

Aalto-yliopisto
Perustieteiden korkeakoulu
Teknillisen fysiikan ja matematiikan tutkinto-ohjelma

Parempia kehitysideoita: Monikriteerinen arviointi kurssipalautteen keruussa

MS-E2108 Systemianalyysin erikoistyö
7.9.2015

Touko Väänänen

Ohjaaja: DI Tuomas Lahtinen
Valvoja: Prof. Raimo Hämmäläinen

Työn saa tallentaa ja julkistaa Aalto-yliopiston avoimilla verkkosivuilla.
Muilta osin kaikki oikeudet pidätetään.

Sisältö

1	Johdanto	1
2	Monikriteerinen arviointi	2
3	Kurssin monikriteerisen arvioinnin suorittaminen	3
4	Tulokset	4
4.1	Tärkeimmät kriteerit	4
4.2	Opetuskertojen analysointi	5
5	Kehitysideoiden tarkastelu	8
6	Kehitysideoiden priorisointi	8
7	Menetelmän kehittäminen	10
8	Johtopäätökset	11
A	Esimerkki palautteen visualisoinnista	14
B	Painokertoimien tunnusluvut	15
C	Lista parannusehdotuksista	16

1 Johdanto

Tässä erikoistyössä selvitetään kurssilla kerätystä palautteesta mitä asioita kurssin opiskelijat pitävät tärkeänä kurssin kannalta ja millä kurssin opetuskerroista on näissä asioissa eniten parannettavaa. Palaute kerättiin monikriteerisen arvioinnin avulla ja opiskelijat esittivät arvioidensa perusteella kehitysideoita kurssin opetuskertoihin. Palauteesta tehdyn analyysin perusteella arvioidaan mitkä kehitysideat kannattaa toteuttaa ensimmäisenä. Lopuksi arvioidaan monikriteerisen arvioinnin sopivuutta palautteen keräämiseen.

Opettajien kurssin kehittämiseen käytettävissä oleva aika on rajattu. Tämän takia kurssin kehittämiseksi kannattaa toteuttaa kehitysideoita, jotka kehittävät kurssia mahdollisimman paljon mahdollisimman vähällä vaivalla. Helposti toteutettavien ja hyödyllisten kehitysideoiden havaitseminen ei kuitenkaan ole helppoa ja muun muassa tätä varten kurseilla kerätään kurssipalautetta. Tämän erikoistyön perusteella monikriteerisellä arvioinnilla kyetään havaitsemaan näitä kehitysideoita.

2 Monikriteerinen arviointi

Monitavoitteinen arvoteoria on monitavoitteisen päätöksenteon teoria, jonka avulla voidaan luoda malli päätöksentekijän preferensseistä. Mallia voidaan käyttää päätösvaihtoehtojen arvioinnissa. Teoriasta esitellään tässä vain tarvittavat osat. Tarkempi esitys monikriteerisestä arvoteoriasta löytyy kirjasta Keeney and Raiffa [1976].

Tässä työssä opetuskertojen arvioimiseen käytetään additiivista arvofunktiota. Jokaiselle opetuskerralle lasketaan pistemäärä additiivisen arvofunktion avulla, jossa suurempi pistemäärä tarkoittaa parempaa opetuskertaa.

Olkoon x arvioinnin kohde. Pistemäärä x :lle lasketaan kaavalla

$$V(x) = \sum_{i=1}^n w_i v_i(x) \quad (1)$$

jossa w_i on kriteerin i painokerroin ja v_i on x :n pistemäärä kriteerillä i , $i = 1, \dots, n$.

Käytännössä pistemäärän laskeminen tapahtuu siten, että arvioinnin kohdetta x arvioidaan n kriteerillä. Arvioija antaa arvioinnin kohteelle x pistemäärän jokaisella kriteerillä. Taulukossa 1 on esimerkki annetuista pisteistä jokaiselle arvioinnin kohteelle. Kohteet on arvioitu välillä 0-10.

Taulukko 1: Esimerkki opetuskertojen arviointitaulukosta, jossa on opetuskertoille kullakin kriteerillä annetut pisteet

Opetuskerta	Hyöd. työssä	Hyöd. opinnoissa	Kiinnostavuus	Tehtävät	Opetusmateriaali
LinOptExc	5	5	6	10	8
TAEexc	6	7	2	5	6
DYMath	3	4	0	9	10
RegMatl	10	6	6	4	0
NIOptMatl	7	9	10	6	6
MCMatl	6	8	9	0	7
DYMatl	8	10	7	2	2
DynSyst	0	0	7	7	5

Pisteiden antamisen jälkeen arvioija arvioi kriteerien painoarvot w_i . Painoarvojen arvioimiseen menetelmiä ovat esimerkiksi analyttinen hierarkia-prosessi (AHP) [Saaty, 1990], pisteallokointi (PA) tai SWING-menetelmä [Winterfeldt and Edwards, 1986]. Tässä erikoistyössä käytetään SWING-menetelmää.

Kriteerin parannusta huonoimmalta tasolta parhaimmalle kutsutaan kriteerin SWINGiksi. SWING-menetelmässä kuvitellaan ensiksi päätösvaihtoehto, jolla kaikki kriteerit ovat huonoimmalla tasolla. Tämän jälkeen päätöksentekijää pyydetään tunnistamaan kriteeri, jonka hän ensiksi nostaisi huonoimmalta tasolta parhaalle tasolle. Tälle SWINGille annetaan 100 pistettä. Tämän jälkeen päätöksentekijän tulee arvottaa loput SWINGit suhteessa parhaaseen SWINGiin. Arvioiminen tapahtuu siten, että jos jokin SWING antaa puolet parhaan SWINGin hyödystä annetaan tälle SWINGille 50 pistettä. Kun kaikille SWINGeille on saatu pisteet, saadaan jokaisen kriteerin painokerroin kaavalla

$$w_i = \frac{S_i}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad (2)$$

jossa S_i on kriteerin i SWING pisteet ja summaus tapahtuu kaikkien kriteerien SWING pisteiden yli.

Jotta kaava 1 antaa järkeviä tuloksia täytyy kriteerien olla additiivisesti riippumattomia toisistaan. Tällöin yhden kriteerin paraneminen ei kasvata muiden kriteerien arvoa päätösvaihtoehdon arvioinnissa. Esimerkiksi metsäpalsan ala hehtaareissa ja hehtaarin rahallinen arvo eivät ole additiivisesti riippumattomia, sillä hehtaarin rahallisen arvon kasvattaminen kasvattaa myös metsäpalsan alan arvoa.

3 Kurssin monikriteerisen arvioinnin suorittaminen

Palaute kerättiin kurssin viimeisellä kerralla. Ensin oppilaille esiteltiin perusteet monikriteerisestä arvioinnista esimerkin kautta. Tämän jälkeen oppilaita pyydettiin arvioimaan kurssin eri opetuskertoja esitellyllä menetelmällä. Arvioitavia opetuskertoja oli kahdeksan. Jokaista opetuskertaa arvioitiin viiden kriteerin avulla. Kriteerit olivat “Hyödyllisyys työelämässä”, “Hyödyllisyys opinnoissa”, “Aiheen kiinnostavuus”, “Tehtävien tekemisen mukavuus” ja “Opetusmateriaalin hyvyys”.

Jokaisen kriteerin kohdalla oppilaita pyydettiin tunnistamaan kriteerin suhteen huonoin ja paras opetuskerta. Huonoimmalle opetuskerralle annettiin 0 ja parhaalle 10 pistettä. Tämän jälkeen muille opetuskerroille tuli antaa pisteitä näiden väliltä siten, että yhden pisteen lisäys vastaa aina yhtä suurta parannusta.

Tämän jälkeen oppilaita pyydettiin arvioimaan kriteerien painokertoimet SWING-menetelmällä ja laskemaan jokaiselle opetuskerralle sen saama pistemäärä. Tulokset visualisoitiin ja oppilaita pyydettiin tunnistamaan arvioistaan kaksi huointa opetuskertaa. Lisäksi heidän tuli selittää miksi juuri nämä kerrat olivat pärjänneet huonosti. Lopuksi oppilailta pyydettiin ehdotuksia näiden opetuskertojen parantamiseksi. Liitteessä A on esimerkki erään palautteen visualisoinnista.

Kriteerien tärkeyttä voidaan analysoida tarkastelemalla kriteerien saamia painoarvoja. Kriteerin painoarvo kertoo siitä kuinka tärkeänä opiskelija pitää kriteeriä kurssin onnistumisen kannalta. Palautteen keruussa minkään kriteerin asteikkoa ei oltu määrätty ennalta vaan opiskelija valitsi sen itse.

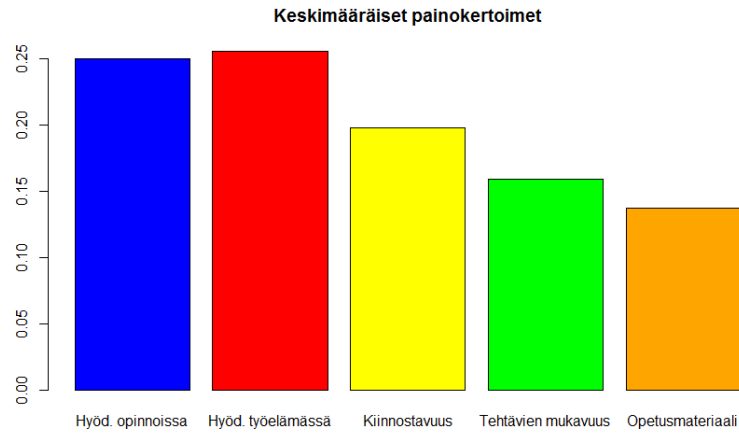
Jotta saataisiin tietää mihin opetuskerroista parannustoimenpiteet kannattaa kohdistaa, analysoitiin opetuskertojen saamia pisteitä. Tämä tehtiin laskemalla opetuskertojen saamat keskimääräiset pisteet ja tunnistamalla sieltä heikosti pärjänneitä kertoja.

4 Tulokset

Aineisto kerättiin Sovelletun matematiikan tietokonetöiden kevään ja syksyn 2014 kurseilta. Analyysista jätettiin pois palautteet jotka eivät olleet pyydytyssä muodossa. Jäljelle jäi yhteensä 45 arviota joista 27 syksyn ja 18 kevään kurssilta. Sanallinen palaute analysoitiin kaikilta palautteen antajilta (68 kpl). Kurssikertojen välillä ei löytynyt eroja joten aineisto yhdistettiin.

4.1 Tärkeimmät kriteerit

Kuvassa 1 on esitetty oppilaiden arvioista lasketut kriteerien painokertoimien keskiarvot. Suurimmat keskimääräiset painokertoimet ovat kriteereillä “Hyödyllisyys työelämässä”, sekä “Hyödyllisyys opiskeluissa”. Ero näiden kahden kriteerin välillä on hyvin pieni. Lisäksi kaikki kriteerit ovat tärkeydessä kohtuullisen lähellä toisiaan. Ero tärkeimmän ja vähiten tärkeän kriteerin välillä on noin 0.1 eli vähiten tärkeä kriteeri vaikuttaa opetuskerran saamiin



Kuva 1: Keskiarvot jokaisen kriteerin painokertoimista. Painokertoimet summautuvat yhteen.

Taulukko 2: Keskimääräiset opetuskerralle annetut pisteet kriteereittäin.

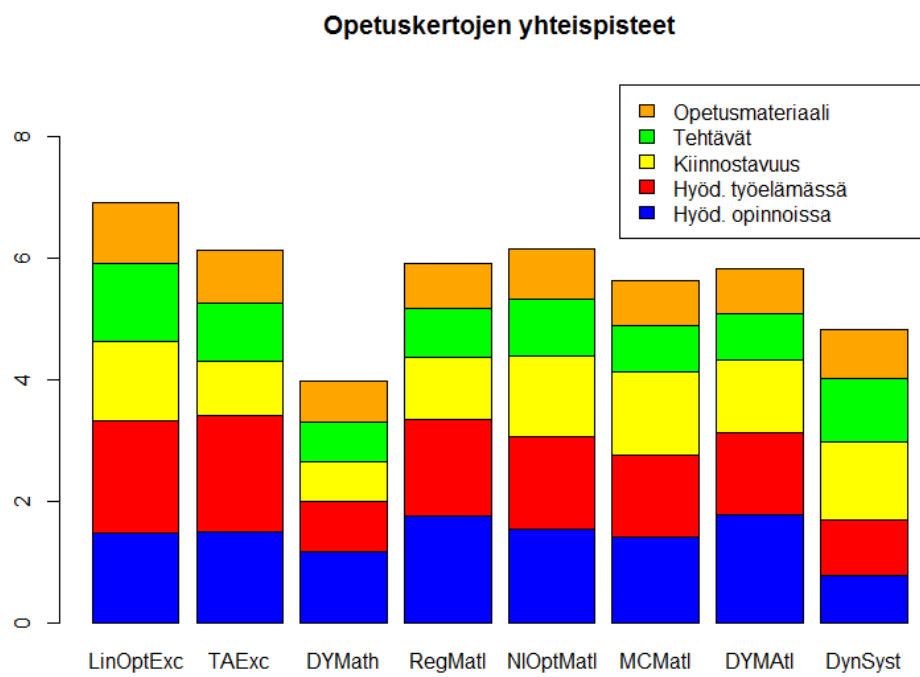
Opetuskerta	Hyöd. työssä	Hyöd. opinnoissa	Kiinnostavuus	Tehtävät	Opetusmateriaali
LinOptExc	7.3	5.9	6.6	8.0	7.6
TAExc	7.6	5.9	4.5	6.0	6.3
DYMath	3.3	4.6	3.3	4.0	4.1
RegMatl	6.2	7.0	5.2	5.0	5.4
NIOptMatl	6.0	6.1	6.7	5.9	5.7
MCMatl	5.3	5.6	6.9	4.8	4.9
DYMatl	5.2	7.1	6.0	4.9	4.3
DynSyst	3.5	3.1	6.6	6.6	6.3

kokonaispisteisiin vain noin 10% vähemmän kuin tärkein kriteeri. Tämän perusteella opiskelijat kokevat kaikki käytetyt kriteerit tärkeiksi kurssin onnistumisen kannalta.

Tulosten varmentamiseksi laskettiin aineistosta myös kriteerien keskimääräinen järjestysluku, sekä kuinka monta kertaa jokin kriteerin SWING on asetettu tärkeimmäksi. Nämä mittarit antavat samat tulokset kuin keskimääräiset painokertoimet. Kaikkien kriteerien tärkeysjärjestys pysyy samana. Kriteerien sijoitukset näillä mittareilla on esitetty liitteessä B.

4.2 Opetuskertojen analysointi

Heikoimpien opetuskertojen selvittämiseksi laskettiin jokaisen opetuskerran keskimääräiset pisteet jokaisella kriteerillä. Tulokset on esitetty taulukossa 2.



Kuva 2: Opetuskertojen keskimääräiset pistemäärät.

Lisäksi jokaisen opetuskerran saama keskimääräinen pistemäärä on esitetty kuvassa 2.

Tuloksista huomataan, että differentiaaliyhtälöt Mathematicalla (DYMath) ja dynaamiset systeemit (DynSyst) ovat saaneet huonoimmat pisteet tärkeimmillä kriteereillä “Hyödyllisyys työelämässä” ja “Hyödyllisyys opinnoissa”. Sanallisen palautteen perusteella differentiaaliyhtälöt Mathematicalla kerran ongelma on, etteivät opiskelijat näe Mathematican hyötyä verrattuna Matlabiin. Lisäksi Mathematican syntaksi koettiin hankalaksi, joten opiskelijat eivät uskoneet käyttävänsä Mathematicaa opinnoissaan eivätkä työelämässä.

Dynaamiset systeemit kerralla on samankaltaisia ongelmia. Jotkut kokevat Simulinkin monimutkaiseksi käyttää ohjelman erilaisen käyttötavan takia. Opiskelijat eivät myöskään kykene yhdistämään dynaamisten systeemien mallintamista omaan opiskeluaan.

Aiheen kiinnostavuudessa huonosti pärjänneitä opetuskertoja ovat tilastollinen analyysi Excelillä, differentiaaliyhtälöt Mathematicalla sekä regressiomallit Matlabilla. Loppujen kertojen saamat pisteet kriteerillä “Aiheen kiinnostavuus” ovat hyvin tasaiset.

Kriteerillä “Tehtävien tekemisen mukavuus” huonoimmin pärjää differentiaaliyhtälöt Mathematicalla ja Monte Carlo -simulointi Matlabilla. Myös differentiaaliyhtälöt Matlabilla pärjää huonosti tehtävien tekemisen mukavuudessa. Sanallisen palautteen perusteella differentiaaliyhtälöt Mathematicalla kerran tehtävien tekemisen mukavuutta heikentää hankalaksi koettu syntaksi ja käyttöliittymä. Monte Carlo -simuloinnissa jonosimulointitehtävää pidetään liian vaikeana.

Kriteerillä “Opetusmateriaalin hyvyys” huonosti pärjää differentiaaliyhtälöt Mathematicalla ja differentiaaliyhtälöt Matlabilla. Molempien kertojen opetusmateriaalia pidetään hieman sekavana. Konkreettisia parannusehdotuksia näiden kertojen opetusmateriaaliin tuli vähän huolimatta huonoista arvioista.

Opetuskertojen saamia arvioita vertaillen huomataan, että differentiaaliyhtälöt Mathematicalla on saanut huonoimmat arviot neljässä viidestä kriteeristä. Lisäksi kriteerillä “Hyödyllisyys opinnoissa” se arvioitiin toiseksi huonoimmaksi.

5 Kehitysideoiden tarkastelu

Yhteenvedo oppilaiden parannusehdotuksista kurssille on liitteessä C. Parannusehdotukset on listattu kunkin opetuskerran alle sen perusteella mitä opetuskertaa parannusehdotus koskee. Taulukossa on myös mainittu minkä kriteerin suhteen parannusehdotus parantaa kyseessä olevaa opetuskertaa. Tämä jaottelu on tehty kirjoittajan oman mielipiteen mukaan ellei palautteessa ole erikseen sanottu minkä kriteerin suhteen parannusehdotus parantaa opetuskertaa.

Suurin osa parannusehdotuksista koskien hyödyllisyyttä työelämässä ja opinnoissa liittyy opetuskertojen tehtäviin. Opiskelijat eivät koe joidenkin opetuskertojen tehtäviä kiinnostavina tai alalleen hyödyllisinä. Tämä voi johtua siitä, että kurssin materiaali on suurelta osin tehty aikana, kun kurssi oli vielä pakollinen teknillisen fysiikan ja matematiikan opiskelijoille. Kurssin kohdeopiskelijat ovat muuttuneet siitä kun materiaali tehtiin. Suurin hyöty yksittäisillä muutoksilla saataisiin tekemällä uudet tehtävät kerroille differentiaaliyhtälöt Mathematicalla ja dynaamiset systeemit. Varsinkin dynaamisten systeemien vesisäiliötehtävää ei pidetä kiinnostavana tai hyödyllisenä. Uusien tehtävien tulee olla sellaisia, että niistä käy ilmi kuinka opetuskertojen aiheita voidaan hyödyntää opinnoissa ja työelämässä. Haasteena on, ettei kurssin opiskelijoiden tutkinto-ohjelmista ole tietoa. Koska kurssilla on opiskelijoita useista eri tutkinto-ohjelmista voi olla vaikeaa keksiä tehtävää joka olisi kaikkien tutkinto-ohjelmien opiskelijoille hyödyllinen. Yksi ratkaisu on tehdä useampi pieni tehtävä useasta aiheesta, jolloin on mahdollista antaa hyödyllisiä esimerkkejä useampien tutkinto-ohjelmien opiskelijoille.

Myös muiden opetuskertojen tehtäviä kannattaa muuttaa enemmän käytännön ongelmia esitteleviksi. Esimerkkejä toivotuista tehtävätyypeistä ovat talous-, tuotanto- ja logistiikkaongelmat. Eräs tietotekniikan opiskelija toivoo kokonaislukuoptimointitehtäviä. Tilastollinen analyysi Excelillä on opetuskerta johon erikseen toivotaan käytännönläheisempiä tehtäviä. Tämän kerran pisteet ovat kuitenkin korkeita kaikilla kriteereillä paitsi kriteerillä "Aiheen kiinnostavuus". Luultavasti suurta parannusta näkyisi vain tässä kriteerissä.

6 Kehitysideoiden priorisointi

Priorisoinnin peukalosääntö on että ensin kannattaa toteuttaa ne toimenpiteet joiden tehokkuus on suurin [Kleinmuntz, 2007]. Tehokkuus määräytyy siitä, mikä on parannuksen hyöty suhteessa kustannuksiin. Tässä tapauksessa

hyötynä on opetuskerran paraneminen jonkin kriteerin suhteen. Kustannuksena on toimenpiteen toteuttamiseen kuluva aika.

Kaikkia parannuksia ei kyetä heti tekemään minkä takia uudistuksille kannattaa luoda jonkinlainen tärkeysjärjestys. Opiskelijoiden antaman palautteen perusteella parannuksista kannattaa ensimmäisenä toteuttaa ne, jotka parantavat opetuskertojen hyödyllisyyttä työelämän ja opintojen kannalta. Nämä kriteerit saivat keskimäärin suurimmat painoarvot, joten niitä pidetään tärkeinä tai niissä arvosteluskaala on laaja. Kummassakin tapauksessa opetuskertojen, jotka pärjäsivät huonosti näillä kahdella kriteerillä, parantaminen on hyödyllistä. Jos suuri painoarvo johtuu arvosteluskaalan laajuudesta, on huonosti pärjännyttä kertaa luultavasti helppo parantaa. Tämä perustuu laskevien rajahyötyjen periaatteeseen. Toisaalta jos suuri painoarvo johtuu kriteerin tärkeydestä, pienetkin parannukset tämän kriteerin suhteen parantavat opetuskertaa paljon.

Osana parannusehdotusten tärkeysjärjestykseen laittamisen ratkaisemista tässä erikoistyössä käytetään tunnuslukua $\sigma_{ij} = 100 * \frac{\lambda_j}{v_i}$, jossa i kuvaa tiettyä opetuskertaa, λ on sen kriteerin j keskimääräinen paino jota parannusehdotus koskee ja v_i on opetuskerran i kriteerillä j saamat keskimääräiset pisteet. Tunnusluvun suuremmat arvot kuvaavat suurempaa muutoksen tärkeyttä. Tarkoituksena on, että jos kriteeri on oppilaiden mielestä tärkeä, sitä parantava uudistus saa suuremman tunnusluvun arvon ja lisäksi mitä huonomaksi opetuskerta on keskimäärin arvioitu, sitä suuremman arvon tunnusluku saa. Tämänkaltaisen tunnusluvun käyttämisessä parannusehdotuksien tärkeysjärjestyksen luomiseen on ongelmia, koska se ei ota huomioon parannusehdotuksen suuruutta. Lisäksi tunnusluku ei perustu mihinkään tunnettuun teoriaan. Näistä ongelmista huolimatta tunnusluku voi toimia suuntaa-antavana ohjeena uudistuksien tärkeydelle.

Kriteerien painokertoimien perusteella (kuva 1) erityisesti uudistukset jotka parantavat kertojen hyödyllisyyttä työelämässä ja opinnoissa ovat tärkeitä opiskelijoille. Opetuskertojen yhteispisteiden perusteella (kuva 2, taulukko 2) eniten parannettavaa on kerrassa differentiaaliyhtälöt Mathematicalla. Tämä kerta sai huonoimmat keskimääräiset pisteet kaikilla paitsi yhdellä kriteerillä. Toinen differentiaaliyhtälökerta differentiaaliyhtälöt Matlabilla sai heikot arvostelut opetusmateriaalin hyvydessä ja tehtävien tekemisen mukavuudessa. Tilastollinen analyysi Excelillä sai huonot pisteet kiinnostavuudessa. Lisäksi kerta dynaamiset systeemit pärjäsivät huonosti kahdella tärkeimmällä kriteerillä hyödyllisyys työelämässä ja hyödyllisyys opinnoissa. Tämän perusteella näihin kertoihin liittyviä parannusehdotuksia kannattaa priorisoida korkealle.

Differentiaaliyhtälöt Mathematicalla kerralle tuli useita parannusehdotuksia joista kaksi parantaa tätä kertaa kriteerillä “Hyödyllisyys työelämässä”. Tuotantotaloutta läheisemmät esimerkit on näistä ehdotuksista konkreettisempi. Lisäksi tälle kerralle ehdotettiin myös enemmän kuvaajien tulkintaa tehtäviin, minkä tarkoituksena on parantaa kerran kiinnostavuutta.

Differentiaaliyhtälöt Matlabilla kerran parannusehdotuksissa jotka liittyvät tehtävien tekemisen mukavuuteen, ehdotettiin parempaa ohjeistusta tehtäviin ja kotitehtävän helpottamista. Vaikka tämä kerta sai heikot pisteet kriteerillä opetusmateriaalin hyvyys ehdotuksia opetusmateriaalin parantamiseksi ei tullut.

Tilastollinen analyysi Excelillä kerran parantamiseksi kiinnostavuudessa tuli muutamia ehdotuksia. Yksi ehdotus oli käyttää jotain muuta sovellusta kuin Excel ja toisessa toivottiin parempia sovelluksia aiheelle. Lisäksi vähemmän itseään toistavat tehtävät voisivat lisätä kiinnostusta kertaan.

Dynaamiset systeemit kerralle ehdotettiin työelämää läheisempää tehtävää. Tämä parantaisi kerran hyödyllisyyttä työelämässä. Lisäksi ehdotettiin useampaa kertaa jolla tehtäisiin tehtäviä Simulinkillä. Tällöin Simulinkiin saisi paremman tuntuman ja siitä olisi enemmän hyötyä opinnoissa ja tehtävien tekeminen olisi mukavampaa kun ohjelma olisi tutumpi.

7 Menetelmän kehittäminen

Palautteenkeruumenetelmää voitaisiin parantaa. Koska opetuskertojen arvioinnissa opiskelijoille ei ole ennalta annettu arvosteluasteikkoa he valitsevat sen itse. Tämä valinta aiheuttaa tulkintavaikeuksia kriteerien painokertoimille. Vaikka opiskelija pitäisi kahta kriteeriä yhtä tärkeänä, jos opiskelijan asteikko toiselle kriteerille on leveämpi on tämän opiskelijan kriteerille antama SWING myös isompi. SWING-pisteitä ei siis voida suoraan pitää mittarina tietyn kriteerin tärkeydelle vaan SWING-pisteet kertovat kriteerin tärkeydestä sekä arvosteluasteikon leveydestä. Tämä on haaste kriteerien välisen tärkeyden arvioinnille mutta ei heikoimpien opetuskertojen tunnistamiselle.

Arvosteluasteikkojen erilaisuus aiheuttaa ongelmia myös tulosten yhdistämisessä. Jos toisen opiskelijan asteikko on huonosta hyvään ja toisen keskinertaisesta erittäin hyvään, ei keskiarvoistettua painoarvoa voi tulkita silloin kriteerin keskimääräisenä tärkeytenä. Samat ongelmat esiintyvät myös opiskelijoiden antamien pisteiden vertailussa keskenään. Kuitenkin kun opiskelijoita on useita ja he ovat käyneet saman kurssin, voidaan olettaa että

arvosteluasteikkojen leveydessä ei ole suurta vaihtelua ja tulokset ovat siten vertailukelpoisia.

Palautteenkeruumenetelmällä on joissain tilanteissa haasteellista seurata parannusten vaikutusta opiskelijoiden arvioihin. Tämä johtuu siitä, että nykyisellä mallilla jollekin kerralle on aina annettava 0 pistettä ja jollekin 10. Tämä hankaloittaa kurssin kokonaistason nousun seuraamista. Jos opetuskerta paranisi jollain kriteerillä tasolta hyvä tasolle erittäin hyvä tämä ei näy arvosteluissa jos kyseinen kerta oli aikaisemminkin paras kerta tällä kriteerillä. Kuitenkin jos kurssiin tehdään vain muutamia parannuksia kerrallaan niin tehtyjen parannuksien vaikutusta kyetään seuraamaan vertaamalla opetuskertaa johon parannus tehtiin niihin joihin ei tehty parannusta.

Esitettyjen asioiden korjaamiseksi esitetään että opiskelijoille annettaisiin arvosteluasteikon ylä- ja alaraja. Tällöin kriteerien painokertoimien tulkinnan ongelma poistuisi. Opiskelijat pystyisivät kuitenkin edelleen kuvaamaan kriteerit lineaariselle arvoskaalalle, sillä numeroille ylä- ja alarajan välissä ei annettaisi tarkkaa tulkintaa. Tämä helpottaisi myös kurssin kehityksen seuranta, sillä jokaisella arviointikerralla arvosteluasteikko pysyisi samana ja eri arviointikertojen tulokset olisivat vertailukelpoisia. Toisaalta tällöin opiskelijat eivät välttämättä hyödyntäisi koko arvosteluasteikkoa.

8 Johtopäätökset

Erikoistyössä analysoitiin monikriteerisellä arvioinnilla kerättyä kurssipalautetta. Kurssipalautteesta analysoitiin palautteen keräämisessä käytettyjen kriteerien tärkeyttä oppilaille sekä opetuskertojen onnistumista näillä kriteereillä. Tärkeimpinä kriteereinä kurssin kannalta opiskelijat pitivät hyödyllisyyttä työelämässä sekä opinnoissa. Lisäksi menetelmän avulla saatua tietoa opiskelijoiden mielestä tärkeistä kriteereistä käytettiin parannusehdotusten priorisoinnissa. Jos palautetta kurssista kerätään jatkossakin samalla metodilla, kyetään sillä jonkin verran seuraamaan toteutettujen parannusehdotusten vaikutusta kurssiin. Monikriteerisen arvioinnin hyödyntäminen kurssipalautteen keräämiseen toimii tämän erikoistyön perusteella hyvin. Opiskelijat kokivat palautteen antamisen tällä tavalla yleisesti hyödylliseksi ja mukavaksi. Parannusehdotuksia kurssin kehittämiseksi saatiin huomattava määrä ja jokaiselle opetuskerralle.

Tavallisesti monikriteerisen päätöksenteon menetelmiä käytetään parhaan päätösvaihtoehdon valinnassa. Tässä harjoitustyössä tätä metodologiaa käytettiin

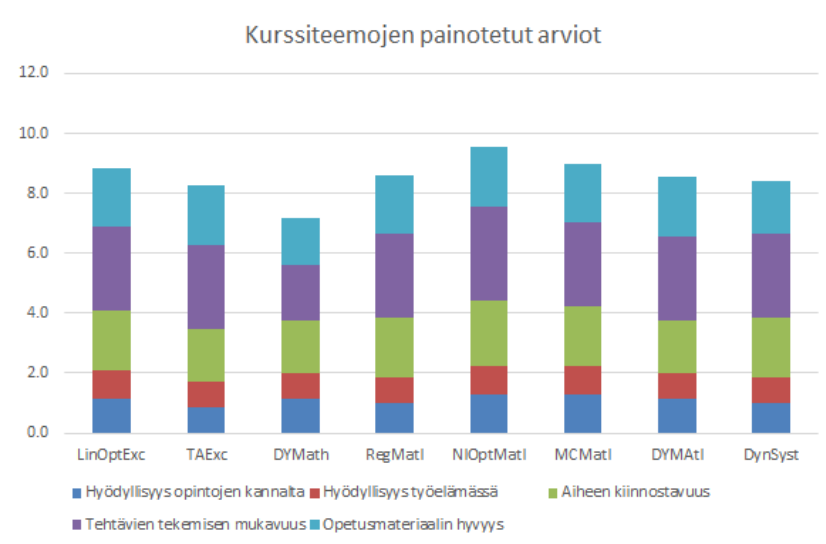
kuitenkin kehityskohteiden tunnistamiseen. Työn perusteella voidaan sanoa, että monikriteeristä arviointi soveltuu tähän hyvin. Monikriteerisellä arvioinnilla saadaan tietoa siitä mitkä arvioitavan kohteen ominaisuuksista ovat hyviä ja mitkä eivät. Tämän perusteella selvityksen tekijä kykenee arvioimaan minkä ominaisuuksien kehittämiseen kannattaa erityisesti kiinnittää huomiota.

Monikriteerisen arvioinnin jälkeen palautteen antajalla on paremmat mahdollisuudet antaa parannusehdotuksia, sillä hän on johdonmukaisesti arvioinut sitä mikä hänelle on tärkeää arvioitavassa tuotteessa sekä millä osaluilla tuote toimii ja millä ei. Lisäksi on mahdollista että arvioinnin yhteydessä palautteen antajan ajattelu orientoituu kurssin kehittämiseen mikä voi kasvattaa parannusehdotusten laatua, kts. esim. Friedman et al. [2003].

Viitteet

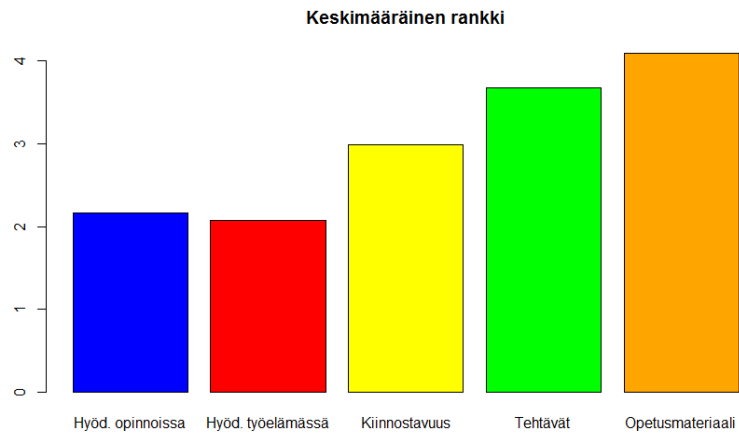
- Ronald S. Friedman, Ayelet Fischbach, Jens Förster, and Lioba Werth. Attentional priming effects on creativity. *Creativity Research Journal*, 15: 277–286, 2003.
- Ralph L. Keeney and Howard Raiffa. *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*. John Wiley and Sons, 1976.
- Don N. Kleinmuntz. Resource allocation decisions. In Ward Edwards, Jr. Ralph F. Miles, and Detlof von Winterfeldt, editors, *Advances in Decision Analysis: From Foundations to Applications*. Oxford University Press, 2007.
- Thomas L. Saaty. How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48:9–26, 1990.
- D. Von Winterfeldt and W. Edwards. *Decision analysis and behavioral research*. Cambridge University Press, 1986.

A Esimerkki palautteen visualisoinnista



Kuva 3: Esimerkki monikriteerisellä arvioinnilla annetun palautteen visualisoinnista.

B Painokertoimien tunnusluvut



Kuva 4: Kriteerien keskimääräiset järjestysluvut. Pienempi luku kertoo suuremmasta arvostuksesta.



Kuva 5: Kuinka monta kertaa kriteerin SWING on arvioitu arvokkaimmaksi.

C Lista parannusehdotuksista

Taulukko 3: Parannusehdotukset

Ehdotus	Kriteeri	Tunnusluku
Regressiomallit Matlabilla		
Parempi linkitys muihin kursseihin	Hyöd. opinnoissa	3.6
Maininta Curve Fitting -työkalusta	Hyöd. opinnoissa	3.6
Maininta erityisesti regressiota tekevästä ohjelmistosta	Hyöd. opinnoissa	3.6
Esimerkkejä jotka linkittyvät muihin kursseihin	Kiinnostavuus	3.8
Selkeämmät tehtävänannot	Tehtävien mukavuus	3.2
Selkeämpi opetusmateriaali	Opetusmateriaali	2.6
Monte Carlo -simulointi Matlabilla		
Parempi aiheen motivointi	Kiinnostavuus	2.85
	Tehtävien mukavuus	3.30
Kassajonotehtävään parempi ohjeistus	Tehtävien mukavuus	3.3
Yksinkertaisemmat, vähemmän työläät tehtävät	Tehtävien mukavuus	3.3
Selkeämpi materiaali	Opetusmateriaali	2.6
Helpompia tehtäviä tai niiden jakaminen usealle kerralle	Tehtävien mukavuus	3.3
Differentiaaliyhtälöt Matlabilla		
Helpompia tehtäviä tai niiden jakaminen usealle kerralle	Tehtävien mukavuus	3.3
Parempi ohjeistus tehtäviin	Tehtävien mukavuus	3.3
Kotitehtävän helpottaminen	Tehtävien mukavuus	3.3
Työelämää läheisemmät tehtävät	Hyöd. työssä	4.9
Tuotantotaloutta läheisemmät esimerkit	Hyöd. työssä	4.9
DY kerrat kurssin alkuun	Kiinnostavuus	3.3
Mielenkiintoisemmat tehtävät	Kiinnostavuus	3.3
Differentiaaliyhtälöt Mathematicalla		
Työelämää läheisemmät tehtävät	Hyöd. työssä	7.8
Tuotantotaloutta läheisemmät esimerkit	Hyöd. työssä	7.8
DY kerrat kurssin alkuun	Kiinnostavuus	6.0
Mielenkiintoisemmat tehtävät	Kiinnostavuus	6.0

Enemmän kuvaajien tulkintaa tehtäviin	Kiinnostavuus	6.0
Perusteellisempi syntaksiin tutustuminen	Tehtävien mukavuus	3.9
Monipuolisemmat ja mielenkiintoisemmat tehtävät	Tehtävien mukavuus	3.9
Enemmän kuvaajien piirtoa tehtävissä	Tehtävien mukavuus	3.9
Jacobin matriisin roolin tarkempi kuvaus	Opetusmateriaali	2.8
Dynaamiset systeemit		
Useampi Simulink kerta	Hyöd. opinnoissa	8.0
	Tehtävien mukavuus	2.4
Työelämää läheisempi tehtävä	Hyöd. työssä	7.3
Muu tehtävä kuin vesisäiliö	Kiinnostavuus	3.0
	Tehtävien mukavuus	3.0
Helpompia tehtäviä alkuun	Tehtävien mukavuus	2.4
Lyhyempiä tehtäviä	Tehtävien mukavuus	2.4
Selkeämmät ohjeet tehtävän ratkomiseen	Tehtävien mukavuus	2.4
Useita pieniä tehtäviä	Tehtävien mukavuus	2.4
Paremmat esimerkit ohjelman toiminnasta	Opetusmateriaali	2.3
Havainnollistavia esimerkkejä ja kuvaus Simulinkin vahvuuksista ja heikkouksista	Opetusmateriaali	2.3
Kuvaus hyvästä käytännöstä lohkojen nimeämiseen ja asetteluun	Opetusmateriaali	2.3
Tarkempi kuvaus lohkojen toiminnasta ja mistä ne löytää	Opetusmateriaali	2.3
Tilastollinen analyysi Excelillä		
Tehtävissä todentuntuisempia ongelmia	Hyöd. työssä	3.4
	Kiinnostavuus	3.4
SPSS Statistics ohjelma Excelin sijasta	Hyöd. työssä	3.4
Jokin muu ohjelma kuin Excel	Kiinnostavuus	4.4
Huimia sovelluksia	Kiinnostavuus	4.4
Vähemmän itseään toistavia tehtäviä	Tehtävien mukavuus	2.7
Tarkempi kuvaus Excelin tilastollisten työkalujen outputista	Tehtävien mukavuus	2.7
	Opetusmateriaali	2.1
Paremmat esimerkit ja selkeämpi opetusmateriaali	Opetusmateriaali	2.1
Lisäesimerkkejä	Opetusmateriaali	2.1

Laajempi teoriaosuus tehtävien tueksi	Opetusmateriaali	2.1
Epälineaarinen optimointi Matlabilla		
Parempi yhteys opetusmateriaalin ja tehtävien välillä	Tehtävien mukavuus	2.7
	Opetusmateriaali	2.3
Ruisjyvät tehtävä ei ollut kiinnostava	Kiinnostavuus	3.0
Yleisiä parannusehdotuksia		
Kurssien joissa kerrasta on hyötyä esittelyä	Hyöd. opinnoissa	
Esimerkkejä optimointi-, talous-, tuotanto-, logistiikka-, yms. ongelmiin	Hyöd. työssä Kiinnostavuus	
Enemmän käytännön sovelluksia	Hyöd. työssä	
Konkreettisia esimerkkejä kertojen aiheiden sovelluskohteista	Kiinnostavuus	
Linkkejä joissa aiheista kerrotaan lisää	Kiinnostavuus	
Parempi selvitys Matlabin opetusmateriaalista	Opetusmateriaali	