aikuisilla yksilöillä.

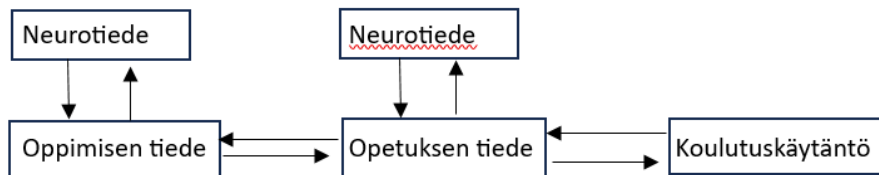
Muisti on monimutkainen, päällekkäinen ja hajautettu prosessi, sillä kaikki oppimiseen ja muistamiseen liittyvä tapahtuu hermosoluissa ja niiden välisissä kytkennöissä (Holtmaat & Svoboda, 2009; Sajaniemi & Krause, 2012). Oppiminen voidaan siis nähdä aivotoiminnan muotoutumista, jota tapahtuu läpi elämän. Aivojen alueista erityisesti hippokampuksen rooli oppimisessa on oleellinen, sillä uusien muistojen vakauttamisen (konsolidaatio) ja LTP:n (long term potentiation eli kestopotentiointi) avulla tapahtuu oppimista (Hill ym., 2018, 366-367). LTP:lla tarkoitetaan hermosolujen biokemiallista solumekanismia, jossa hermosolun reagointi syötteisiin lisääntyy (Hill ym., 2018, 362-367).

Psykologian, neurotieteen ja oppimisen vuorovaikutus on merkittävä (Mayer, 2017). Yhdistetyssä kaksisuuntaisessa siltaskenaariossa (Kuvio 1) neurotiede ja psykologia ovat vuorovaikutuksessa keskenään tuottaakseen ymmärryksen siitä, miten oppiminen tapahtuu. Oppiminen puolestaan on vuorovaikutuksessa oppimisen ja psykologian yhdistävän kasvatustieteellisen kautta tuottaakseen käsityksen siitä, miten rakenteelliset menetelmät vaikuttavat oppimisprosesseihin ja -tuloksiin (Kuvio 1, Mayer, 2017). Parhaimmillaan neurotieteellinen tutkimus tukee psykologista tutkimusta, ja päinvastoin, jolloin koulutuksen ja oppimisen tueksi saadaan parasta mahdollista tietoa. Näin ollen opettamiskäytäntöjä voidaan kehittää oppimista parhaiten tukeviksi kokonaisuuksiksi.



Kuvio 1. Neurotieteen, psykologian ja oppimisen tieteen vuorovaikutus (mukaillen Mayer, 2017, 840).

Kasvatuksellinen neurotiede voi tarjota merkittävän panoksen koulutuksen kehittämiseen erityisesti oppimisen aikaisten kognitiivisten prosessien tutkimisen, oppimistulosten neurotieteellisen tarkastelun, opetuksen tehokkuuden rajaehtojen rakenteellisen tutkimisen sekä oppimiseen vaikuttavien muiden tekijöiden (kuten motivaatio ja tunnetila) käsitteellistämisen ja mittaamisen kautta (Mayer, 2017). Parhaimmillaan neurotiede siis edistää ja tukee oppimista sekä opetustieteitä vastavuoroisesti, kuten kuvio 2 osoittaa.



Kuvio 2. Neurotiede on vuorovaikutuksessa oppimisen, opetuksen ja koulutuksen kanssa (mukaillen Mayer, 2017, 844).

Kyvvyllä oppia toisten ihmisten katseen kautta (seuraamalla toisen ihmisen katsetta), on vahva neuraalinen perusta (Emery, 2000; Nummenmaa & Calder, 2009). Emery korostaa, että katseen seuraamisen kyky on evolutiivisesti merkittävä ja se on kehittynyt erityisesti ihmisillä sosiaalisen vuorovaikutuksen ja kognitiivisen kehityksen tukemiseksi (Emery, 2000). Tämänkaltaista oppimista tapahtuu jo pienillä lapsilla kehittymisen myötä luonnostaan. Katseen seuraaminen ja jaettu huomio edistävät sosiaalista oppimista, sosiaalista kompetenssia, itsesääätelyä, älykkyyttä ja tiedon syvällistä prosessointia (Emery, 2000). Kun kaksi henkilöä kiinnittää huomionsa samaan kohteeseen, aivot synkronoivat kognitiivisia prosesseja ja yhteistoiminnallisuus tukee ongelmanratkaisua (Nummenmaa & Calder, 2009). Ihmisillä tietyt psykopatologiset oireyhtymät, kuten skitsofrenia tai autismi, sekä tietyt aivovauriot, voivat heikentää kykyä oppia toisten katsetta hyödyntäen (Emery, 2000). Aivoalueista erityisesti manteliumaketta (engl. *amygdala*) on ehdotettu tärkeäksi alueeksi toisen katseen prosessoinnissa ja sen tarjoamien vihjeiden hyödyntämisessä sisäisestä (tunteet, uskomukset, halut, aikomukset) ja ulkoisesta (esineet, tapahtumat) maailmasta (Emery, 2000).

## 2.3 Visuaalinen tarkkaavaisuus oppimistutkimuksessa

### 2.3.1 Visuaalisen tarkkaavaisuuden fysiologinen tausta

Näköaisti on yksi ihmisen tärkeimmistä aisteista. Sen avulla havainnoimme ympäristöämme jatkuvasti. Ihmisen näköjärjestelmä on monimutkainen kokonaisuus, joka koostuu silmistä, näköhermoista ja aivojen näköalueista. Tässä kappaleessa tarkastellaan ihmisen näkemisen fysiologiaa ja anatomiaa, keskittyen erityisesti silmän rakenteeseen ja liikkeisiin.

## *Silmän anatomia*

Silmä on näköaistin keskeinen elin. Silmään saapuva valo kohtaa ensimmäisenä kirkkaan sarveiskalvon, jonka läpi kulkiessaan valonsäteet konvergoituvat, eli taittuvat voimakkaasti kohti verkkokalvoa (Hyvärinen, 2001). Valonsäteet kulkevat läpi kammionesteen täyttämän etukammion ja läpi iiriksen säätelemän pupillin ja linssin (=mykiö), joka taittaa valonsäteitä edelleen (Hyvärinen, 2001). Mykiön takana on lasiaishyytelön täyttämä silmämuna, jonka pohjalla verkkokalvo sijaitsee.

Verkkokalvo toimii varsinaisena valon fotoneihin reagoivana kudoksena (Hill ym., 2018). Sauva- ja tappisolut muuttavat valon hermoimpulsseiksi monimutkaisen prosessin kautta. Pigmentin muodonmuutos aiheuttaa muutoksen solukalvon ionikanavissa ja hyperpolarisoi fotoreseptorit, jolloin aktiopotentiaali pääsee syntymään (Hill ym., 2018). Gangliosolujen aksonit muodostavat näköhermon, joka kuljettaa aistimuksen optisen kiasman kautta talamuksessa sijaitsevaan lateraaliseen polvitumakkeeseen (LGN= *lateral geniculate nucleus*) ja sieltä edelleen primääriselle näköaivokuorelle, jossa näköaistimus lopulta tapahtuu (Hill ym., 2018).

Ihmisillä on verkkokalvolla tarkkan näkemisen alue (fovea), noin 1,5 mm halkaisijaltaan oleva kuoppa, jossa solukerrokset ja verisuonet ovat siirtyneet sivuun (Hill ym., 2018). Sen keskustassa on ainoastaan tiiviisti pakattuja tarkkaan näkemiseen erikoistuneita tappisoluja (Hill ym., 2018) ja näön tarkkuus heikkenee nopeasti tältä alueelta pois siirryttäessä (Lehtinen, 2005). Fovea ei kuitenkaan ole vain passiivinen tarkkan näkemisen kuoppa, vaan se osallistuu aktiivisesti katseen suuntaamiseen ja informaation ennakkointiin (Kroell & Rolfs, 2022). Ihmisen näkökenttä jakautuu kolmeen osaan: foveaaliseen, parafoveaaliseen ja perifeeraaliseen alueeseen (Rayner, 1998). Foveaalinen alue sijaitsee verkkokalvon keskellä ja kattaa noin kahden asteen säteen fiksaatiopisteestä, jossa näkö on kaikkein tarkinta. Parafoveaalinen alue ympäröi foveaa noin viiden asteen säteellä, ja vaikka näöntarkkuus siellä on heikompi kuin foveassa, pystymme silti havaitsemaan ja tunnistamaan esimerkiksi kirjaimia tällä alueella (Rayner, 1998). Tämä parafoveaalinen näkö on tärkeä esimerkiksi lukemisen sujuvuuden kannalta. Periferinen näkökenttä tarkoittaa sitä aluetta, joka sijaitsee parafoveaalisen alueen ulkopuolella (Rayner, 1998). Periferisellä näkökentällä näöntarkkuus on selvästi heikompi kuin keskeisillä alueilla, mutta se on tärkeä esimerkiksi liikkeen havaitsemisessa ja ympäristön hahmottamisessa (Rayner, 1998).

## *Silmänliikkeet*

Silmään kiinnittyneiden lihasten aiheuttamat liikkeet voidaan jakaa silmämunan liikuttamiseen liittyviin liikkeisiin, jotka mahdollistavat fovean kiinnittymisen haluttuun kohteeseen (silmämunan liike sisään/ulos/ylös/alas/kierto), sekä liikkeisiin, jotka vaikuttavat kohteen tarkentamiseen (pupillin laajentuminen ja linssin muoto). Silmämunan liikkeistä on vastuussa kuusi eri ekstaokulaarista lihasta: ulko- ja sisäsuorasilmälihas, ylä- ja alasuora silmälihas sekä ylä- ja alavino silmälihas (Burch,

2022). Näitä lihaksia käyttämällä ihminen voi pääosin vapaaehtoisesti päättää minne katseensa suuntaa ja valitsemaan näin kohteet, joista heijastuva valo kohdistuu fovealle ja katse tarkentuu.

Silmän liikkeet voidaan jakaa nopeisiin sakkadeihin ja fiksaatioon (Duchowski, 2017). Sakkadit ovat osittain tahdosta riippumattomia, nopeita silmänliikkeitä, jotka kohdistavat silmän keskikuopan uuteen kohteeseen (Duchowski, 2017, 42). Ajallisesti sakkadien kesto on noin 10-100 millisekuntia (Duchowski, 2017, 42). Tämä on niin nopea aika, ettei sakkadin aikana silmästä saada visuaalista informaatiota (Conklin ym., 2018, 1-2). Koska tarkan näkemisen alue on niin pieni, katsetta täytyy siirtää ja sakkadeja esiintyy hyvin usein (Lehtinen, 2005). Fiksaatio kiinnittää katseen, toisin sanoen verkkokalvolle projisoituvan kohteen, ja niiden kesto on 100-600 millisekuntia (Duchowski, 2017, 46). Fiksaation aikana nähdään tarkasti hyvin pieni, noin 1 asteen kulmassa näkyvä kohde (Lehtinen, 2005). Fiksaatiolle ominaista on kuitenkin silmän erittäin pienet ja nopeat mikroliikkeet, kuten tärinä, ajautuminen ja mikrosakkadit, joita esiintyy fiksaation aikana (Duchowski, 2017, 44-46). Mikrosakkadit korjaavat silmien asentoa fiksaation aikana ja auttavat ylläpitämään näkökykyä estämällä näkökyvyn heikkenemistä tai sokeutta, joka voisi aiheutua täysin liikkumattomasta silmästä (Duchowski, 2017, 46). Mikrosakkadit ovat siis osa fiksaatioliikkeitä, joita silmä tekee itsenäisesti ja joita ei voi tietoisesti estää. Seuraamisliikkeistä (engl. *smooth pursuit*) puhutaan, kun visuaalisesti seurataan liikkuvaa kohdetta, ja silmät pystyvät sovittamaan liikkeensä liikkuvan kohteen nopeuteen (Duchowski, 2017, 45). Näin ollen liikkuva kohde pysyy silmän tarkan näön alueella ja katse seuraa kohdetta. Mikrosakkadit ovat siis hyvin pieniä, nopeita silmänliikkeitä, joita esiintyy fiksaation aikana, mutta niiden vaikutuksesta huolimatta silmät pysyvät käytännössä lähes liikkumattomina fiksaation ajan. Silmänliiketutkimuksissa katsetta tarkastellaan pääasiassa juuri fiksaatioiden ja niiden välisten sakkadien tasolla, koska nämä ovat silmänliikkeiden analyysin kannalta keskeisimmät ja selkeimmin mitattavat yksiköt (Chitalkina, 2021).

### 2.3.2 Silmänliiketutkimuksen tausta ja kehitys oppimistutkimuksessa

Keplerin työ silmän optisesta toiminnasta oli merkittävä askel näön fysiologian ymmärtämiselle 1600-luvulla, mutta varsinainen silmänliiketutkimus alkoi kehittyä vasta 1900-luvulla. Fletcher, Dunne ja Butler (2022) kuvaavat, kuinka Johannes Kepler oli ensimmäisiä, jotka selittivät näkemistä linssin kautta ja ymmärsivät, että silmä ei ole staattinen, vaan liikkuu tarkentaakseen. Hän loi näin perustan myöhemmälle silmänliiketutkimukselle. Nykyään silmänliikkeitä tutkitaan erittäin tarkasti eri teknologisten laitteiden avustuksella, kuten videopohjaisella silmänseurannalla, joka mahdollistaa reaaliaikaisen mittauksen ilman fyysistä kontaktia (Fletcher ym., 2022).

Visuaalinen huomionkiinnittäminen viittaa prosessiin, jossa erilaisten monimutkaisten kognitiivisten toimintojen kautta merkityksellinen tieto eristetään epäolennaisesta visuaalisissa tilanteissa (Skaramagkas ym., 2023). Kuten Skaramagkas ja kollegansa kirjoittavat (2023), ihmisten käyttäytymistä muokkaavien tunne- ja kognitiivisten prosessien tutkiminen vaatii kokonaisvaltaista

tutkimusta. Silmien ja pupillien vasteet ovat näin autonomisen hermoston välittämiä biosignaaleita, joita tutkimalla voidaan saada paljon arvokasta tietoa ihmisen kognitiivisesta toiminnasta (Skaramagkas ym., 2023). Ihmisluonnolle on tyypillistä, että katseen avulla etsitään tietoa aktiivisesti motivaation ja tavoitteiden mukaan (Lehtinen, 2005). Silmänliiketutkimus tarjoaa mahdollisuuden saada tätä tietoa tutkittavien tiedostamattomista silmänliikkeistä ja sitä kautta havaintoprosesseista (Lehtinen, 2005). Kognitiiviset ja emotionaaliset tekijät ovat merkittävässä roolissa aktiivisessa katseen hallinnassa (Niu ym., 2012), joten silmänliiketutkimus voi tarjota myös tietoa tutkittavien kognitiivisesta kuormituksesta ja emotionaalisesta tilasta (Lehtinen, 2005). Niu kollegoineen kirjoittavat (2012), että luonnollisessa näkemisessä sekä ärsykkeen visuaaliset piirteet että kognitiiviset ja affektiiviset tekijät vaikuttavat havainnoijan tarkkaavaisuuteen. Heidän tutkimuksensa osoittavat, että silmänliikkeet eivät ole vain reaktioita visuaalisiin ärsykkeisiin, vaan niihin vaikuttavat myös monimutkaiset kognitiiviset ja emotionaaliset prosessit (Niu ym., 2012).

Katseen kohdetta pidetään merkinä henkilön huomion kohteesta perustuen niin sanottuun silmämieli-olettamukseen (Just & Carpenter, 1980). Tämä hypoteesi olettaa, että katseen kohdistuminen heijastaa tarkkaavaisuuden ja kognitiivisten prosessien kohdistumista. Visuaalisen huomion ja katseen kiinnittymisen avulla suodatamme ympäristöstämme asioita, jotka puolestaan vaikuttavat oppimiseen ja muistiin, joten huomion kiinnittymistä voidaan usein pitää ensimmäisenä askeleena ajatus- ja toimintajärjestelmien kaskadeissa (Amso & Scerif, 2015). Skaramagkas ym. (2023) mukaan fiksaatioiden määrä ja kesto liittyvät läheisesti kohteeseen keskittymiseen. Heidän mukaansa muun muassa fiksaatioiden määrä ja sakkadien nopeus ovat luotettavia positiivisia indikaattoreita kognitiivisen kuorman lisääntymisestä (Skaramagkas ym., 2023). Näin ollen silmänliiketutkimuksen avulla on mahdollista saada tietoa tutkittavan huomion kiinnittymisestä tutkimustilanteessa.

Silmänliiketutkimuksella, eli katseenseurannalla (engl. *eye tracking*) tarkoitetaan katsojan silmien liikkeiden ja katseen mittaamista ja analysointia. Kiinnostuksen kohteena ovat erityisesti katseen suuntaaminen eri kohteisiin ja miten/millaista silmien liikettä tapahtuu eri kohteiden välillä. Tämä tutkimustapa on auttanut ymmärtämään monia visuaalisen oppimisen muotoja (Fox & Faulkner-Jones, 2017). Silmien liike kertoo kognitiivisesta prosessoinnista (Conklin ym., 2018), joten sen voidaan ajatella kertovan minne tutkittava kulloinkin huomionsa kiinnittää, ja näin tarjoavan meille ”ikkunan” tutkittavan mieleen. Keräämällä tietoja tutkittavan silmänliikkeistä, voidaan päätellä mihin komponenttiin käyttäjän huomio kulloinkin kohdistuu. Tämä tutkimusmenetelmä voi paljastaa sekä käyttäjän tietoisia että tiedostamattomia prosesseja vuorovaikutustilanteessa (Lehtinen, 2005). Katseenseurantatutkimus tarjoaa mielenkiintoisen tavan tutkia oppimisen kognitiivisia prosesseja, sillä se mahdollistaa tarkkaavaisuuden ja tiedonkäsittelyn tutkimisen reaaliajassa. Silmänliikkeiden avulla voidaan tehdä johtopäätöksiä siitä, miten henkilön tarkkaavaisuus jakautuu jonkin tehtävän aikana. Lisäksi katseenseuranta mahdollistaa oppimisprosessien tutkimisen sekä

tarkasti kontrolloiduissa laboratorio-olosuhteissa, että aidoissa oppimisympäristöissä, mikä tekee katseenseurannasta loistavan menetelmän tutkia ongelmanratkaisuprosessia.

Erilaisia silmänliikettä mittaavia mittaustekniikoita ovat muun muassa EOG (Electro-OculoGraphy), skleraalin piilolinssi, POG (Photo-OculoGraphy) ja VOG (Video-OculoGraphy) (Duchowski, 2017, 49). EOGssa mitataan sarveiskalvon ja verkkokalvon välistä sähköistä potentiaaliero, kun taas skleraalista piilolinssiä hyödyntävät menetelmät sisältävät silmän pinnalle asetettavan kontaktilinssin, johon on kiinnitetty mittalaite. Tämä on erittäin tarkka mutta epämukava ja hieman hankalammin käsiteltävä menetelmä, joka ei ole laajasti käytössä (Duchowski, 2017, 49). POG ja VOG perustuvat pupilli- ja sarveiskalvoheijastuksiin (Duchowski, 2017, 49), ja ovat useimmiten helpommin käytettävissä olevia mittausmenetelmiä.

Suurin osa tällä hetkellä markkinoilla olevista kaupallisesti saatavilla olevista katseenseurantalaitteista ovat videopohjaisia järjestelmiä, joissa analysoidaan silmien liikettä osallistujan silmiin valaistun infrapunavalon avulla (Conklin ym., 2018, 15). Ohjelmisto muuttaa ennalta määrättyjen algoritmien avulla analysoidut silmäkuvatiedot katseen sijaintitiedoiksi (Conklin ym., 2018, 15). Tallennetut katsetiedot yhdistetään edelleen kokeellisiin ärsykeisiin, jolloin katseen suuntaamistiedot voidaan liittää tunnistetuille alueille (Conklin ym., 2018, 15). Suosituimpia katseenseurantalaitteita nykypäivänä ovat laitteet, jotka mahdollistavat pään mahdollisimman luonnollisen liikkumisen, ja jotka hyödyntävät sarveiskalvon heijastuksen ja pupillin seurannan (Conklin ym., 2018, 15-18). Tässä tutkimuksessa käytetyt silmälasikehyksiin liitetyt silmänliikekamerat edustavat videopohjaisia järjestelmiä. Kehyksiin, lippaan tai päähineeseen liitetyt katseenseurantalaitteet tarjoavat hyvän tarkkuuden ja sietävät pään liikkeitä melko hyvin, mutta eivät aina esimerkiksi kokonsa tai painonsa vuoksi sovellu kaikkiin tutkimuksiin (Conklin ym., 2018). Tosin tässäkin asiassa kehitys on tuonut huomattavaa helpotusta asiaan, kun kamerat ovat pienentyneet ja keventyneet huomattavasti viime vuosina. Silmänliikeseurantalaitteiden kalibrointi ennen jokaista käyttökertaa on tärkeä osa tutkimusta (Duchowski, 2017). Kalibrointi sisältää muun muassa kuvausoptiikan säätämisen sekä ohjelmistojen kynnystasojen asettamisen oikealle tasolle (Duchowski, 2017). Silmänliikekamerat ovat suhteellisen herkkiä tietyille häiriötekijöille, kuten eteen tuleville pitkille silmäripsille tai roikkuville silmäluomille, mutta myös kalibrointivirheet voivat haitata datan keräämistä ja vaikuttaa tulosten objektiivisuuteen (Duchowski, 2017). Mittausjärjestelmän valinnalla katseenseurantatutkimuksessa on suuri merkitys sille, millaista dataa katseenseurantajärjestelmä tarjoaa. Erilaiset tutkimukset vaativat hyvin erityyppistä dataa, joten on merkityksellistä valita kuhunkin tutkimukseen oikea katseenseurantajärjestelmä

Tavallisimmin silmänliiketutkimuksessa ollaan kiinnostuneita koehenkilöiden fiksaatioiden kohteista ja kestosta, sakkadien kestosta, sekä silmän liikeradoista, katsepoluista (Lehtinen, 2005). Katsepoluiksi kutsutaan niitä fiksaatioiden ja sakkadien sarjoja, jotka muodostuvat koehenkilön prosessoidessa visuaalista kohdetta (Lehtinen, 2005). Sekä fiksaation kestolla että katsepolkujen

suunnalla ja kestolla on todettu olevan yhteys kognitiivisten prosessien kanssa (Lehtinen, 2005). Silmänliikkeisiin keskittyvillä tutkimusmenetelmällä saadaan objektiivista dataa melko nopeasti, mutta analysointi voi olla työlästä datan suuren määrän vuoksi. Teknologinen kehitys on mahdollistanut tarkemman ja monipuolisemman analyysin visuaalisesta tarkkaavaisuudesta, kognitiivisista prosesseista ja käyttäytymisestä eri konteksteissa (Fletcher ym., 2022). Katseenseurantaa sovelletaankin nykyään laajasti esimerkiksi psykologiassa, lääketieteessä ja käyttäjäkokemuksen tutkimuksessa.

## 2.4 Jaettu visuaalinen huomion kiinnittyminen

Jaettu huomion kiinnittyminen, JHK (eng. joint attention) on erittäin keskeinen tekijä yhteistyössä tapahtuvassa ongelmanratkaisuprosessissa (Salminen-Saari ym., 2021; Barron, 2000 ja Pöysä-Tarhonen ym., 2021). Se on olennainen osa ihmisten välistä vuorovaikutusta ja kommunikaatiota (Richardson & Dale, 2005) myös varhaislapsuuden kehityksessä (Yu & Smith, 2017). Jaettu huomion kiinnittyminen on siis laaja sosiaalinen ja kognitiivinen ilmiö, jossa jaetaan sekä huomio että ymmärrys kohteesta, esimerkiksi katseen, eleiden tai osoittamisen avulla. Jaettu visuaalinen huomion kiinnittyminen, JVHK, on tämän ilmiön erityistapaus: siinä huomio kohdistuu nimenomaan visuaaliseen ärsykkeeseen eli siihen, mitä nähdään. Se on yksi jaetun huomion muoto, jossa jaetaan nimenomaan näköhavainto. Jaettu visuaalinen huomion kiinnittyminen (JVHK) viittaa prosessiin, jossa kaksi (tai useampi) henkilöä kiinnittää huomionsa samaan visuaaliseen kohteeseen samanaikaisesti (Emery, 2000; Salminen-Saari ym., 2021). Tässä tutkimuksessa keskityn nimenomaan jaettuun visuaaliseen huomion kiinnittymiseen.

Jaettu huomio ei kaikkien määritelmien mukaan tarvitse olla kiinnitetty aina visuaaliseen kohteeseen. Mooren (2013) mukaan symbolisen lingvistisen representaation alkaminen toisena elinvuotena mahdollistaa vuorovaikutuksen poissaolevien tai jopa olemattomien esineiden ympärillä. Tällainen vuorovaikutus on mahdollista, kun osallistujat ymmärtävät (tarkastelun kohteena olevan) näkymättömän kohteen suunnilleen samalla tavalla ja heillä on mielessään samankaltainen kuva kohteesta. Hän viittaa tähän mielikuvaan representaationa (Moore, 2013). Tällaisen vuorovaikutuksen aikana osallistujat eivät jaa yhteistä visuaalista huomiota. Heidän huomionsa on kuitenkin samassa asiassa suunnilleen samaan aikaan ja he tunnustavat sen, joten voidaan puhua jaetusta huomion kiinnittymisestä. Moore (2013) viittaa tällaiseen vuorovaikutukseen näkymättömien esineiden ympärillä yhteisenä representatiivisena huomiona. Salminen-Saari ym. (2021) ovat omassa matemaattiseen ongelmanratkaisuun pureutuneessa tutkimuksessaan määritelleet jaetun huomion kiinnittymisen vielä laajemmin. He määrittivät jaettua huomion kiinnittymistä esiintyvän myös tilanteissa, joissa tutkitut henkilöt katsoivat samankaltaista kohdetta, mutta kumpikin omissa muistiinpanoistaan. Lisäksi he määrittivät JHK:een kuuluvaksi myös tilanteet, joissa osallistujat keskustelevat mahdollisesta ratkaisusta, jonka kukin voi visualisoida mielessään samalla tavalla, ja

tilanteet, joissa toinen tutkituista selittää ratkaisun parilleen esittävien eleiden avulla, esimerkiksi piirtämällä kaavion ilmaan, ja toinen osapuoli visualisoi ratkaisun mielessään (Salminen-Saari ym., 2021). Myös tilanteet, joissa toinen osallistuja katsoo kaaviota ja toinen puhuu kaaviosta, on heidän määritelmänsä mukaan jaettua huomiota matemaattisen ongelmanratkaisun kontekstissa (Salminen-Saari ym. 2021). Tässä tutkimuksessa määrittelimme jaetun visuaalisen huomionkiinnittymisen tutkittavien katseiden kiinnittymisenä samaan visuaaliseen kohteeseen. Vaikka katsemallit eivät ole ainoita kognition ja huomion kiinnittämisen indikaattoreita, on katseen kiinnittäminen merkittävä osa huomion kiinnittymistä (Gullberg & Holmqvist, 1999). Jaettu huomio mahdollistaa yhteisen ymmärryksen ja vuorovaikutuksen, ja visuaalinen huomion kiinnittyminen on usein juuri se konkreettinen tapa, jolla tämä tapahtuu (esim. katseen suuntaaminen samaan kohteeseen).

Jaettu visuaalinen huomion kiinnittyminen voidaan nähdä myös sosiaalisena taitona, joka mahdollistaa toisen henkilön huomion kohteen päättämisen (Yu & Smith, 2017). Jaettu visuaalinen huomio nähdään olevan avaintekijä muun muassa onnistuneessa vuorovaikutuksessa ja yhteistyön edistämisessä (Richardson & Dale, 2005; Salminen-Saari ym., 2021). Se on sosiaalinen ilmiö, joka ryhmätyössä tukee vuorovaikutusta ja ongelmanratkaisua (Barron, 2003). Richardson ja Dale (2005) korostavat, että silmänliikkeiden ja muiden ei-kielellisten viestien (kuten ilmeiden, eleiden ja liikkeiden) yhteinen tarkastelu puhujan ja kuuntelijan välillä voi parantaa ymmärrystä ja viestintää, jolloin dynaamisessa ja vuorovaikutteisessa oppimisympäristössä molemmat osapuolet voivat yhdessä muokata keskustelun etenemistä ja käsitellä informaatiota tehokkaammin. Yhteistoiminnallisuus tuo siis esiin toisen osapuolen kognitiivisen tuen ja parantaa viestintää, mikä tekee ongelmanratkaisusta tehokkaampaa kuin yksin tehtynä (Richardson & Dale, 2005). Kognitiivisen tuen merkityksestä yhteistoiminnallisissa ongelmanratkaisussa kirjoittaa myös Nystörm ym. (2017). Heidän mukaansa jaettu huomionkiinnittyminen tukee kognitiivista yhteistoimintaa, sillä se mahdollistaa, että osallistujat voivat paremmin koordinoita ajatuksiaan ja toimintaansa (Nyström ym., 2017). Tällöin ryhmän jäsenet voivat reagoida toistensa havaintoihin ja edistää yhteistä ongelmanratkaisua tehokkaammin, mikä tekee prosessista sujuvampaa ja vähemmän virhealtista.

Vygotskyn luoman teorian mukaan oppiminen tapahtuu tehokkaimmin silloin, kun oppilas on vuorovaikutuksessa kokeneemman henkilön, kuten opettajan, kanssa (Shvarts & Abrahamsson, 2019). Edellä mainitussa tutkimuksessa (Shvarts & Abrahamsson, 2019) tarkasteltiin opettajan ja oppilaan välistä vuorovaikutusta matematiikan opetustilanteessa. Heidän käyttämänsä kahden henkilön yhtäaikaista silmänliikkeiden seuraamista paljastaa, kuinka opettaja ja oppilas kohdistavat katseensa yhteisiin ongelmanratkaisutehtäviin ja miten opettaja voi ohjata oppilaan huomiota oikeisiin kohtiin prosessin aikana (Shvarts & Abrahamsson, 2019). Vygotskyn sosiokulttuurista taustaa vasten myös Shvarts ja Abrahamsson osoittavat, kuinka jaettua huomionkiinnittymistä sisältävä opettajan ja oppilaan välinen vuorovaikutus voi edistää oppilaan kognitiivista kehitystä.

Tämä havainto tukee käsitystä siitä, että yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu on tehokkaampaa kuin yksin tehty (Richardson & Dale, 2005; Shvarts & Abrahamsson, 2019).

Viimeaikainen katseenseurantalaitteiden kehitys on mahdollistanut sanattoman vuorovaikutuksen tarkemman tutkimisen aidossa kontekstissa. Katseenseurannan avulla voidaan havaita, mitä osallistuja näkee ja mihin hän keskittyy. Katseenseurannan avulla on helpompi määrittää esimerkiksi mikä kiinnittää osallistujan huomion. Se antaa myös tarkkaa tietoa katseen suunnasta vuorovaikutuksen aikana. Jaettua visuaalista huomion kiinnittymistä voidaan mitata esimerkiksi juuri katseenseurannan avulla, jolloin voidaan tarkasti määrittää, milloin osallistujat katsovat samaa kohdetta. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan ongelmanratkaisuprosessia yhteistoiminnallisessa tilanteessa tutkimalla silmän liikkeitä ja katseen suuntautumista silmänliikekameroiden avulla. Koska aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet jaetun huomion kiinnittymisen merkityksen ongelmanratkaisuprosessin onnistumisen kannalta (esim. Roschelle & Teasley, 1995; Salminen-Saari ym., 2021), voimme arvioida myös yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisuprosessin eri vaiheiden merkitystä tutkimalla jaettua visuaalista huomion kiinnittymistä näissä vaiheissa.

### 3 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tarkoitus oli havainnoida biologian yliopisto-opiskelijoista muodostettujen opiskelijaparien keskinäistä yhteistyötä ja tiedon rakentumista jaetussa ongelmanratkaisuprosessissa. Keskityin tässä erityisesti huomion suuntautumiseen ja jaetun visuaalisen huomion kiinnittymiseen prosessin aikana. Tietojemme mukaan missään aiemmassa tutkimuksissa ei ole tutkittu tällaista yhteistoimintaan perustuvaa ongelmanratkaisuprosessia yliopistoympäristössä etenkin niin, että siihen liittyy monimutkaisia ilmiöitä, jotka vaativat syvällistä käsitteellistä ymmärtämistä ja systeemistä ajattelua.

Tutkimuskysymykset olivat seuraavat:

1. Millaisia teemoja tai vaiheita yhteisestä ongelmanratkaisuprosessista on erotettavissa?
2. Kuinka paljon ongelmanratkaisuprosessin aikana esiintyy jaettua visuaalista huomionkiinnittymistä? Millaisissa ongelmanratkaisuprosessin vaiheissa tätä ilmenee?

## 4 Menetelmät

### 4.1 Osallistujat

Tutkimusaineisto koostuu kahdesta tutkittavasta parista, eli yhteensä neljästä henkilöstä (N=4). Kaikki tutkittavat olivat maisterivaiheen opiskelijoita Helsingin yliopiston Bio- ja ympäristötieteellisestä tiedekunnasta. Tutkimukseen ilmoittautuneille opiskelijoille lähetettiin ennakkoon tutkimusta koskeva sähköposti, joka sisälsi tutkimuskutsun (liite 1) ja lyhyen taustakyselyn (liite 2), sekä tarkemman tiedotteen tutkimuksesta (liite 3) ja tieteellisen tutkimuksen tietosuojailmoituksen (liite 4). Sähköpostin välityksellä kullekin tutkittavalle annettiin myös satunnainen henkilökohtainen id-koodi anonymiteetin varmistamiseksi. Raportoitaessa tuloksia henkilöitä ei voi tunnistaa, sillä henkilöt esiintyvät niissä ainoastaan anonyymien koodien kautta, eikä tutkimustuloksista ole pääteltävissä keneen mitkään vastaukset viittaavat. Tässä tutkielmassa käytän luettavuuden parantamiseksi id-koodien tilalta keksittyjä henkilönimiä (Vanja, Aato, Valo ja Anno). Kenelläkään osallistujista ei ollut aiempaa kokemusta yhdessä toimimisesta heille sattumanvaraisesti valikoituneen parin kanssa. Tutkimukseen osallistuminen oli vapaaehtoista ja tutkimus toteutettiin hyvää tieteellistä käytäntöä noudattaen (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, TENK, 2023). Osallistujat antoivat kirjallisesti tietoon perustuvan suostumuksensa tutkimukseen osallistumiseen. Heille myös ilmoitettiin, että tutkimuksen saa keskeyttää milloin tahansa ja suostumuksensa saa peruuttaa myös jälkikäteen.

### 4.2 Tutkimusasetelma ja mittarit

Tutkimus tehtiin yhteistyössä Ilona Södervikin johtaman CELLS-tutkimusprojektin ja Tomi Kiviluoman väitöskirjatutkimuksen kanssa. Tutkimuksella on yliopiston ihmistieteiden eettisen ennakoarvioinnin toimikunnan lausunto tutkimuksen eettisyydestä. Tätä tutkielmaa varten sain Tomi Kiviluoman keräämän aineiston käyttöni. Aineisto on kerätty vuoden 2024 aikana Helsingin yliopistossa ja se muodostuu silmänliikekameroiden keräämästä videodatasta sekä äänitetyistä keskusteluista. Jotta sain tätä tutkielmaani varten autenttisen kokemuksen tutkimuksesta ja tutkittavana olemisesta, osallistuin tutkimukseen itse ensin tutkittavan roolissa. Materiaalia, jossa itse olen tutkittavana, ei ole käytetty tässä tutkimuksessa aineistona.

#### 4.2.1 Tutkimuslaitteisto

Aineiston keruuta varten tutkittaville varattiin rauhallinen tila Helsingin yliopistolla, jossa testi saatiin suoritettua ilman ulkopuolisia häiriötekijöitä. Tutkimustilassa oli tehtävän suorittamisen aikana läsnä ainoastaan tutkittava opiskelijapari ja tutkija. Tutkittavilla oli kasvoillaan silmänliikekameroilla varustetut katseenseurantalasit (Kuvio 3), jotka olivat yhdistetty kumpikin omaan tietokoneeseensa.

Katseen taltioimiseksi tutkimuksessa käytettiin SeeTrue Technologies -yrityksen valmistamia Mobile eye tracker SP-merkin silmälasien tapaan käytettäviä laitteita (Kuvio 3) ja äänitys suoritettiin käyttämällä Olympus VN-541PC äänityslaitetta. Äänitetyt keskustelut on myös litteroitu analysointia varten. Lisäksi tutkimuksen aineistonkeruussa on ollut tutkijalla käytössään kannettava tietokone, jonka kautta hän on voinut ennen tutkimustilannetta muun muassa kalibroida silmänliikekamerat. Tutkimustulosten analysoinnissa apuna ollut ohjelmisto on hallinnoitu kannettavien tietokoneiden kautta.



Kuvio 3. Tutkimuksessa käytetyt SeeTrue Technologiesin katseenseurantalasit (Tomi Kiviluoma, 2024).

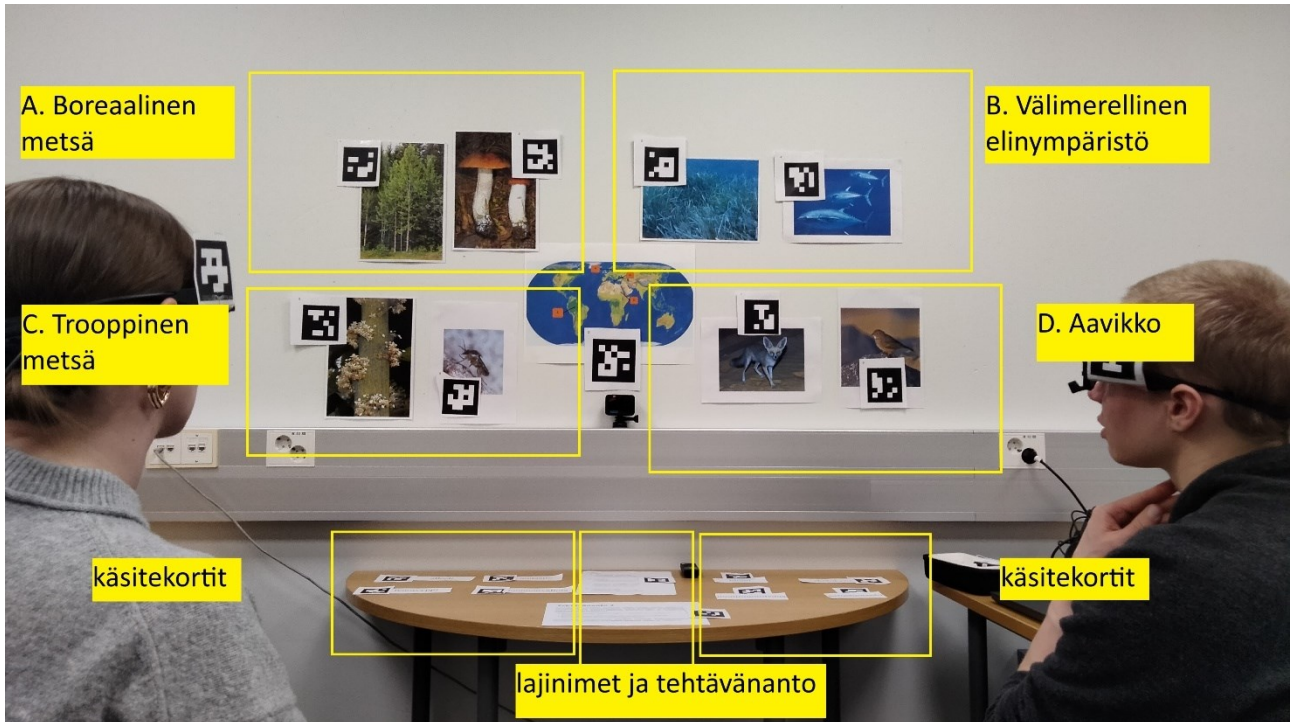
#### 4.2.2 Yhteisen ongelmanratkaisuprosessin tutkimusasetelma

Yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun prosessi etenee vuorovaikutuksen ja kommunikoinnin kautta (Du ym., 2022; Meier ym., 2007). Kommunikaation laatu heijastaa sitä, miten hyvin osallistujat jakavat ideoitaan, tekevät päätöksiä ja ratkaisevat ongelmia yhdessä (Meier ym., 2007). Tämä viittaa siihen, että ongelmanratkaisuprosessi on dynaaminen ja riippuu vahvasti osallistujien välistä vuorovaikutuksesta. Vuorovaikutuksella ja yhteisellä huomiolla on merkittävä vaikutus tehokkaaseen yhteistoiminnalliseen ongelmanratkaisuun (Du ym., 2022). Meier ym. korostavat artikkelissaan (2007) myös yhteistyöprosessin laatua, joka tarkoittaa, kuinka hyvin osallistujat koordinoivat toimintaansa ja jakavat tehtäviä ongelmanratkaisuprosessissa. Tämä heijastaa yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun vaiheiden järjestystä, jossa osallistujat saattavat aluksi jakaa tehtävät ja keskittyä yhteiseen päämäärään, mutta myöhemmin voivat muokata lähestymistapaansa ja jakaa uusia ideoita vuorovaikutuksessa toistensa kanssa (Meier ym., 2007). Koordinointi on keskeinen osa prosessin dynamiikkaa, joka määrittää, miten ryhmän jäsenet yhdistävät vahvuutensa

ongelmanratkaisun edistämiseksi (Meier ym., 2007). Silloin myös sisällön laatu nähdään merkittävänä onnistuneen yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisuprosessin tekijänä (Meier ym., 2007). Sisällön laatu on tärkeä yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun prosessissa, koska se liittyy siihen, kuinka ryhmän jäsenet yhdessä muodostavat ymmärryksen ongelmasta ja löytävät siihen ratkaisuja (Meier ym., 2007). Sisällön käsittely ja ongelmanratkaisun syvällisyys voivat vaihdella sen mukaan, kuinka hyvin osallistujat pystyvät jakamaan tietoa ja tarkastelemaan ongelmaa eri näkökulmista. Tämän tutkielman tavoitteena oli pyrkiä selvittämään, millaisia vaiheita yhteisestä ongelmanratkaisuprosessista on erotettavissa. Parien ongelmanratkaisuprosessin aikana käymien keskusteluiden dynamiikkaa tutkimalla haluttiin ottaa selvälle, miten paljon keskustelujen aikana esiintyy jaettua visuaalista huomionkiinnittymistä ja millaisissa ongelmanratkaisutilanteissa sitä esiintyy.

Tutkimustilanteessa osallistujille annettiin aluksi suulliset yleisohjeet kokeen suorittamisesta. Tehtävän edessä kirjalliset ohjeet olivat lisäksi nähtävillä pöydällä osallistujien edessä. Osallistujat istuivat vierekkäin saman pöydän ääressä siten, että heidän edessään pöydällä oli näkyvissä lajien nimet (sekä suomenkieliset että tieteelliset nimet), ja seinälle oli kiinnitetty tehtävän suorittamista tukevaa kuvamateriaalia (Kuvio 4). Lisäksi pöydälle oli asetettu luonnontieteellisiä käsitekortteja, joita kehoitettiin hyödyntämään ongelmanratkaisussa. Käsitekorkeissa oli seuraavat biologiaan liittyvät käsitteet: alleeli, mutaatio, fenotyyppi, luonnonvalinta, biomi, vieraslaji, monimuotoisuus, perustuotanto ja ekolokero. Koska tutkimuksen menetelmänä hyödynnettiin laadullista diskurssianalyysiä, aineiston keruussa kiinnitettiin erityistä huomiota tilanteen luonnollisuuteen ja kielellisen vuorovaikutuksen mahdollisimman vapaaseen kulkuun. Näin pyrittiin varmistamaan, että osallistujien tuottama puhe heijastaisi luonnollisesti heidän tapojaan jäsentää tehtävää ja siihen liittyviä käsitteitä.

Seinällä tutkittavien edessä olleeseen maailmankarttaan oli merkitty neljä erilaista elinympäristöä A-D (Kuvio 4). Jokaisesta elinympäristöstä oli esimerkkeinä kaksi eri lajia, joiden kuvat olivat nähtävissä seinällä ja nimet pöydällä (Kuvio 4). Alustuksessa kerrottiin, miten valitut lajit edustavat vain ryhmiään, eikä tarkastelua tarvitse rajata näihin nimettyihin lajeihin, vaan ilmiöitä tulisi tarkastella laajemmin. Kunkin kohteen (kuvan ja tekstin) vieressä oli silmänliikekameraa varten QR-koodi. QR-koodien tuottamaa metriikkaa ei hyödynnetty tämän tutkielman analyysissä. Silmänliikekamerat oli kalibroitu tutkijan toimesta jokaisen tutkittavan kohdalla aina ennen varsinaisen tehtävän suorittamista.



Kuvio 4. Tutkimustilanne. Keltaiset ruudut kuvaavat tässä tutkimuksessa analysoituja visuaalisen huomion kohteita; eri elinympäristöt (A-D), käsitekortit ja lajinimet + tehtävänanto. Kuvan henkilöt eivät olleet tutkittavina tässä tutkimuksessa. (Tomi Kiviluoma, 2024).

Tutkimuksen alussa tutkija muistutti kutakin paria, että he pyrkisivät antamaan vastauksen jokaisesta merkitystä elinympäristöstä, ja muistutti lisäksi, että tehtävänannossa on kaksi tarkentavaa alakysymystä. Ennen varsinaista tutkimustehtävää edelsi orientoiva tehtävä, jossa oli tarkoitus pohtia eri lajien vuorovaikutussuhteita neljän eri elinympäristön sisällä. Orientoivan tehtävän tuloksia ei raportoida tässä tutkimuksessa.

### **Tehtävänanto**

*Kuvalkaa ja vertailkaa seuraavan sadan vuoden aikana tapahtuvia muutoksia näissä elinympäristöissä, mikäli maapallon keskilämpötila nousee n. 1,5–2 astetta. Millaisia haasteita eliöt ja ympäristöt todennäköisesti kohtaavat?*

- *Kuvalkaa eliöiden ominaisuuksissa tapahtuvia mahdollisia muutoksia.*
- *Kuvalkaa vuorovaikutussuhteissa tapahtuvia mahdollisia muutoksia, myös yli elinympäristöjen rajojen.*

*Hyödyntäkää vastauksissanne pöydällä esitettyjä luonnontieteellisiä käsitteitä.*

***Keskustelkaa laajemmin ilmiöistä, joihin esimerkit viittaavat.***

Tutkittavia kehoitettiin lukemaan tehtävät huolellisesti ja antamaan keskustelun kautta yksi yhteinen vastaus annetun aikarajan puitteissa. Tehtävän suorittamiseen annettiin aikaa 12 minuuttia.

Tutkituille annettu tehtävä oli hyvin soveltava ja vaati systeemiajattelukykyä. Tämä ajattelutapa on keskeinen osa muun muassa kestävyysliittävää osaamista, koska se auttaa hahmottamaan pitkän aikavälin vaikutuksia, syy-seuraussuhteita sekä palautesilmukoita dynaamisissa yhteiskuntaluonto-järjestelmissä (Wiek ym., 2011; Brundiers ym., 2021). Systeemiajattelu tukee kokonaisvaltaista ongelmanratkaisua ja päätöksentekoa erityisesti kestävyysaasteiden kaltaisissa monimutkaisissa konteksteissa, sillä kestävä kehitys kytkeytyy tiiviisti yhteiskunnan, talouden, ympäristön ja kulttuurin eri osa-alueisiin. Kestävän kehityksen edistäminen vaatii siis monitieteistä yhteistyötä sekä kokonaisvaltaista lähestymistapaa. Siihen liittyviä kysymyksiä ei voida tarkastella erillisinä ilmiöinä, vaan niiden välinen yhteenliittyvyys ja vuorovaikutus on tunnistettava, jotta voidaan kehittää vaikuttavia ja kestäviä ratkaisuja globaaleihin ongelmiin.

Varsinaisen tutkimuksen jälkeen tutkittaville tehtiin vielä jälkikysely (liite 5), jossa kartoitettiin tutkittavien tunnetilaa ja tuntemuksia tehtävän suorittamisen jälkeen. Tunnekyselystä ei noussut esiin mitään tässä huomioitavaa, eikä koetut tunnereaktiot selitä tässä tutkimustilanteessa annettuja vastauksia ja käytyjä keskusteluja.

### 4.3 Analyysi

Aineiston analyysissä olen hyödyntänyt erityisesti laadullisen tutkimuksen analysointikeinoja (kuten diskurssianalyysiä), joilla pyritään kuvaamaan, selittämään ja ymmärtämään tapahtumien luonnetta ja ehtoja, sekä ihmisten toimintaa ja kokemuksia. Diskurssianalyysi on tutkimusmenetelmä, joka tarkastelee, miten sosiaalista todellisuutta ja merkityksiä rakennetaan erilaisissa tilanteissa sosiaalisesti ja kielellisesti toimimalla (Pietikäinen & Mäntynen, 2020). Se perustuu ajatukseen kielenkäytöstä toimintana, joka muokkaa ja rakentaa sosiaalista todellisuutta (Pietikäinen & Mäntynen, 2020), tässä tapauksessa yhteisen tiedon rakentamista. Diskurssianalyysiä ei tulisi kuitenkaan rajata tiukaksi tutkimusmenetelmäksi, vaan ennemminkin väljäksi teoreettiseksi viitekehykseksi, jonka sisällä asioiden tarkastelua voidaan painottaa eri tavoin (Jokinen, Juhila & Suoninen, 2016). Tällöin viitekehyksen voidaan nähdä rakentuvan oletuksista, joissa kielenkäyttö nähdään sosiaalista todellisuutta rakentavana, oletuksesta useiden rinnakkaisten ja keskenään kilpailevien merkityssysteemien olemassaolosta, merkityksellisen toiminnan kontekstisidonnaisuudesta, toimijoiden kiinnittymisestä merkityssysteemiin ja kielenkäytön seurauksien tuottavasta luonteesta (Jokinen ym., 2016). Diskurssianalyysi voitaisiin määritellä myös kielenkäytön ja muun merkityksellisen toiminnan tutkimukseksi, jossa analysoidaan yksityiskohtaisesti sitä, miten sosiaalista todellisuutta tuotetaan (Jokinen ym., 2016). Laajemmassa kontekstissa voidaan puhua sosiaalisesta konstruktionismista, jossa keskeinen taustaoletus on tiedon ja käsitteiden sosiaalinen rakentuminen (Pietikäinen & Mäntynen, 2020).

Tutkimustilanteessa tutkituille pareille esitettyihin kysymyksiin ei ole haettu oikeita vastauksia, eikä tutkittavien antamia vastauksia ole pisteytetty. Huomio on tässä tutkimuksessa kiinnitetty

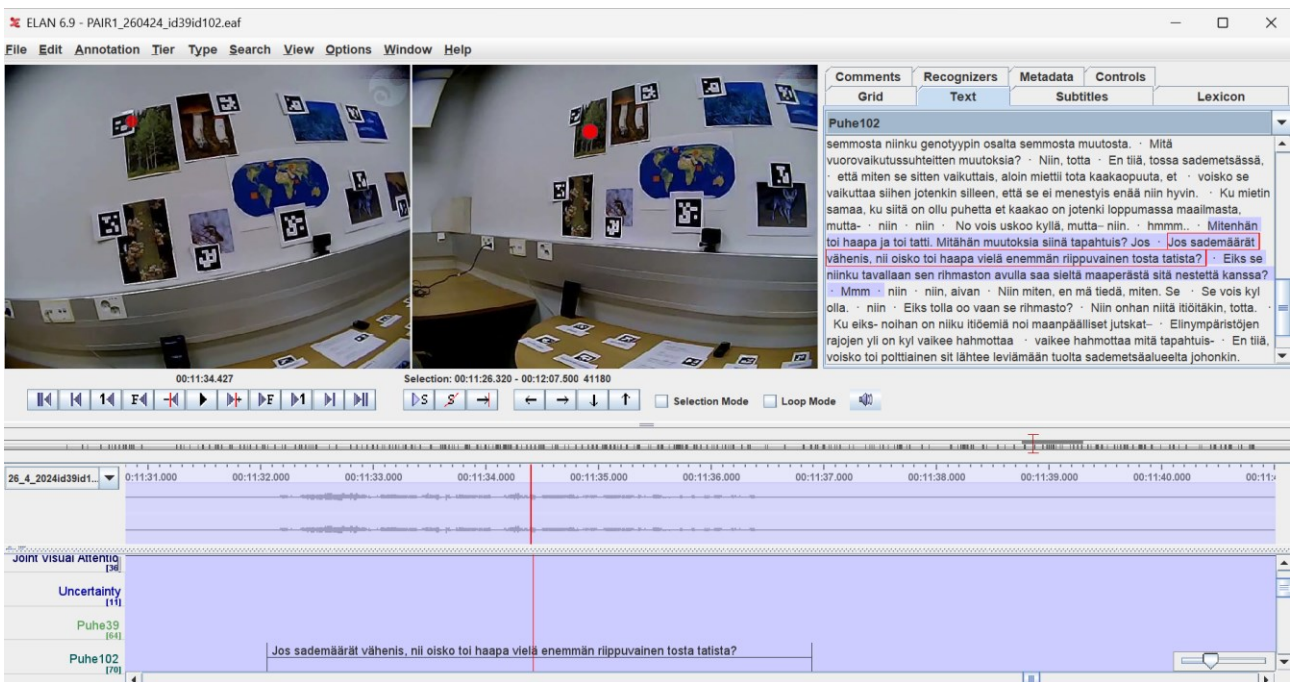
nimenomaan ongelmanratkaisuprosessiin. Aiempaan tutkimustietoon yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun prosessin vaiheittaisesta luonteesta nojaten (esim. Meier ym., 2007; Roschelle ja Teasley, 1995) ja diskurssianalyysiä hyödyntäen tunnistin tästä tutkimusaineistosta ongelmanratkaisuprosessin vaiheet, joiden mukaan analysoin käytyjä keskusteluja. Pysin analysoimaan parien välistä diskurssia pohtien, miten parit viestivät keskenään ja miten he tuovat esiin omaa varmuuttaan tai epävarmuuttaan, sekä miten he rakentavat yhteistä vastausta heille annettuun ongelmaan. Erityisesti analyysissä kiinnitettiin huomiota ongelmanratkaisuprosessiin ja visuaalisen huomion kiinnittymiseen sen aikana.

Vastatakseni ensimmäisen tutkimuskysymyksen analysoin ensin tutkimusaineistosta ongelmanratkaisuprosessin vaiheita, minkä jälkeen vastatakseni toiseen tutkimuskysymyksen analysoin katseen kiinnittymistä, mukaan lukien jaetun visuaalisen huomion kiinnittymisen. Aineistoa analysoitiin ELAN-annotointiohjelmalla (ELAN, 2024). ELAN on avoimen lähdekoodin ohjelma, joka on ilmaiseksi ladattavissa verkosta. Sen avulla voidaan monipuolisesti litteroida ja annotoida videoita ääninäytteitä. ELAN on kehitetty Alankomaissa ja sen taustalla on Max Planck Institute for Psycholinguistics. Ohjelman avulla silmänliikekameroiden keräämä videomateriaali on yhdistetty litteroituun keskusteluun. Näin on ollut mahdollista tarkastella miten tutkittavien silmänliikkeet yhdistyvät käytyyn keskusteluun. Analyysissä on hyödynnetty ELAN-ohjelman tuottamia määrällisiä ja kuvailevia tunnuslukuja, jotka perustuvat tehtyihin annotointeihin. Ilmiöitä on havainnollistettu Microsoft Officen Excel –taulukkolaskentaohjelman avulla tekemilläni kuvaajilla.

Aiempien tutkimuksen mukaan yhdessä työskentelevän parin on lähes mahdotonta luoda perustaa yhteiselle vastaukselle ja rakentaa aidosti yhteistä ratkaisua ongelmaan, ellei jaettua huomionkiinnittymistä tapahdu (esim. Baker, 2015). Niinpä analyysivaiheessa annotoitiin tutkittavien parien keskustelut liittämällä litteroidut keskustelut silmänliikekameroiden tarjoamaan videokuvaan. Näin haluttiin selvittää, kuinka paljon ja millaisissa tilanteissa visuaalista huomionkiinnittymistä aineistossa esiintyy. Annotoimalla keskusteluista ne hetket, joissa esiintyi jaettua visuaalista huomionkiinnittymistä samaan kohteeseen tai omaan pariin, saatiin käsitys tämän yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisuprosessin aikana tapahtuneesta jaetusta visuaalisesta huomionkiinnittymisestä. Tämä tapahtui katsomalla tutkitun parin molempien osapuolten toisiinsa ajallisesti synkronoituja katseenseurantavideoita ELAN-ohjelmassa. Annotoin jaetun visuaalisen huomionkiinnittymisen hetket videoon ja nimesin ne katseen kohteen mukaan. Näin sain myös analysoitua, minne parin katse kohdistuu silloin, kuin jaettua visuaalista huomionkiinnittymistä havaitaan. Tässä tutkimuksessa katse pariin määritellään siis osaksi JVHK:ta. JVHK viittaa tilanteisiin, joissa kaksi henkilöä jakaa huomionsa samaan visuaaliseen kohteeseen ja ovat tietoisia toistensa havainnoista. Katse pariin -tilanteessa huomio kohdistuu toiseen henkilöön, jolloin katsekontakti muodostaa yhteisen visuaalisen huomion kohteen. Tieteen termipankin (2025) mukaan jaetun huomion kehittyminen alkaa juuri katsekontaktista ja katseen seuraamisesta, jotka

ovat JVHK:n perustavia muotoja. Näin ollen katse pariin voidaan perustellusti sisällyttää JVHK:n piiriin, sillä se ilmentää visuaalisen huomion jakamista ja toisen henkilön havainnon tunnistamista, mikä on olennaista JVHK:n määritelmän kannalta.

Rajasimme tutkittavien määrän tutkimuksessa kahteen pariin ja tehtävien lukumäärän yhteen tehtävään, sillä äänitysten ja videointien tarjoama raakadata on merkittävän laaja (Kuvio 5). Näin toimien minulla on ollut paremmat resurssit pureutua laadullisiin tekijöihin analysoidessani dataa ja olen päässyt analysoimaan syvemmin yksittäisten ongelmanratkaisuprosessien vaiheita ja huomion kiinnittymistä niissä.

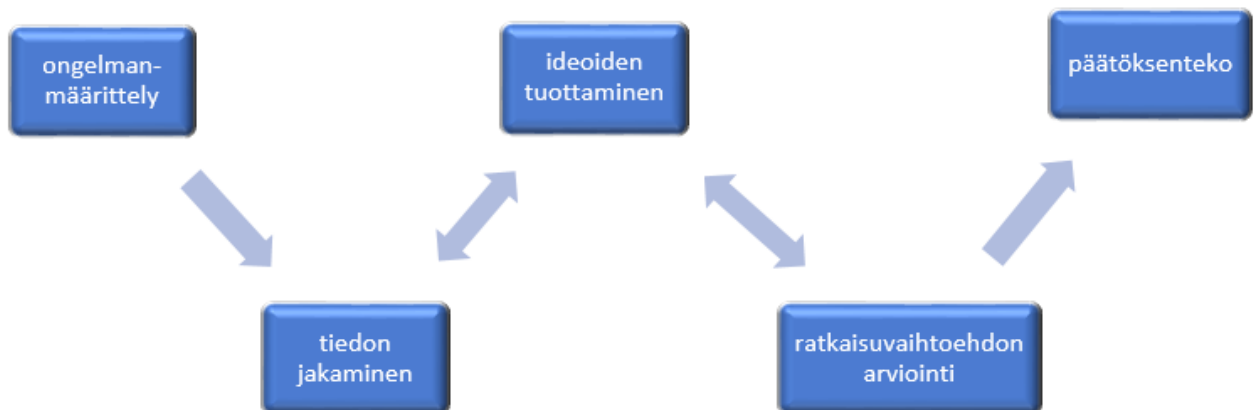


Kuvio 5. Näyttökuva ELAN-annotointiohjelman näkymästä, jossa näkyy jaetun visuaalisen huomion kiinnittymisen hetki aineiston analysivaiheessa (Hanna Pelkonen, 2025).

## 5 Tulokset

### 5.1 Yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisuprosessin vaiheet

Tutkimalla molempien parien ongelmanratkaisuprosessia havaittiin yhteistoiminnallisessa ongelmanratkaisussa esiintyvä säännönmukaisuus. Tätä prosessia kuvataan Kuviossa 6. Säännönmukaisuus esiintyy molempien tutkittujen parien kohdalla, tosin ei aina täysin suoraviivaisesti edeten. Ongelmanratkaisuprosessista on selkeästi erotettavissa eri vaiheet, joiden aikana ongelma ensin määritellään, aiheesta jo oleva pohjatieto jaetaan parille, tuotetaan ideoita, joita myös arvioidaan, ja lopulta päädytään jonkinlaiseen lopputulokseen. Välillä uusia ideoita perustellaan jälleen pohjatiedolla, jota ei vielä jaettu ennen ideoiden tuottamista, ja siirrytään näin kaaviossa (Kuvio 6) ikään kuin taaksepäin. Tiedon jakamisen jälkeen palataan tällöin jälleen uusien ideoiden tuottamiseen ja ratkaisuvaihtoehtojen arviointiin. Pohjatiedon jakamisen, ideoiden tuottamisen ja ratkaisuvaihtoehtojen arvioinnin välillä parit käyvät siis välillä useampia keskusteluja ennen kuin päätyvät antamaansa ratkaisuun.



Kuvio 6. Tutkimuskohteena olleen yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisuprosessin malli (Hanna Pelkonen, 2025).

Edellä esittämäni kuvaajaa (Kuvio 6) tukee hyvin useat ongelmanratkaisuprosessien aikana käytyjen keskustelujen hetket, joista alla esimerkkinä parin 1 keskustelua. Alla olevassa keskustelussa on erotettavissa kaikki kuvaajassa käsitellyt vaiheet.

*ANNO: Ja sitten tossa savannissa niin tota [ongelmanmäärittely], tuntuu että eiks toi, tai ku muutenki ne olosuhteet on niin vaativat [tiedon jakaminen] – en mä sit tiä et voisko jompikumpi näistä että siis ehkä, etenkin toi kettu et– voisko se sit vaan niinku- kuolla kokonaan sukupuuttoon. [idean tuottaminen]*

VALO: Niin, onhan se mahdollista. **[ratkaisuvaihtoehdon arviointi]**

ANNO: Ja sit jos ne ois kilpailijoita, niin siitä vapautuis tilaa tolle kiurulle. **[uuden idean tuottaminen]**

VALO: Jep. **[idean arviointi]**

ANNO: Mutta nii, en tiiä, voisko se vaikuttaa noin dramaattisesti siihen. **[idean arviointi]**

VALO: Ainakin noille ketun korville tulis käyttöä, ku ois vielä kuumempi.

VALO: Kyl se varmaan niinku- tai jos jotain muutoksia nii just siinä et joku laji häviää tai taantuu ni sitten toinen runsastuu. **[idean tuottaminen]**

ANNO: Niinku mä oon ymmärtäny, et ne ketut, muutenkin silleen vaikka, et ne ei tyyliin juo yhtään vettä, ja et ne on täl hetkellä semmosia, et ne niinku- erittää vaikka jotenkin äärimmäisen konsentroitunutta virtsaa **[tiedon jakaminen]** ni mä en niiku usko et niillä on enää niinku- et vaikka niillä oiskin jotain semmosta niinku- monimuotoisuutta siinä populaatiossa, ni mä en usko, että ne vois niiku, tiedätkö, enempiä **[VALO: niin]** ja ehkä silleen, parantaa sitä. **[idean tuottaminen]**

VALO: Niin, ois jo ihan äärimmillään- Ni sit siitä niinku, tääl on näitä käsitteitä niin, ekolokero jotenki, tulis vapaaksi. **[ratkaisuvaihtoehdon arviointi, päätöksenteko]**

ANNO: Kyllä. **[pätöksenteko]**

*Hiljaisuus*

Myös parin 2 keskustelua tutkimalla olen löytänyt vastaavia hetkiä, jotka tukevat esittämäni prosessin kulkua ongelmanratkaisussa (Kuvio 6). Alla esimerkki parin 2 keskustelusta, josta on havaittavissa kaikki viisi prosessin vaihetta.

AATO: (...) Et osaanko mä niistä silleen– Ehkä joku toinen laji voisi yrittää toisen, mutta ei ehkä sen enempiä. **[Joo]** niin mennäänkö tokaan? **[Ongelmanmäärittely]**

VANJA: Ehkä joo mennään vaan.

AATO: OK no meressä on ehkä silleen isompi **[Vanja: joo]** lämpötilan nousu. Toki. Voi sanoa että– **[tiedon jakaminen]**

*Hiljaisuus*

VANJA: Ainakin toi monimuotoisuus- tuolla vedessä ylipäätään tulisi todennäköisesti laskeen. **[idean tuottaminen]**

AATO: Joo koska on vaan tiettyjä, nii, jotka selviää sitten, että. **[ratkaisuvaihtoehdon arviointi]**

VANJA: Joo. Ja mitäs kun? Veden lämpötila kasvaa, niin eikö se jotenkin se vaikuttanut siihen, että- hapen määrään. **[tiedon jakaminen]**

AATO: Joo. Tai niinku, hiilidioksidin. **[tiedon jakaminen]** [Joo] Mutta mä en tiedä onko- koska ne ei ole koralleja kun mä tiedän niistä-

VANJA: No ei tuu ainakaan ihan delaa. **[tiedon jakaminen]**

AATO: Mä sanoisin, että, tai musta tuntuu että- esim- noikin voisi hakeutua, että voisi tota muuttua sitten toi. Öö, että noi tonnikalat voisi lähteä ehkä eri alueille **[idean tuottaminen]**

VANJA: Mmmm.. joo **[ratkaisuvaihtoehdon arviointi]**

AATO: ettii toiselta alueelta. **[idean tuottaminen]**

VANJA: Jep se on kyllä totta joo. Että varmaan just tonne pohjoisemmaks **[ratkaisuvaihtoehdon arviointi, idean tuottaminen]**

AATO: Ja kasvit sitten joko ne sopeutuu niinku ajan kanssa luonnonvalinnan kautta, että ehkä niinku tossa, että jotain mutaatioita voi tulla tai jotain muuta tuommoisia. Mut- tai sitte ne kuolee. **[idean tuottaminen]**

*Hiljaisuus*

VANJA: Kyllä. **[päätöksenteko]**

Ensimmäisen ongelmanratkaisuprosessin vaihe nimettiin **ongelmanmäärittelyksi**, sillä vaiheen aikana kaikki tutkitut henkilöt pyrkivät määrittelemään kysymyksen tai ongelman, johon sitä seuranneella keskustelulla haettiin vastausta. Taulukoista 1 näkyvät ongelmanratkaisuprosessin eri vaiheisiin käytettyjen kertojen lukumäärät ja aika. Samaa ilmiötä on havainnollistettu prosentuaalisilla osuuksilla kuviossa 7. Ongelmanmäärittelyyn parit käyttivät kokonaisuudessaan 39-70 sekuntia (Taulukko 1), mikä vastaa 6-10 % keskusteluun käytetystä kokonaisajasta (Kuvio 7). Useimmiten ongelmanmäärittely näkyi ongelmanratkaisuprosessissa tehtävänannon tai sen osan lukemisena, tai selkeänä päätöksenä siirtyä toiseen ekosysteemiin miettimään samaa pohdinnan alla olevaa kysymystä tai näkökulmaa. Tästä esimerkkinä Aaton kommentti:

*”No mennäänkö me eka toi kuvaillaa eliöiden ominaisuuksissa tapahtuvia mahdollisia muutoksia?”*

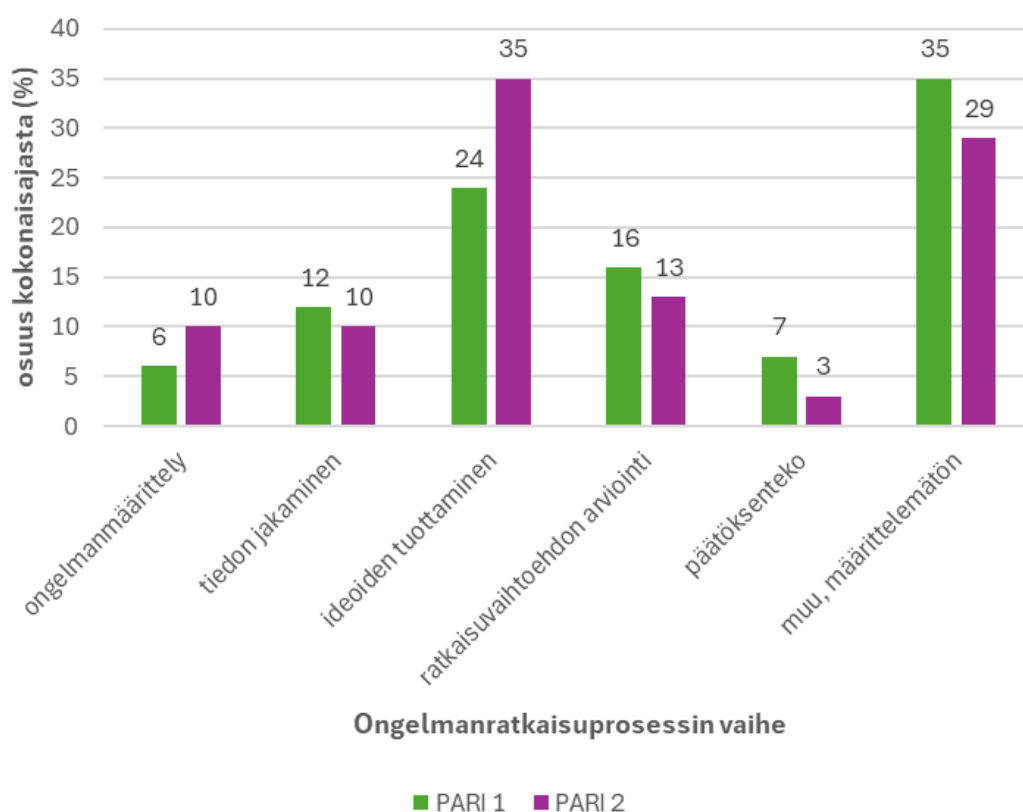
Tai toisessa kohdassa hänen pohtiva tehtävänannon ääneenluku:

*”Mitä vuorovaikutussuhteitten muutoksia..?”*

Kaikille ongelmanmäärittelyvaihetta kuvaaville hetkille on yhteistä se, että siinä puetaan sanoiksi joko annetun tehtävänannon osa, joka halutaan nostaa tarkastelun näkökulmaksi, tai ilmaistaan omalle parille, että nyt siirrytään pohtimaan samaa näkökulmaa toisessa elinympäristössä (tai toisten lajien osalta).

Taulukko 1. Ongelmanratkaisuprosessin eri vaiheiden esiintymisten lukumäärät ja kokonaiskesto (sekunteina).

Ongelmanratkaisuprosessinvaihe	PARI 1		PARI 2	
	lukumäärä	kokonaiskesto (sek)	lukumäärä	kokonaiskesto (sek)
ongelmanmäärittely	8	39	14	70
tiedon jakaminen	15	84	11	70
ideoiden tuottaminen	19	176	23	251
ratkaisuvaihtoehdon arviointi	33	115	29	95
päätöksenteko	15	52	9	25



Kuvio 7. Ongelmanratkaisun eri vaiheissa käytetty aika kokonaisajasta prosentteina.

Toinen ongelmanratkaisuvaihe nimettiin **tiedon jakamiseksi**, sillä sen aikana tutkitut henkilöt jakoivat tärkeäksi kokemansa osan omaa pohjatietoansa käsiteltävästä aiheesta parilleen. Toinen

pareista (Aato ja Vanja) lähti ratkaisemaan ongelmaa varmistamalla, että kumpikin heistä tiesi ja tunsu varmasti vastaamisen tueksi annetut käsitteet. Pari jakoi prosessin alussa taustatietonsa käsitteistä ja varmisti näin saman lähtötason. Eniten tietoa jaettiin boreaalista ympäristöstä. Pohjatiedon jakamiseen tutkitut henkilöt käyttivät aikaa 10-12 % kokonaisajasta (Kuvio 7). Tässä parien välillä ei siis ollut suuria eroja.

Taustatiedon jakamisen jälkeen toinen tai molemmat pareista esittivät ideoita ratkaisuvaihtoehtoiksi, joita toinen parista arvioi. Näitä kahta viimeiseksi mainittua vaihetta käytiin prosessissa monesti useampia peräkkäin, kun kaikki sillä hetkellä mieleen nousseet ideat käytiin läpi ja arvioitiin. **Ideoiden tuottamisen** vaiheeseen tutkitut henkilöt käyttivät aikaansa 24-35 % kokonaisajasta (Kuvio 7). Elinympäristökohtaisesti tarkasteltuna ideoiden tuottamista tapahtui määrällisesti eniten koskien boreaalista metsäekosysteemiä ja aavikkoa, ja vähiten molemmilla pareilla koskien Välimerellistä ekosysteemiä. **Ratkaisuvaihtoehtojen arviointi** vei tutkituilta keskimäärin 13-16 % ongelmanratkaisuun käyttämästään kokonaisajasta (Kuvio 7). Lukumäärällisesti molempien parien keskusteluissa ratkaisuvaihtoehtojen arviointia esiintyi noin 30 kertaa, yhteensä 95-115 sekuntia (Taulukko 1).

**Päätöksentekovaihe** esiintyi tutkituissa ongelmanratkaisuprosesseissa 9-15 kertaa (Taulukko 1), mikä vastaa noin 3-7 % käytetystä kokonaisajasta (Kuvio 7). Se esiintyi keskusteluissa useimmiten hiljaisena myöntymisenä ja siirtymisenä toiseen elinympäristöön tai lyhyinä kommentteina toisen esittämiin ehdotuksiin. Tässä tutkimuksessa on tulkittu, että idea, jonka molemmat hyväksyivät, oli tehty päätös, jonka jälkeen siirryttiin seuraavaan aiheeseen. Esittelemistäni ongelmanratkaisuprosessin vaiheista eniten esiintyi ideoiden tuottamista ja ratkaisuvaihtoehtojen arviointia, jokaisen elinympäristöön pari sai annettua vähintään yhden yhteisen vastauksen.

Taulukosta 1 ja Kuvioista 7 nähdään, että ongelmanratkaisuvaiheista eniten aikaa molemmat parit käyttivät ideoiden tuottamiseen. Lukumäärällisesti ja ajallisesti vähiten parilla 1 esiintyi ongelmanmäärittelyvaihetta ja parilla 2 päätöksentekovaihetta (Taulukko 1). Keskusteluja tutkiessa huomattiin, että etenkin parilla 2 päätöksenteko jäi syvällisen pohdinnan jälkeen usein lyhyeksi myöntäväksi kommentiksi, eikä siksi tässäkään näy paljon aikaa vieneenä ongelmanratkaisuprosessin vaiheena.

## 5.2 Jaettu visuaalinen huomion kiinnittyminen

Tulokset paljastavat, että vaikka molemmilla pareilla esiintyi jaettua visuaalista huomiota erityisesti ideoinnin ja arvioinnin vaiheissa, parien välillä oli eroja muun muassa puheen määrässä, katseen kohteissa sekä siinä, miten ja milloin katse suunnattiin omaan pariin. Tässä tutkimuskohteena olleilla henkilöillä on katsekäyttäytymisessä havaittavissa kaikkia tutkittuja koskevia yhteisiä toimintamalleja, mutta myös henkilökohtaisia sekä parien välisiä toimintaeroja. Esimerkiksi parin 1

kohdalla kaakaopuusta ja polttiisesta käydyin keskustelun jälkeen koitti pitkä hiljaisuus, minkä aikana toinen tutkituista (Valo) haki mahdollisesti uusia ideoita lajinimiä katsomalla, kun taas toinen (Anno) suuntasi huomionsa kuviin mahdollisesti samaa pohtien. Henkilökohtaiset ja persoonalliset erot ovat nähtävissä myös ajassa, jonka kukin tutkittava on ollut äänessä (Taulukko 2). Taulukosta 2 nähdään, että parin 1 molemmat tutkitut henkilöt olivat äänessä noin 200 sekuntia 12 minuutin aikana (n. 27–30 % kokonaisajasta). Parissa 2 oli enemmän eroja henkilöiden välillä, sillä puheliaampi heistä (Aato) oli äänessä 336 sekuntia (n. 47 %) ja hänen parinsa, Vanja, oli äänessä 214 sekuntia (n. 30 % käytetystä ajasta).

Tutkimustuloksia tarkastellessa käy ilmi, että opiskelijoiden katse kiinnittyi tehtävän aikana visuaalisiin materiaaleihin (eri elinympäristöjen lajikuvat ja maailmankartta), annettuun kirjalliseen materiaaliin (käsitekortit) sekä tehtävänantoon ja omaan pariin. Molemmat parit kiinnittävät myös vähäistä huomiota kirjalliseen annettuihin lajinimiin. Jaettua visuaalista huomion kiinnittymistä esiintyi molemmilla pareilla (Taulukko 2), mutta pari 2 (Aato ja Vanja) kiinnitti huomionsa yhtä aikaa samaan kohteeseen huomattavasti paria 1 (Valo ja Anno) useammin (61/36 kertaa). Jaetun visuaalisen huomion aika on molemmilla pareilla kuitenkin lähes sama; 314 sekuntia ja 335 sekuntia (Taulukko 2), eli noin 45 % käytetystä ajasta. Taulukoista 2 nähdään parien ajankäytön jakautuminen tutkittuihin asioihin ongelmanratkaisun aikana. Taulukossa on eritelty kaikkien tutkittujen henkilöiden puhe, jaettu visuaalinen huomion kiinnittyminen (JVHK), sekä hetket, joissa tutkittavat katsoivat omaa pariaan.

Taulukko 2. Tutkittujen parien ajankäytön jakautuminen ongelmanratkaisun aikana. Taulukossa on esitetty muuttujien havaintojen lukumäärät ja kokonaiskesto (sekunteina).

Muuttuja	PARI 1			PARI 2		
	lukumäärä	kokonaiskesto (sek)	kesto kokonaisajasta (%)	lukumäärä	kokonaiskesto (sek)	kesto kokonaisajasta (%)
puhe Valo/Vanja	64	194	27	78	214	30
puhe Anno/Aato	70	214	30	94	336	47
JVHK: katse materiaaliin	36	314	44	61	335	47
JVHK: katse pariin	33	42	6	49	41	6

Taulukossa 3 kuvataan molempien parien kohdalla ongelmanratkaisuprosessin eri vaiheissa havaittua jaettua visuaalista huomion kiinnittymistä (JVHK). Jaettu visuaalinen huomion kiinnittyminen on esitetty taulukossa siihen käytettyinä lukumäärinä, sekunteina ja prosentteina kyseisen ongelmanratkaisuprosessin kokonaisajasta. Ongelmanmäärittelyvaiheen aikana esiintynyttä jaetun visuaalisen huomion kiinnittymistä esiintyi noin 2-6 % käytetystä kokonaisajasta (Taulukko 3).

Taulukko 3. Ongelmanratkaisuprosessin eri vaiheissa havaittu jaettu visuaalinen huomion kiinnittyminen molempien tukittujen parien kohdalla.

ONGELMANRATKAISUVAIHE	PARI 1			PARI 2		
	LKM	AIKA (sek)	AIKA (%)	LKM	AIKA (sek)	AIKA (%)
ongelmanmäärittely	5	13	1,8	11	41	5,7
tiedon jakaminen	9	34	4,7	10	45	6,3
ideoiden tuottaminen	12	56	7,7	29	104	14,4
ratkaisuvaihtoehdon arviointi	16	59	8,1	13	30	4,1
päätöksenteko	7	27	3,8	2	6	0,8

Tiedon jakamisen aikana esiintyi jaettua visuaalista huomionkiinnittymistä noin 5-6 % käytetystä kokonaisajasta (Taulukko 3). Tiedon jakamisen aikana katse useimmiten suuntautui kuviin, mutta kun joku tutkituista mainitsi jonkin annetuista käsitteistä, katse siirtyi herkästi käsitekortteihin. Ideoiden tuottamisvaiheen aikana jaettua visuaalista huomion kiinnittymistä tapahtui 12-29 kertaa, mikä vastaa 8-15 % käytetystä kokonaisajasta (Taulukko 3). Jaettu visuaalinen huomio kohdistui huomattavasti useammin kuvallisiin vihjeisiin (lajikuviin ja maailmankarttaan) kuin kirjallisiin vihjeisiin (tehtävänanto/käsitekortit). Erityisesti hetkinä, jolloin parit yhdessä pohtivat ääneen mikä voisi olla mahdollista, katse suuntautui kaikilla useimmiten kuviin.

Ratkaisuvaihtoehdon arviointivaiheessa jaettua visuaalista huomion kiinnittymistä prosessin esiintyi 4-8 % (30-59 sekuntia). Lukumäärällisesti JVHK esiintyi 13-16 kertaa (Taulukko 3). Jaetun huomion kiinnittymisen kohteissa ei ongelmanratkaisun prosessin tässä vaiheessa ollut niin suurta hajontaa kuin ideoiden tuottamisen vaiheessa, mutta edelleen visuaalisiin vihjeisiin suunnattiin enemmän jaettua huomiota kuin kirjallisiin vihjeisiin.

Päätöksenteon aikana jaettua visuaalista huomion kiinnittymistä esiintyi hyvin eri määrät tutkituilla pareilla, sillä pari 1 jakoi yhteisen huomion prosessin tässä vaiheessa noin 4 % ajasta (=27 sekuntia), kun taas pari 2 jakoi yhteisen huomion vain noin 6 sekunnin, eli 0,8 % ajan (Taulukko 3). Tässä ongelmanratkaisuvaiheessa esiintynyt jaetun visuaalisen huomion kiinnittyminen kohdistui tavallisimmin visuaalisiin vihjeisiin, mutta esimerkiksi parilla 2 aivan yhtä monta kertaa huomio kiinnittyi kirjallisiin vihjeisiin (tehtävänantoon).

Taulukosta 3 voidaan nähdä, että molemmissa pareissa ideoiden tuottamisen ja ratkaisuvaihtoehdon arvioinnin aikana esiintyi suhteessa useimmin jaettua visuaalista huomion kiinnittymistä, ja päätöksen teon aikana vähiten (Taulukko 3). Ajallisesti eniten aikaa kuluttivat ratkaisuvaihtoehtojen arviointi (pari 1, 59 sekuntia, joka on noin 8 % ajasta) ja ideoiden tuottaminen (pari 2, 104 sekuntia, joka on noin 15 % ajasta).

Aineistosta eriteltiin, minne jaettu huomio kiinnittyi ja kuinka usein, sekä kuinka paljon ajallisesti huomiota jaettiin yhteisiin mielenkiinnon kohteisiin. Näitä tekijöitä kuvataan taulukossa 4. Siitä nähdään, että pari 1 kohdalla boreaalisen metsäekosysteemin lajit haapa ja tatti keräsivät selkeästi

eniten jaettua visuaalista huomionkiinnittymistä, kun taas toisella parilla (pari 2) käsitekortit saivat paljon jaettua huomiota. Pari 2 aloitti ongelmanratkaisuprosessinsa käymällä yhdessä kaikki annetut käsitteet läpi ja varmistamalla näin yhteisen lähtötason niiden suhteen. Tässä vaiheessa esiintyi paljon jaettua huomionkiinnittymistä käsitekortteihin. Ongelmanratkaisuprosessin eri vaiheissa esiintyneestä jaetun visuaalisen huomion kiinnittymisen kohteista visuaalisten ja kirjallisten vihjeiden välillä oli prosentuaalisesti pienin päätöksentekovaiheessa. Toisin sanoen tehtävänannon ja käsitekorttien merkitys päätöksentekovaiheessa korostui verrattuna muihin prosessin vaiheisiin (Taulukko 4).

Taulukko 4. Jaetun visuaalisen huomionkiinnittymisen kohteiden lukumäärä ja kokonaiskesto (sekunteina).

JVHK kohde	PARI 1		PARI 2	
	Katseiden lkm	Kokonaiskesto (sek)	Katseiden lkm	Kokonaiskesto (sek)
käsitekortit	7	37	14	94
lajinimet	1	3	0	0
tehtävänanto	7	42	4	27
boreaalinen metsä	5	99	10	37
Välimerellinen elinympäristö	5	27	8	40
trooppinen metsä	5	55	9	46
aavikko	6	52	10	67

Jaetun visuaalisen huomionkiinnittymisen osana tarkastellussa katseen suuntaamisessa omaan pariin oli tutkittujen parien välillä merkittäviä eroja. Pari 1 katsoi toisiaan (tai toinen heistä katsoi pariaan) yhteensä 33 kertaa (42 sekuntia = 6 % ajasta, Taulukko 2), kun pari 2 katsoi toisiaan (tai toinen heistä katsoi pariaan) yhteensä 49 kertaa (41 sekuntia = 6 % ajasta, Taulukko 2). Pari 2 katsoi siis pariaan huomattavasti useammin, mutta yhteensä saman ajan kuin pari 1, joten parin 2 toisiinsa suuntaaman huomion keskimääräinen kesto oli huomattavasti lyhyempi kuin parin 1. Taulukossa 5 on kirjattu ylös omaan pariin suunnattujen katseiden prosentuaalinen osuus kokonaisajasta, sekä omaan pariin suunnattujen katseiden osuus kustakin ongelmanratkaisuprosessin vaiheesta.

Katse siirrettiin ongelmanratkaisuprosessin ensimmäisessä vaiheessa (ongelman määrittely) omaan pariin 0-2 kertaa (0-2 % ongelmanratkaisuun käytetystä ajasta, Taulukko 5). Toinen pari ei siis katsonut lainkaan toisiaan prosessin tässä vaiheessa. Pohjatiedon jakamisen vaiheessa omaan pariin suunnatuissa katseissa oli pieni ero myös lukumäärällisesti parien välillä; pari 1 katsoi toisiaan 33 ja pari 2 49 kertaa. Enemmän hajontaa oli kuitenkin henkilökohtaisella tasolla, sillä parin 1 muodostaneista henkilöistä toinen (Valo) katsoi pariaan 8 kertaa, kun taas Anno katsoi omaa pariaan peräti 21 kertaa. Toisen parin osalta ei oltu nähtävissä näin suurta eroa, sillä Aato katsoi pariaan 22 kertaa ja Vanja pariaan 26 kertaa. Omaa pariaan ongelmanratkaisuprosessin ideoiden tuottamisen vaiheessa tutkitut katsoivat 1-4 % kokonaisajasta, mikä vastaa noin 6-10 % ideoiden tuottamisen

vaiheeseen käytetystä ajasta (Taulukko 5). Tässä ongelmanratkaisuprosessin vaiheessa pariin katsomista tapahtui toisella pareista (pari 2) huomattavasti muita prosessin vaiheita enemmän (Taulukko 5). Ratkaisuvaihtoehtoja arvioitaessa omaan pariin suunnattu visuaalinen huomio esiintyi 0,5-0,7 % kokonaisajasta, mikä vasta noin 4 % ratkaisuvaihtoehdon arviointiin käytetystä ajasta (Taulukko 5). Omaan pariin suunnattua huomiota päätöksentekovaiheessa esiintyi 0,3-0,5 % (Taulukko 5). Vaikka ajallisesti päätöksentekoon käytettiin suhteellisen vähän aikaa, tarkastellessa pariin suunnattua aikaa ja suhteutettuna se päätöksentekovaiheeseen käytettyyn aikaan huomataan, että 7-8 % päätöksentekovaiheesta molemmat parit katsoivat toisiaan (Taulukko 5). Se on molempien parien tarkastelussa toiseksi suurimman prosentuaalisen osuuden kyseisestä prosessin vaiheesta vienyt toiminta.

Taulukko 5. Omaan pariin suunnattujen katseiden prosentuaalinen osuus sekä koko keskusteluun käytetystä ajasta, että kuhunkin ongelmanratkaisuprosessin vaiheeseen käytetystä ajasta.

Prosessin vaihe	PARI 1		PARI 2	
	katse pariin (% kok.ajasta)	katse pariin (% vaiheen ajasta)	katse pariin (% kok.ajasta)	katse pariin (% vaiheen ajasta)
Ongelman määrittely	0	0	0,2	2,1
Tiedon jakaminen	2,9	24,4	0,7	7,4
Ideoiden tuottaminen	1,4	5,7	3,6	10,4
Ratkaisuvaihtoehdon arviointi	0,7	4,3	0,5	3,9
Päätöksenteko	0,5	7,3	0,3	8,1

## 6 Pohdinta

Tutkimuksen tavoitteena oli tunnistaa keskeisiä teemoja yhteistoiminnallisessa ongelmanratkaisuprosessissa sekä ymmärtää, miten jaettu visuaalinen huomio ilmenee ongelmanratkaisuprosessin aikana käytyjen keskustelujen eri vaiheissa. Tulokset vahvistivat aiempien tutkimusten havaintoja siitä, että yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu ei pelkästään laajenna ratkaisuvaihtoehtoja, vaan myös edistää kriittistä ajattelua. Tämä vähentää kapeakatseista ja virheellistä päättelyä, ja eri tasoiset oppijat voivat näin tukea toistensa oppimista. Tämä ilmeni erityisen selvästi toisen parin keskustelussa, jossa opiskelijat tarkastelivat tehtävän alussa heille annettuja käsitteitä ja varmistivat, että heillä oli yhteinen ymmärrys näistä käsitteistä. Tämä osoittaa, kuinka tärkeää on rakentaa yhteistä ymmärrystä ja jaettua visuaalista huomiota tehokkaan ongelmanratkaisun tukemiseksi.

### 6.1 Ongelmanratkaisuprosessi ja jaettu visuaalinen huomionkiinnittyminen

#### 6.1.1 Ongelmanratkaisuprosessin vaiheet ja niiden ilmeneminen

Tutkimuksen ensimmäisen tutkimuskysymyksen perusteella ongelmanratkaisuprosessista voitiin tunnistaa viisi keskeistä vaihetta: ongelman määrittely, tiedon jakaminen, ideoiden tuottaminen, ratkaisuvaihtoehtojen arviointi ja päätöksenteko. Nämä vaiheet eivät kuitenkaan ilmenneet mekaanisesti tai lineaarisesti, vaan ihmistoiminnalle tyypilliseen tapaan prosessi oli dynaaminen ja vaiheiden välillä saatettiin liikkua edestakaisin. Molemmissa tutkituissa pareissa sama prosessirakenne toistui selkeästi, vaikka vuorovaikutuksen yksityiskohdissa oli eroja.

Tiedon jakamisen vaiheessa painottui boreaalisen metsäelinympäristön käsittely, mikä selittynee sekä tehtävän aloitusjärjestyksellä että sillä, että tämä elinympäristö oli molemmille pareille tutuin. Ideoiden tuottamisen vaihe oli ajallisesti kaikkein merkittävin ja keskustelullisesti aktiivisin. Tämä voi kertoa siitä, että tutkitut osasivat hyvin soveltaa aiemmin oppimaansa tähän laajaan, soveltavaan tehtävään. Elinympäristökohtaisesti tarkasteltuna ideoiden tuottamista tapahtui eniten koskien boreaalista metsäekosysteemiä ja aavikkoa, ja vähiten molemmilla pareilla koskien Välimerellistä ekosysteemiä. Vähiten aikaa käytettiin päätöksentekoon, mikä voi liittyä tehtävänannon luonteeseen – kirjallista lopputulosta ei vaadittu, mikä saattoi vähentää painetta tehdä eksplisiittisiä päätöksiä. Koska tehtävässä ei pyydetty kirjallista vastausta, monet keskustelut eivät saaneet tarkkaa päätöstä. Onkin mahdollista, että jos tehtävänannossa vaadittaisiin tutkittavia antamaan kirjalliset vastaukset, päätöksenteko painottuisi prosessissa eri tavalla. Nyt osa kysymyksistä jäi pohdinnan tasolle, vaikka niitä hyvin pohdittiinkin monelta eri kannalta. Varsinainen selkeä ja tietoinen päätös jäi kuitenkin osassa tapauksissa syntymättä.

Rochelle ja Teasleyn (1995) kuvailema yhteinen ongelmatila ja ongelmanratkaisutilan keskiössä olevat toistuvat syklit tukevat omia havaintojani ongelmaratkaisuprosessin etenemisestä vaiheittain. Molempien tutkimieni pariin ongelmanratkaisuprosessi eteni havaitsemieni vaiheiden mukaisesti, kuten olen aiemmin kuvannut ja raportoinut Tulokset-osiossa. Rochelle ja Teasley (1995) kuvaavat syklejä niin, että niissä esitetään ymmärrystä, vahvistetaan ymmärrystä ja korjataan ymmärrystä. Itse kuvaan ongelmanratkaisuprosessin syklejä hieman enemmän ratkaisukeskeisesti ongelmanmäärittely-, tiedon jakamis-, ideoiden tuottamis-, ratkaisuvaihtoehdon arviointi- ja päätöksentekovaiheiksi. Vaikka henkilökohtaisia ja persoonallisia erojakin tutkituissa henkilöissä ja pareissa on havaittavissa, silti tiedonrakentamisen prosessi etenee ongelmanmäärittelystä päätöksentekoon samankaltaisten vaiheiden kautta. Tämä tukee käsitystä siitä, miten ihminen rakentaa tietoa yhteistoiminnallisesti. Esimerkiksi parin 1 kohdalla toinen tutkituista (Anno) katsoi käsitteitä huomattavasti useammin (19 kertaa) kuin hänen parinsa (10 kertaa). Hän myös katsoi pariaan useammin (21 kertaa) kuin parinsa katsoi häntä (8 kertaa), minkä voidaan spekuloida heijastavan hänen mahdollista suurempaa epävarmuuttaan. Tämän kaltaiset persoonalliset ja henkilökohtaiset erot eivät kuitenkaan merkittävästi vaikuttaneet saatuihin tuloksiin, vaan kerätty aineisto tarjosi selkeän kuvan siitä, miten ongelmanratkaisuprosessi molemmilla tutkituilla pareilla pääosin eteni. Analyysi osoittaa, miten yhteistoiminnallisuus tuo esiin toisen osapuolen kognitiivisen tuen ja parantaa viestintää, mikä tukee oppimista. Vuorovaikutteisessa ja dynaamisessa ongelmanratkaisussa (kuten tässä tutkimuksen kohteena olleessa kontekstissa) molemmat osapuolet voivat vaikuttaa keskusteluun ja prosessin etenemiseen omalla toiminnallaan.

### 6.1.2 Jaettu visuaalinen huomionkiinnittyminen osana yhteistä tiedonrakentamista

Toisen tutkimuskysymyksen mukaan jaettua visuaalista huomionkiinnittymistä (JVHK) esiintyi kaikissa ongelmanratkaisuprosessin vaiheissa. Eniten JVHK:ta havaittiin ideoiden tuottamisen ja ratkaisuvaihtoehtojen arvioinnin vaiheissa, mikä selittynee paitsi tehtävän kognitiivisella vaativuudella, myös sillä, että nämä vaiheet kestivät ajallisesti pisimpään. Yhteinen visuaalinen tarkkaavaisuus ilmeni erityisesti silloin, kun oppijat käsitelivät uusia ideoita tai pohtivat monimutkaisia ratkaisuja, ja se tuki tehokasta tiedonrakennusta.

Kuvalliset vihjeet, kuten lajikuvat ja maailmankartta, houkuttelivat enemmän jaettua visuaalista huomiota kuin kirjalliset tehtävänannot tai käsitekortit. Toisella parilla oli tosin paljon jaettua huomiota käsitekortteihin, mutta tämä selittynee sillä, että pari käytti tehtävän alussa merkittävästi aikaa käsitteiden läpikäymiseen ja varmistaakseen yhteisen tietotason niiden osalta. Tehtävän teon alkupuolella parit kiinnittivät enemmän huomiota käsitteisiin ja koittivat upottaa näitä annettuja käsitteitä vastauksiinsa, kun taas loppupuolella huomio kiinnittyi enemmän lajikuviin. Jaettu visuaalinen huomio kohdistui ideoiden tuottamisen vaiheessa huomattavasti useammin visuaalisiin vihjeisiin (lajikuviin ja maailmankarttaan) kuin kirjallisiin vihjeisiin (tehtävänanto/käsitekortit). Tämä

havainto visuaalisten kohteiden merkitsevyydestä on pedagogisesti merkittävä, sillä sen voidaan ajatella viittaavaan siihen, että visuaalinen materiaali voi tukea erityisen hyvin ideointia ja syvällistä oppimista monimutkaisissa, soveltavissa tehtävissä.

JVHK:n tarkastelu osoitti myös parikohtaisia eroja. Toinen pareista käytti enemmän yhteistä aikaa tuttuja lajeja ja ympäristöjä tarkastellessa, kun taas toinen pari käytti enemmän aikaa vaikeina pidettyihin kohteisiin. Tämä voi heijastaa erilaisia tapoja lähteä ratkomaan annettua ongelmaa: toinen pari varmisti yhteisen ymmärryksen tutuista asioista ennen etenemistä, kun taas toinen pari käytti enemmän yhteistä aikaa vaikeiden asioiden käsittelyyn. Aiemman tutkimuksen (Shvarts & Abrahamsson, 2019) mukaisesti tällainen jaettu tarkkaavaisuus voi ennustaa sekä yhteistyön laatua että oppimistuloksia.

Tehokas ongelmanratkaisu sisältää vuorovaikutusta ja keskustelua, kritiikkietoisuutta, oppimista prosessin aikana ja monipuolisia, erilaisista lähtökohdista nousevia näkökulmia (Alterman ja Harsch, 2017). Kaikki nämä osatekijät ovat hyvin nähtävissä tässä tutkimuksenkohteina olleissa keskusteluissa. Tämän kaltainen yhteistoiminnallinen työskentely edellyttää molempien osapuolten aktiivista osallistumista ongelmanratkaisuun, sitoutumista työskentelyyn ja analyyttistä vuoropuhelua, sekä jaettua asiantuntijuutta (Mercer, 1996; Alterman & Harsch, 2017 ja Pöysä-Tarhonen ym., 2021). Jaettu asiantuntijuus näkyy tässä tutkimuksessa paitsi läpi prosessin jatkuvana vuorovaikutuksena, erityisen hyvin hetkissä, joita olen kuvannut prosessin "*tiedon jakaminen*" -vaiheena.

Aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että aika, jonka yhteisen ongelmanratkaisun edessä olevat henkilöt käyttävät jaettuun huomion kiinnittymiseen, ennustaa yhteistyön laatua ja oppimista (muun muassa Barron, 2003; Pöysä-Tarhonen ym., 2021; Salminen-Saari ym., 2021; Shvarts & Abrahamsson, 2019). Siksi oli mielestäni hyvin perusteltua tarkastella tässä tutkimuksessa jaetun visuaalisen huomion kiinnittymistä erityisesti ongelmanratkaisuprosessin eri vaiheiden sisällä. Pöysä-Tarhonen kollegoineen (2021) sekä Barron (2003) kirjoittavat myös, että jaetun huomion käyttäytyminen muodostaa tärkeän perustan sosiaaliselle vuorovaikutukselle ja on oleellinen osa yhteistoiminnallista ongelmanratkaisuprosessia. Sitä voidaan kuvata korkeimmaksi tarkkaavaisuuden tasoksi, jossa osallistujat aktiivisesti jakavat ja koordinoivat huomiotaan yhteisen tavoitteen saavuttamiseksi (Pöysä-Tarhonen ym., 2021).

Jaetun visuaalisen huomion kiinnittymisen perusteella on mahdollista spekuloida sitä, miten henkilöt ovat tukeneet toistensa oppimista ja reflektoineet omia ideoitaan toisensa esittämiin näkemyksiin. Ajallisesti kauimmin kesti tiedon jakamisen aikana tapahtunut jaettu visuaalinen huomion kiinnittyminen. Tästä voisi päätellä, että kuulija keskittyi ymmärtämään mitä toinen kertoi, ja näin he jakoivat yhteisen huomion. Kuulija haki mahdollisesti vihjeitä niistä kuvista tai käsitteistä, mistä puhuja kertoi. Ideoiden tuottamisen vaihe painottui molemmissa, mutta erityisesti parin 2 kohdalla,

koska siihen käytettiin eniten aikaa ja sen aikana esiintyi useimmin jaettua huomionkiinnittymistä. Tällöin voisi ajatella parin mahdollisesti rakentaneen yhteistä ratkaisua ja näin on mahdollisesti saatu rakennettua parempi vastaus, mihin kumpikaan olisi yksinään kyennyt. Siinä tapauksessa pari olisi tukenut toistensa oppimista parhaalla mahdollisella tavalla. Tämän tutkimuksen ja saamiemme havaintojen perusteella emme kuitenkaan voi tässä kontekstissa saada varmuutta hypoteesille, sillä tässä ei tutkittu vertailuasetelmana yksilösuorituksia.

### 6.1.3 Sosiaalinen tila ja katseen suuntaamisen merkitys

Yhteinen ongelmanratkaisu vaatii hyvää ja syvällistä vuorovaikutusta osapuolten välillä (Alterman & Harsch, 2017). Tämän vuoksi tutkimuksessa tarkasteltiin myös tutkittujen henkilöiden toisiinsa suunnatun huomion ilmentymistä prosessin eri vaiheissa. Sosiokognitiivisen lähestymistavan mukaan yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisu koostuu sekä sosiaalisten että kognitiivisen osa-alueiden yhteistyöstä (Pöysä-Tarhonen ym., 2021; Alterman & Harsch, 2017). Omaan pariin suunnatun katseen voidaan ajatella kertovan jaetun huomion kiinnittymisen ohella sosiaalisen tilan muodostumisesta ja olemassaolosta, minkä vuoksi oli perusteltua tarkastella sitä myös osana yhteistoiminnallista ongelmanratkaisua. Kuten Nyström kollegoineen toteaa (2017), ryhmän jäsenet voivat reagoida toistensa havaintoihin ja edistää näin yhteistä ongelmanratkaisua tehokkaasti, jos ongelmanratkaisuprosessissa havaitaan jaettua huomionkiinnittymistä tukemassa kognitiivista yhteistoimintaa. Jaettu huomion kiinnittyminen tekee siis prosessista sujuvaa ja vähemmän virheeltistä.

Aineiston perusteella havaittiin, että epävarmuuden hetkillä osallistujat suuntasivat usein katseensa pariin. Tämä voi viitata tuen hakemiseen tai reaktion tarkkailuun, joka voi osaltaan vahvistaa yhteistä ymmärrystä. Kuten Richardson ja Dale (2005) artikkelissaan korostavat, ei-kielellisten viestien (kuten katseiden ja eleiden) vaihtaminen puhujan ja kuuntelijan välillä voi parantaa yhteistä ymmärrystä, jolloin dynaamisessa ja vuorovaikutteisessa oppimisympäristössä molemmat osapuolet voivat käsitellä informaatiota tehokkaammin. Katse pariin voi parhaimmillaan tarjota kognitiivista tukea ongelmanratkaisuprosessissa (Nyström ym., 2017; Richardson & Dale, 2005) ja näin edesauttaa ongelman ratkaisua. Pariin katsominen voidaan nähdä heijastavan myös sosiaalisen tilan jakamista. Barronin (2000) mukaan onnistunut yhteistoiminta ei ole pelkästään yksilöiden kognitiivisten taitojen summa, vaan se riippuu siitä, miten ryhmän jäsenet luovat ja ylläpitävät jaettua ymmärrystä, yhteisiä tavoitteitaan ja toimintatapojaan. Tästä näkökulmasta sosiaalinen vuorovaikutus ja sen luoma tila ovat keskeisiä tekijöitä onnistuneen yhteistoiminnan kannalta. Myös Pöysä-Tarhonen ym. (2021) osoittavat artikkelissaan, että onnistunut yhteistyö edellyttää tehokasta kommunikaatiota ja jaettua ymmärrystä siitä, mihin kukin osallistuja keskittyy. Sosiaalinen tila, jossa tämä tarkkaavaisuuden koordinointi tapahtuu, on siten ratkaiseva yhteistyön onnistumiselle (Pöysä-Tarhonen ym., 2021). Tehtävän loppua kohden oman parin katsominen lisääntyi, mikä saattaa viitata

kasvaneeseen luottamukseen ja yhteisölliseen turvallisuuden tunteeseen. Tätä voidaan pitää sosiaalisen tilan kypsymisenä, mikä puolestaan on, kuten edellä mainittiin, edellytys tehokkaalle vuorovaikutukselle ja yhteisen ymmärryksen rakentumiselle. Jaetun visuaalisen huomion lisäksi parin väliset katsekontaktit ilmentävät osallistujien sitoutuneisuutta ja sosiaalista herkkyyttä – tekijöitä, joita aiemmat tutkimukset (esim. Barron, 2000; Pöysä-Tarhonen ym., 2021) ovat pitäneet keskeisinä onnistuneessa yhteistyössä.

## 6.2 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksessa hyödynnettiin silmänliikekamerateknologiaa ja keskustelun äänittämistä, mitkä soveltuivat hyvin mittaamaan haluttuja asioita. Silmänliikekameronilla saatiin tarkkaa tietoa siitä, minne tutkittavien katse kussakin hetkessä kohdistui, ja keskustelujen litterointi mahdollisti niiden tarkan analyysin ja tiedonrakennusprosessin rakentumisen tarkastelun hetki kerrallaan. Tutkimuksen kulku toteutettiin molemmilla kerroilla täysin samalla tavalla, ja kaikki tutkimuksen aikaiset tapahtumat dokumentoitiin. Molemmille pareille annettiin täysin samanlaiset lähtötiedot tehtävän tekemistä varten, ja tutkimuksen lopuksi heille teetettiin sama tunnekysely. Molempien tutkittavien parien kohdalla käytettiin samoja materiaaleja ja laitteita. Näin toimimalla pyrittiin lisäämään tulosten luotettavuutta.

Parin 2 kohdalla katseenseurantalasien kalibrointi ei ollut onnistunut täydellisesti, minkä takia videokuvan näyttämä katseen fiksaatiopiste ei ollut koko ajan helposti seurattavissa (etenkin Vanjan kohdalla), vaan fiksaatiopiste hyppi välillä häiritsevästi eri kohteiden välillä. Tämä voi johtua osittain myös siitä, että kyseinen henkilö kertoi tehtävän jälkeen lasien istuvan huonosti. Tämän vuoksi en ole juurikaan hyödyntänyt jälkimmäisen parin automaattista objektiivista statistiikkaa, vaan olen analysoinnissa tukeutunut manuaaliseen annotointiin ja analyysiin. Tällöin subjektiivisten havaintojen ja analysointien osuus on suurempi.

Tutkiessa omaan pariin suunnattua katsetta havaittiin, että koko tehtävän aikana pariin suunnattiin katse suhteellisen vähän aikaa. Tämä saattoi johtua paitsi siitä, että pari istui hieman ehkä hankalasti rinnakkain, myös siitä, että he istuivat toisalta niin lähellä toisiaan, että näkivät toisensa ehkä jatkuvasti parafoveaalisessa näkökentässään. Tämä mahdollisesti vähensi tarvetta kääntää katsetta pariin, sillä tutkitut henkilöt voivat havaita parinsa katseen suuntaamisen myös parafoveaalisella näkökentällään, ja pään liikkeen jopa periferisellä näkökentällään.

Tutkimuksen luotettavuutta arvioitaessa on otettava huomioon, että kyseessä on ihmistutkimus, mikä tuo mukanaan tiettyjä rajoitteita ja haasteita. Ihmisten käyttäytyminen ja vastaukset voivat vaihdella eri tilanteissa ja ajankohtina, mikä voi vaikuttaa tulosten toistettavuuteen ja yleistettävyyteen. Lisäksi on huomioitava inhimillinen tekijä tulosten analysoinnissa. Vaikka olen pyrkinyt objektiivisuuteen ja noudattanut tieteellisiä, luotettavia menetelmiä, on mahdollista, että

omat tulkintani ovat jossain määrin vaikuttaneet analyysiprosessiin. Esimerkiksi eri ongelmanratkaisuprosessin vaiheiden annotoinnissa olen joutunut tukeutumaan omiin päätelmiini siitä, mikä prosessin vaihe kussakin tilanteessa on, ja mihin tutkittavat ovat kommentillaan viitanneet. On kuitenkin tärkeää huomata, että ihmistutkimuksen vahvuus piilee juuri sen kyvyssä tuottaa syvällistä ymmärrystä monimutkaisista ilmiöistä, vaikka se ei aina tuotakaan täysin yksiselitteisiä tai yleistettäviä tuloksia (Metsämuuronen, 2022). Laadullinen tutkimus mahdollistaa tutkittavien näkökulmien ja toimintatapojen monipuolisen esiintuomisen sekä ilmiöiden ymmärtämisen niiden luonnollisessa ympäristössään (Metsämuuronen, 2022). Tämän tutkimuksen tulokset tarjoavat arvokasta näkemystä yhteistoiminnallisesta oppimisesta, mutta niitä tulisi tarkastella osana laajempaa tutkimuskenttää ja mahdollisten jatkotutkimusten lähtökohtana.

Tulosten yleistettävyys on pienen otoskoon vuoksi rajallinen ja luotettavuutta voitaisiinkin lisätä suurentamalla otoskokoa. Toisaalta tämän kaltaisessa tutkimuksessa tavoitteena on ymmärtää ilmiön dynamiikkaa eikä sen yleisyyttä, joten yleistettävyys ei välttämättä ole relevanttia. Pienen otoskoon laadulliset tutkimukset ovat erittäin merkittäviä, jotta voidaan rakentaa syvempää ymmärrystä ilmiöistä, sillä pieni otoskoko mahdollistaa intensiivisen analyysin. Pieni otoskoko mahdollistaa tutkijan paneutumisen yksityiskohtaisesti osallistujien kokemuksiin, vuorovaikutukseen ja kontekstiin. Tämä on erityisen tärkeää tutkimuksissa, joissa analysoidaan monimutkaisia prosesseja, kuten visuaalista huomiota ja yhteistoiminnallista ongelmanratkaisua.

### **6.3 Pedagogiset vaikutukset ja johtopäätökset**

Tutkimus tarjoaa uusia näkökulmia yhteistyön ja yhteistoiminnallisen oppimisen kehittämiseen esimerkiksi opettajien ja erilaisten tiimityön ohjaajien näkökulmasta. Tulokset puoltavat käsitystä, että yhteistoiminnallinen oppiminen on hedelmällistä, ja sen avulla saavutetut tulokset moniulotteisia. Tässä tutkimuksessa ei verrattu yhdessä tapahtuvaa ongelmanratkaisua yksin tapahtuvaan ongelmanratkaisuun, mutta tulokset tukevat aikaisempia havaintoja, joiden mukaan yhteistoiminnallinen oppiminen vaikuttaa lupaavalta opetusstrategialta helpottamaan monimutkaisten tieteellisten sisältöjen ymmärtämistä (Roschelle & Teasley, 1995; Richter-Beuschel & Bögeholz, 2020). Yksi tällainen monimutkainen ja -tieteinen, laaja aihe on kestävä kehitys, jonka osaamiseen ja opettamiseen vaaditaan laaja-alaista osaamista ja soveltavaa otetta ongelmanratkaisuun. Myös opettajankoulutuksessa tulisi painottaa systeemistä ajattelua, syvempää kestävä kehityksen osaamista ja ongelmanratkaisutaitojen kehittämistä, jotta tulevat opettajat voisivat tehokkaasti edistää kestävä kehityksen tavoitteiden saavuttamista. Tämä on hyvin perusteltua, sillä vaikka opettajaopiskelijat omaavat yleensä perusymmärrystä kestävä kehityksen käsitteistä, heidän kykynsä soveltaa näitä tietoja monimutkaisissa ongelmanratkaisutilanteissa on usein rajallinen (Richter-Beuschel & Bögeholz, 2020). Opettajankoulutuksessa tulisi korostaa

yhteistyön ja yhteisten ratkaisujen merkitystä kestäväen kehityksen ongelmien ratkaisemisessa (Richter-Beuschel & Bögeholz, 2020).

Nykytutkimusten valossa systeemiajatteluun tähtäävä ajatusmalli on yhä keskeisemmässä roolissa etenkin nykyisten ekologisten kriisien ymmärtämisessä (Brundiers ym., 2021; Wiek ym., 2011). Systeemiajattelun taidot ovat merkittäviä, jotta voidaan ymmärtää monimutkaisten järjestelmien rakenteita ja dynamiikkaa, kuten erilaisia biologisia järjestelmiä. Eri organismien ominaisuuksien, takaisinkytkentäsilmukoiden, hierarkkisten organisaatioiden ja dynaamisten suhteiden ymmärtäminen vaatii usein kattavaa systeemistä ajattelutaitoa, jota tämän kaltaisella yhteistoiminnallisella oppimisprosessilla voidaan hyvin tukea. Visualisoinnit tukevat ryhmässä tapahtuvaa tiedon rakentamista ja moniaistinen sitoutuminen edistää kokonaisvaltaista ymmärrystä (Zhang & Chan, 2020). Kun tutkitut parit yrittivät ”upottaa” annettuja käsitteitä vastauksiinsa, he molemmissa tapauksissa useimmiten ensin katsoivat käsitteen, minkä jälkeen katse siirtyi keskustelun aiheena oleviin lajikuviin, ja tapahtui jaettua visuaalista huomion kiinnittymistä. Kuvista pyrittiin todennäköisesti etsimään lisää vihjeitä ja tukea esitellyille ideoille, sekä uusia näkökulmia parin esittämiin näkemyksiin. Visualisointi ja moniaistinen oppiminen vähentävät abstraktion esteitä ja tukevat syvällistä käsitteellistä ymmärtämistä (Varano & Zanella, 2023), erityisesti tämän tutkimuksen kaltaisessa yhteisöllisessä kontekstissa. Tämä lähestymistapa heijastaa modernin pedagogiikan painotusta kokonaisvaltaiseen oppijakeskeisyyteen.

Monimutkaisten ongelmien käsittelyä on perinteisesti tutkittu yksilötasolla, mutta tämän kaltainen yhteistoiminnallinen tutkimus tarjoaa lupaavia tuloksia tutkia myös yhteistyötä ja systeemistä ajattelua kognitiivisten oppimistehtävien aikana. Yhteistoiminnallinen ongelmanratkaisuperustainen lähestymistapa parantaa opiskelijoiden kykyä yhdistää teoria ja käytäntö, kehittää ongelmanratkaisutaitoja ja toimia yhteistyössä eri alojen asiantuntijoiden kanssa (Remington-Doucette ym., 2013). Opetustyyli, joka yhdistää eri tieteenaloja ja keskittyy todellisiin ongelmiin, on erittäin tehokas esimerkiksi kestäväen kehityksen koulutuksessa, joka vaatii laajaa, systeemistä ajattelua ja soveltavaa ongelmanratkaisukykyä (Remington-Doucette ym., 2013). Opiskelijat, jotka osallistuvat tällaiseen opetukseen, kehittävät kriittisiä ajattelutaitoja, yhteistyökykyä ja ongelmanratkaisukykyä, jotka ovat keskeisiä kestävyyskysymysten ratkaisemisessa (Remington-Doucette ym., 2013). Näiden tutkimustulosten valossa yhteistoiminnallista ongelmanratkaisua olisi perustelua käyttää laajemmaltikin eri kouluasteilla. Tulevaisuuden tarpeita ja taitoja ajatellen myös opetuksen tulisi olla monitieteellistä ja ongelmakeskeistä, jotta opiskelijat voivat soveltaa tietojaan ja taitojaan todellisiin, esimerkiksi kestäväen kehityksen haasteisiin.

Tutkimuskohteena olleen ongelmanratkaisuprosessin kaltainen yhteistoiminnallinen soveltava oppimistilanne yhdistää elementtejä tutkivasta ja ongelmalähtöisestä oppimisesta, mikä tekee siitä monipuolisen ja tehokkaan oppimistavan. Tämä lähestymistapa tukee opiskelijälähtöisyyttä, yhteisökeskeisyyttä ja arjenläheisyyttä, jotka ovat kaikki keskeisiä nykyaikaisessa oppimisessa

(Haatainen & Aksela 2021). Opettajan tehtävänä onkin mielestäni kannustaa opiskelijoita käyttämään erilaisia taitoja ja pitää mahdollisuuksien mukaan interaktiivisia oppitunteja. Huomioimalla tämän kaltaisten tutkimusten esiin nostamia tuloksia ja näkökulmia opettajilla on paremmat mahdollisuudet tukea oppilaidensa yhteistoiminnallista oppimista ja näin auttaa oppilaitaan parempiin oppimistuloksiin. Oppimateriaalien ja -tehtävien suunnittelussa olisi myös hyvä ottaa huomioon seikat, jotka kiinnittävät opiskelijan huomion (visuaaliset vihjeet) ja ohjata huomiota relevantteihin asioihin.

Tutkimuksen tulokset tukevat aiempien tutkimusten havaintoja siitä, että visuaaliset elementit ovat keskeisiä yhteistoiminnallisen oppimisen tukemisessa, sillä ne kiinnittävät oppijoiden huomion tehokkaasti ja lisäävät sitoutumista oppimisprosessiin (Cai & Gu, 2019; Liu ym., 2022). Myös tuore tutkimus osoittaa, että visuaaliset työkalut ja erityisesti yhteiset visuaaliset tilat parantavat merkittävästi oppijoiden osallistumista, sitoutumista ja vuorovaikutusta yhteistoiminnallisissa oppimistehtävissä (Chen ym., 2021). Tämä sitoutuneisuus näkyy aineistossa selvästi muun muassa siinä, miten parit hakivat molempia tyydyttävää vastausta ja rakensivat yhteistä käsitystä aiheesta, vaikka heillä kummallakaan ei ollut ennestään tarkkaa pohjatietoa käsiteltävästä asiasta. Tämän kaltainen toiminta tuo esiin yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun edut verrattuna yksilökohtaiseen ongelmanratkaisuprosessiin. Tehtävään sitoutuneisuus onkin varmasti tulevaisuudessa yksi niitä isoja kysymyksiä, joiden parissa pedagogit joutuvat enenevässä määrin erityisesti koulumaailmassa toimimaan.

Jatkotutkimuksissa voisi olla mielekästä laajentaa aineistoa ja käyttää erilaisia menetelmiä ja oppimisympäristöjä, suurempia otoksia ja laajentaa tutkimusta mahdollisesti myös eri ammattiryhmien välille. Silloin voitaisiin tutkia muun muassa moniammatillista yhteistyötä ja tiedon rakentumista siinä. Olisi myös hyödyllistä tutkia, tarjoavatko erilaiset visuaaliset vihjeet erilaista tukea tiedon rakentumiselle yhteistoiminnallisessa oppimisprosessissa, ja toisaalta, millaiset visuaaliset vihjeet häiritsevät oppimista ja tiedon rakentumista. Uskoisin, että edellä kuvatut tutkimukset voisivat tuoda uusia työkaluja muun muassa opettajien työhön ja sitä kautta myös oppilaiden oppimiseen. Tulevissa tutkimuksissa voitaisiin myös syventää ymmärrystä itsenäisen ja yhteistoiminnallisen ongelmanratkaisun välisistä eroista. Tällöin saataisiin syvempää tietoa siitä, miten nämä kaksi ongelmanratkaisuprosessia eroavat toisistaan, ja miten niitä hyödyntäen voitaisiin parhaiten tukea laajojen, moniulotteisten ongelmien ratkaisua, ja valita erilaisiin oppimistavoitteisiin sopivat opiskelu- ja opetusstrategiat. Tulevat tutkimukset voisivat näin tarjota tukea myös systeemisten, monitieteistä lähestymistapaa vaativien ongelmien tarkasteluun ja ratkaisuun, kuten kestävään kehitykseen liittyviin kysymyksiin.

## 7 Kiitokset

Tässä tutkielmassa olen hyödyntänyt suuria kielimalleja (CurreChat ja Copilot) kieliasun tarkistamisessa ja kielenhuollossa. Tämä tarkoittaa, että olen käyttänyt tekoälypohjaisia työkaluja tekstin oikeakielisyyden ja luettavuuden parantamiseen, mutta en ole antanut tekoälyn tuottamia varsinaisia vastauksia tai sisältöä tutkimuskysymyksiin liittyen. Kaikki tutkimuksen analyysit, tulkinat ja johtopäätökset ovat omaa työtäni, ja kielimallien rooli on ollut ainoastaan avustava kielenhuollon osalta.

Haluan erityisesti kiittää ohjaajiani Ilona Södervikiä ja Tomi Kiviluomaa kaikesta avusta tämän opinnäytetyön tekemisessä. Apunne on ollut korvaamaton aivan tutkielman alkuaskeleista ulkoasun viimeistelyyn saakka. Tomille iso kiitos myös keräämäsi aineiston luovuttamisesta käyttöni tätä tutkielmaa varten.

Lisäksi haluan kiittää kaikkia tutkimukseen osallistuneita opiskelijoita, teidän panoksenne teki tämän tutkielman toteuttamisen mahdolliseksi. Myös omat opiskelijakollegani ovat olleet korvaamattomia kannustajia koko opintojeni ajan.

Lopuksi haluan kiittää puolisoani, perhettäni ja ystäviäni kaikesta siitä tuesta, jota olen kuluneiden kuukausien aikana saanut. Kiitos, että te kaikki uskoitte minuun ja tähän projektiin.

## 8 Lähteet

- Alterman, R. & Harsch, K. (2017). A more reflective form of joint problem solving. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 12(1), 9-33. <https://doi.org/10.1007/s11412-017-9250-1>
- Amso, D. & Scerif, G. (2015). The attentive brain: Insights from developmental cognitive neuroscience. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(10), 606–619. <https://doi.org/10.1038/nrn4025>
- Arnold, R. D. & Wade, J. P. (2015). A definition of systems thinking: A systems approach. *Procedia Computer Science*, 44, 669–678. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.03.050>
- Arvaja, M. (2005). *Collaborative knowledge construction in authentic school contexts* (Tutkimuksia 14). Koulutuksen tutkimuslaitos, Jyväskylän yliopisto.
- Baker, M. J. (2015). Collaboration in collaborative learning. *Interaction Studies*, 16(39), 451–473. <https://doi.org/10.1075/is.16.3.05bak>.
- Barron, B. (2000). Achieving Coordination in Collaborative Problem-Solving Groups. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(4), 403–436. <http://www.jstor.org/stable/1466763>
- Barron, B. (2003). When smart groups fail. *The Journal of the Learning Sciences*, 12(3), 307–359. [https://doi.org/10.1207/S15327884JLS1203\\_1](https://doi.org/10.1207/S15327884JLS1203_1)
- Brundiens, K., Barth, M., Cebrián, G. & Zint, M. (2021). Key competencies in sustainability in higher education — toward an agreed-upon reference framework. *Sustainability Science*, 16(1), 13–29. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00838-2>
- Burch, M. (2022). *Eye Tracking and Visual Analytics* (1st ed.). River Publishers. <https://doi.org/10.1201/9781003338161>
- Cai, H. & Gu, X. (2019). Supporting collaborative learning using a diagram-based visible thinking tool based on cognitive load theory. *British Journal of Educational Technology*, 50(5), 2329–2345. <https://doi.org/10.1111/bjet.12818>
- Chen, L., Liang, H.-N., Wang, J., Qu, Y., & Yue, Y. (2021). On the Use of Large Interactive Displays to Support Collaborative Engagement and Visual Exploratory Tasks. *Sensors*, 21(24), Article 24. <https://doi.org/10.3390/s21248403>
- Chi, M. (1997). Quantifying qualitative analyses of verbal data: A practical guide. *Journal of the Learning Sciences* 6(3), 271–315. [https://doi.org/10.1207/s15327809jls0603\\_1](https://doi.org/10.1207/s15327809jls0603_1)

- Chitalkina, N. (2021). *Expectation incongruence in music and code reading: The eye-tracking approach*, (Doctoral dissertation), University of Turku. UTUPub. <https://www.utupub.fi/handle/10024/152410>
- Conklin, K., Pellicer-Sánchez, A. & Carrol, G. (2018). Introduction to Eye-Tracking. *Eye-Tracking: A Guide for Applied Linguistics Research (1-13)*. Cambridge University Press.
- Du, X., Zhang, L., Hung, J. L., Li, H., Tang, H. & Xie, Y. (2022). Understand group interaction and cognitive state in online collaborative problem solving: leveraging brain-to-brain synchrony data. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00356-4>
- Duchowski, A. T. (2017). *Eye Tracking Methodology*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-57883-5>
- Eilan, N., Hoerl, C., McCormack, T. & Roessler, J. (Eds.) (2005). *Joint attention: communication and other minds: issues in philosophy and psychology*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199245635.001.0001>
- ELAN (Version 6.9) [Tietokoneohjelma]. (2024). Nijmegen: Max Planck Institute for Psycholinguistics, The Language Archive. Haettu osoitteesta <https://archive.mpi.nl/tla/elan>
- Emery, N. (2000). The eyes have it: The neuroethology, function and evolution of social gaze. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 24(6), 581–604. [https://doi.org/10.1016/S0149-7634\(00\)00025-](https://doi.org/10.1016/S0149-7634(00)00025-)
- Fletcher, A., Dunne, S. & Butler, J. (2022). A Brief History of Eye Movement Research. In: Stuart, S. (eds) *Eye Tracking* (Neuromethods, vol 183). Humana, New York. [https://doi.org/10.1007/978-1-0716-2391-6\\_2](https://doi.org/10.1007/978-1-0716-2391-6_2)
- Fox, S. E. & Faulkner-Jones, B. E. (2017). Eye-tracking in the study of visual expertise: Methodology and approaches in medicine. *Frontline Learning Research*, 5(3), 43–54. <https://doi.org/10.14786/flr.v5i3.258>
- Gullberg, M. & Holmqvist, K. (1999). Keeping an eye on gestures: Visual perception of gestures in face-to-face communication. *Pragmatics and Cognition*, 7(1), 35–63. <https://doi.org/10.1075/pc.7.1.04gul>
- Haatainen, O. & Aksela, M. (2021). Project-based learning in integrated science education: Active teachers' perceptions and practices. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 9(1), 149–173. <https://doi.org/10.31129/lumat.9.1.1392>

- Hesse, F., Care, E., Buder, J., Sassenberg, K. & Griff, P. (2015). A framework for teachable collaborative problem-solving skills. In Griff, P. & Care, E. (Eds.), *Assessment and teaching of 21st century skills: Methods and approach*, 37–56. Dordrecht: Springer.
- Hill, R. W., Wyse, G. A. & Anderson, M. (2018). *Animal physiology* (5. painos). Cambridge University Press.
- Holtmaat, A., & Svoboda, K. (2009). Experience-dependent structural synaptic plasticity in the mammalian brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(9), 647–658. <https://doi.org/10.1038/nrn2699>
- Hoyles, C. & Forman, E. A. (1995). *Processes and products of collaborative problem solving: some interdisciplinary perspectives*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Hyvärinen, L. (2001). *Silmät ja näkeminen*. Haettu 16.1.2025 osoitteesta <http://www.lea-test.fi/su/silmat/index.html>
- Jokinen, A., Juhila, K. & Suoninen, E. (2016). *Diskurssianalyysi: teorian, peruskäsitteet ja käyttö*. Vastapaino, Tampere.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1980). A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological Review*, 87(4), 329–354. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.87.4.329>
- Kroell, L. M., & Rolfs, M. (2022). Foveal vision anticipates defining features of eye movement targets. *eLife*, 11, 1–38. <https://doi.org/10.7554/eLife.78106>
- Le, H., Janssen, J. & Wubbels, T. (2018). Collaborative Learning Practices: Teacher and student perceived obstacles to effective student collaboration. *Cambridge Journal of Education*, 48(1), 103–122. <https://doi.org/10.1080/0305764X.2016.1259389>
- Lehtinen, M. (2005). Katseenseuranta. Teoksessa Ovaska, S., Aula, A. & Majaranta, P. (toim.), *Käytettävyytutkimuksen menetelmät*, 223-236. Tampereen yliopisto, Tietojenkäsittelytieteiden laitos.
- Liu, R., Xu, X., Yang, H., Li, Z., & Huang, G. (2022). Impacts of Cues on Learning and Attention in Immersive 360-Degree Video: An Eye-Tracking Study. *Frontiers in Psychology*, 12, 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.792069>
- Mayer, R. E. (2017). How Can Brain Research Inform Academic Learning and Instruction? *Educational Psychology Review*, 29(4), 835–846. <https://doi.org/10.1007/s10648-016-9391-1>
- Meadows, D. H., & Wright, D. (2008). *Thinking in systems: A primer*. Chelsea Green Publishing.

- Meier, A., Spada, H. & Rummel, N. (2007). A rating scheme for assessing the quality of computer-supported collaboration processes. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 2(1), 63–86. <https://doi.org/10.1007/s11412-006-9005-x>
- Mercer, N. (1996). The quality of talk in children's collaborative activity in the classroom. *Learning and Instruction*, 6(4), 359–379. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(96\)00021-7](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(96)00021-7)
- Metsämuuronen, J. (2022). *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä* (9., uudistettu painos). International Methelp. [https://helka.helsinki.fi/discovery/fulldisplay?docid=alma9919280003506253&context=L&vid=358UOH\\_INST:VU1&lang=fi](https://helka.helsinki.fi/discovery/fulldisplay?docid=alma9919280003506253&context=L&vid=358UOH_INST:VU1&lang=fi)
- Moore, C. (2013). Homology in the development of triadic interaction and language. *Developmental Psychobiology*, 55(1), 59–66. <https://doi.org/10.1002/dev.21032>
- Niu, Y., Todd, R.M., Kyan, M. & Anderson, A. K. (2012). Visual and emotional salience influence eye movements. *ACM Transactions on Applied Perception* 9(3), 1-18, DOI <https://doi.org/10.1145/2325722.2325726>
- Nummenmaa, L., & Calder, A. J. (2009). Neural mechanisms of social attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(3), 135–143. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.12.006>
- Nyström, M., Niehorster, D.C., Cornelissen, T. & Garde, H. (2017). Real-time sharing of gaze data between multiple eye trackers—evaluation, tools, and advice. *Behaviour Research Methods* 49, 1310–1322. <https://doi.org/10.3758/s13428-016-0806-1>
- OECD (2017), *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264281820-en>
- Palola, E. (2015). Yhteistoiminnallinen oppiminen yliopiston perusopetuksessa – esimerkkinä palapelityöskentely. *Yliopistopedagogiikka*, 22(1), 23–26. <https://lehti.yliopistopedagogiikka.fi/2015/03/26/yhteistoiminnallinen-oppiminen-yliopiston-perusopetuksessa-esimerkkina-palapelityoskentely>
- Pernaa, H.-K. (2020). *Hyvinvoinnin toivottu tulevaisuus: Tarkastelussa kompleksisuus, antisipaatio ja osallisuus* (Acta Wasaensia, 443). Vaasan yliopisto. <https://osuva.uwasa.fi/handle/10024/10620>
- Pietikäinen, S., & Mäntynen, A. (2020). *Uusi kurssi kohti diskurssia*. Vastapaino. ISBN 978-951-768-825-3.
- Pöysä-Tarhonen, J., Awwal, N., Häkkinen, P., & Otieno, S. (2021). Joint attention behaviour in remote collaborative problem solving: Exploring different attentional levels in dyadic

- interaction. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 16(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s41039-021-00160-0>
- Qin, Z., Johnson, D. W. & Johnson, R. T. (1995). Cooperative versus Competitive Efforts and Problem Solving. *Review of Educational Research*, 65(2), 129–143. <https://doi.org/10.2307/1170710>
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124(3), 372–422. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.124.3.372>
- Remington-Doucette, S. M., Hiller Connell, K. Y., Armstrong, C. M. & Musgrove, S. L. (2013). Assessing sustainability education in a transdisciplinary undergraduate course focused on real-world problem solving. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 14(4), 404–433. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-01-2012-0001>
- Richardson, D. C., & Dale, R. (2005). Looking to understand: The coupling between speakers' and listeners' eye movements and its relationship to discourse comprehension. *Cognitive Science*, 29(6), 1045–1060. [https://doi.org/10.1207/s15516709cog0000\\_29](https://doi.org/10.1207/s15516709cog0000_29)
- Richter-Beuschel, L., & Bögeholz, S. (2020). Student teachers' knowledge to enable problem-solving for sustainable development. *Sustainability*, 12(1), 1–24. <https://doi.org/10.3390/su12010079>
- Roschelle, J. & Teasley, S.D. (1995). The Construction of Shared Knowledge in Collaborative Problem Solving. O'Malley, C. (toim). *Computer Supported Collaborative Learning. NATO ASI Series, vol 128*. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-85098-1\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-642-85098-1_5)
- Sajaniemi N. & Krause C. M. (2012) *Oppimisen palapeli. Aivot, oppimisen valmiudet ja koulunkäynti: Neuro- ja kognitiotieteellinen näkökulma*. Tilannekatsaus, tammikuu, 2012. Opetushallitus.
- Salminen-Saari, J. F. A., Garcia Moreno-Esteva, E., Haataja, E., Toivanen, M., Hannula, M. S., & Laine, A. (2021). Phases of collaborative mathematical problem solving and joint attention: A case study utilizing mobile gaze tracking. *ZDM Mathematics Education*, 53, 771–784. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01280-z>
- Schneider, B., Sharma, K., Cuendet, S., Zufferey, G., Dillenbourg, P., & Pea, R. (2018). Leveraging mobile eye-trackers to capture joint visual attention in co-located collaborative learning groups. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 13, 241–261. <https://doi.org/10.1007/s11412-018-9281-2>

- Shvarts, A., & Abrahamson, D. (2019). Dual-eye-tracking Vygotsky: A microgenetic account of a teaching/learning collaboration in an embodied-interaction technological tutorial for mathematics. *Learning, Culture and Social Interaction*, 22, 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2019.05.003>
- Skaramagkas, V., Giannakakis, G., Ktistakis, E., Manousos, D., Karatzanis, I., Tachos, N. S., Tripoliti, E., Marias, K., Fotiadis, D. I., & Tsiknakis, M. (2023). Review of Eye Tracking Metrics Involved in Emotional and Cognitive Processes. *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*, 16, 260–277. <https://doi.org/10.1109/RBME.2021.3066072>
- Smith, J. (2024). Supporting metacognitive talk during collaborative problem solving: A case study in Scottish primary school mathematics. *Education 3-13*, 52(8), 1578–1593. <https://doi.org/10.1080/03004279.2023.2187670>
- Spielmann, A. (1994). Nystagmus. *Current Opinion in Ophthalmology*, 5(5), 20–24. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10150810/>
- Säynäjäkangas, T., Lehtinen, A. & Viiri, J. (2016). Huomion kiinnittyminen koko luokan simulaatio-opetuksessa – tapaustutkimus katseenseurantaa käyttäen. *Proceedings of the annual FMSERA symposium*. Jyväskylän yliopisto. <https://journal.fi/fmsera/article/view/60887>
- Tieteen termipankki. (2025). Jaettu huomio. Haettu 3.5.2025 osoitteesta [https://tieteentermipankki.fi/wiki/Kielitiede:jaettu\\_huomio](https://tieteentermipankki.fi/wiki/Kielitiede:jaettu_huomio)
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta, TENK. (2023). Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa: Tutkimuseettisen neuvottelukunnan HTK-ohje 2023. *Tutkimuseettisen neuvottelukunnan julkaisuja 2/2023*. Tutkimuseettinen neuvottelukunta. [https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje\\_2023.pdf](https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje_2023.pdf). Viitattu 20.1.2025.
- Varano, S., & Zanella, A. (2023). Design and evaluation of a multi-sensory representation of scientific data. *Frontiers in Education*, 8, 1–13. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1082249>
- Wiek, A., Withycombe, L. & Redman, C. L. (2011) Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *Sustainability Science* 6, 203–218. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6>
- Yu, C., & Smith, L. B. (2017). Multiple sensory-motor pathways lead to coordinated visual attention. *Cognitive Science*, 41(Suppl 1), 5–31. <https://doi.org/10.1111/cogs.12366>
- Zhang, Y., & Chan, K. K. (2020). Incorporating visual analytics with knowledge construction in problem-based learning: a qualitative study. *Interactive Learning Environments*, 31(3), 1579–1591. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1855203>

Zhang, N., & Ouyang, F. (2023). An integrated approach for knowledge extraction and analysis in collaborative knowledge construction. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(45), 1–22. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00414-5>

## **LIITTEET**

**Liite 1. CELLS-tutkimuskutsu**

**Liite 2. Taustatietolomake**

**Liite 3. Tutkittavan tiedote**

**Liite 4. Tietosuojailmoitus**

**Liite 5. Jälkikysely**

## Liite 1. CELLS - tutkimuskutsu

**Edistä arvokasta pitkittäistutkimusta, joka lisää ymmärrystämme biologian oppimisesta ja auttaa kehittämään yliopisto-opetusta**

kutsumme sinut mukaan tutkimukseen, jossa kartoitamme, *millä tavoin opintojensa loppuvaiheilla olevat opiskelijat soveltavat tietojaan ja taitojaan yhteistyötä vaativissa tehtävissä*. Olemme siis ensisijaisesti kiinnostuneita yhteistyön roolista oppimisessa ja reaaliaikaisista prosesseista yhteisen tiedon rakentamisen aikana.

**Kiitokseksi osallistumisesta tarjoamme 20 € arvoisen lahjakortin (Finnkino / S-ryhmä).**

### Taustatietosi

Nimesi

Äidinkieli

Sähköpostiosoite

Nykyinen koulutusohjelma

Oletko osallistunut aiempiin CELLS-tutkimusryhmän mittauksiin (2019-2021)

Kyllä / En

### Tutkimusaikojen valinta

Muodostamme osallistujista pareja, joiden tehtävä on pohtia ratkaisuja bio- ja ympäristötieteisiin liittyviin ilmiöihin ja ongelmiin. Tehtävissä ei ole oikeita tai väärinä ratkaisuja. Yhteistyön aikana käytätte silmillänne kevyitä silmänliikkeitä taltioivia laseja.

Tutkimus toteutetaan **Minerva-rakennuksen K1-kerroksessa, HiPerCog-ryhmän tiloissa**. Odota noutoa K1-kerroksen oleskelutilassa.

Varaa koko tutkimukseen 90 minuuttia.

1) Etukäteisvalmistelut: 20 min

2) Yhteistyövaihe max 45 min

3) Loppupurku 25 min.

Yhteistyövaihe videoidaan ja nauhoitetaan analyysyä varten.

**Valitse tarjotuista vaihtoehtoista sinulle sopivat ajat.**

**Vahvistamme tutkimusajan sinulle henkilökohtaisesti mahdollisimman pian.**

## **Tammikuu**

Tiistai 21.1 klo 9-11

Perjantai 31.1. klo 13-15

## **Helmikuu**

Maanantai 24.2. klo 9-11

Torstai 27.2. klo 13-15

## **Toukokuu**

Keskiviikko 14.5. klo 13-15

Torstai 15.5. klo 13-15

## **Tietojen lähetys**

Kiitokseksi osallistumisesta tarjoamme 20 € arvoisen lahjakortin (Finnkino / S-ryhmä).

Tutkimukseen osallistuminen on vapaaehtoista, eikä vaadi etukäteen mitään valmisteluja eikä silmälasit tai piilolinssit ole este osallistumiselle. Tutkimus toteutetaan noudattaen TENKin ohjeistusta eettisen tutkimuksen teosta ja voit olla vakuuttunut, että yksityisyydestäsi pidetään tarkasti huolta.

Arvostamme suuresti aiempaa panostasi ja odotamme yhteydenottoasi!

Lisätietoja tarjoaa [tomi.kiviluoma@helsinki.fi](mailto:tomi.kiviluoma@helsinki.fi)

Parhain terveisin,

Tomi Kiviluoma, väitöskirjatutkija, FM

Ilona Södervik, yliopistonlehtori, FT

## Liite 2. Taustatietolomake

ID: \_\_\_\_\_ Päiväys: \_\_\_\_\_

### TAUSTATIETOLOMAKE

Tietojen antaminen on vapaaehtoista ja kaikki antamasi tiedot käsitellään luottamuksellisesti.

Tietoja ja niistä saatuja tutkimustuloksia käytetään tieteelliseen raportointiin (esim. julkaisuihin) sellaisessa muodossa, josta henkilöllisyyttäsi ei voi tunnistaa.

Ole hyvä ja vastaa seuraaviin kysymyksiin joko valitsemalla vaihtoehdoista sopivin (ympyröimällä tai rastittamalla) tai kirjoittamalla vastaus annettuun tilaan.

Ikä: \_\_\_\_\_

Äidinkieli: \_\_\_\_\_

Sukupuoli:

- Nainen
- Mies
- Muu
- En halua vastata

Nykyinen koulutusohjelma: \_\_\_\_\_

Mittauksiin mahdollisesti vaikuttavat tekijät

Onko sinulla todettu karsastusta?

- Ei
- Kyllä

... kumpi silmä? \_\_\_\_\_

**Onko sinulla koskaan todettu silmänliikkeisiin/räpyttelyyn liittyviä sairauksia (epilepsia, nystagmus, narkolepsia, tic...)?**

Ei

Kyllä

... mitä? \_\_\_\_\_

**Onko sinulla tällä hetkellä silmissäsi piilolinssit?**

Ei

Kyllä

**Oletko tehnyt yhteistyötä kokeeseen osallistuvan parin kanssa aiemmin?**

En

Kyllä

## Liite 3. Tutkittavan tiedote

### Tutkittavan tiedote – jaettu havaitseminen yhteistyötä vaativassa ongelmanratkaisussa elämäntieteiden alalla

#### Tutkimuksen vastuulliset tutkijat:

Dosentti Ilona Södervik, CELLS –projektin johtaja, Helsingin yliopisto +358-50-3176375, [ilona.sodervik@helsinki.fi](mailto:ilona.sodervik@helsinki.fi)

Väitöskirjatutkija Tomi Kiviluoma [tomi.kiviluoma@helsinki.fi](mailto:tomi.kiviluoma@helsinki.fi)

Kasvatustieteiden osasto, PL 9 (Siltavuorenpenger 1A) 00014, Helsingin yliopisto

#### Tutkimusorganisaatiot ja tutkimuksen rahoittaja

Tutkimus toteutetaan Helsingin yliopiston Kasvatustieteellisessä tiedekunnassa toimivassa tutkimuslaboratoriossa (SEE/PLAE), jota koordinoi kaksi tutkimusryhmää (HiPerCog ja CELLS) johtajinaan apulaisprofessori Benjamin Cowley ja dosentti Ilona Södervik. HiPerCog-projektilla on Suomen Akatemian PROFi 5 ‘Mind and Matter’- rahoitus sekä Nordforsk GUESSED -rahoitus ja CELLS projektilla HYN kolmivuotinen tutkimusrahoitus vuoden 2022 loppuun. Tämän lisäksi tutkimuslaboratoriota on rahoittanut vuosien 2021-2022 aikana Helsingin humanistis yhteiskuntatieteellinen instituutti (HSSH). Tutkimuksen rahoittajat eivät vaikuta tutkimusten toteutukseen eivätkä tulosten käsittelyyn tai julkaisuun millään tavoin.

#### Tutkimuksen aihe, tavoitteet ja merkitys

Tässä tutkimuksessa kartoitamme yhteistyön merkitystä opintojensa loppuvaiheilla olevien bio -ja ympäristötieteiden opiskelijoiden ongelmanratkaisulle. Tutkimus on osa sekä CELLS-hanketta, jossa selvitetään asiantuntijuuden kehittymistä näillä tieteenaloilla. Keskeisenä tutkimuskysymyksenämme toimii: ”millä eri tavoin opintojensa loppuvaiheilla olevat opiskelijat soveltavat tietojaan ja taitojaan yhteistyötä vaativissa tehtävissä ja edistääkö yhteistyö pysyvämpää oppimista?” Tutkimuksen avulla saadaan uutta ja innovatiivista tietoa aikuisten yksilöllisistä ja yhdessä tapahtuvista päättely- ja ongelmanratkaisuprosesseista. Osallistujalla on aina mahdollisuus kommentoida tutkimuksen toteutusta ja annettu palaute huomioidaan tutkimusasetelmien jatkokehittämisessä.

## **Tutkimuksen toteutustapa**

Tässä kokeessa Teitä pyydetään suorittamaan annettujen ohjeiden mukaan erilaisia ongelmanratkaisua ja päättelyä vaativia tehtäviä laboratorio-olosuhteissa yhdessä tutkimukseen osallistuvan parin kanssa. Tehtävänantoihin kuuluu kuvallista ja kirjallista materiaalia, joka esitellään teille kokeen alkaessa. Käytämme mittauksissa erilaisia yhdistelmiä seuraavista mittausten menetelmistä:

- ääni- ja kuvatalennus
- katseenseuranta
- raportointilomakkeet, osaamista mittaavat tehtävät ja taustakyselyt

Tutkimushenkilöstö esittelee Teille tutkimukseen kuuluvien mittausten tarkan sisällön, tehtävät, käytettävät mittausmenetelmät sekä mittauksen aloittamisen ja lopettamisen kokeen alussa.

Tutkimuksen alussa saatte käytettävät mittalaitteet eli silmäliikelasit tutkimushenkilöstöltä. Lasit ovat helppokäyttöisiä, eikä niiden käyttö edellytä Teiltä erityistä asiantuntemusta. Saatte yksityiskohtaiset ohjeet lasien pukemista varten ja voitte kysyä tarvittaessa neuvoa tutkimushenkilöstöltä milloin tahansa ennen mittauksia tai niiden aikana. Tutkimuksen päätyttyä palautatte lasit tutkimushenkilöstölle. Mittausten lisäksi Teitä saatetaan tutkimuksen alussa ja lopussa pyytää vastaamaan yksinkertaisiin kyselyihin ja osaamista mittaaviin tehtäviin, joissa arvioidaan mm. subjektiivisia kokemuksia, kuten vireyttä ja tehtävien aiheuttamaa henkistä kuormitusta. Kyselyt ovat lyhyehköjä ja tutkimuksen kesto rajataan aina siten, ettei se ylitä Teille etukäteen annettua tietoa.

## **Tutkimukseen osallistuminen**

Voidaksenne osallistua tutkimukseen, Teidän tulee olla yli 18-vuotias, eikä Teillä saa olla oman tietonne mukaan koetulosten tulkintaan vaikuttavaa sairautta tai lääkitystä. Näitä tiedustellaan tarkemmin suullisesti sekä erillisessä lomakkeessa, jonka saatte tutkimushenkilöstöltä.

Jos päätätte osallistua tutkimukseen, pyydämme Teitä allekirjoittamaan suostumuslomakkeen, jolla ilmoitatte saaneenne riittävästi tietoa tutkimuksesta sekä suostuvanne tietojen keräämiseen ja tulosten julkaisuun tässä tiedotteessa kerrotulla tavalla. Teillä on mahdollisuus esittää tutkimuksesta kysymyksiä joko etukäteen ottamalla yhteyttä tutkijaan, sekä milloin tahansa tutkimuksen aikana.

Tietoja, joista Teidät voidaan tunnistaa, ei luovuteta tutkimusryhmän ulkopuolelle. Tutkimus tehdään ja raportoidaan aina siten, että osallistujat erotellaan satunnaisesti luodulla tunnisteella eikä yksittäistä osallistujaa siten ole mahdollista tunnistaa tutkimusta tehtäessä tai tutkimuksen tuloksista.

Tutkimukset eivät aiheuta terveydellistä haittaa. Kaikki tutkimusmenetelmät ovat kivuttomia ja vaarattomia.

### **Tutkittavien oikeudet**

Tutkimukseen osallistuminen on täysin vapaaehtoista. Teillä on mahdollisuus esittää tutkimuksesta kysymyksiä etukäteen ottamalla yhteyttä tutkijaan sekä milloin tahansa tutkimuksen aikana.

Teillä on oikeus vetäytyä tutkimuksesta ilman perusteluita ja/tai kieltää vastaustenne käytön tutkimuksessa. Vetäytymisestä tai tutkimukseen osallistumattomuudesta ei seuraa teille hankaluuksia tai haittaa. Voitte halutessanne mittaustenne päättymiseen mennessä peruuttaa suostumuksen tutkimukseen, jolloin tietojanne ja mittaustuloksianne ei käytetä enää tutkimuksessa ja teistä jo kerätyt tiedot tuhotaan. Poikkeuksena jo anonymisoidussa muodossa avoimena datana julkaistuun tietoon liittyvät tunnistetiedot, jotka on syytä säilyttää oikeusturvanne toteutumiseksi.

### **Tutkimusaineiston käyttötarkoitus ja käsittely**

Vastuututkija luo osallistujille satunnaisen tunnusnumeron. Osallistujan tunnistetiedot (nimi ja yhteystiedot) ja vastaava satunnainen tunnusnumero säilytetään tietoturvalisessa ympäristössä erillään muusta tutkimusaineistoista yliopiston tietoturvalisella verkkolevyllä, jonne on pääsy ainoastaan hankkeen tutkijoilla. Tutkimusaineisto, jota tutkimuksessa käsitellään, ei sisällä tunnistetietoja, vaan osallistajat erotellaan edellä mainitulla tunnusnumerolla. Aineisto koodataan tunnistetietojen piilottamiseksi. Lisäksi täysin anonymisoitu data, josta ei voida tunnistaa tutkittavia, voidaan tallentaa avoimesti muiden tutkijoiden hyödynnettäväksi tutkimuksen päätyttyä, mikäli annatte tähän suostumuksenne. Tällöin kerätystä tietoa-aineistosta olisi tieteelle paras mahdollinen hyöty.

Tutkimuksen tuloksia esitellään ja raportoidaan tieteellisissä ja muissa tilaisuuksissa ja julkaisuissa. Tutkimustulokset raportoidaan siten, että yksittäisen vastaajan tuloksia ja vastauksia ei voida tunnistaa, ellei hän ole erikseen antanut tähän lupaa. Tutkimuksessa kerättävät tiedot ovat luottamuksellisia eikä niitä luovuteta muuhun käyttöön.

Tutkimuksesta ei ole Teille välitöntä hyötyä tai fyysistä, psyykkistä tai käytännöllistä haittaa. Ette saa osallistumisestanne tai suoriutumisestanne henkilökohtaista palautetta, mutta osallistumisellanne autatte tieteellisten menetelmien kehitystyötä.

## Liite 4. Tietosuojailmoitus

**TIETEELLISEN TUTKIMUKSEN  
TIETOSUOJASELOSTE/-ILMOITUS  
EU:n yleinen tietosuoja-asetus  
12–14 artiklat  
Laatimispäivä: 3.4.2022**

Tietoa henkilötietojen käsittelystä Cultivating Expertise in Learning of Life Sciences (CELLS) -tutkimuksessa

SEE/PLAE -laboratoriossa tehtävässä CELLS-tutkimuksessa käytetään aineistona henkilötietoja. Tämän selosteen tarkoitus on antaa tietoa käsiteltävistä henkilötiedoista sekä siitä, mistä henkilötiedot ovat peräisin ja miten niitä käytetään tutkimuksessa. Selosteen lopussa kerrotaan tarkemmin, mitä oikeuksia rekisteröidyillä on.

Tutkimukseen osallistuminen ja henkilötietojen antaminen on vapaaehtoista. Sinuun ei kohdistu mitään negatiivista seuraamusta, jos et osallistu tutkimukseen tai jos keskeytät osallistumisesi tutkimukseen.

### 1. Tutkimuksen rekisterinpitäjä

Helsingin yliopisto  
Osoite: PL 3 (Fabianinkatu 33), 00014 Helsingin yliopisto

### 2. Yhteyshenkilö ja vastuullinen tutkija

Yhteyshenkilö tutkimusta koskevissa asioissa:

Nimi: Ilona Södervik  
Tiedekunta ja yksikkö: Kasvatustieteellinen tiedekunta, Yliopistopedagogiikan keskus (HYPE)  
Osoite: Siltavuorenpenger 126, FI-00170 Helsingin yliopisto  
Puhelinnumero: +358-50-3176375  
Sähköpostiosoite: ilona.sodervik@helsinki.fi

### 3. Tietosuojavastaavan yhteystiedot

Helsingin yliopiston tietosuojavastaavaan saa yhteyden sähköpostiosoitteesta tietosuoja@helsinki.fi.

## 4. Kuvaus tutkimushankkeesta ja henkilötietojen käsittelyn tarkoitus

Tutkimushankkeessa toteutetaan sarja muun muassa psykofysiologisia tutkimusmenetelmiä hyödyntäviä osatutkimuksia, joissa tutkitaan aikuisten oppimisprosesseja erilaisissa ongelmanratkaisua ja päättelyä vaativissa tehtävissä. Tutkittavat kaikissa osatutkimuksissa ovat täysi-ikäisiä, jotka osallistuvat tutkimuksiin vapaaehtoisesti. Joissakin osatutkimuksissa tutkittavat työskentelevät yksin, toisissa yhdessä parin kanssa. Tutkittavat saavat ennen tutkimuksen alkua tietoa kyseisen tutkimuksen sisällöstä ja siitä, miten tulokset tullaan raportoimaan ja aineisto säilyttämään. Psykofysiologisten tutkimusinstrumenttien hyödyntäminen ja tulosten tulkitseminen edellyttää monimenetelmällistä tutkimusotetta, mistä syystä jokaisessa osatutkimuksessa käytetään erilaisia tutkimusmenetelmiä ja instrumentteja. Henkilötietojen kerääminen mahdollistaa eri tutkimusinstrumentein (esim. kyselyt ja katseenseuranta) kerätyn aineiston yhdistämisen.

Aineisto käsiteltäessä hankkeen tutkija luo osallistujille satunnaisen tunnusnumeron. Osallistujan tunnistetiedot (nimi ja yhteystiedot) ja vastaava satunnainen tunnusnumero säilytetään tietoturvalisessä ympäristössä erillään muusta tutkimusaineistosta. Tutkimusaineisto, jota tutkimuksessa käsitellään, ei sisällä tunnistetietoja, vaan osallistajat erotellaan edellä mainitulla tunnusnumerolla. Aineisto koodataan tunnistetietojen piilottamiseksi (pseudonymisoitu data). Lisäksi täysin anonymisoitu data, josta ei voida tunnistaa tutkittavia, voidaan tallentaa avoimesti muiden tutkijoiden hyödynnettäväksi tutkimuksen päätyttyä.

Tutkimuksen tuloksia esitellään ja raportoidaan tieteellisissä ja muissa tilaisuuksissa ja julkaisuissa. Tutkimustulokset raportoidaan siten, että yksittäisen vastaajan tuloksia ja vastauksia ei voida tunnistaa, ellei hän ole erikseen antanut tähän lupaa. Tutkimuksessa kerättävät tiedot ovat luottamuksellisia eikä niitä luovuteta muuhun käyttöön. Pyrimme käyttämään tietoaimeiston mahdollisimman tehokkaasti. Julkaisemme mahdollisesti osan anonymisoidusta mittausaineistosta avoimesti, jotta kerätystä tietoaimeistosta olisi tieteelle paras mahdollinen hyöty.

Tutkimuksesta ei ole tutkittaville välitöntä hyötyä tai fyysistä, psyykkistä tai käytännöllistä haittaa. Kaikista osatutkimuksesta ei välttämättä anneta henkilökohtaista palautetta, mutta osallistumisellanne autatte tieteellisten menetelmien kehitystyötä. Osallistujalla on aina mahdollisuus kommentoida tutkimuksen toteutusta ja annettu palaute huomioidaan tutkimusasetelmien jatkokehittämisessä. Tutkimuksen avulla saadaan uutta ja innovatiivista tietoa aikuisten yksilöllisistä ja yhdessä tapahtuvista päättely- ja ongelmanratkaisuprosesseista.

## 5. Mitä tietoja tutkimusaineisto sisältää

Tutkimuksessa kerätään tutkittavien yksilöintitietoina nimi, (opiskelijoilta) opiskelijanumero ja sähköpostiosoite. Nämä tiedot taltioidaan ns. koodiavaintiedostoihin eri tutkimusvaiheissa kerättävän aineiston yhdistämistä varten. Tutkimusaineistojen yhdistämisen jälkeen data analysoidaan pseudonymisoituna, ilman tunnistetietoja. Muuta tutkittavista kerättävää taustatutkimusaineistoa ovat tutkittavan

ikä, opiskelijoiden osalta yliopisto-opintojen aloitusvuosi, vastaukset osatutkimuskysymyksiin sekä erilaiset videoaineistot. Em. aineistoa yhdistetään opiskelijatutkimuksessa opintopistekertymiin ja pääsykoetietoihin. Opettajien osalta taustatietoina kerätään tutkittavan ikä, työskentely-yksikkö sekä työnkuvaan liittyviä tietoja (työuran kesto, opetusvelvollisuus sekä suoritettujen yliopistopedagogiikan opintojen määrä).

Tutkimusaineisto pitää sisällään osallistujien vastauksia osaamista ja käsityksiä mittaaviin tehtäviin, psykofysiologista dataa (kuten katseenseuranta, ihon sähkönjohtavuus), ääni- ja kuvatallennusta, IT-järjestelmiin asennettavia käyttäjänseurantasovelluksia (kuten näppäimistön painallukset, käytetyt sovellukset, näyttö).

Yksittäinen tutkittava ei missään tilanteessa ole tunnistettavissa aineistosta. Osatutkimuksiin osallistuminen on tutkittaville vapaaehtoista.

## **6. Mistä lähteistä henkilötietoja kerätään**

Tutkimustietoja kerätään suoraan tutkittavilta sekä opiskelijarekistereistä sen mukaisesti, mitä tässä selosteessa on mainittu.

## **7. Arkaluonteiset henkilötiedot**

Tutkimuksessa käsitellään terveyteen liittyviä, tietosuoja-asetuksen 9 artiklan mukaisia arkaluonteisia henkilötietoja (psykofysiologiset mittaukset).

Arkaluonteisten tietojen käsittely perustuu tietosuoja-asetuksen 9 artiklan 2 kohdan j alakohtaan (käsittely on tarpeen tieteellisiä tutkimustarkoituksia varten) sekä tietosuojalain 6 §:n 1 momentin 7 kohtaan (tietosuoja-asetuksen 9 artiklan 1 kohtaa ei sovelleta tieteellistä tutkimusta varten tehtävään tietojen käsittelyyn).

## **8. Henkilötietojen käsittelyn oikeusperuste**

Henkilötietoja käsitellään seuraavalla yleisen tietosuoja-asetuksen 6 artiklan 1 kohdan mukaisella perusteella:

- Yleistä etua koskeva tehtävä: tieteellinen tai historiallinen tutkimus tai  
 tilastointi (tietosuojalain 4 §:n 3 kohta) tutkimusaineistojen ja  
 kulttuuriperintöaineistojen arkistointi (tietosuojalain 4 §:n 4 kohta)

## 9. Tietojen vastaanottajat

Tietoja ei luovuteta Helsingin yliopiston ulkopuolelle.

## 10. Tietojen siirto Euroopan talousalueen ulkopuolelle

Tietoja ei siirretä Euroopan talousalueen ulkopuolelle.

## 11. Automatisoitu päätöksenteko

Tutkimuksessa ei tehdä automaattisia päätöksiä, joilla on merkittävä vaikutus tutkittaviin.

## 12. Henkilötietojen suojaus

Tutkimusaineistoon sisältyviä henkilötietoja käsitellään ja säilytetään suojattuna niin, että ainoastaan niitä tarvitsevat, tutkimushankkeen henkilöt pääsevät tarkastelemaan tietoja.

Tietojärjestelmissä käsiteltäviä tietoja suojataan seuraavilla tavoilla:

- käyttäjätunnus ja salasana
- salaus/kryptaus

Manuaalista (esim. paperimuodossa tai muuten aineellisessa muodossa) olevaa aineistoa suojataan seuraavilla tavoilla: Lukitussa työtilassa sijaitsevassa lukitussa kaapissa tai laatikossa, jonne vain tutkimusryhmän jäsenillä on pääsy.

Suorien tunnistetietojen käsittely:  Suorat tunnistetiedot poistetaan analysointivaiheessa ja säilytetään erillään analysoitavasta tutkimusaineistosta

## 13. Henkilötietojen käsittelyn kesto tässä tutkimuksessa

Aineisto, jolla on pitkäaikaista arvoa arkistoidaan ilman tunnistetietoja tieteellisen kehityksen edistämiseksi niin sanottuna avoimena aineistona. Aineisto, jolla ei ole pitkäaikaista arvoa tutkimusprojektin jälkeen, hävitetään käyttäen Helsingin yliopiston

tarjoamaa tietosuojamateriaalin poistamiseen tarkoitettua ohjelmistoa viimeistään viiden vuoden kuluttua tutkimusaineiston keräämisen jälkeen.

Henkilötiedot ovat salassa pidettäviä ja suorat tunnistetiedot poistetaan analysointivaiheessa. Tietoja, joista Teidät voidaan tunnistaa, ei luovuteta tutkimusryhmän ulkopuolelle. Tutkimus tehdään ja raportoidaan aina siten, että osallistujat erotellaan satunnaisesti luodulla tunnisteella eikä yksittäistä osallistujaa siten ole mahdollista tunnistaa tutkimusta tehtäessä tai tutkimuksen tuloksista. Kaikki tutkimushankkeessa työskentelevät ovat sitoutuneet tunnistetietojen eettiseen käsittelyyn.

#### **14. Henkilötietojen käsittely tutkimuksen päättymisen jälkeen**

Tutkimusaineisto säilytetään tämän tutkimuksen tulosten luotettavuuden arvioimista varten pseudonymisoituna,  ilman suoria tunnistetietoja.

Tutkimusaineisto säilytetään myöhempää, yhteensopivaa tieteellistä tutkimusta varten tietosuoja-asetuksen vaatimusten mukaisesti  ilman suoria tunnistetietoja.

Aineisto, jolla on pitkäaikaista arvoa, arkistoidaan ilman tunnistetietoja mahdollista tulevaa tutkimuskäyttöä varten sekä tieteellisen kehityksen edistämiseksi niin sanottuna avoimena aineistona. Aineisto, jolla ei ole pitkäaikaista arvoa tutkimusprojektin jälkeen, hävitetään käyttäen Helsingin yliopiston tarjoamaa tietosuojamateriaalin poistamiseen tarkoitettua ohjelmistoa viimeistään viiden vuoden kuluttua tutkimusaineiston keräämisen jälkeen.

Tutkimusaineiston säilytys perustuu tietosuoja-asetuksen 5 artiklan 1 kohdan b ja e alakohtiin. Ennen uutta tutkimuskäyttöä rekisterinpitäjä varmistaa, että uusi tutkimuskäyttö on yhteensopivaa aineiston alkuperäisen käyttötarkoituksen kanssa asetuksen vaatimusten mukaisesti. Tutkimusaineiston uudesta tutkimuskäytöstä lähetetään rekisteröidyille uusi tietosuojailmoitus, paitsi jos rekisterinpitäjä ei enää pysty tunnistamaan rekisteröityjä tutkimusaineistosta.

Uudesta tutkimuksesta ei voida lähettää ilmoitusta rekisteröidylle myöskään silloin, jos tietojen toimittaminen olisi mahdotonta tai kohtuuttoman vaivalloista tai jos se estäisi tai vaikeuttaisi suuresti tutkimustarkoitusten saavuttamista (tietosuoja-asetuksen 14 artiklan 5 kohdan b alakohta).

#### **15. Mitä oikeuksia rekisteröidyllä on ja oikeuksista poikkeaminen**

Yhteyshenkilö tutkittavan oikeuksiin liittyvissä asioissa on tämän ilmoituksen kohdassa 1 mainittu henkilö.

## **Rekisteröidyn oikeudet**

Tietosuoja-asetuksen mukaan rekisteröidyllä on oikeus:

- saada pääsy tietoihin
- oikaista tietoja
- poistaa tiedot ja tulla unohdetuksi
- rajoittaa tietojen käsittelyä
- siirtää tiedot järjestelmästä toiseen
- vastustaa tietojen käsittelyä
- olla joutumatta automaattisen päätöksenteon kohteeksi.

Rekisteröity ei kuitenkaan voi käyttää kaikkia oikeuksia kaikissa tilanteissa. Tilanteeseen vaikuttaa esimerkiksi se, millä perusteella henkilötietoja käsitellään.

Tarkempaa tietoa rekisteröidyn oikeuksista eri tilanteissa löytyy tietosuojavaltuutetun verkkosivuilta: <https://tietosuoja.fi/rekisteroidyn-oikeudet-eri-tilanteissa>

## **Oikeuksien soveltuminen**

Jos henkilötietojen käsittely tutkimuksessa ei edellytä rekisteröidyn tunnistamista eikä rekisterinpitäjä pysty tunnistamaan rekisteröityä, oikeutta tietojen tarkastamiseen, oikaisuun, poistoon, käsittelyn rajoittamiseen, ilmoitusvelvollisuuteen ja siirtämiseen ei sovelleta, ellei rekisteröidy anna tunnistamisen mahdollistavia lisätietoja (tietosuoja-asetuksen 11 artikla).

## **Oikeuksista poikkeaminen**

Tietosuoja-asetus ja Suomen tietosuojalaki mahdollistavat tietyistä rekisteröidyn oikeuksista poikkeamisen silloin, kun henkilötietoja käsitellään tieteellisessä tutkimuksessa ja oikeuksien toteuttaminen estäisi tai vaikeuttaisi suuresti käsittelyn tarkoitusten saavuttamista.

Tarvetta poiketa rekisteröidyn oikeuksista arvioidaan aina tapauskohtaisesti.

## **Valitusoikeus**

Sinulla on oikeus tehdä valitus tietosuojavaltuutetun toimistoon, mikäli katsot, että henkilötietojesi käsittelyssä on rikottu voimassa olevaa tietosuojalainsäädäntöä.

Yhteystiedot:

Tietosuojavaltuutetun toimisto

Käyntiosoite: Ratapihantie 9, 6. krs, 00520 Helsinki

Postiosoite: PL 800, 00521 Helsinki

Vaihde: 029 56 66700

Faksi: 029 56 66735

Sähköposti: tietosuoja(at)om.fi

## Liite 5. Jälkikysely

ID: \_\_\_\_\_ Päiväys: \_\_\_\_\_

### Self-Assessment Manikin (SAM)

Bradley ja Lang, 1994

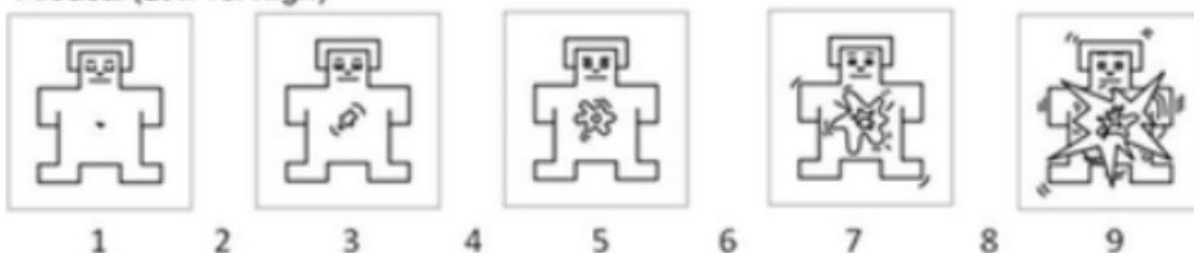
*Seuraavassa kyselylomakkeessa arvioidaan erilaisia tunteita, joita olet saattanut kokea edellisen kokeen aikana, sekä näiden tunteiden mahdollista alkuperää/lähdettä. Ympyröi numero, jonka katsot edustavan kokeen aikaisia tunteitasi eniten.*

#### Arousal / Kiihtyneisyys

Ensimmäisessä kuvassa on henkilö, joka on rauhallinen, melkein nukuksissa. Asiaankuuluvia tiloja voisivat olla esim. rentoutuminen, rauhallisuus, joutilaisuus.

Viimeisessä kuvassa on henkilö, joka on erittäin kiihtynyt. Asiaankuuluvia tiloja voivat olla esim. kiihtymys, euforia, jännitys tai raivo.

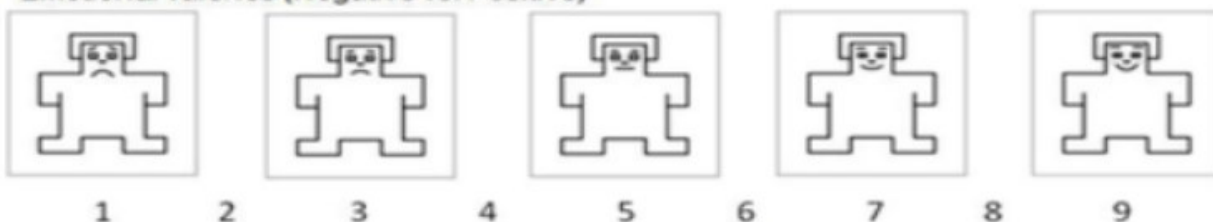
Arousal (Low vs. High)



#### Emotional valence / Emotionaalinen valenssi

Ensimmäisessä kuvassa on henkilö, joka kokee negatiivisia tunteita. Asiaankuuluvia tiloja voivat olla esim. paniikki, ärtymys, inho, epätoivo, tappio tai kriisi. Viimeisessä kuvassa on henkilö, joka on selvästi riemuissaan. Asiaankuuluvia tiloja voivat olla hauskuus, ilo, onnellisuus, rentoutuminen, tyytyväisyys.... Muut kuviot kuvastavat välitiloja.

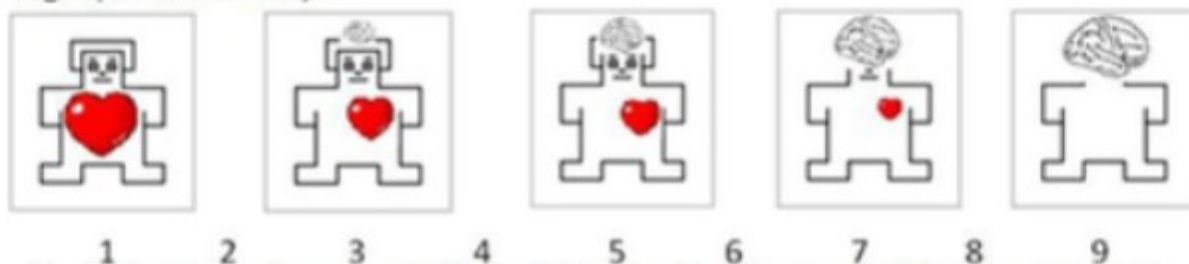
Emotional valence (Negative vs. Positive)



### Origin (heart vs mind) / Alkuperä (tunteet vs. ajatukset)

Ensimmäisessä kuvassa on henkilö, joka on tunteidensa vallassa. Sanoja, jotka voisivat kuvata näitä kokemuksia, ovat muun muassa poissa tolalta oleminen, täydellinen sitoutuminen, impulsiivisuus, spontaanisuus, epäroimättömyys. Viimeisessä kuvassa on henkilö, joka on ajatustensa vallassa, mieteliäs. Sanoja, joita voitaisiin käyttää tämän tilan yhteydessä, ovat muun muassa pohdiskelevuus, suunnittelu, harkinta, ennustaminen, vertailu.

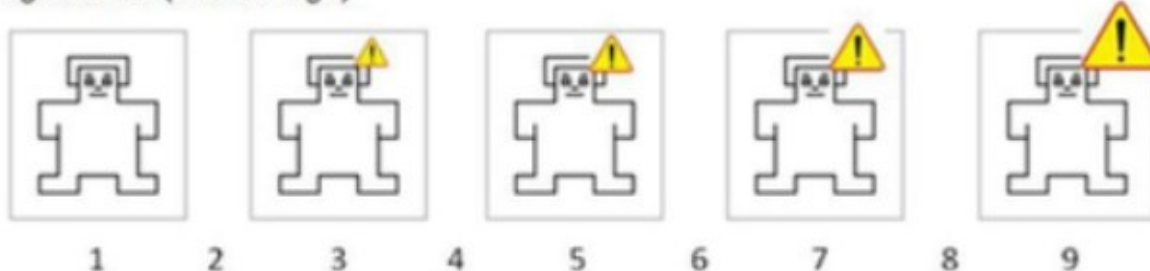
Origin (Heart vs. Mind)



### Significance/Merkityksellisyys

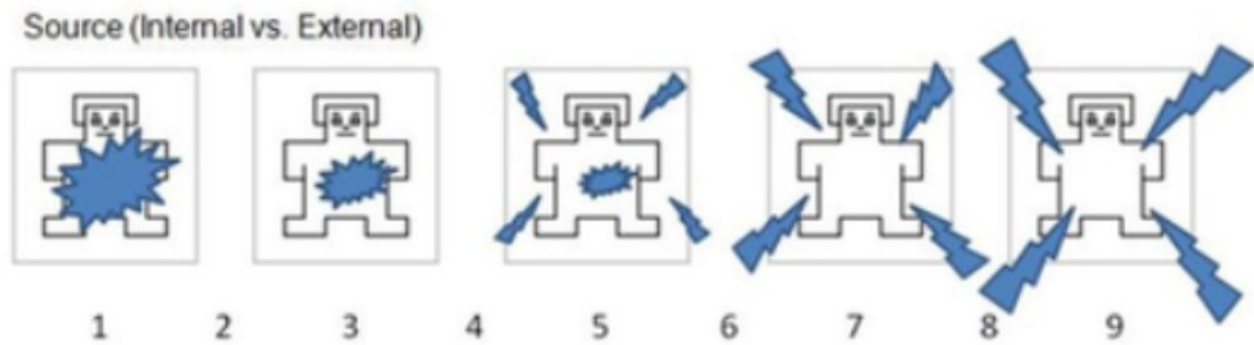
Ensimmäisessä kuvassa on henkilö, jonka tämänhetkinen kokemus ei ole merkittävä hänen tavoitteidensa, suunnitelmiansa, odotustensa kannalta. Hänen kokemukseensa voidaan viitata käyttämällä sanoja triviaali, huomaamaton, ohikiitävä, merkityksetön ... Viimeisessä kuvassa on henkilö, joka kokee jotakin hyvin tärkeää tavoitteidensa ja odotustensa kannalta. Hänen kokemukseensa voisi viitata sanoilla elintärkeä, merkittävä, käännteentekevä, mielekäs, ratkaiseva.

Significance (Low vs. High)



### Source (external vs internal) / Lähde (ulkoinen vs. sisäinen)

Ensimmäisessä kuvassa on henkilö, jonka tunteet juontuvat henkilöstä itsestään. Tässä tilassa henkilön kokemuksia ohjaavat esim. nälkä, jano, kipu, itseinho, itsensä hyväksyminen, ylpeys. Viimeisessä kuvassa on henkilö, jonka tunteita ja kokemuksia ohjaavat ulkopuoliset ärsykkeet, kuten ympäristö, loma, epäoikeudenmukaisuus, valaistus, lämpötila.



**Vastaathan vielä seuraaviin:**

Parin kanssa keskustelu ja yhteistyön sujuminen vaati henkistä ponnistelua (ympyröi sopivin vaihtoehto)

1. Täysin eri mieltä
2. Melko eri mieltä
3. Ei samaa eikä eri mieltä
4. Jokseenkin samaa mieltä
5. Täysin samaa mieltä

**Oliko tutkimuksen pituus mielestäsi sopiva, liian pitkä tai liian lyhyt?**

**Muita kehitysideoita tai palautetta:**