

Metakognitiivinen näkökulma tuotekehityksen opetuksessa

TIMO LEHTONEN, KAISU RÄTTYÄ, TERO JUUTI JA JARKKO PAKKANEN

timo.lehtonen@tuni.fi

Tampereen yliopisto, Automaatio- ja konetekniikka, Tekniikan ja luonnon-
tieteiden tiedekunta

Tiivistelmä

Artikkelissa tarkastellaan opetus- ja oppimiskäytäntöjä, jotka tukevat opiskelijoiden metakognitiivisten taitojen kehittymistä yliopistossa tuotekehityksen perusopintojen opintojaksolla. Opintojakson osaamistavoitteena on hahmottaa suunnittelukontekstin ja -haasteen perusteella menetelmät, joita opiskelijoiden kannattaa käyttää juuri siinä tilanteessa. Tutkimustehtävänä oli selvittää opettajien metakognitiivisten taitojen harjoittamiseen tähtäävät didaktiset valinnat opetuksessa. Tässä tapaustutkimuksessa tutkimusaineistoa (327 vastausta) analysoitiin sisällönanalyysillä. Tulokset osoittavat, että opettajien käyttämät opetusmuodot, ohjausote ja arviointi suosivat opiskelijoiden oman työskentelyn suunnittelua, itseohjautumista ja itsearviointia. Haastavien menetelmien käyttö paransi tuotosten laatua ja tuki suunnittelun etenemistä. Vaativaksi ennakoidun opetusmuodon ei havaittu vaikuttavan negatiivisesti opiskelijoiden mielikuvaan omasta osaamisesta.

Avainsanat

metakognitiiviset taidot, ainedidaktiikka, tuotekehityksen opetus

A metacognitive perspective in product development education

Abstract

The subject of the research is the learning of metacognitive skills in the university's course, which is part of the basic studies of product development. The article examines teaching and learning practices that support the development of metacognitive. The course learning objective is for students to understand, based on the design context and challenge, which design methods are worth using. The research task in this case study was to explore the didactic choices for practicing metacognitive skills. The research data (327 answers) were analysed using content analysis. The results show that the didactic choices support students' self-direction and self-evaluation. The use of more demanding and multiple methods in different design situations helped to develop better deliverables. The form of teaching does not seem to have a negative effect on students' perceived competence level.

Keywords

metacognitive skills, subject matter didactics, product development education

Miten opettaa suunnittelukokemusta vaativia taitoja aloittelijoille?

Suunnittelutieteen opettaminen on joutunut 2000-luvulla haasteiden eteen teknologian ja sen sovellusten kehitystahdin takia. Tuotekehitysalan ammatillisessa osaamisessa on noussut tärkeäksi kyky ratkoa pirullisia pulmia (Farrell & Hooker 2013) ja käyttää uusia kehitysmetodeja yhden tuotekehitysprosessin sijaan. Tämä vaatii ammatilliselta kykyä tiedostaa ja säädellä omaa ajattelua eli hyviä metakognitiivisia taitoja (Faber & Benson 2017; Haghghi 2005). Näistä taidoista on hyötyä opiskelussa, mutta tekniikan alalla ne otetaan harvoin vallitsevaksi osaksi koko opintojakson osaamistavoitetta, vaikka esimerkiksi ongelmanratkaisutaitojen opettamista on kuitenkin käytetty opintojaksoilla (esim. Jonassen, Strobel & Lee 2006; Strobel & Pan 2011). Metakognitiivista tietoa ja metakognitiivista säätelyä on pidetty tärkeänä myös laajemmin yliopisto-opiskelijoiden opetuksessa tähdittäessä tulevaisuuden työelämän vaatimukseen (Biggs & Tang 2011; Binkley ym. 2012; Iiskala 2017). Tuotekehityksen opetuksen suunnittelussa lähtökohtanamme on ollut opetuksen tavoitteiden asetelun, toteutuksen ja arvioinnin tukena käytettävä Andersonin ja Krathwohlin taksonomia-aulukko ja siinä esitetty metakognitiivisen tiedon alue (Anderson & Krathwohl 2001; Pintrich 2002).

Metakognitiivisen tiedon lajit

Metakognitioksi ymmärrämme yksilön tietoisuuden omasta tiedostaan ja kyvystäään arvioida ja säädellä omaa toimintaa, tavoitteita ja ajattelua (Zimmerman 2002). Oppimisessa itsesäätely koostuu kolmesta vaiheesta, joita ovat ennakointi-, suoritus- ja itsereflektiovaiheet (Zimmerman & Campillo 2003). Metakognitiivinen tieto tarkoittaa puolestaan tietoa yleisistä ja omista oppimis-, ajattelu- ja ongelmanratkaisustrategioista sekä yksilön käsitystä omista vahvuuksistaan tai heikkouksistaan näillä alueilla. Metakognitiivinen tieto voidaan jakaa kolmeen ryhmään: strateginen tieto, tehtävään kohdistuva tieto ja yksilöön itseensä kohdistuva metakognitiivinen tieto. (Brown 1987; Flavell 1979; Pintrich 2002.) Strateginen tieto on tietoa yleisistä oppimisen, ajattelun ja ongelmanratkaisun strategioista. Sen sijaan erilaiset oppimisstrategiat on jaettu taidon harjoitteluun liittyviin strategioihin, työstämiin liittyviin strategioihin ja organisatorisiin oppimisstrategioihin (Pintrich

2002). Näistä viimeisenä mainittu voi koostua suunnittelusta sekä käsittekarttojen ja muistiinpanojen teosta, joiden avulla oppilaat rakentavat sisältöelementtien välille yhteyksiä. Nämä auttavat ymmärtämään ja sisäistämään opitua paremmin kuin toistoon perustuvat taitoa harjoittavat strategiat. Yksilöön itseensä liittyvä metakognitiivisen tiedon laji, jolla viitataan siihen, miten opiskelija ymmärtää oman toimintansa, kykynsä ja motivaationsa, on tärkeä. Opiskelijoilla voi olla käytössään erilaisia oppimis- ja ratkaisumalleja, joiden avulla he suunnittelevat, tarkkailevat ja säätelevät oppimistaan ja ajatteluaan vaikeustasoltaan erilaisissa tehtävissä. Yksi tärkeimmistä taidoista on ymmärrys siitä, milloin ja miksi tiettyä strategiaa tulee käyttää. Tarkastelemallamme opintojaksolla tämä metakognitiivinen taito on yksi tärkeimmistä osaamistavoitteista.

Andersonin ja Krathwohlin (2001) taksonomiataulukossa tiedon dimensioon sijoitettu metakognitiivinen tieto on yhdistettävissä kognitiivisiin prosesseihin (muistaa, ymmärtää, soveltaa, analysoida, arvioida ja luoda). Metakognitiota tarkastelevissa tutkimuksissa on edellä esitetyn lisäksi esitetty erilaisia ryhmittelyjä ja jaotteluita. Muun muassa McCord ja Matusovich (2019) pohjaavat oman tutkimuksensa Flavellin (1979) ja Brownin (1987) jaotteluun, jossa metakognitio on jaettu kahtia: metakognitiiviseen tietoon ja metakognitiiviseen säätelyyn. Säätely puolestaan käsittää suunnittelun, tarkkailun, arvioinnin ja kontrollin. Metakognitiivisen tiedon alat voidaan myös jakaa Schrawn (1998) mukaan deklaratiiiviseen tietoon, proseduraaliseen tietoon ja ehdolliseen tilannekohtaiseen tietoon. Deklaratiivinen tieto kohdistuu tietoon itsestä oppijana, kun taas proseduraalinen tieto kohdistuu tietoon toimivista oppimis- ja ratkaisustrategioista. Käytämme termiä metakognitiiviset taidot viitessamme sekä näihin tietoihin että niiden säätelyyn liittyviin toimintoihin.

Tuotekehitysopetuksen didaktisia käytäntöjä

Tuotekehityksen opintosuunnan opetuksessa Saksan, Britannian ja Pohjoismaiden yliopistoissa opetetaan lähes yksinomaan systemaattisen suunnittelun menetelmää. Niissä on opetettu vain yksi suunnitteluprosessi, jota opiskelijat kehitystyössä seuraavat. Tyypillinen prosessi on 1) Vaatimusten määrittely 2) Toimintorakenteen laatiminen 3) Vaihtoehtoisten konseptien luonti ja valinta 4) Tuotteen osioiden hahmottelu 5) Osien detaljisuunnittelu ja dokumen-

tointi. (Ks. Hubka & Eder 1996; Pahl & Beitz 1986; Roozenburg & Eekels 1991; Ulrich & Eppinger 2000.) Opintojakson koulutusaineistossa suunnitteluprosessia on havainnollistettu polkemalla kulkevan vaunun kehittämisprosessin avaamisella. Ensimmäisessä vaiheessa määritellään, kuinka monta matkustajaa vaunun tulee kuljettaa sekä muut vaunun toimintaan ja suorituskykyyn liittyvät asiat. Toisessa vaiheessa tunnistetaan, millaisia toimintoja tämä tekninen järjestelmä vaatii. Tällaisia ovat vaunun ohjaaminen, vaunun pysäyttäminen ja niin edelleen. Kolmannessa vaiheessa ideoidaan teknisiä ratkaisuperiaatteita, jotka pystyvät toteuttamaan toiminnon ja valitaan niistä parhaaksi arvioitu yhdistelmä. Tällaisia ovat esimerkiksi jarruttamisen yhteydessä erilaiset pyörään vaikuttavat tunnetut jarrumeکانismit, mutta myös vaunun ajajan jarruttaminen jalalla maasta on yksi vaihtoehto. Neljännessä vaiheessa ratkaisuperiaatteet kehitetään konseptisuunnitelmiksi. Esimerkkinä tästä on jarrumeکانismin vipupituuksien ja nivelpisteiden määrittäminen. Viidennessä vaiheessa osien kuvat piirretään puhtaaksi valmistusdokumentaation vaatimalla tarkkuudella ja kokonaisuudesta laaditaan kokoonpanopiirros. Jokaiselle vaiheelle koulutetaan yleensä vain yksi käytettävä menetelmä. Tämän prosessin ja näiden menetelmien opettaminen alan opiskelijoille on ollut helppoa ja suoraviivaista. Lähestymistapa antaa hyvän osaamisen tuotteen suunnitteluun, mutta nykyisin kehityshankkeissa tarvittavat käyttäjistä, organisaatioista tai yhteiskunnasta tulevat asiasisällöt ja kehitystyön prosessien hallinta jäävät vähäisiksi tai puuttumaan kokonaan. Globalisoituneessa maailmassa ei ole enää kotimarkkinoita, joilla keskimääräinen tuoteosaaminen riittää menestykseen. Kilpailukykyyn saavuttamiseksi huippuyritysten tasolle on tuotteen kehitysprosessi ja siinä käytetyt menetelmät valittava tuotteen, markkinatilanteen, asiakaskunnan ja yrityksen tuotekehityskyvyykkyuden mukaan.

Systemaattisen suunnitteluprosessin opetus sopii hyvin alemmille koulutusasteille, kun tavoitteena on ohjata opiskelijoita omaksumaan ajatus yhdestä oikeasta ratkaisusta ja kun halutaan kannustaa sen muistamiseen ja palkita sen osaamisesta. Opiskelijat kokevat haastavana avoimesti määriteltyyn tehtävään vastaamisen, jossa tehtävänannosta ei voi suoraan päätellä sopivaa ratkaisuprosessia. Opiskelijat saattavat myös uskoa, että on olemassa itsessään arvokas ”oikea” tuoteratkaisu, joka vastaa vaatimuslistan vaatimuksiin. Tällöin ratkaisun toimivuutta ei tarvitse varmistaa käyttäjillä erikseen. Vastaavanlaisia esioletuksia on löydetty myös kansainvälisesti (Faber ym. 2017). Opetustyössä saamamme kokemuksen pohjalta esioletuksemme on, että

opiskelijoille on vaikeaa opettaa, että heidän tulisi hahmottaa suunnittelu-konteksti ja -haaste, siinä hyödynnettävä suunnitteluprosessi ja valita siihen ja käsillä olevaan suunnittelutehtävään sopivat menetelmät. Näemme myös, että opiskelijoiden virheellinen lähtöoletus on, että jokin yhdistelmä metodeista on ”oikea” ja muut ovat ylimääräistä painolastia. He yrittävät saada opettajalta selville oikean yhdistelmän, eivätkä ymmärrä, miksi heidän täytyisi itse ryhtyä etsimään oikeaa ratkaisua. Turhan moni ei myöskään usko, että heillä on riittävä kyky ratkaista tämän tasoista tehtävää.

Tuotekehityksen tyypilliset tilanteet ovat ongelmanratkaisutilanteita. Zimmerman on tunnistanut neljä tasoa, joiden avulla näitä taitoja kannattaa opettaa (Zimmerman 2000). Ensimmäinen tasolla opiskelija seuraa, miten opettaja ratkaisee jotain tiettyä ongelmaa ja opiskelija pyrkii tunnistamaan ja ennakoimaan opettajan käyttämiä strategioita. Toisella, emulointitasolla opiskelija ratkaisee ongelmaa opettajan ohjauksessa ja palautteen perusteella. Kolmannella tasolla opiskelija soveltaa ongelmanratkaisumenetelmiä uusissa tilanteissa itsekontrollin avulla. Ylimmällä, neljännellä tasolla opiskelijalla on kyky muunnella ratkaisumenetelmiä ja erilaisia strategioita tilanteen vaatimalla tavalla. Opintojakson osaamistavoitteet on suunnattu kohti vaativampia taitotasoja, koska tuotekehityksen ammattilaiset toimivat tyypillisesti taitotasolla kolme ja neljä.

Metakognitiivisten taitojen vaikutus opintojakson suunnitteluun, toteutukseen ja arviointiin osaamistavoitteina

Kun harkitaan metakognitiivisten tiedon ja säätelyn tuomista mukaan opetukseen, on myös pohdittava niiden vaikutusta koko opintojakson suunnitteluun, toteutukseen ja arviointiin. Opetuksen arvioinnin näkökulmasta tavoitteiden, toteutuksen ja arviointikriteerien tulee olla keskenään linjassa (Biggs ym. 2011). Tarkastellessaan metakognitiivista ajattelua ja sen tukemista korkeakoulupedagogiikan näkökulmasta Iiskala (2017) käy läpi erityisesti metakognitiivisen säätelyn ja yhteisöllisesti jaetun metakognition merkitystä. Metakognitiivisena ajatteluna voidaan ymmärtää se, miten opiskelija tarkastelee omaa toimintaansa, omia strategioitaan ja omaa ajankäyttöään suhteessa tehtävään. Opiskelijoiden tulevaisuuden näkökulmasta metakognition merkitystä voi hahmottaa jatkuvan oppimisen tukipuuna ja työelämätaitojen kehit-

tämisenä. Metakognitiivisella tiedolla on merkitystä yksilön ja ryhmän kannalta: jos yksilön metakognitiivinen ajattelu ei ole rakentunutta, hän saattaa menestyä opinnoissaan huonosti, toisaalta yhteisesti jaettu metakognitiivinen ymmärrys voi auttaa koko ryhmää suoriutumaan paremmin. Yhteisöllisesti jaettu metakognitiivinen säätely merkitsee ryhmän yhteistä oppimisen tavoitetta kohti suuntaavia ja tukevia toimintatapoja ja vastavuoroisuutta. (Iiskala 2017; ks. myös Khosa & Volet 2014).

Ratkaisevaa onkin se, miten metakognitiivinen tieto esimerkiksi omista ongelmanratkaisutaidoista vaikuttaa opiskelijan omaan toimintaan, miten metakognitiivisia taitoja hyödynnetään ja aktivoidaan läpi opintojakson tai miten metakognitiivisen säätelyn epäonnistuminen otetaan huomioon. Opetuksen näkökulmasta Iiskalan (2017) artikkelista nousevat esiin neljä näkökulmaa: 1) miten metakognitiivisia taitoja aktivoidaan läpi oppimisprosessin, 2) miten tuetaan eritasoisten opiskelijoiden metakognitiivista ajattelua, 3) miten opiskelijoiden metakognitiivista ajattelua ohjataan asiantuntijan ajattelun suuntaan ja 4) miten opiskelijaryhmää ohjataan säätelemään ajattelu- ja oppimisprosesseja yhteisöllisessä oppimisessa. Tarkastelemme tässä artikkelissa, miten eri opetusmenetelmillä voidaan kehittää metakognitiivisia taitoja yksittäisellä opintojaksolla.

Tutkimuskonteksti, aineistot ja menetelmät

Tapaustutkimuksen aiheena oli metakognitiivisten taitojen opetus ja oppiminen tuotekehityksen oppiaineessa. Tutkimuksen kontekstina oli yliopiston tuotekehityksen perusopintoihin kuuluva opintojakso, joka kuului kandidaatin opintojen toisen opintovuoden ohjelmaan. Opintojakso kesti kaksi periodia syksyllä ja se koostui eri aiheista pidettävistä alustusluennoista ja ryhmätyönä suoritettavasta harjoitustyöstä. Arvosana määräytyi harjoitustyössä annettujen neljän näytön perusteella. Arviointiin ei sisällynyt suullista tai kirjallista tenttiä. Opintojakso valittiin tutkimuskontekstiksi, koska tutkimuksen tavoitteena oli tarkastella uusia oppimis- ja ratkaisustrategioiden hallintaa tukevia opetus- ja oppimiskäytäntöjä. Näiden strategioiden käyttö on oleellista tuotekehityksen erilaisissa suunnittelutilanteissa. Tyypillinen osanottaja oli 20–22-vuotias lukiosta suoraan tai armeijan välivuoden kautta yliopistoon

tullut opiskelija. Opintojakson aikaan opiskelijat olivat valitsemassa pääainettaan, joten opintojakson alkaessa vain osa oli jo valinnut pääaineensa.

Opiskelijat suorittivat viidentoista viikon opintojakson 3–5 hengen ryhmissä. Opiskelijoita pyydettiin muodostamaan ryhmät siten, että samaan ryhmään kerättiin samaa arvosanaa tavoittelevia opiskelijoita. Ryhmien arvosanatavoitteita ei kirjattu opettajien käyttöön, joten tutkimusaineisto ei vastaa siihen, missä määrin opiskelijoiden tavoitteet toteutuivat. Ryhmille annettiin haastava ja autenttinen suunnittelutehtävä. Suunnittelutehtävästä tunnettiin vastauksen laadullisia ominaisuuksia, mutta ei tiedetty kysymystä eikä siihen liittyvää vastausta. Tehtävänanto opintojaksoaineistossa asetti lopputulokselle neljä määrettä, jotka olivat 1) Tuote on valmistavan teollisuuden tuote, 2) Tuotteen kehitys on tehtävänä sopivan kokoinen eli syntyy noin kymmenessä suunnittelusessiossa, 3) Tuotteella pitää olla merkitystä joillekin ihmisille, ja 4) Tuotteella tulee olla kaupallisia menestymismahdollisuuksia, eli sen valmistaminen kannattaisi myös todellisuudessa. Nämä määrittelyt eivät juuri lainkaan kertoneet, millainen tuote kannattaisi kehittää. Sen sijaan ne rajasivat pois esimerkiksi palvelutuotteet ja ohjelmistot, suuret järjestelmät ja laajat monitekniset koneet ja tuotteet, joiden loppukäyttäjä ei ole ihminen. Viimeinen kohta neljä koski sitä, mitä pidetään kehityksessä tuotekonseptissa arvokkaana, eli tuote-ehdotuksella tulee olla kaupallista potentiaalia. Opiskelijat tiesivät, millaiset ominaisuudet saattavat tehdä tuotteesta kaupallisesti menestyvän. Tällaisia ovat esimerkiksi täysin uuden ratkaisun tarjoava tuote, olemassa olevia ratkaisuja parempi tuote tai hinnaltaan olemassa olevia tuotteita edullisempi tuote. Tehtävänanto ei antanut vihjeitä siihen, mikä on ongelma ja mikä sen ratkaisu on.

Opintojakson tavoitteena oli opettaa emergenttiä eli työn etenemisen myötä hahmottuvaa tuotekehitysprosessia ilman ennalta valittua suunnitteluprosessia sekä ohjata ryhmät pohtimaan oman ymmärryksensä tasoa ja ajattelunsa kehittymistä. Tällainen itsereflektio ei ennakko-odotusten mukaan tasaisesti etenevässä harjoitustyössä ala luonnostaan. Siksi opiskelijat asetetaan itse arvioimaan tietopohjansa laajentamistarvetta opintojakson aikana.

Tutkimusaineisto kerättiin kahtena peräkkäisenä lukuvuonna 2018–2019 ja 2019–2020 toteutetuilla kursseilla. Osallistujia oli yhteensä 228. Vuonna 2018 opintojakson suoritti 114 opiskelijaa, joista miehiä oli 109 ja naisia 5. Vuonna

2019 opintojakson suoritti myös 114 opiskelijaa, joista miehiä oli 97 ja naisia 17. Molempina vuosina harjoitusryhmiä oli 29 kappaletta. Vuosina 2018–2019 ryhmät olivat sukupuolikoostumukseltaan mies- tai sekaryhmiä. Vuonna 2019–2020 ryhmät olivat seka-, mies-, tai naisryhmiä. Tutkimusaineisto koostui erilaisista kokonaisuuksista. Opiskelijaryhmien tuli palauttaa opintojakson aikana neljä tuotosta. Arvosteluaineisto koostui neljästä arvioinnista; menestyksestä vertaisarviointitapahtumassa, liiketoimintakartan arvosanasta, loppuraportin arvosanasta ja harjoitustyössä menetelmien käytöstä saadusta arvosanasta. Tuotoksia oli molempina vuosina 116. Tämän tutkimuksen aineistona käytettiin näiden tuotosten arvosanoja. Tässä artikkelissa ei siteerata yksittäisiä tuotoksia tai ryhmien tuotoksia. Aineistossa ovat mukana kaikkien ryhmien tulokset. Lisäksi opiskelijoilta kerättiin opintojakson alussa ja lopussa Google Formsilla itsearviointit. Opiskelijat antoivat lomakkeella luvan käyttää vastauksia opetuksen kehitystutkimukseen. Opiskelijoita informoitiin tutkimusaineiston keräämisestä ja sen käytöstä anonymisoituna myös Moodle-sivulla. Itsearviointien antaminen tutkimukseen oli vapaaehtoista ja niiden kattavuus 2018 oli 67 % ja vuonna 2019 77 %. Tausta-aineistona olivat myös opintojakson Moodle-alustalla olevat opetusmateriaalit: opintojakson kuvaus sisältöineen, osaamistavoitteinen ja aikatauluinen, sekä opetusmateriaalit ja luentotallenteet.

Tutkimustehtävänä oli selvittää, mitä ovat metakognitiivisten taitojen harjoittamiseen tähtäävät didaktiset valinnat tuotekehityksen opiskelijaryhmien opetuksessa. Tutkimuskysymyksiä oli kolme:

1. Millaisia opetusmuotoja ja -sisältöjä opettajat käyttivät kehittääkseen opiskelijaryhmien metakognitiivisia taitoja?
2. Millaisia kytkentöjä metakognitiivisten taitojen kehittymisen ja harjoitustyön lopputuloksen laadun välillä voidaan havaita?
3. Vaikuttavatko vaativammiksi arvioidut opetusjärjestelyt positiivisesti vai negatiivisesti opiskelijoiden mielikuvaan omasta osaamisesta?

Tapaustutkimuksen luotettavuus varmistettiin aineistonkeruumenetelmien, aineiston analyysimenetelmien ja tutkijatriangulaation avulla (Yin 2009, 29, 114–117). Aineistoa analysoivat opintojakson kaksi opettajaa ja kaksi muuta tutkijaa. Opetusmuodon tuloksellisuutta analysoitiin vuosina 2018 ja 2019 kerätyistä aineistosta.

Selvittääksemme, millaisia opetusmuotoja ja -sisältöjä kurssilla käytettiin opiskelijoiden metakognitiivisten taitojen kehittämiseksi, luokittelimme ja ryhmittelimme opintojakson materiaaleja ja Moodle-sisältöjä sisällönanalyysin keinoin. Metakognitiivisten taitojen analysoimista varten kehitettiin käyttöönotettujen menetelmien määrästä sekä niiden käyttämisen vaativuudesta laskettava menetelmien vaativuusluku. Metakognitiivisten taitojen kehittymisen ja harjoitustyön lopputuloksen laadun välisten kytkentöjen tunnistamiseksi tarkastelimme opiskelijaryhmäkohtaisesti menetelmien vaativuuslukua suhteessa opintojakson kokonaisarvosanaan. Yksittäisen opiskelijan kokemusta opetusjärjestelyiden vaikutuksesta omaan osaamiseen tarkastellaan opintojakson alussa ja lopussa kerätyistä itsearviointien vastauksista. Opiskelijoiden itsearvioinneissa analyysirunkona toimivat kyselylomakkeen väitteet ja tulokset esitettiin kvantifioiden. Opiskelijat arvioivat itseään kuusiportaisella asteikolla, jossa (1) oli ”olen täysin eri mieltä” ja (6) oli ”olen täysin samaa mieltä”.

Tulokset

Kirjallisuuden perusteella metakognitiivisten taitojen merkitys oppimiselle on ilmeinen. Tuotesuunnittelun ammattilainen tuottaa uutta tuotetietoa erilaisilla menetelmillä tuotekehitysprosessissa, joka voidaan käsittää itse-säädeltynä oppimisprosessina. Siksi metakognitiivisilla taidoilla on huomattava merkitys tuotekehityksessä, osana pirullisten pulmien ratkaisuprosessia. Metakognitiivinen näkökulma ilmeni usealla eri tavalla opetuksen suunnittelussa, toteutuksessa ja arvioinnissa. Opettajien käyttämät opetusmuodot, tehtävänannot, ohjausote ja arviointi suosivat opiskelijoiden oman työskentelyn suunnittelua, itseohjautumista, itsearviointia ja organisoitumista. Opiskelijoiden metakognitiivisen tiedon kehittymistä tukivat ryhmien kirjoittamat etenemisraportit, suunnitteluprosessin ja menetelmien opiskeluun kehitetty menetelmäfestivaali ja tuotteiden liiketoimintapotentialin esittelyyn tarkoitettu messumuotoinen työskentelytapa.

Tämän tutkimuksen premissi on, että ryhmien metakognitiivisten taitojen kehittymisen ja harjoitustyön lopputuloksen laadun välillä tulisi ilmetä positiivinen trendi. Ensimmäisen vuoden 2018 aineistossa tällaista ei selkeästi voitu havaita, koska ryhmien saama eritasoinen ohjaus näkyi vahvasti lop-

putuloksessa peittäen heikompia trendejä. Kun kaikkia ryhmiä vuonna 2019 ohjattiin samalla tavalla, metakognitiivisten taitojen kehittymistä kuvaavan luvun ja ryhmän saavuttaman lopputuloksen välillä oli havaittavissa yhteys. Tämä vahvistaa premissiä ja luo perusteita toteuttaa tuleviakin opintojaksoja artikkelissa kuvattujen opetusmuotojen mukaan.

Opiskelijoille opettajien valitsemat opetusmuodot, tehtävänannot ja ohjausote vaikeuttavat oppimistilanteiden ja etenemisen ennustettavuutta opintojaksolla. Tämä voi heikentää heidän käsitystään oman osaamisen kehittymisestä. Opiskelijoiden mielikuvaa omasta osaamisesta mitattiin molempina vuosina opintojakson alussa ja lopussa. Kyselyyn vastanneiden opiskelijoiden kesken vallitseva kokemus oli, että opintojakso oli selvästi vahvistanut heidän käsitystään omasta osaamisesta. Tarkastellulla opintojaksolla voitiin ottaa käyttöön opetusmenetelmiä ja aineistoja, jotka tukivat metakognitiivisten taitojen kehitystä ryhmissä. Taitojen kehittymisellä ja hyvällä tuloksella opintojakson harjoitustyössä havaittiin olevan kytkentä. Opetusjärjestelyt eivät vaikuttaneet negatiivisesti opiskelijoiden osaamiskokemuksen syntymiseen.

Metakognitioita edistävät opetusmuodot ja -sisällöt

Opintojakson aikana järjestettiin kymmenen yhteistä tapaamista, joiden lisäksi ryhmät tapasivat itsenäisesti, laativat arvioitavia tuotoksia ja vertais-arvioivat niitä sijoittajamessuilla. Opintojaksolla käytettiin kirjaa *Delft Design Guide* (van Boeijen, Daalhuizen, Zijlstra & van der Schoor 2014). Läpi opintojakson opiskelijoilla oli käytössään luentotalenteet, luentomateriaali-PDF:t sekä Andersonin ja Krathwohlin (2001) taksonomiataulukon mukaan laaditut opintojakson osaamistavoitteet. Opintojakson tehtävät ohjasivat opiskelijoita arvioimaan omaa toimintaansa ja reagoimaan ryhmän kanssa yhdessä tarvittavalla tavalla. Kunkin ryhmän metakognitiivisen tiedon kehittymistä tuki etenemisraportti, jonka ryhmä palautti opintojakson aikana kuusi kertaa. Raportissa ryhmä kuvasi, mitkä olivat tärkeimmät tehdyt päätökset perusteluineen, mitkä asiat olivat vielä avoimia ja mihin he seuraavaksi keskittyvät. Raportin käyttö kehittää sekä organisatorisia oppimisstrategioita että työstämiseen liittyviä strategioita (ks. Pintrich 2002).

Opintojaksoon kuului suunnittelutyö, jossa opiskelijaryhmät aloittivat vaativan kehitystehtävän ilman kunnollista esitutkimusta. Työn edetessä ryhmille

jaettiin tarkastuslista (”Tuotekehityksen seitsemän kuolemansyntiä”), jonka perusteella he huomasivat menestymisen kannalta tärkeiden asioiden mahdollisesti jääneen huomiomatta. Tätä seurasi Delft Design Guide -opintojaksokirjan metodeja läpikäyvä ”menetelmäfestivaali”-tapahtuma, jossa tutustuttiin kolmen tunnin aikana kirjan 71 kehitysmenetelmän joukosta poimittuun 40 menetelmään. Posteritauluille oli ripustettu A3-kokoiset kuvaukset kustakin menetelmästä. Esitellyistä metodeista ryhmiä pyydettiin luomaan itselleen ”menetelmien työkalupakki”, joilla he korjaisivat kehityshankkeidensa puutteet. Opiskelijoilla oli käytössään sähköinen kurssikirja, ja heitä kannustettiin jatkamaan menetelmien valintaprosessia ja tutustumaan myös esittelemättä jääneisiin metodeihin. Kehitysmetodeja sai valita myös kurssikirjan valikoidun ulkopuolelta. Ryhmät valitsivat menetelmät haasteiden mukaan työn aikana, ja kehitysprosessi ohjautui niiden mukana tilanteessa syntyvällä tavalla. Työtä ohjasi jatkuva tuotosten reflektointi suhteessa tavoitteisiin. Ryhmiä ohjattiin pohtimaan oman ymmärryksensä tasoa ja ajattelunsa kehittymistä. Jos opiskelijat huomasivat metodeja käyttäessään valinneensa liian vaativan aiheen, aihetta sai vaihtaa. Ainoa opettajien vaatima työkalu oli kartta liiketoimintaympäristöstä, joka kuvaa tuotteen tärkeimmät piirteet ja ominaisuudet sekä sen, miten ne liittyvät tuotteen arvontuottoon, elinkaaren vaiheisiin, toimitusverkostoon ja liiketoimintastrategiaan.

Etenemisraportti tuki myös varsinaisen tuotekonseptin kehittämistä sillä se pakotti dokumentoimaan ja kuvaamaan tuotekonseptin tärkeimmät ominaisuudet, tekniset ratkaisut ja arvioimaan tuotekonseptin kypsyttä markkinoille.

Opintojakson lopussa pidettiin sijoittajamessut, joissa kukin ryhmä esitteli tekemänsä posterin avulla tuotekonseptiaan ja liikeideaansa muille ryhmille. Postereihin liittyvää työskentelyä helpotettiin antamalla tarkat ohjeet posterin sisällöstä ja ulkomuodosta. Myös arviointikriteerit ja arvioinnin kohteet oli selvitetty ryhmille. Sijoittajamessuilla opiskelijoita pyydettiin omaksumaan uuteen tuotekehityshankkeeseen rahoittajaksi lähtevän sijoittajan rooli. Heidän oli arvioitava, kannattaako muiden ryhmien esittämiin tuotekonsepteihin sijoittaa rahaa. Kaikki ryhmät antoivat arvion toistensa töistä ja arvioon vaadittavat perustelut. Jokainen ryhmä sai 28 vertaisarviota työstään. Ryhmien tuli analysoida saamansa arviot ja perustellusti ehdottaa, tulisiko heidän työnsä arvosanaksi antaa vertaisarvioiden keskiarvo vai tulisiko arvioinnissa

huomioida virhelähteenä esimerkiksi arvioijaryhmän koostumus tai asiantuntijuus.

Opintojakson osaamistavoitteissa tai opetustilanteissa ei tuotu vahvasti esiin metakognitio-sanaa. Sen sijaan metakognitiota käsiteltiin opintojakson tavoitteita esitellessä. Tavoitteet esiteltiin Andersonin ja Krathwohlin (2001) täydentämän Bloomin taksonomiataulukon muodossa. Samassa yhteydessä opiskelijoille kuvattiin metakognition ilmentymistä käytännön ammatillisissa tilanteissa. Esimerkkinä tästä opiskelijoille kerrottiin, että ammattimainen kehittäjä ei koskaan tee päätöstä teknisestä ratkaisusta, ennen kuin valitulle ratkaisulle tunnetaan vertailukohdaksi ainakin yksi vaihtoehtoinen tekninen ratkaisu.

Ohjaus tapahtui pääsääntöisesti ongelmanratkaisutaitojen tasoilla kolme ja neljä (Zimmerman 2000) eli opiskelijat sovelsivat menetelmiä ongelmiin, joita he kohtasivat opintojakson aikana. Nelostasolla opiskelijat kykenevät itsesäätelyn ja metakognitiivisten taitojen avulla muuttamaan ja vaihtamaan valittuja ongelmanratkaisustrategioita.

Metakognitiivisen osaamisen määrä suhteessa ryhmien opintojaksomenestykseen

Ryhmien metakognitiivisten taitojen kehittymistä suhteessa suunnittelutyön tulokseen pyrittiin arvioimaan ryhmäkohtaisessa analyysissä. Metakognitiivisten taitojen analysoimiseksi kehitettiin käyttöön otettujen menetelmien määrästä sekä vaativuudesta laskettava lukuarvo. Arvo laskettiin sen pohjalta, kuinka monia ja kuinka vaativia kehitysmenetelmiä ryhmä otti käyttöönsä suhteessa esitettyihin kuolemansynteihin.

Opintojakson harjoitustehtävä jakautui yhdeksään vaiheeseen, joissa käyttöön otettuja menetelmiä arvioitiin kolmesta näkökulmasta. Ensiksi arvioimme, kuinka tuttuja menetelmiä, sen käsitteistö ja sen sisältämät rutiinit ovat jo opiskelijalle. Esimerkiksi kurssikirjasta voidaan poimia palvelutuotannon kehitysmenetelmiin kuuluva Customer Journey -menetelmä. Tätä menetelmää ei mainita oman opintopolkumme muilla kursseilla, eikä se kuulu menetelmiin, joita opetetaan lukiossa. Menetelmä sisältää oman kehysmallinsa ja notaation siitä, miten kuvata asiakaskokemusta prosessina. Menetelmän

käytössä poiketaan selkeästi perinteisestä teknisestä suunnittelusta ja analysoidaan asiakkaalle muodostuvaa mielikuvaa tuotteesta kysymysasettelun kautta. Opiskelijakeskustelun perusteella tiedämme, että tämä menetelmä on opiskelijoillemme entuudestaan tuntematon. Sen kehysmalli ja kuvaustapa ovat vain juuri tälle menetelmälle ominaisia. Menetelmän käyttö ei myöskään tapahdu samankaltaisesti jonkin muun opiskelijoille entuudestaan tutun menetelmän kanssa. Jokaisesta arviointikohteesta saa yhden pisteen, joten tällainen korkeimman haastavuustason menetelmä saa kolme pistettä. Esimerkiksi opiskelijoille tuttu menetelmä, jonka käyttö on heille tuttua, mutta jota käytetään uudessa yhteydessä, saa yhden pisteen. Jos opiskelijat suorittavat jonkin työvaiheen heille entuudestaan tutulla menetelmällä, eikä se tuota heille uutta osaamista, ei menetelmästä kirjata ryhmälle pistettä. Ryhmän metakognitiivisten taitojen lukuarvoksi tulee eri vaiheissa saatujen pisteiden summa. Metakognitiivista taitoa kuvaava luku ei kuitenkaan ole täysin ongelmaton, sillä sen laskenta perustuu oletukseen opiskelijan tietystä osaamistasosta opintojakson alussa. Lukuarvon laskentaperusteet eivät siis toimi edellytetyllä tavalla sellaisten opiskelijoiden kohdalla, jotka ovat opinnoissaan noudattaneet jotain muuta opintopolkua, kuin kurssille osallistuvat opiskelijat yleensä. Lukua ei myöskään voida käyttää laskennallisen analyysin lähtöaineistona, sillä sen perusteella ei voida väittää, että kolmen pisteen menetelmä olisi kolme kertaa yhden pisteen menetelmää haastavampi.

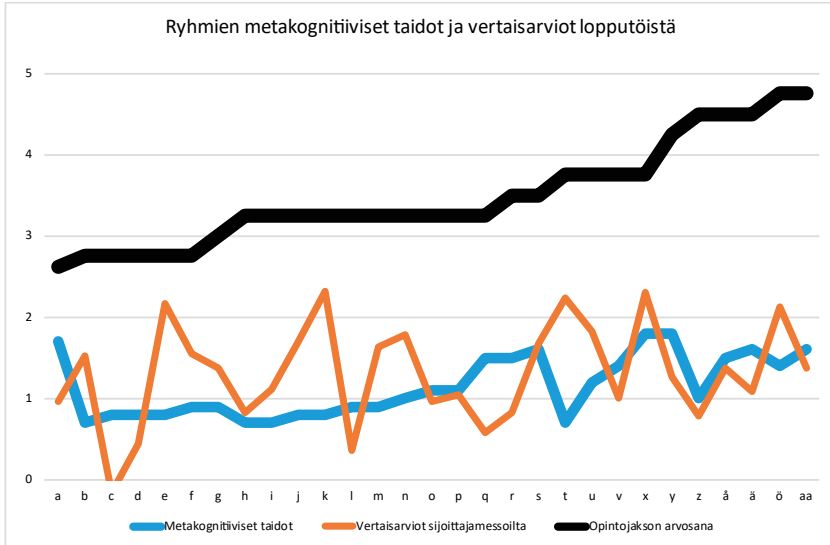
Eri menetelmien hyödyistä ja niiden haasteellisuudesta keskusteltiin oppimistilaisuuksissa yleisellä tasolla, mutta opiskelijoiden annettiin itse muodostaa näkemyksensä kunkin menetelmän tarpeellisuudesta heidän omassa kehitystyössään. Ryhmien toimintaa seurattiin viikoittaisella etenemisraportilla ja opintojakson lopuksi palautetulla raportilla, jolla ryhmiä pyydettiin reflektoidaan menetelmien merkittävyyttä heidän kehitystyölleen ja arvioimaan mitä he tekisivät samoin tai paremmin seuraavalla kerralla.

Opintojakson kantavana ajatuksena oli, että metakognitiivisesta tiedosta ja metakognition säätelystä on merkittävää apua uusien teknisten ratkaisujen kehittämisessä. Jos oletus pitää paikkansa, artikkelissa kuvatun opintojakson toteutuksen tulisi vaikuttaa harjoitustöiden laatuun. Tätä ajatuspolkua seuraten päätelimme, että myös riippuvuussuhde ryhmän menestyksen ja metakognitiivisia taitoja kuvaavan luvun välillä tulisi olla havaittavissa. Kahta opintojaksolla eri vuosina toiminutta vastuuolettajaa pyydettiin arvioimaan,

onko harjoitustöiden laatutaso noussut uuden opintojaksototeutuksen myötä. Molempien näkemys oli, että opintojakson harjoitustöiden taso oli noussut opintojakson uuden toteutuksen myötä. Opettajien näkemys perustui opiskelijoiden posteriesitysten tason arvionvaraiseen vertaamiseen vuosina 2016–2019.

Opintojakson arvosana muodostui neljästä arviointikohdasta: lopputuloksen onnistuminen, kartta liiketoimintaympäristöstä, yleisön palautteeseen vastaaminen ja kootun työkalupakin laatu. Muut ryhmät arvioivat, kuinka hyvän tuotteen ryhmä oli onnistunut kehittämään – kokonaisuuden onnistuminen arvioitiin siis vertaisarviona. Opettajat arvostelivat liiketoimintakartan sekä yleisön palautteeseen reagoinnin. Työkalupakin laadun kriteerinä toimi edellä esitetty metakognitiivisten taitojen arvoa kuvaava luku.

Vuonna 2018 yhteensä 29 ryhmää aloitti opintojakson. Yksikään ryhmä ei jättänyt opintojaksoa kesken. Heikoiten menestynyt ryhmä sai pyöristämättömän arvosanan 2,75. Yksi ryhmistä teki virheettömän suorituksen, joka oli pyöristämättömänakin 5. Kuviossa 1 on esitetty ryhmien nimet vaaka-akselilla. Pystyakselilla on arvosana asteikolla nolasta viiteen. Harmaa kuvaaja esittää vuoden 2018 ryhmien (n=29) saamat opintojaksoarvosanat. Sininen käyrä kuvaa ryhmien lopputöiden arviota sijoittajamessuilla. Oranssi käyrä on ryhmän metakognitiivisten taitojen arvoa kuvaava luku. Nämä kaksi jälkimmäistä lukua ovat laskennallisia arvosanan osasuorituksia, ja niillä ei ole dimensiota pystyakselilla. Niiden tulkinnessa suurempi luku tarkoittaa parempaa tulosta. Käyristä näkyy, että lopputyön laadun ja metakognitiivisten taitojen arvoa kuvaavan luvun välillä on havaittavissa trendi, mutta suoraa yksikäsitteistä relaatiota ei voida havaita. Vuoden 2018 tulosten tulkinnessa on huomioitava, että kaikkia ryhmiä ei ohjattu tuona vuonna samalla tavalla. Ryhmiä ohjasi seitsemän henkilöä, mutta ryhmä sai ohjausta vain, jos se pyysi sitä. Ohjauksen määrä oli selvästi nähtävissä liiketoimintakartan arvosanassa, mutta lopputuloksen laatuun sillä ei ollut selkeää korrelaatiota. Erilainen ohjaus on kuitenkin aiheuttanut hajontaa, kuten havaitaan vuoden 2019 tulosten yhteydessä.



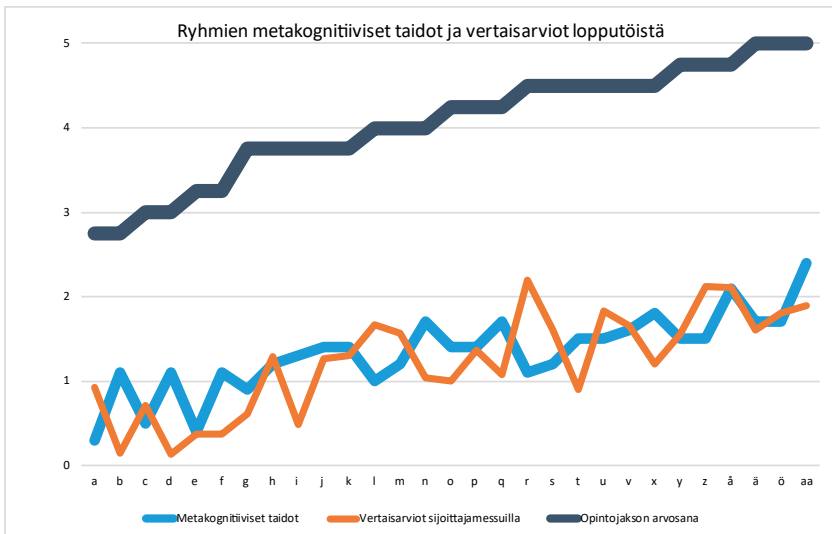
Kuvio 1. Vuoden 2018 ryhmien ($n=29$) opintojaksoarvosanat (harmaa), loppuotäiden arviot sijoittajamessuilla (oranssi) ja metakognitiivisten taitojen arvoa kuvaava luku (sininen).

Tätä tutkimusta varten tarkasteltiin vielä erityisesti muutamaa ryhmää, jotka olivat tehneet erinomaisen lopputuloksen, mutta joiden metakognitiivisten taitojen arvoa kuvaava luku oli alhainen. Havaitsimme, että niiden ryhmien jäsenenä oli henkilöitä, joilla oli jo syvällistä asiantuntijatietoa kehitettävän tuotteen suhteen. Nämä ryhmät eivät tarvitse niin paljon tukea hyvän tuloksen aikaansaamiseen kuin ryhmät, joilla oli omasta aiheestaan heikommat taustatiedot. Tämä selitti nämä poikkeamat havainnoissa. Näiden korjausten jälkeen aineisto kuitenkin tukee yhä vain heikosti olettamustamme.

Vuonna 2019 yhteensä 29 ryhmää aloitti opintojakson suorittamisen, eikä yksikään ryhmistä jättänyt opintojaksoa kesken. Kaksi heikointen menestynyttä ryhmää sai pyöristämättömän arvosanan 2,75. Kolme ryhmistä teki virheettömän suorituksen. Opintojakson ohjaustapaa muutettiin ja yksi henkilö ohjasi kaikkia ryhmiä. Opintojaksomateriaalia kehitettiin, mutta parannukset keskittyivät pääosin liiketoimintakartan opettamiseen. Kuviossa 2 ryhmien

nimet ovat vaaka-akselilla. Pystyakselilla on esitetty arvosana asteikolla nol-
lasta viiteen. Harmaa kuvaaja esittää vuoden 2019 ryhmien (n=29) saamat
opintojaksoarvosanat. Sininen käyrä kuvaa ryhmien lopputöiden saamia ar-
viota sijoittajamessuilla. Oranssi käyrä on ryhmän metakognitiivisten taitojen
arvoa kuvaava luku. Sininen ja oranssi käyrä ovat laskennallisia arvosanan
osasuorituksia, ja niillä ei ole dimensiota pystyakselilla. Niiden tulkinnassa
mitä suurempi luku on, sitä parempi tulos on. Kuviossa näkyy, että metakogni-
tiivisen kyvyn kehittymisen ja harjoitustyön onnistumisen välillä vallitseva
trendi vahvistui ja tuli selvästi näkyviin. Samalla tavalla kuin edellisenä vuon-
na aineistossa oli valmiita asiantuntijaryhmiä, jotka tekivät hyvän tuloksen
suhteessa vähäisellä menetelmätuella.

Uutena ilmiönä ohjauksessa havaittiin, että hyvä menetelmätuki ei automaati-
sesti johtanut hyvään lopputulokseen. Tämä on tuotekehityksen alalla tun-
nettu ilmiö. Kyse on niin moniarvoisesta optimoinnista, ettei menestymistä
voida varmistaa ennalta. Vuoden 2019 tulokset kuitenkin vahvistivat opetta-
jien näkemystä metakognitiivisten taitojen tärkeydestä tuotekehityksessä.



Kuvio 2. Vuoden 2019 ryhmien (n=29) opintojaksoarvosanat (musta),
lopputöiden arviot sijoittajamessuilla (oranssi) ja metakognitiivisten taitojen
arvoa kuvaava luku (sininen).

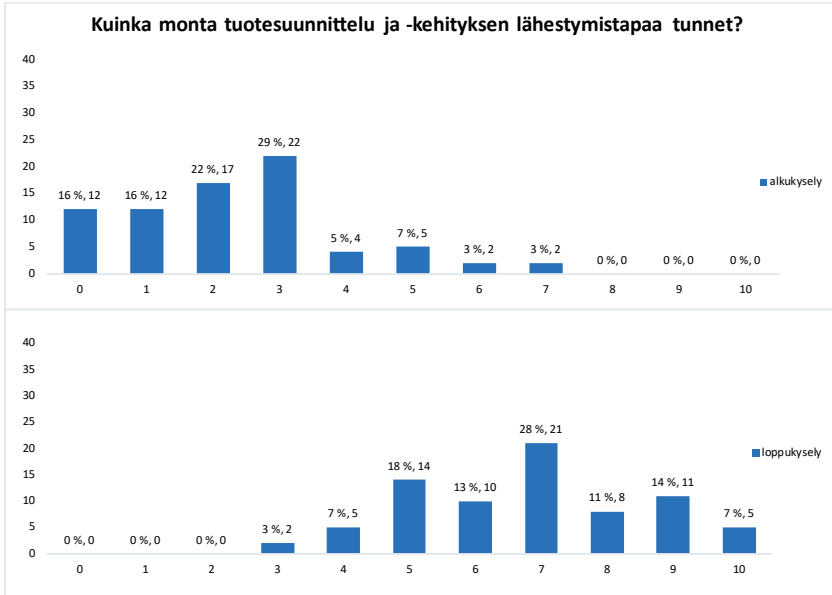
Valittujen opetusmuotojen vaikutus opiskelijoiden käsitykseen omasta osaamisesta

Opiskelijoiden ammatillisen osaamisen tasoa kartoitettiin itsearviona sekä opintojakson alussa että lopussa. Kyselyllä selvitettiin hyvin konkreettisesti mitattavia asioita, kuten kuinka monta tuotekehitystyökälyä opiskelija tuntee? Samat kysymykset kysyttiin sekä alku- että loppukyselyssä. Opiskelijat itse saattoivat verrata omia vastauksiaan alussa ja lopussa, mutta tutkimusanalyysissä ei seurattu yksittäisen opiskelijan kehittymistä vaan aineistoa käsiteltiin kokonaisuutena. Kyselyn tulokset osoittivat merkittävää ammatillisen osaamisen kasvua kyselyyn vastanneiden opintojakson osallistujien keskuudessa.

Vuonna 2018 opintojaksolla alkukyselyyn ja loppukyselyyn saatiin molempiin 76 vastausta opiskelijoilta, jotka tekivät itsearvion ja antoivat luvan käyttää tulosta tutkimuksessa. Aineiston kattavuus on siis noin 67 prosenttia kaikista osallistujista.

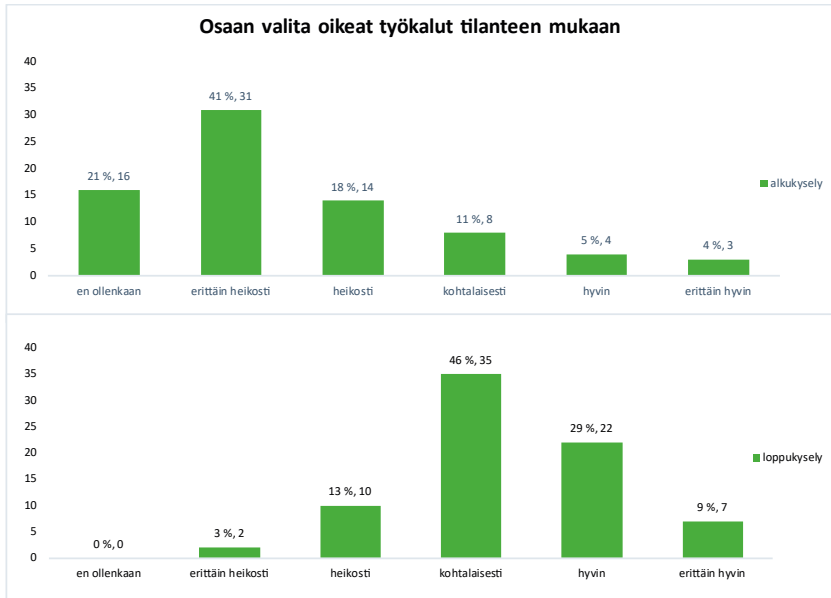
Opiskelijoiden tiedollisen osaamisen kehittymistä mitattiin kysymällä, kuinka monia tuotesuunnittelun ja -kehityksen lähestymistapoja opiskelija tuntee. Todellisia asiantuntijoita joukossa oli vain vähän ja heidän tietojensa täytyi olla peräisin muualta kuin opintosuunnitelman mukaan aiemmin suoritetuilta kursseilta. Opintojakson vaikutus tiedolliseen tasoon on hyvin merkittävä kyselyyn vastanneiden joukossa.

Kuviossa 3 on esitetty kysymyksen ”kuinka monta tuotesuunnittelun ja -kehityksen lähestymistapaa tunnen” vastaukset (n=76) opintojakson alku- (ylempi kuvio) ja loppukyselyssä (alempi kuvio) vuonna 2018. Vaaka-akselilla on opiskelijan tuntemien lähestymistapojen määrä. Vaihtoehto kymmenen esitettiin muodossa ”kymmenen tai enemmän”. Pystyakseleilla on vaihtoehdon valinneiden opiskelijoiden lukumäärä. Palkkeihin on merkitty lukumäärä ja suluissa prosenttiosuus.



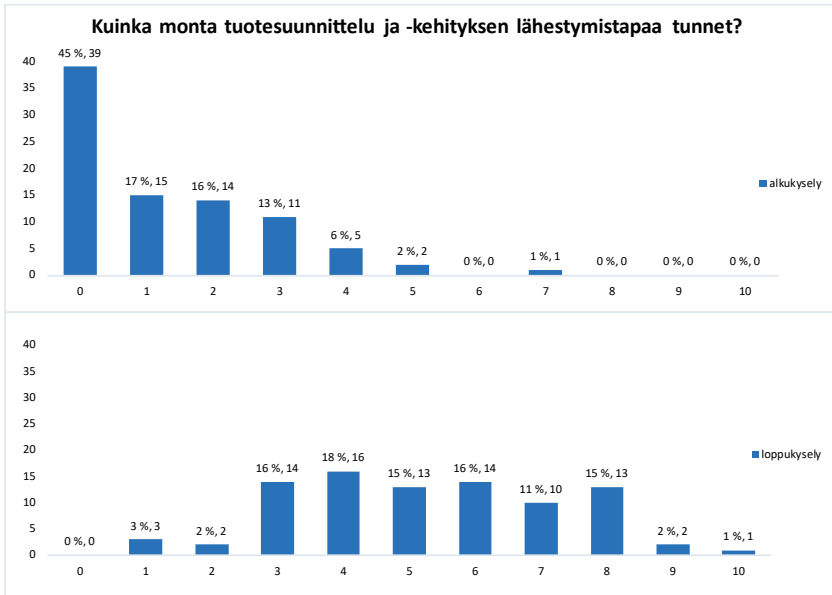
Kuvio 3. Kysymyksen ”kuinka monta tuotesuunnittelun ja -kehityksen lähestymistapaa tunnen” vastaukset (n=76) opintojakson alku- (ylempi kuvio) ja loppukyselyssä (alempi kuvio) vuonna 2018.

Osaamisen kehittymistä selvitettiin kysymällä opiskelijoiden omaa arviota heidän kyvystään valita oikeita työkaluja tilanteen mukaan. Kuviossa 4 on vertailtu vuoden 2018 opiskelijoiden vastauksia väittekysymykseen ”osaan valita oikeat työkalut tilanteen mukaan” (n=76) opintojakson alussa (ylempi kuvio) ja lopussa (alempi kuvio). Arviota pyydettiin lukuna nollasta viiteen, jossa nolla tarkoitti, ettei osaa ja viisi, että osaa erittäin hyvin. Pystyakseleilla on vaihtoehdon valinneiden opiskelijoiden lukumäärä. Palkkeihin on merkitty lukumäärä ja suluissa prosenttiosuus. Kuviossa näkyy, että alkukyselyssä 80 prosenttia vastaajista arvioi osaamisensa heikoksi tai enintään kohtalaiseksi. Loppukyselyssä tilanne kääntyi päinvastaiseksi. Heikoksi oman osaamisensa arvioi enää vajaa 16 prosenttia vastaajista.



Kuvio 4. Vuoden 2018 opiskelijoiden vastaukset väitekysymykseen ”osaan valita oikeat työkalut tilanteen mukaan” (n=76) opintojakson alussa (ylempi kuvio) ja lopussa (alempi kuvio).

Kuviossa 5 on vertailtu vuoden 2019 opiskelijoiden vastauksia kysymykseen ”kuinka monta tuotesuunnittelun ja -kehityksen lähestymistapaa tunnen” opintojakson alku- (ylempi kuvio) ja loppukyselyssä (alempi kuvio). Vaaka-akselilla on opiskelijan tuntemien lähestymistapojen määrä. Vaihtoehto kymmenen esitettiin muodossa kymmenen tai enemmän. Pystyakselilla on vaihtoehdon valinneiden opiskelijoiden lukumäärä. Palkkeihin on merkitty vastaajien lukumäärä ja suluissa prosenttiosuus. Vastaajien lukumäärä oli alkukyselyssä 87 ja loppukyselyssä 88 henkilöä. Aineiston kattavuus oli siis noin 77 prosenttia kaikista osallistujista.

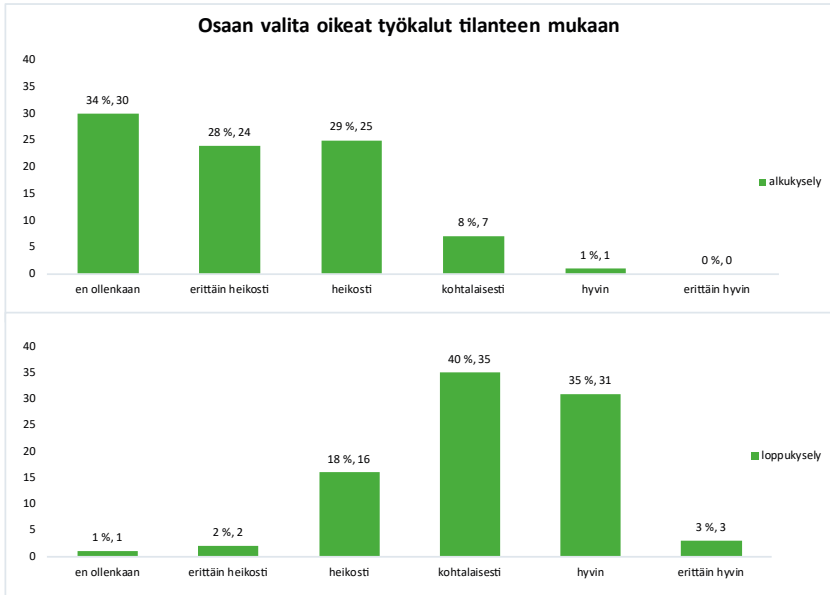


Kuvio 5. Kysymyksen ”kuinka monta tuotesuunnittelun ja -kehityksen lähestymistapaa tunnen” vastaukset opintojakson alku- (ylempi kuvio) ja loppukyselyssä (alempi kuvio) vuonna 2019.

Vuoden 2019 perusopintojakso oli hieman muuttunut: miltei 45 prosenttia opintojaksolle tulleista lähti tiedollisesti nollassa. Myös aiheeseen hieman enemmän perehtyneet näyttivät puuttuvan kyseisenä vuonna miltei kokonaan.

Kuviossa 6 on vertailtu vuoden 2019 opiskelijoiden vastauksia väitekysymykseen ”osaan valita oikeat työkalut tilanteen mukaan” opintojakson alussa (ylempi kuvio) ja lopussa (alempi kuvio). Arviota pyydettiin lukuna nollassa viiteen, jossa nolla tarkoitti, ettei osaa ja viisi, että osaa oikein hyvin. Pystyakselleilla on vaihtoehdon valinneiden opiskelijoiden lukumäärä. Palkkeihin on merkitty vastaajien lukumäärä ja suluissa prosenttiosuus kaikista opintojakson osallistujista. Vastaajien lukumäärä oli alkukyselyssä 87 ja loppukyselyssä 88 henkilöä. Osaamisen suhteen vuoden 2019 lähtötaso on paljon lähempänä vuoden 2018 vastausten jakaamaa. Tämä herättää pohtimaan, onko osa ensimmäisen kysymyksen vastaajista ymmärtänyt sanan ”lähestymistapa” vää-

rin, sillä tulosten perusteella yhdeksän opiskelijaa osaa valita sopivat työkalut, vaikka ei tunne yhtään tuotekehityksen lähestymistapaa. Opiskelijoiden itsevarmuus asian osaamisesta lisääntyi merkittävästi kuten aiempanakin vuonna.



Kuvio 6. Vuoden 2019 opiskelijoiden vastaukset väitekyseleeseen ”osaan valita oikeat työkalut tilanteen mukaan” opintojakson alussa (ylempi kuvio) ja lopussa (alempi kuvio).

Pohdinta

Tässä tutkimuksessa katettiin Iiskalan (2017) näkökulmista kolme: miten metakognitiivisia taitoja aktivoidaan, miten opiskelijoiden metakognitiivista ajattelua ohjataan asiantuntijan ajattelun suuntaan ja miten opiskelijaryhmää ohjataan säätämään ajattelu- ja oppimisprosesseja yhteisöllisessä oppimisessä.

Miten metakognitiivisia taitoja aktivoidaan?

Opiskelijat johdatettiin tilanteisiin, joissa he ymmärtävät valitsemiensa menetelmien ja toimintatapojen riittämättömyyden ja joutuvat analysoimaan oman toimintansa puutteita uusia toimintatapoja ja metodeja etsiessään. Tällä opintojaksolla opiskelijat joutuivat luomaan sekä uuden tuotteen että kehitysprosessin, jolla tuote kehitettiin. Kehitysprosessin tueksi opiskelijat joutuivat tekemään tietoisia valintoja eri vaiheissa eri kehitysmenetelmien välillä ja perustelemaan valintojaan. Metakognitiivisten taitojen aktivointia tehtiin esittelemällä jälkikäteen lista tyypillisistä suunnittelijan kuolemansynneistä vasta ensimmäisen suunnitteluvaiheen jälkeen. Näin opiskelijoiden oli helpompaa arvioida oman lähikokemuksensa pohjalta, mitkä asiat he olivat osanneet ennakoida ja mitkä asiat tulivat heille yllätyksinä.

Miten opiskelijoiden metakognitiivista ajattelua ohjataan asiantuntijan ajattelun suuntaan?

Opettajien didaktiset valinnat olivat opetusmuotoja, jotka tukivat autenttista suunnitteluprosessia. Autenttinen suunnitteluprosessi vaatii opiskelijalta asiantuntijan ajattelutapaa ja metakognitiivisia taitoja. Tärkeä osa opintojakso toteutusta oli eri suunnittelumenetelmien tuominen esille heti ongelmien esittämisen jälkeen. Menetelmäfestivaali-tapahtuman käsikirjoitus ohjasi ryhmät valitsemaan välittömästi eri menetelmiä, keskustelemaan niistä ja vertaamaan menetelmissä esiintyviä ajatuksia opiskelijoiden omiin ajatuksiin ja uskomuksiin. Tämä toteutus ohjasi opiskelijoita tekemään tiedostettuja valintoja ja päätöksiä yhdessä suunnittelun aikana ja on linjassa Iiskalan (2015) ja Khosan ja Volet'n (2014) löydöksiensä kanssa.

Tilanneraportin laatiminen ohjasi tuotteen kypsyymisen itsearviointiin ja pohdintaan siitä, mitä tietoa ryhmän tulee vielä hankkia tai kehittää lisää. Opettajalta saatu ohjaus perustui opiskelijaryhmän tuotoksiin ja heidän omiin ohjauspyyntöihinsä. Tämä ohjausote on tarkoituksellisesti lähellä tapaa, miten tuotekehitysryhmiä ohjataan käytännön työelämässä.

Rakenteeltaan emergenttiä suunnitteluprosessia vastaavan opintojakson tekeminen vaatii oppimateriaalin ja osittain myös osaamissisällön sovittamista tavoitteita ja toteutusta tukeviksi. Kurssikirjaksi ei voida valita fokuksitua

yhä etenemistietä kuvaavaa kirjaa, vaan opetusmateriaalin on oltava moneen suuntaan ajatuksia avaava esitys, jossa kokonaiskuvan muodostaminen jätetään lukijalle. Tuotekehityksen oppiaineessa tällaisia esityksiä on julkaistu vasta muutamia viimeisen reilun kymmenen vuoden aikana siitä huolimatta, että suunnitteluprosessi etenee tyypillisesti polveillen ja sen etenemistä on jos-sain määrin mahdotonta ennustaa etukäteen.

Miten opiskelijaryhmää ohjataan säätämään ajattelu- ja oppimisprosesseja yhteisöllisessä oppimisessä?

Opintojaksolla sovellettu opetustapa, jossa opiskelijat johdatetaan ratkaisemaan ongelma ensin virheellisesti, vaatii onnistuakseen opettajalta kykyä tukea oppimista yksilöidysti sekä kykyä luoda oppimiselle rakentava ilma-
piiri. Opintojaksolla opiskelijan kokemaa stressiä interventiosta vähennettiin kahdella tavalla. Opintojakson harjoitus tehtiin ryhmässä, jolloin vastoinkäyminen ei kohdannut opiskelijaa henkilökohtaisesti vaan on ryhmän yhteinen asia. Ryhmässä myös helpommin aletaan pohtia, miksi ajattelimme ja teimme näin? Tämä toteutus suhteutuu suoraan Iiskalan (2017) neljänteen näkökulmaan, ajatteluprosessin säätelyyn ryhmässä. Opiskelijoille esitetty lista suunnittelijan kuolemansynneistä ohjaa opiskelijoiden metakognitiivista ajattelua asiantuntijan ajattelun suuntaan ja tukee ammattilaisuuden kehittymistä, kun he pohtivat, mitkä virheet he välttivät ja mitä eivät välttäneet. Tämä opetusmuoto ja -sisältö ovat linjassa Iiskalan (2017) kolmannen näkökulman kanssa. Näiden kokeilujen perusteella on selvää, että vaikka opintojaksoa tulevaisuudessa muokattaisiin enemmän etäopiskeluun soveltuvaksi, tulisi tällainen didaktinen elementti opintojaksolla säilyttää.

Millaisia kytkentöjä metakognitiivisten taitojen kehittymisen ja harjoitustyön lopputuloksen laadun välillä voidaan havaita?

Hyvin menestyvien opiskelijoiden metakognitiivinen tieto kohdistuu enemmän kognitiivisiin prosesseihin ja niiden kompleksisuuteen kuin tiedon ulkoa opetteluun (Romainville 1994). Tässä tutkimuksessa saatiin samansuuntaisia tuloksia: mitä vaativampia ja useampia metodeja eri suunnittelutilanteisiin ryhmällä oli, sitä parempia ryhmän tuotokset olivat. Tämä on hyvin linjassa Khosan ja Volet'n (2014) ja Iiskalan (2015) ajatusten kanssa, sillä heidän mu-

kaansa oppimisen kannalta sosiaalisesti jaetun metakognitiivisen säätelyn fokus on tärkeämpää kuin sen määrä.

Tutkimuksen vahvuutena on sen laaja aineisto, joka on kerätty opetuskokeilujen puitteissa samalla tavoin kahdelta suurelta opiskelijajoukolta. Aineiston analyysi myös vastaa esitettyihin tutkimuskysymyksiin. Sen sijaan tutkimuksen heikkoutena on, ettei metakognitiivisia taitoja kuvaavaa lukua pystytty määrittämään niin, että se olisi mahdollistanut formaalimpien analyysimenetelmien käytön. Tällä tutkimusasetelmalla ei voida väittää, että luvun kolme saanut menetelmä olisi kolme kertaa haastavampi ottaa käyttöön kuin luvun yksi saanut menetelmä. Tulevassa tutkimuksessa olisikin hyödyllistä selvittää menetelmien todellista haastavuutta opiskelijoille esimerkiksi tarkastelemalla niiden sisältämiä käsitteistöjä tarkemmalla jaotellulla.

Aineiston analyysi tukee premissiämme sosiaalisesti jaetun metakognitiivisen säätelyn fokuksen vaikutuksesta suunnitteluprosessin tuotosten laatuun. Näiden fokuksien tunnistaminen suunnitteluprosessin kannalta lienee haastava mutta mielenkiintoinen tutkimustehtävä jatkossa.

Lähteet

- Anderson, L. & Krathwohl, D. (toim.) (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.
- Biggs, J. B. & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university: What the student does* (4. painos). Maidenhead: McGraw-Hill.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Ripley, M., Miller-Ricci, M. & Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. Teoksessa P. Griffin, M. McGaw & E. Care (toim.), *Assessment and teaching of 21st century skills* (ss. 17–66). Dordrecht: Springer Netherlands. DOI: [10.1007/978-94-007-2324-5_2](https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5_2)
- van Boeijen, A., Daalhuizen, J., Zijlstra, J. & van der Schoor, R. (toim.) (2014). *Delft design guide* (uudistettu 2. painos). Amsterdam: BIS Publishers.
- Brown, A. L. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. Teoksessa F. E. Weinert & R. H. Kluwe (toim.), *Metacognition, motivation, and understanding* (ss. 65–116). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Faber, C. & Benson, L. C. (2017). Engineering students' epistemic cognition in the context of problem solving. *Journal of Engineering Education*, 106(4), 677–709. DOI: [10.1002/jee.20183](https://doi.org/10.1002/jee.20183)
- Farrell, R. & Hooker, C. (2013). Design, science and wicked problems. *Design Studies*, 34(6), 681–705. DOI: [10.1016/j.destud.2013.05.001](https://doi.org/10.1016/j.destud.2013.05.001)
- Flavell, J. (1985). *Cognitive development*. London: Prentice-Hall.
- Haghighi, K. (2005). Quiet no longer: Birth of a new discipline. *Journal of Engineering Education*, 94(4), 351–353. DOI: [10.1002/j.2168-9830.2005.tb00862.x](https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2005.tb00862.x)
- Hubka, V. & Eder, E. (1996). *Design science*. Berlin: Springer-Verlag.
- Iiskala, T. (2015). *Socially shared metacognitive regulation during collaborative learning processes in student dyads and small groups*. [Väitöskirja, Turun yliopisto]. UTUPub. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-29-6259-4>
- Iiskala, T. (2017). Metakognitiivinen ajattelu ja sen tukeminen. Teoksessa M. Murtonen (toim.), *Opettajana yliopistolla: Korkeakoulupedagogiikan perusteet* (ss. 110–121). Tampere: Vastapaino.
- Jonassen, D., Strobel, J. & Lee, C. (2006). Everyday problem solving in engineering: Lessons for engineering educators. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 139–151. DOI: [10.1002/j.2168-9830.2006.tb00885.x](https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2006.tb00885.x)
- Khosa, D. & Volet, S. (2014). Productive group engagement in cognitive activity and metacognitive regulation during collaborative learning: Can it explain differences in students' conceptual understanding? *Metacognition & Learning*, 9(3), 287–307. DOI: [10.1007/s11409-014-9117-z](https://doi.org/10.1007/s11409-014-9117-z)
- McCord, R. E. & Matusovich, H. M. (2019). Naturalistic observations of metacognition in engineering: Using observational methods to study metacognitive engagement in engineering. *Journal of Engineering Education*, 108(4), 81–502. DOI: [10.1002/jee.20291](https://doi.org/10.1002/jee.20291)
- Pahl, G. & Beitz, W. (1986). *Konstruktionslehre, Handbuch für Studium in Praxis* (2. painos). Berlin: Springer.
- Pintrich, P. R. (2002). The role of metacognitive knowledge in learning, teaching, and assessing. *Theory into Practice*, 41(4), 219–225. DOI: [10.1207/s15430421tip4104_3](https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_3)
- Romainville, M. (1994). Awareness of cognitive strategies: The relationship between university students' metacognition and their performance. *Studies in Higher Education*, 19(3), 359–366. DOI: [10.1080/03075079412331381930](https://doi.org/10.1080/03075079412331381930)

- Roozenburg, N. F. M. & Eekels, J. (1991). *Produktionswerpen: Structuur en methoden*. Utrecht: Lemma.
- Schraw, G. (1998). Promoting general metacognitive awareness. *Instructional Science*, 26, 113–125. DOI: [10.1023/A:1003044231033](https://doi.org/10.1023/A:1003044231033)
- Strobel, J. & Pan, R. (2011). Compound problem solving: Insights from the workplace for engineering education. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 137(4), 215–222. DOI: [10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000047](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000047)
- Ulrich, K. & Eppinger, S. (2000). *Product design and development*. New York: McGraw-Hill.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods*. Thousand Oaks, California: Sage Publications.
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. Teoksessa M. Boekaerts, M. Zeidner & P. R. Pintrich (toim.), *Handbook of self-regulation* (ss. 13–39). Academic Press. DOI: [10.1016/B978-012109890-2/50031-7](https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50031-7)
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64–70, DOI: [10.1207/s15430421tip4102_2](https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2)
- Zimmerman, B. & Campillo, M. (2003). Motivating self-regulated problem solvers. Teoksessa J. Davidson & R. Sternberg (toim.), *The Psychology of Problem Solving* (ss. 233–262). Cambridge: Cambridge University Press. DOI: [10.1017/CBO9780511615771.009](https://doi.org/10.1017/CBO9780511615771.009)