



Tampereen ammattikorkeakoulu

AMMATILLINEN OPETTAJAKORKEAKOULU

Opettajankoulutuksen kehittämishanke

"Ajatteluttaminen" osana kurssia
"TEOLLISUUDEN PROSESSIT" -
Tutkivan oppimisen näkökulma

Jukka Konttinen

2008

KONTTINEN, JUKKA: "Ajatteluttaminen" osana kurssia "TEOLLISUUDEN PROSESSIT" - Tutkivan oppimisen näkökulma
Tampereen ammattikorkeakoulu
Opettajankoulutuksen kehittämishanke 25 s. + 3 liites.
Ryhmän opettaja Pekka Kalli
Huhtikuu 2008
Asiasanat: ryhmätehtävät, tutkiva oppiminen, Teollisuuden prosessit

TIIVISTELMÄ

Tässä kehittämishankkeessa tutkittiin Tampereen teknillisen yliopiston kurssin ENER-7010 "Teollisuuden prosessit" sisältöä ja onnistumista luennointikaudella joulukuu 2007 - maaliskuu 2008. Erityisesti tarkasteltiin kurssilla suoritettuja lisätehtäviä keinoina "ajatteluttaa" opiskelijoita. Tätä näkökulmaa syvennettiin vertailemalla lisätehtävien toteutusta tutkivan oppimisen teorioihin. Vaikka kurssi toteutettiin yliopistossa, se voitaisiin toteuttaa samoin insinöörialan ammattikorkeakoulutuksessa, sisältöä hieman mukauttaen.

Kurssin lisätehtäviä olivat luennoilla suoritettavat luentotehtävät (6 kpl), kotitehtävät (2 laskutehtävää + 1 essee), seminaariesitelmät (4 kpl), oppimispäiväkirja sekä taselaskentaharjoitus Excel-taulukkolaskennan avulla. Excel-harjoitus oli pakollinen kurssin suoritusvaatimus, hyväksytyntenttin lisäksi. Muut olivat vapaaehtoisia, mutta niistä sai hyvityspisteitä kokonaissuoritukseen.

Luento- ja kotitehtävien suoritukset olivat laadukkaita, samoin kuin seminaariesitelmien kirjalliset ja suulliset esitykset. Oppimispäiväkirjan palautti vain 3 opiskelijaa, joten sen voidaan katsoa epäonnistuneen. Samansuuntaista palautetta sai paljon paremmin anonyymeillä palautelomakkeilla, joiden sisältöä on myös tarkasteltu tässä työssä. Palautteen mukaan opiskelijat pääsääntöisesti arvostavat kurssin lisätehtäviä. Pienryhmätyöskentely (max. 5 henkilöä) sopii esimerkiksi luentotehtäviin.

Excel-taselaskentaharjoitus oli kurssissa mukana ensimmäistä kertaa. Sen suorittamisessa oli ongelmia, mutta sen palautti määräaikaan mennessä 72 opiskelijaa hyväksytysti. Ratkaisuna ongelmiin on ohjauksen ja neuvonnan lisääminen, sekä ryhmäkoon rajaaminen max. 3 henkilöön.

Tutkivan oppimisen teorioiden (prosessin osatekijät) osalta voidaan todeta, että kyse ei ole täysin uudesta asiasta, vaan lisätehtävissä mukana olevia elementtejä on mukana tutkivan oppimisen prosessin osatekijöissä. Lähimpänä tutkivan oppimisen prosessin mukaista työskentelyä ollaan opiskelijoiden seminaariesitelmissä, joissa perehdytään syvemmin johonkin kurssin teolliseen prosessiin, ja erityisesti sen energia-, ympäristö- ja kehitysnäkökulmiin. Näihin asioihin opiskelijat hankkivat materiaalia laajasta aineistosta kirjallisuudesta.

Kurssin kehitysmahdollisuuksia pohdittiin myös. Mahdollista olisi korvata luento-osuuden suorittaminen kokonaan pienryhmätehtävillä. Täten tenttiminen sen osalta jäisi pois. Samoin kurssille voisi järjestää ekskursioita prosessiteollisuuden alan yrityksiin. Nämä toimet vaatisivat kuitenkin paljon lisää opetusresursseja.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	ii
SISÄLLYSLUETTELO.....	iii
1 HANKKEEN TAUSTAA.....	1
1.1 Kurssi ENER-7010 Teollisuuden prosessit, uusia elementtejä.....	1
1.2 Opettajakeskeinen opetus vs. "ajatteluttaminen".....	2
1.3 Tutkiva oppiminen.....	3
1.3.1 Tutkivan oppimisen peruseriaatteen.....	3
1.3.2 Tutkivan oppimisen prosessin osatekijät.....	3
2. HANKKEEN TAVOITE.....	5
3. HANKKEEN TOTEUTUS.....	5
3.1 Teollisuuden prosessit-kurssin sisältö.....	5
3.2 Lisätehtävät, lisäarvoa luennoilla käymiseen.....	6
3.2.1 Luentotehtävät.....	6
3.2.2 Kotitehtävät.....	7
3.2.3 Seminaariesitelmät.....	7
3.2.4 Pakollinen laskuharjoitus Excel-tiedostona.....	7
3.2.5 Oppimispäiväkirja.....	8
4. TULOKSET.....	8
4.1 Miten kurssi meni?.....	8
4.1.1 Omat ja tuntiassistentin havainnot.....	8
4.1.2 Opiskelijapalaute.....	10
4.1.3 Lisätehtävien tulosten tarkempi tarkastelu.....	10
4.2 Kuinka hyvin "ajatteluttaminen" onnistui - arvioni tutkivan oppimisen prosessin toteutumisesta kurssin lisätehtävissä.....	12
4.3 Opiskelijoiden arviot (pienryhmätyöskentely vs. muu työskentely).....	16
5. HYVÄÄ JA HUONOA SEKÄ KEHITTÄMISMAHDOLLISUUKSIA.....	18
6. JOHTOPÄÄTÖKSET.....	19
7. LÄHTEET.....	21
8. LIITELUETTELO.....	22

1 HANKKEEN TAUSTAA

1.1 Kurssi ENER-7010 Teollisuuden prosessit, uusia elementtejä

Opetan Tampereen Teknillisellä yliopistolla (TTY) kurssia ENER-7010 Teollisuuden prosessit, 4 op.

Kurssin tavoite on seuraava:

Tutustuttaa opiskelija suomalaisen teollisuuden tärkeimpiin prosesseihin, kuten metsäteollisuuden, perusmetallien valmistuksen ja kemian teollisuuden prosesseihin. Prosessiesimerkkien avulla tarkastellaan eri faaseissa kulkevia ainevirtoja ja muodostetaan prosessille ja sen osaprosesseille aine- ja energiataseita. Erityisesti selvitetään prosessien ympäristövaikutuksia ja energian käyttöä. Lisäksi käydään läpi prosessien kehitysmahdollisuuksia. (TTY opinto-opas 2007-2007)

Vuoden 2007 joulukuussa luenointini käynnistyi kahdeksannen kerran. Luentojen lisäksi kurssiin liittyy laskuharjoituksia, jotka piti tuntiassistentti.

Kurssin pakollinen suoritusvaatimus on ollut hyväksytysti suoritettu tentti, tällä kertaa uutena pakollisena asiana mukaan tuli laskuharjoitus Excel-taulukkolaskentaa apuna käyttäen. Kurssin aikana toteutetut lisätehtävät eli luentotehtävät, kotitehtävät, seminaariesitelmät ja oppimispäiväkirja olivat vapaaehtoisia. Niiden suorittamisesta sai kuitenkin lisäpisteitä kokonaissuoritukseen.

Haluan kehittää kurssia paremmaksi koko ajan. Ambitioni on pitää kurssia Energia- ja prosessitekniikan laitoksen kurseista parhaiden joukossa. Useana vuonna se on valittukin laitoksen parhaaksi. Tämä johtuu varmasti myös siitä, että kurssiin on otettu vapaaehtoisesti suoritettavia lisätehtäviä aktiivisesti osallistuvien opiskelijoiden motivaation kohottamiseksi. Tästä huolimatta kurssin on voinut suorittaa ainoastaan tentin hyväksytysti suorittamalla, ilman mitään lisätehtäviä.

Kurssin tenteistä olen oppinut, että tentistä on mahdollista päästä läpi pelkästään luentomonisteen ja vanhojen tenttien "tärpit" opettelemalla. Täten vaatimukseen kuuluvien aine- ja energiataseiden laatimisen ja ratkaisemisen hallintaa ei välttämättä hyväksytyyn suoritukseen ole tarvinnut osata juuri yhtään. Haluan eliminoida tämän puutteen tuomalla kurssin pakollisiin vaatimuksiin, tentin lisäksi, laskutehtävän, jonka ratkaisu palautetaan sähköisesti Excel-ohjelmalla.

Tietotekniikan hyödyntäminen ja Excel-taulukkolaskentaohjelma tarjoaa paljon mahdollisuuksia saada suuri määrä tuloksia aikaiseksi verrattuna käsin laskettuun ratkaisuun. Samoin tulosten käsittelyyn ja graafiseen esittämiseen on paljon mahdollisuuksia. Näitä mahdollisuuksia käytän itse päivittäisissä työtehtävissäni, siksi haluan antaa opiskelijoille idean näistä mahdollisuuksista ennen työelämään astumista.

Kurssille tuli myös ensimmäistä kertaa käyttöön Moodle-oppimisolusta. Tiedonvaihto kurssista (mm. Excel-harjoitus, kotitehtävät, seminaariesitelmät) keskitettiin sinne. Tarvetta on siis myös kerätä tietoa Moodlen soveltumisesta oppimisolustaksi seuraavia vuosia varten.

Vaikka kurssi toteutetaan yliopistossa, se voitaisiin toteuttaa täysin samoin metodein ammattikorkeakouluissa. Teoreettisen osuuden määrää vain pitäisi hieman suhteuttaa opiskelijoiden valmiuksien mukaan. Itse asiassa, osana opetusharjoitteluani luennoin kurssin "Industrial Processes" TAMKissa lokakuussa 2007 - joulukuussa 2007 osana koulutusohjelmaa "Degree Programme in Environmental Engineering" (TAMK Study Guide 2007-2008). Luennointi pidettiin englanniksi. Sisältö oli luentoaineiston osalta melko sama kuin TTY:n kurssissa, paitsi että laskennallista osuutta ei ollut mukana. TAMKin kurssiin sisältyivät myös ekskursion prosessiteollisuuden alan yrityksiin. Siis samoihin, joiden tuotantoprosesseja kurssissa käytiin läpi. Näitä ekskursionia ei ollut TTY:n kurssissa.

1.2 Opettajakeskeinen opetus vs. "ajatteluttaminen"

Maanantaina 18.2.2008 pidin TAOKKin opintoihin liittyvän näkökulma 2:n opetusharjoittelu- ja havainnointijakson loppukeskustelun ohjaavan opettajani Kari Karvosen kanssa. Keskustelimme "tutkivan oppimisen" käsitteestä. Kari Karvonen kutsui asiaa nimellä "ajatteluttaminen" (Karvonen, 2008).

Kari Karvosen näkemyksen mukaan suurin pedagoginen haaste korkeakoulutason opiskelijoilla on saada heidät pois pintaoppimisesta kohti syväoppimista. Toisin sanoen kannustaa ja ohjata opiskelijoita itsenäiseen, oma-aloitteelliseen oppimiseen ja opiskeluun. Karin mukaan ero ammattikorkeakoulu- ja yliopistotason opetuksella on se, että ammattikorkeakouluilla on paine maksimoida opiskelijoiden valmistumislukumäärä. Tämä johtaa opettajajohtoiseen opetukseen, jossa opettaja pureksii opettavan aineiston valmiiksi helposti "nieltäviin" osiin. Tähän opettajajohtoiseen malliin voi helposti urautua, sekä opettaja että oppilaat. (Karvonen, 2008)

Omina kokemuksinani kommentoisin kurssien sisällön omaksumisen kontrolloinnin tarkistamista kirjallisilla tenteillä. Tenteihin valmistautumisessa ongelmana voi olla asioiden ns. ulkoa pänttäminen ilman niiden merkityksen kunnollista sisäistämistä. Tenteissä ei siis tällöin testata asioiden ymmärtämistä ja sisäistämistä, vaan ulkoa muistamisen kykyä. Tämä menettely edistää edelleen pintaoppimista, sillä päntätyt asiat eivät mieleen kauemmaksi aikaa jää.

Opettajakeskeisen opetuksen ongelmat eivät ole lainkaan tuntemattomia yliopisto-opetuksessaakaan, ns. akateemisesta vapaudesta huolimatta. Tutkivan oppimisen menetelmät on kehitetty mm. poistamaan edellä mainittuja ongelmia.

1.3 Tutkiva oppiminen

1.3.1 Tutkivan oppimisen peruseriaatteet

(Tutkiva oppiminen, 2008, Hakkarainen et al., 2001, 2005)

Tutkivan oppimisen opiskelumenetelmät ovat tuttuja TAOKK:in opinnoistamme, koska niissä peruseriaatteeksi on valittu näiden menetelmien soveltaminen.

Työpaikoista esim. sanomalehdissä ilmoitettaessa usein edellytetään seuraavia asioita:

- aktiivisuus
- itsenäisyys
- oma-aloitteellisuus
- luovuus
- kykyä ja intoa tiimityöskentelyyn

Tutkivan oppimisen menetelmien omaksuminen jo opiskeluvaiheessa on yksi keino vahvistaa valmistuvien oppilaiden valmiuksia työnantajien edellytyksiin.

Tutkivan oppimisen peruseriaatteita on, että opiskelija on itse vastuussa oppimisestaan. Opettaja on ohjaaja, valmentaja, sparraaja. Opiskelu on järkevää tehdä pienryhmissä, jolloin kukin ryhmän jäsen myös vähän kontrolloi ryhmän toiminnan edistymistä. Ominaista on myös se, että opiskeluun liittyvän materiaalin opiskelija hakee itse, eri lähteitä hyödyntäen. Tutkivan oppimisen termi tulee siitä, että työn edistyessä sen tilaa, tuloksia ja menettelytapoja tutkitaan tai arvioidaan koko ajan itse, ryhmän sisällä ja opettajan kanssa.

Tutkivan oppimisen avulla voidaan siis päästä kohden syväoppimista. Sen "vastakohta" voisi olla ns. behavioristinen tapa opettaa, jossa opettaja tuottaa valmiiksi kaiken aineiston mitä opiskellaan ja sitten aineisto tentitään. Tämä menettely siis hyvin helposti ohjaa opiskelijoita pintaoppimiseen ja opettajakin helposti "urautuu" tähän menettelytapaan, kappaleessa 1.2 mainituista syistä.

1.3.2 Tutkivan oppimisen prosessin osatekijät

(Tutkivan oppimisen osatekijät, 2008, Hakkarainen et al., 2001, 2005)

Kontekstin luominen

Aluksi käsittelyyn otettavan tehtävän relevanssi ja kirjaimellisesti asiayhteys todellisiin ongelmiin selitetään opiskelijoille. Yhteyttä luodaan myös opiskelijan omaan kokemusmaailmaan. Tehtävän tekemisestä saatavan hyödyn selittäminen selkeästi auttaa opiskelijoita motivoitumaan tehtävän tekemiseen.

Ongelmien asettaminen

Tehtävään liittyvät avoimet kysymykset selvitetään ja mietitään menettelytapoja, miten näihin kysymyksiin haetaan vastauksia. Opiskelijat ratkaisevat itsensä

asettamia ongelmia, mitkä heitä opiskeltavassa ilmiössä ihmetyttävät. Tämä auttaa oppilaita motivoitumaan ja sitoutumaan tutkivan oppimisen prosessiin.

Oppilaiden työskentelyteorioiden luominen

Oppilaiden tehtävän ratkaisun menettelytapoihin liittyvät teoriat käydään läpi. Keskeisenä tavoitteena on rohkaista oppilaita tuomaan omat intuitiiviset käsitykset ja tulkinnat muiden tietoon ja pohdinnan kohteeksi. Oppilaita rohkaistaan ajattelemaan oppimisen kohteena olevaa ilmiötä sen sijaan, että he passiivisesti omaksuisivat heille välitetyt tiedot.

Kriittinen arviointi

Työn päästyä hyvään alkuun saatuja tuloksia ja menettelytapoja arvioidaan kriittisesti eli "tutkitaan". Mikäli puutteita huomataan, menettelytapoja korjataan ja uusia tavoitteita asetetaan. Tästä arvioinnista (käytännössä jatkuvasta) termi "tutkiva oppiminen" käsittääkseni tulee.

Uuden syventävän tiedon hankkiminen

Kriittisen arvioinnin jälkeen päätetään ne lähteet, mistä haetaan uutta syventävää tietoa ja sitten ryhdytään toimiin. Lähteitä voivat olla kirjallisuus, sähköiset lähteet, asiantuntijoiden haastattelut, kokeiden tekeminen ja tutkimusaineiston kokoaminen. Keskeisessä asemassa ovat opiskelijan itsensä määrittämät ongelmat, hänen aikaisemmat tietonsa ja intuitiivisten teorioiden muodostamisessa syntyneet ongelmat.

Tietoja lähteistä ei kopioida sellaisenaan, vaan käsitellään ongelmamäärittelyn kautta. Tässä yhteydessä voin mainita oman periaatteeni, etten ota käsittelyyn oppimistehtävissäni tai tutkimustöissäni tietoa, jonka sisältöä en tarkasti ymmärrä.

Tarkentuvien kysymysten kehittäminen

Uuden tiedon löytäminen johtaa yleensä uusien ongelmien syntymiseen. Jälleen arvioidaan työn edistymistä ja menettelytapoja, ja esitetään tarkempia kysymyksiä saatujen tulosten ja menettelytapojen suhteen.

Asteittain tarkentuvien teorioiden luominen

Oppilaat kokoavat yhteen siihenastisen tehtävän prosessoinnin tuloksia ja luovat niistä tarkentuvia teorioita.

Prosessin jakaminen

Oppilaat jakavat työnsä tulosten ja menettelytapojen arvioinnin toisten kanssa. Tärkeätä on oppilaiden keskinäinen vuorovaikutus. Jakamisprosessissa voivat olla mukana myös opettaja sekä kyseisen aihepiirin asiantuntijoita.

Tulosten julkistaminen

Työn tulokset raportoidaan esim. kirjallisena raporttina, posterina, artikkelina/julkaisuna tai vaikka Powerpoint-esityksenä. Julkistamisen avulla saadaan kommentteja ja arviointia työn tuloksista ja menettelytavoista työryhmän ulkopuolisilta.

Ulkoinen esitystapa on kuitenkin toisarvoinen seikka verrattuna niihin käsitteisiin, joiden ymmärtämiseen ja kehittämiseen prosessi tähtää.

2. HANKKEEN TAVOITE

Kurssiin liittyy joukko harjoitustehtäviä, jotka opiskelijat voivat suorittaa yksin, pareittain tai pienryhmissä (max. 5 henkeä). Näitä ovat:

- luennoilla tehtävät pienryhmätehtävät (vapaaehtoisia)
- kotitehtävät: 2 laskua + 1 essee (vapaaehtoisia)
- seminaariesitelmät (vapaaehtoisia)
- oppimispäiväkirja (vapaaehtoinen)
- laskuharjoitus, joka palautetaan sähköisesti Excel-taulukkolaskentatiedostona (pakollinen)

Tämän kehitysprojektin avulla, kurssin harjoitustehtävä-aineistoa käyttäen, halutaan saada lisätietoa siitä, miten oppilaiden omalla vastuulla oleva työskentely toimii kurssiin liittyvän oppimisen osana. Kuten myös esimerkiksi siitä, onko harjoitustehtäviä syytä lisätä tai vähentää. Tehtävien toimivuutta arvioidaan myös tutkivan oppimisen prosessin osatekijöihin verraten.

Tämän luentoperiodin aikana oppilaiden vastuuta vaatimuksiin olennaisesti kuuluvan taselaskennan oppimisesta lisättiin pakollisella laskuharjoituksella. Tehtävä teetettiin Excel-taulukkolaskentaohjelmalla, myös sen takia, että opiskelijat saavat idean tietotekniikan hyödynnettävyydestä taselaskennassa. Erityisesti tämän Excel-tehtävän tuloksia, menettelytapaa sekä toimivuutta tarkastellaan tässä ehityshankkeessa.

3. HANKKEEN TOTEUTUS

3.1 Teollisuuden prosessit-kurssin sisältö

Taustana kurssille opiskelijoilla on luentomoniste, jonka voi ostaa TTY:n tiloissa toimivasta kirjakaupasta. Moniste sisältää luentojen runkoaineksen, sekä myös laskuharjoitusten rungon, eli malliratkaisuja eri prosesseihin liittyviä laskutehtäviä varten. Luento-osuus monisteesta sisältää eri Suomen teollisten prosessien yksityiskohtaisen läpi käymisen, sekä taustateoriaa laskuharjoitusten ratkaisemista varten.

Pidin ensimmäisen luennon kurssista 13.12.2007. Seuraavan luennon lykkäsin tammikuulle (10.1.2008), johtuen siitä että mahdolliset luentoajankohdat osuivat niin lähelle juhlapäiviä (itsenäisyyspäivä, joulukuuh), että olisivat kaventaneet luennoille osallistujien määrän hyvin vajaaksi. Pidin yhteensä 4 luentokertaa ennen ensimmäistä välikoetta (8.2.2008) ja 5 luentokertaa ennen toista välikoetta (14.3.2008) tai vaihtoehtoisesti loppukoetta kurssista. Luennot kestivät 2-3 tuntia kerrallaan. Viimeisellä luentokerralla (6.3.2008) opiskelijat pitivät osan ajasta seminaariesitelmiä.

Laskuharjoituksia piti luentojen kanssa samanaikaisesti tuntiassistentti. Harjoitusryhmiä oli 2 samansisältöistä kertaa viikossa.

3.2 Lisätehtävät, lisäarvoa luennoilla käymiseen

Koska luennoille osallistuminen on vapaaehtoista, aktiivisesti osallistuvien opiskelijoiden motivoimiseksi kurssiin on otettu lisätehtäviä. Periaatteenani on, että luennoilla käymisessä täytyy olla opiskelijalle kunnan lisäarvo.

Opiskelijoiden osallistumisinnosta lisätehtävien suorittamiseen olen päätellyt niiden olevan arvostettuja. TTY:n suunnalta olen kuullut, että opiskelijat toivovat opetuksesta enemmän yhteistoiminnallista, vähemmän opettajakeskeistä. Mitään pakkoa TTY:n puolelta näiden lisätehtävien järjestämiseen ei ole. Kyseessä ovat täysin omat vapaaehtoiset menetelmäni parantaa opetuksen tasoa ja käyttää vaihtelevia menetelmiä.

3.2.1 Luentotehtävät

Koska teollisten prosessien läpi käyminen on varsin pitkään luennoitsijan yksinpuhelua, kunkin luennon lopuksi paikalla olevat opiskelijat kehoitettiin muodostamaan maksimissaan 5 hengen ryhmiä. Näille ryhmille annoin päivän aiheisiin liittyvän tehtävän pohdittavaksi. Tehtävän ratkaisuun sai käyttää juuri luennolla kuultua aineistoa ja myös luentomonistetta. Opiskelijat keskustelivat asiasta ryhmässä noin 15-20 minuuttia.

Luentotehtävien kysymykset olivat seuraavia:

- laadi prosessikaavio ja erittele energian lähteitä ja kulutusta masuuniprosessista sekä raakaöljyn tislaukolonnista
- kuparin liekkisulatusprosessin alkuaine- ja energiatase
- tarkastele perusmetallien valmistuksen prosesseja ja niiden hyviä ja huonoja puolia
- sellun valkaisu prosessi luentomonisteen kuvassa: monisteen taulukoiden avulla tarkastele ja esitä syyt, miksi kuvassa esitetty prosessin uusiminen on tehty
- mitä hyötyä taselaskennasta on teollisten prosessien tarkastelun yhteydessä?
- suomalaisten teollisten prosessien yhteiset piirteet

Työn tulokset kirjattiin ruutupaperille ja kerättiin talteen luentokerran lopuksi. Paperiin ryhmän kaikki jäsenet merkitsivät nimensä ja opiskelijanumeronsa. Suoritus arvosteltiin asteikolla 0-0.5 pistettä ja saatu pistemäärä rekisteröitiin ja lisättiin jokaisen ryhmän jäsenen henkilökohtaiseen lisäpiste-saldoon.

3.2.2 Kotitehtävät

Kotitehtävissä pääasiassa harjoiteltiin taselaskentaan liittyvää tekniikkaa. Tehtävät annettiin luentokerran lopuksi ja opiskelijat palauttivat ne joko ruutupaperilla tai sähköisesti vaikkapa Word-tiedostona Moodleen seuraavaan luentokertaan mennessä. Nämä tehtävät sai myös halutessaan tehdä max. 5 hengen pienryhmässä. Kotitehtävistä saatavat pisteet lisättiin myös kunkin opiskelijan henk. koht. lisäpistesaldoon.

Kotitehtäviä oli kurssissa 3. Kaksi näistä oli puhdasta laskemista ja kolmas oli esseetehtävä joko luentomonisteen aineistosta, tai sitten kirjallisuuden avulla (ns. biojalostamo: Idea, mahdollisuudet ja haasteet).

3.2.3 Seminaariesitelmät

Seminaariesitelmissä annettiin opiskelijoille mahdollisuus perehtyä johonkin teolliseen prosessiin syvemmin kuin se luennoilla muuten tehdään. Tätä syventävää aineistoa kerättiin kirjallisuudesta. Erityisesti seminaariesityksessä halusin korostettavan prosessien energia- ja ympäristö-, sekä kehitysnäkökohtia.

Seminaareja pidettiin 4 kpl viimeisen luentokerran yhteydessä 6.3.2008. Aiheet olivat:

- ruostumattoman teräksen valmistus
- paperikone ja sen kehitysmahdollisuudet
- petrokemian teollisuus
- mekaaniset kuidutusprosessit

Etu näissä seminaareissa on myös se, että niistä saadun materiaalin avulla voi myös päivittää omaa opetusaineistoa tulevina vuosina.

3.2.4 Pakollinen laskuharjoitus Excel-tiedostona

Uutena elementtinä tällä luentoajaksolla otettiin mukaan ns. pakollinen laskuharjoitus. Periaatteena on, että annettuun laskentaongelmaan laaditaan ratkaisu, aivan samoin kuin kotitehtävissä, mutta tämä ratkaisu laaditaan Excel-tiedostoksi. Laskennan taustaan liittyvät teoriat ja kaavat käydään läpi luentomonisteen laskuharjoitusten mallisuorituksissa.

Ideana on osoittaa opiskelijoille, miten tietotekniikan mahdollisuuksia voidaan hyödyntää tämän tyyppisten laskentaongelmien ratkaisussa sekä prosessin luonteen analysoinnissa, laskennan lähtöarvoja muutettaessa. Näitä mahdollisuuksia hyödynnän käytännössä joka päivä omilla suunnittelutöissäni.

Kurssin alussa laadin ko. tehtävän esimerkkiratkaisun Exceliin ja yritin esittää tehtävän ideaa luennoilla tämän tiedoston avulla. Kävi ilmi, että tämä tiedottaminen oli riittämätöntä, mutta tästä myöhemmin lisää.

Suoritusmerkinnän kurssista opiskelija saa siis vasta kun tämä Excel-tehtävä on palautettu ja hyväksytty, hyväksytyt tenttisuorituksen lisäksi.

Esimerkkipohja pakollisen laskuharjoituksen tehtävänannosta on esitetty liitteessä 1. Esimerkki malliratkaisusta on esitetty liitteessä 2.

3.2.5 Oppimispäiväkirja

Ajattelin kokeilla, miten TAOKK-opinnoista tuttu opintopäiväkirja toimisi oman kurssini yhteydessä. Eli opiskelija kirjaa vaikkapa viikoittain kulloinkin oppimansa asiat ja ajatuksensa niistä. Tämä päiväkirja palvelee sitten myöhemmin opiskelijan kurssista suoriutumisessa. Samalla saisin yksityiskohtaista palautetta kurssin onnistumisesta.

4. TULOKSET

4.1 Miten kurssi meni?

4.1.1 Omat ja tuntiassistentin havainnot

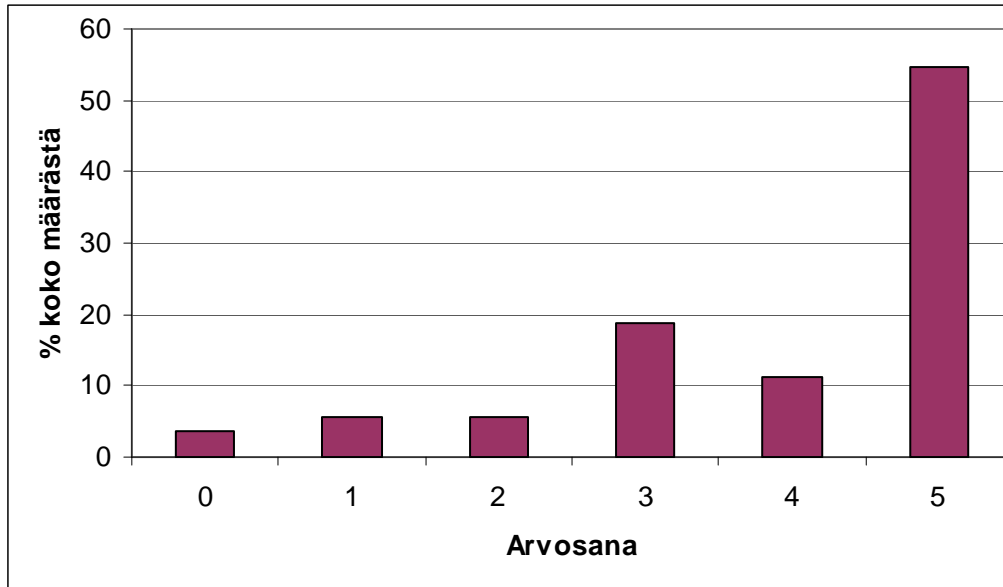
Moodleen kurssin sivulle ilmoittautuneita oli vähän yli 100. Luennoilla väkeä kävi 15-40 henkilöä per kerta. Luentojen lopuksi olevia luentotehtäviä palautti 15-30 opiskelijaa per kerta. Kotitehtäviä palautti 20-40 opiskelijaa per kerta. Seminaariesitelmiin osallistui 16 opiskelijaa, 4:ssä eri ryhmässä.

Pakollisen laskuharjoituksen suorituksen Excel-tiedostona palautti määräaikaan mennessä 72 opiskelijaa 35:ssä eri ryhmässä. Ryhmien koko vaihteli välillä 1-5 henkilöä.

Opintopäiväkirjan palautti ainoastaan 3 opiskelijaa, josta voi päätellä, ettei sitä kannata käyttää tämän tyyppisen kurssin opiskelun apuna. Sen sijaan loppuentin yhteydessä jaettiin palautelomake, johon vastauksia tuli 46 kpl. Opiskelijat siis haluavat antaa palautetta, mutta tekevät sen mieluummin anonyymisti.

Tuntiassistentti piti laskuharjoitusryhmiä 2 per viikko. En tarkemmin haastatellut hänen kokemuksiaan osallistujamääristä tms. Harjoitusryhmissä harjoiteltiin myös malliratkaisujen lisäksi lisätehtävien avulla.

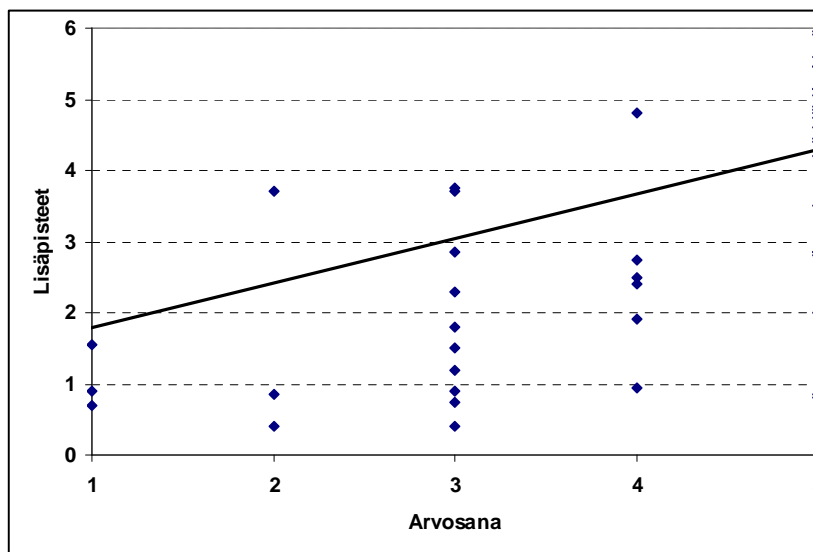
Välittömästi kurssin jälkeen pidettyyn loppuentti-tilaisuuteen 14.3.2008 osallistui 53 opiskelijaa, joista 51 suoritti kurssin hyväksytysti. Arvosanojen jakauma on esitetty seuraavassa kuvassa. Kahdeksan opiskelijaa suoritti loppukokeen (koko kurssin alue yhdellä tentillä) ja 45 välikokeilla, joista toinen välikoe pidettiin siis 14.3. Ensimmäinen välikoe pidettiin 8.2.2008.



Kuva 1. Tenttilaisuuden 14.3.2008 jälkeinen kurssin loppuarvosanojen jakauma. Mukana kokonaisarvosanassa lisäpisteiden korottava vaikutus. (n = 51)

Kuvasta 1 voi nähdä selvästi, että on tietty "aktiivisten" ryhmä, jolla on tavoitteena ottaa kurssista mahdollisimman hyvä arvosana (55 % suoritti arvosanalla 5). Nämä henkilöt ovat myös paljolti niitä, jotka suorittavat lisätehtäviä ahkerasti.

Lisätehtävien vaikutus kokonaisarvosanaan voidaan nähdä seuraavassa kuvaajassa.



Kuva 2. Kurssin kokonaisarvosaan verrattuna henk. koht. lisäpisteisiin. (n = 49)

Kuvasta 2 voi nähdä, että lisätehtävien teolla kokonaisarvosanaa kohottava vaikutus (trendiviiva), vaikka hajontaakin on. Kurssi on edelleen mahdollista suorittaa ilman lisätehtävien tekemistä lukuunottamatta pakollista laskuharjoitusta (max. 1 lisäpiste). Tämä mahdollisuus pitää säilyttää, koska kaikki eivät pääse luennoille ja harjoituksiin, vaikka haluaisivatkin.

On ilmeistä, että osa kurssille talvella 2007-2008 osallistuneista suorittavat tentin myöhemmissä tilaisuuksissa. Seuraava tilaisuus olikin jo 27.3.2008.

4.1.2 Opiskelijapalaute

Anonyyminä palautettava palautelomake on esitetty Liitteessä 3. Päätin jakaa tämän palautelomakkeen, koska oppimispäiväkirjan käyttö epäonnistui. Seuraavassa lisätehtävien suorituksen tuloksia, samoin kuin palautteen tuloksia lisätehtävien osalta käsitellään tarkemmin.

4.1.3 Lisätehtävien tulosten tarkempi tarkastelu

Luentotehtävien arvosteluasteikko oli 0 - 0.5 pistettä. Palautusten pistekeskisarvo oli 0.42 - 0.49 pistettä, joten vastaukset olivat tasokkaita, tosin arviointinikin oli hieman "suurpiirteinen".

Kotitehtävien arvosteluasteikko oli 0 - 1 pistettä. Palautusten pistekeskisarvo oli 0.9 - 0.96, eli nämäkin tehtävät menivät hyvin. Taselaskentatehtävät (2 kpl) olivat jonkin verran työläitä eli vaativia, vaikkakin etenivät melko suoraviivaisesti laskuharjoituksissa ja luennoilla esitettyjen periaatteiden mukaan. Esseetehtävään aiheella "Biojalostamo" tuli hyviä vastauksia, joihin aineistoa oli etsitty kirjoista, lehdistä ja internetistä.

Seminaariesitelmä arvosteltiin asteikolla hyväksyty-hylätty. Esitetyt 4 seminaaria olivat hyväksytyjä sekä kaikki varsin tasokkaita, sekä kirjallisen että suullisen esityksen (Powerpoint, animaatiot) osalta. Töitä oli tosiaan tehty aiheen eteen ja tietoa kerätty laajasti kirjallisuudesta.

Ainoa asia, mistä seminaariesitelmissä jouduin huomauttamaan, oli etukäteen aikarajaksi kerrottu 15 minuuttia + 5 minuuttia keskustelu. Tässä ei osattu pysyä. Opiskelijat jopa loukkaantuivat kun huomautin asiasta. Perusteluna tiukalle aikataululle kerroin, että työelämässä opiskelijat saattavat joutua vastaavanlaisiin seminaaritilaisuuksiin. Siellä aikataulussa pysyminen on olennaisen tärkeää ja se onkin taito, jota kannattaa harjoitella suullisen esityksen osalta.

Seuraavassa on esitelty **pakollisen laskuharjoituksen** pistesaldoja tarkemmin. Esimerkki pakollisen laskuharjoituksen tehtävänannosta on esitelty liitteessä 1 ja mallisuorituksesta liitteessä 2. Tehtävä jaettiin siis a) ja b)-osaan.

Osassa a) oli tarkoitus ratkaista kemiallisen prosessin ainetase, energiatase ja alkuainetase siten, että prosessin reaktiotuotteiden seoksen loppulämpötila voitiin määrittää. Ideana Excelin käyttöön oli tässä tehtävässä se, että kun laskentapohja on tehty, niin sillä voi lähtöparametreja muuttamalla kokeilla, miten se vaikuttaa tuotteiden loppulämpötilaan.

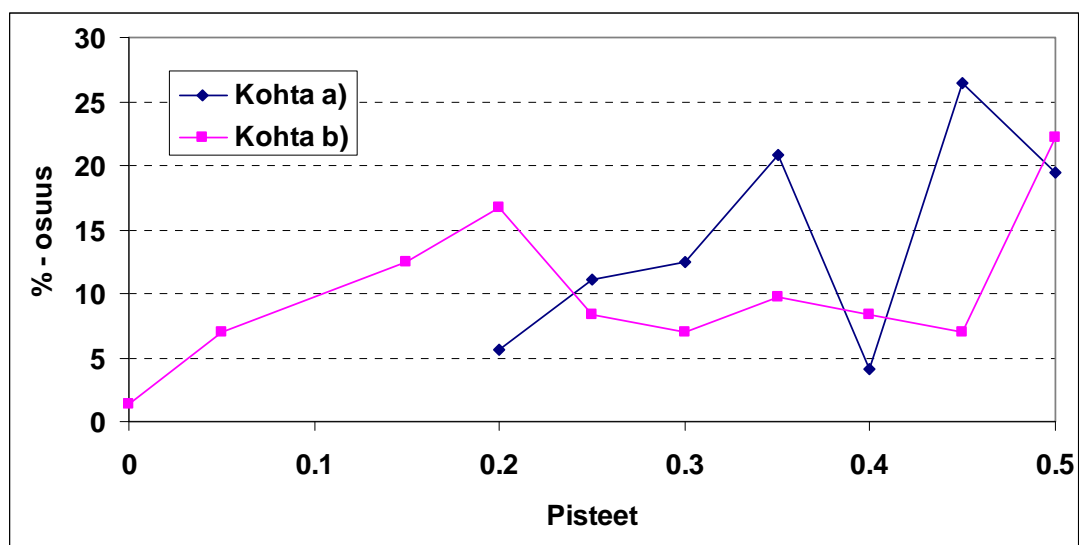
Osassa b) oli tarkoitus ratkaista tuotteiden loppulämpötila aine- ja energiataseen avulla, mutta myös tuotteiden loppukoostumus samanaikaisesti, kun koostumuksen määrää termodynaaminen kemiallinen tasapaino. Ratkaisusta tuli siis yhtälöpari, jossa kaksi tuntematonta muuttujaa piti ratkaista samanaikaisesti. Ratkaisu vaati numeerisen aputyökalun käyttöä.

Oletin, että Excelistä löytyy kohdan b) yhtälöparin ratkaisuun tarvittavat numeeriset ratkaisutyökalut. Suosittelin käytettäväksi funktiota "Goal seek/Tavoitteen haku".

Tämä oletus oli väärä ja ongelmia syntyi kovasti, kun opiskelijat eivät saaneet laskentojen tuloksia yhtä aikaa täsmäämään. Toisaalta "Solver/ratkaisin"-työkalua käyttämällä monet olivat saaneet yhtälöparin ratkaistua. Tämä ei vain ole standardiasennuksena Excelissä.

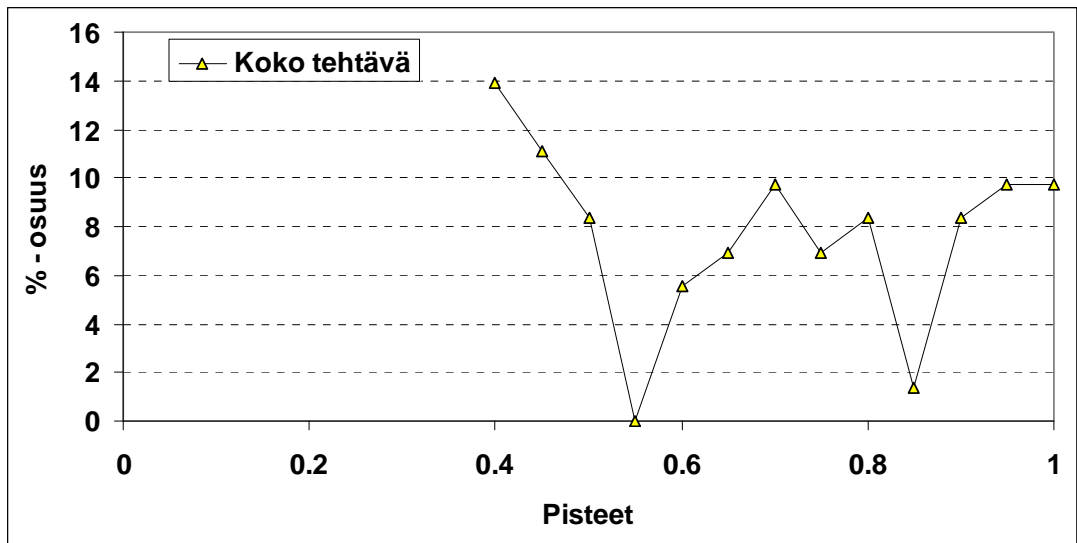
Eryteisesti kohdan b) ratkaisun ongelmia varten tuntiassistentti piti erillisen harjoitustunninkin. Kurssin jälkeen tulleesta palautteesta kävi selvästi ilmi, että pakollisen laskuharjoituksen ohjeistus oli epäselvä ja puutteellinen. Tästä on otettava opikseen tulevina vuosina. Tehtävän sisältöä pitänee jossain määrin muuttaa.

Seuraavissa kuvissa on esitetty pakollisen laskuharjoituksen suoritusten toteutuneet pisteetykset. Opiskelijat palauttivat suoritukset sähköisesti Moodleen Excel-tiedostona, 1 - 5 hengen ryhmissä. Ryhmiä oli 35 kpl ja näissä opiskelijoita yhteensä 72.



Kuva 3. Pakollisen laskuharjoituksen kohtien a) ja b) toteutuneet pisteetykset. Eri pistearvojen määrät prosenttiosuuksina kaikista suorituksista. (n = 72)

Kuvasta 3 voidaan todeta, että huolimatta ongelmista kohdan a) suoritus meni yleisesti kohtuun hyvin. Valtaosa suorituspisteistä on välillä 0.3 - 0.5. Kohdan b) yhtälöparin ratkaisu tuotti tietylle osalle ongelmia, joka voidaan nähdä "häntänä" (pisteet välillä 0 - 0.2).



Kuva 4. Pakollisen laskuharjoituksen kohdista a) ja b) yhteenlasketut pisteetykset. Eri pistearvojen määrät prosentiosuuksina kaikista suorituksista. (n = 72)

Kuvan 4 yhteenlasketuista pisteistä voidaan karkeasti todeta seuraavaa:

- tietty ryhmä opiskelijoista suoriutui tehtävästä erinomaisesti (pisteet 0.85 - 1)
- kohta a) meni hyvin, mutta b)-kohta takelteli enemmän (pisteet 0.6 - 0.8)
- ongelmia oli alusta asti (pisteet 0.4 - 0.55)

Eniten suorituksia näyttää olevan pistevälillä 0.55 - 0.85.

Tutkin kuvissa 3 ja 4 esitettyjä jakaumia myös ryhmittäin palautuspistemäärien avulla (n = 35). Jakaumat ja johtopäätökset eivät niin olennaisesti poikenneet edellä esitetystä, josta syystä niitä ei esitetä tässä erikseen.

Laskutehtävän suoritus ei ollut siis "katastrofi", mutta jatkoa varten opin sen, että ohjeistusta pitää lisätä, esim. järjestämällä ylimääräinen harjoitustunti tai pari niille opiskelijoille joilla on ongelmia suorituksessa.

Excelin käyttö ei tuntunut olevan ylitsepääsemätön kynnys opiskelijoille, tosin suorituksia tarkastellessa näki varsin vaihtelevia tapoja ratkaista laskenta. Pienryhmätyöskentelyssä suositinkin niin, että sellaiset, kelle Excel ei ole tuttu, menisivät ryhmään joista jollekin ko. ohjelman käyttö on tuttu.

4.2 Kuinka hyvin "ajatteluttaminen" onnistui - arvioni tutkivan oppimisen prosessin toteutumisesta kurssin lisätehtävissä

Periaatteessahan kurssin sisältö on "ennalta määrätty" luentomonisteineen ja laskuharjoituksineen. Aiemmin opiskelija on voinut suorittaa kurssin lukemalla luentoaineiston ja laskutehtävien malliratkaisut ja tekemällä tentin. Eli sinänsä

varsin behavioristinen tapa. Nyt siihen "pakollisena" lisänä tuli tämä Excel-laskentatehtävä.

"Ajatteluttamisella" tarkoitan kurssin yksin tai pienryhmissä teetettyjä lisätehtäviä, eli:

- laskuharjoitukset ja niiden lisätehtävät (tuntiassistentin pitämät opetuskerrat)
- luentotehtävät
- kotitehtävät
- Excel-tiedostona palautettava pakollinen laskutehtävä
- seminaariesitelmät

Tarkastelin "ajatteluttamista" tutkivan oppimisen prosessin osatekijöiden avulla, joiden sisältö esitettiin kappaleessa 1.3.2. Arvio on siis omani, ei opiskelijoiden tekemä, koska en voinut velvoittaa opiskelijoita osallistumaan tällaiseen heidän kannaltaan varsin hyödyttömään palautetyöhön. Tiettyä palautetta kuitenkin sain, jonka tulokset on esitelty kappaleessa 4.3. Oppimispäiväkirjaa ei otettu tähän mukaan, koska sen palautti vain kolme opiskelijaa.

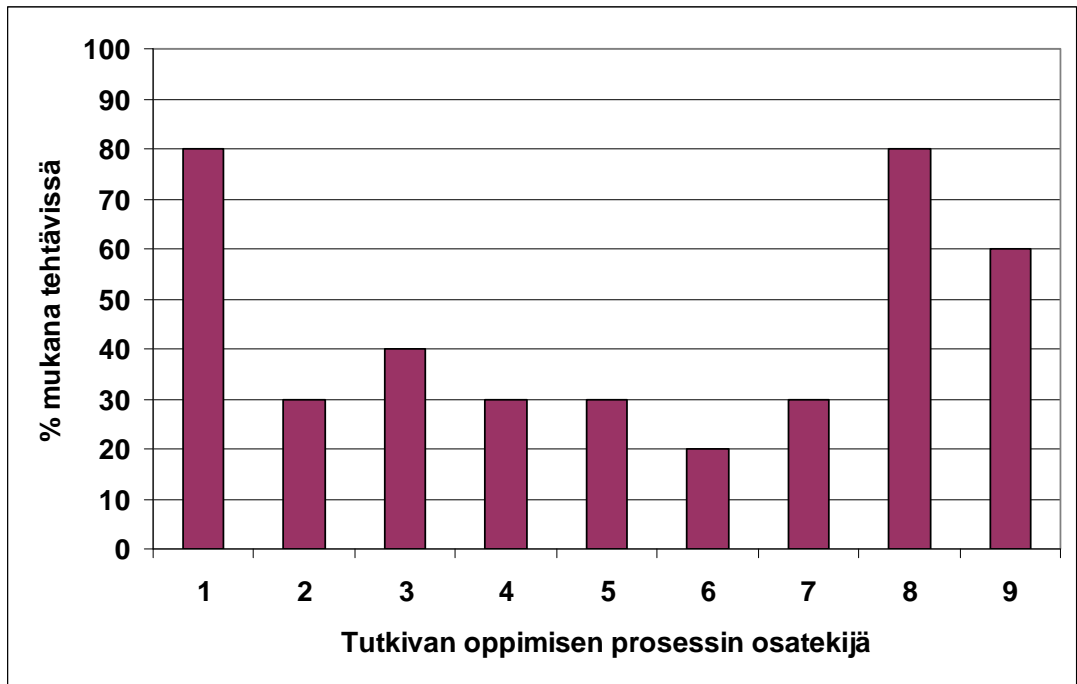
Seuraavassa taulukossa on esitettynä se tapa, jolla tutkivaa oppimisen näkökulmaa kurssin lisätehtävien osalta käsittelin.

Taulukko 1. Arvioni tutkivan oppimisen prosessin osatekijöiden toteutumisesta kurssin lisätehtävissä. (Merkinnät: ** = toteutui paljon, * = toteutui jonkin verran ja - = ei mukana ollenkaan).

TEKIJÄT	Laskuharj.	Luentoteht.	Kotiteht.	Pakoll. L.H.	Semin. es.	Tähtiä	% maks.
1. Kontekstin luominen	**	**	*	*	**	8	80
2. Ongelmien asettaminen	-	*	-	-	**	3	30
3. Oppilaiden työskentelyteorioiden luominen	-	*	-	*	**	4	40
4. Kriittinen arviointi	*	*	-	*	*	3	30
5. Uuden syventävän tiedon hankkiminen	-	*	-	-	**	3	30
6. Tarkentuvien kysymysten esittäminen	-	*	-	-	*	2	20
7. Asteittain tarkentuvien teorioiden luominen	*	*	-	*	*	3	30
8. Prosessin jakaminen	*	**	*	**	**	8	80
9. Tulosten julkistaminen	*	*	*	*	**	6	60
Tähtiä	6	11	3	7	15		
% maksimista	33.3	61.1	16.7	38.9	83.3		

Taulukon 1 tähtimerkinnät tarkoittavat arviotani siitä, miten kukin tutkivan oppimisen prosessin osatekijä toteutui kussakin lisätehtävissä. Taulukon ulkopuolella "tähtien" kokonaislukumäärä on laskettu yhteen, sekä osatekijäkohtaisesti (1. - 9.) kaikissa tehtävissä, että tehtäväkohtaisesti eri osatekijät yhteen laskettuna. Tähtien kokonaislukumäärät ovat vielä suhteutettu niiden mahdolliseen maksimilukumäärään, per tehtävä ja per osatekijä.

Seuraavassa näitä Taulukossa 1 tähdillä merkittyjä arvioita on esitetty edelleen graafisesti.



Kuva 5. Taulukon 1 avulla tehty graafinen arvio tutkivan oppimisen prosessin eri osatekijöiden (1.-9.) toteutumisesta kurssin lisätehtävissä.

Seuraavassa on jokaista tutkivan oppimisen prosessin osatekijän vaiheen toteutumista tarkasteltu vielä sanallisesti. Samat asiat on siis arvioitu Taulukossa 1 tähtimerkinnöin ja myös kuvassa 5.

Osa 1. Kontekstin luominen

Tämä on mukana kaikissa lisätehtävissä, tosin laskutehtävissä kontekstin luominen ei välttämättä ole kovin kattavaa.

Osa 2. Ongelmien asettaminen

Ei mukana laskennallisissa tehtävissä, koska opettaja määrittelee ongelman ja tarjoaa siihen myös ratkaisutyömenetelmät. Poikkeuksena seminaariesitelmät.

Osa 3. Oppilaiden työskentelyteorioiden luominen

Mukana eniten seminaariesitelmissä, joissa opiskelijaryhmä varsin itsenäisesti päättää, mitä tietoa mukaan otetaan ja mistä lähteistä tietoa haetaan. Jonkin verran mukana myös luentotehtävissä ja pakollisessa laskuharjoituksessa.

Osa 4. Kriittinen arviointi

Opiskelijoiden voidaan katsoa arvioivan tuloksia ja menettelytapoja kriittisesti jonkin verran kaikissa muissa, paitsi kotitehtävissä.

Osa 5. Uuden syventävän tiedon hankkiminen

Syventävää uutta tietoa joudutaan hakemaan varmasti seminaariesitelmissä.

Osa 6. Tarkentuvien kysymysten kehittäminen

Jonkin verran luento- ja seminaariesitelmissä.

Osa 7. Asteittain tarkentuvien teorioiden luominen

Jonkin verran mukana kaikissa, paitsi kotona tehtävissä laskutehtävissä.

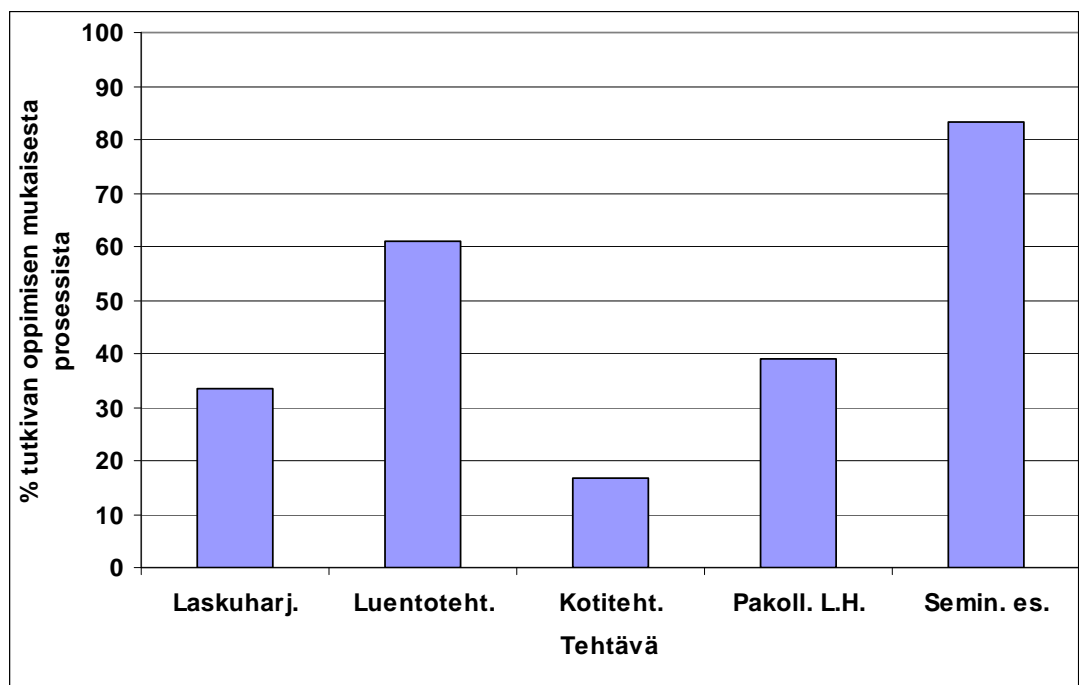
Osa 8. Prosessin jakaminen

Mukana käytännössä kaikissa lisätehtävissä.

Osa 9. Tulosten julkistaminen

Julkistamisen osuus on merkittävin seminaaritöissä suullisen esityksen takia. Muut työt palautettiin paperiraporttien avulla, mutta niiden ratkaisuja ei käyty läpi yhteisesti muiden kanssa. Tosin joidenkin luento- ja laskutehtävien malliratkaisuja opettaja kävi luennoilla ja laskuharjoituksissa läpi.

Kuvan 5 perusteella voisi äkkiä päätellä, etteivät kurssin lisätehtävät kovin hyvin noudata tutkivan oppimisen prosesseja. Kuitenkin seuraavassa kuvassa on esitetty Taulukon 1 "tähtiarvostelun" perusteella kokonaisarvio samasta asiasta



Kuva 6. Taulukon 1 avulla tehty arvio siitä, kuinka hyvin tutkivan oppimisen prosessin periaatteet toteutuvat kurssin lisätehtävissä.

Kuvasta 6 näkyy, että tutkivan oppimisen prosessit toteutuvat melko hyvin opiskelijoiden seminaariesitelmissä. Melko hyvin myös luentotehtävien osalta, vaikkakin rajoituksena on se, että kirjallinen materiaali, jonka pohjalta ko. tehtävä tehdään, on pelkästään kurssin luentomoniste. Tehtävän tekemisessä oli myös aikarajoitus (15 minuuttia). Opiskelijoilla ei ole täysin mahdollista työstää työskentelymenetelmiään tutkivan oppimisen prosessin mukaisesti.

Kurssin laskutehtävissä sisällöt ja ratkaisutavat annetaan varsin opettajakeskeisesti, joten niissä tutkivan oppimisen periaatteet eivät kovasti toteudu. Mielestäni näissä tehtävissä tutkivan oppimisen menetelmistä ei välttämättä juuri lisäarvoa olekaan.

Kuvien 5 ja 6 välistä yhteyttä voi tulkita siten, että tutkivan oppimisen prosessin osatekijöiden toteutuminen "kasautuu" erityisesti seminaariesitelmiin ja luentotehtäviin. Muissa tiettyjä osatekijöitä esiintyy vähän, jos ollenkaan.

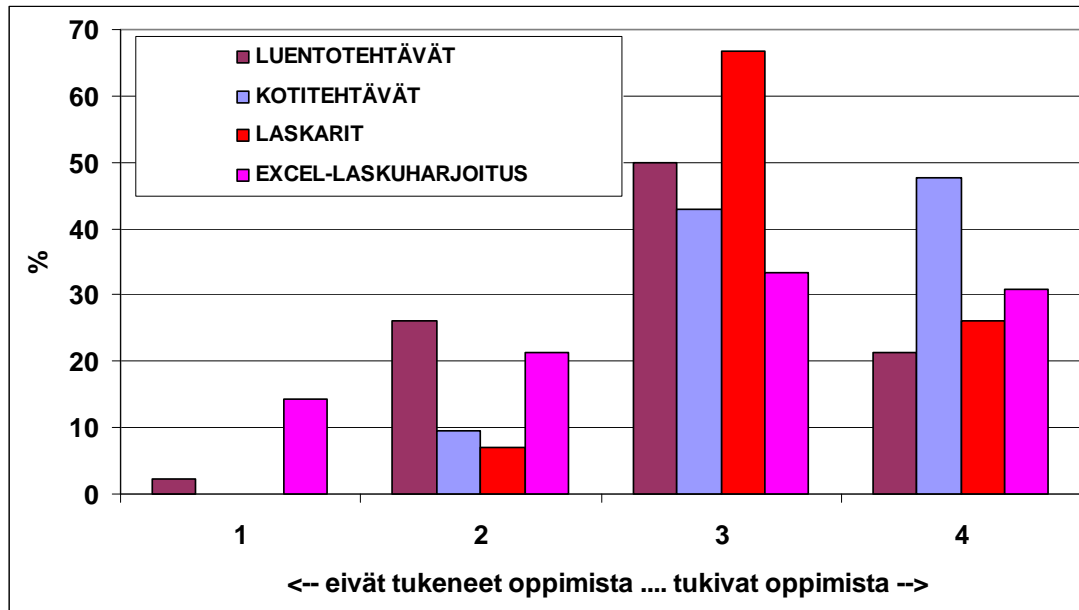
Tämä tutkimus kuitenkin vahvistaa aiemman intuitiivisen käsitykseni, että tutkivan oppimisen menetelmiä on ollut jo olemassa opetuksessa opiskelijoiden harjoitustehtävissä, vaikka varsinaisesti niitä ei ole nimetty tutkivaksi oppimiseksi. Tutkivassa oppimisessa ei siis ole kyse täysin uudesta ja ennen kokemattomasta asiasta.

4.3 Opiskelijoiden arviot (pienryhmätyöskentely vs. muu työskentely)

Seuraavana on tilastoitua tietoa, perustuen opiskelijoiden palautelomakkeisiin (liite 3). Tiedot on esitetty koskien kysymyksiä kurssin lisätehtävistä. Palautelomakkeet kerättiin loppupäivän 14.3. 2008 yhteydessä. Tässä käsiteltyjen palautteiden kokonaislukumäärä oli 42. Tietyn osan palautteista karsin pois, semmoisten opiskelijoiden kohdalla, jotka eivät olleet luennoilla tai laskuharjoituksissa juurikaan läsnä.

Kyseisissä palautelomakkeissa yhdessä kohtaa siis pyydettiin opiskelijoita arvioimaan pisteskaalalla 1 - 4, olivatko kurssin lisätehtävät relevantteja, eli toisin sanoen, tukivatko ne oppimista vaiko eivät. Tämän kyselyn tulos on esitetty kuvassa 7.

Seminaariesitelmän kohdalla tätä kysymystä ei esitetty, koska sen tekemiseen ei osallistunut kuin 16 opiskelijaa. Kuin myös oppimispäiväkirjan kohdalta, jonka "epärelevanttiuden" pystyi tulkitsemaan siitä, että sitä palautti vain 3 opiskelijaa.



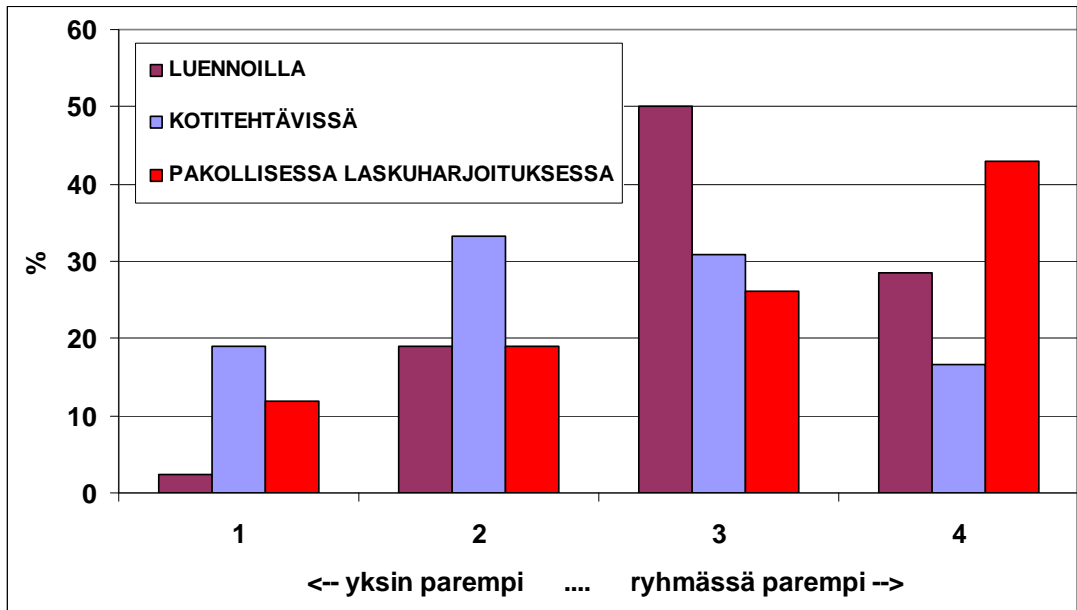
Kuva 7. Opiskelijapalaute kysymykseen siitä, tukivatko kurssin tietyt lisätehtävät (ja tuntiassistentin pitämät laskuharjoitukset) oppimista. (n = 42)

Luento- ja kotitehtävien, samoin kuin laskuharjoitusten osalta voidaan todeta, että opiskelijat pitivät niitä hyvin oppimista tukevinä ja siksi ne puoltavat paikkaansa. Samanlaista suullista palautetta sain myös luennoilla tehtäviä palauttavilta opiskelijoilta.

Pakollisen Excel-taselaskuharjoituksen osalta "jakauma" on laajempi, eli osa opiskelijoista sitä mieltä, ettei se tukenut oppimista. Tämän voisin tulkita johtuvan suurelta osin tehtävän huonosta ohjeistuksesta. Tosin uskon, että osa kriittisistä on myös sellaisia, jotka haluaisivat suorituksen kurssista mahdollisimman vähällä työmäärällä, ilman tällaista pakollista harjoitusta.

Tuntiassistentilta kuulin sen sijaan palautetta, että pakollinen Excel-laskuharjoitus oli hyvä, koska se pakotti opiskelijat oikeasti miettimään taselaskennan tekniikkaa. Samanlaista yksittäistä palautetta sain myös joiltain opiskelijoilta.

Pyysin myös arvioimaan, onko pienryhmätyöskentely parempi tapa suorittaa lisätehtävät yksin tekemiseen verrattuna. Tulokset seuraavassa kuvassa.



Kuva 8. Opiskelijoiden arvio siitä, oliko tietyt kurssin lisätehtävät hyvä tehdä pienryhmässä vaiko yksin.

Kaikki seminaariesitelmät tehtiin pienryhmissä, joten päätin, että kuvan 8 kysymystä ei sen kohdalta kannata esittää. Luentotehtävien ja pakollisen Excel-laskuharjoituksen osalta opiskelijat tuntuvat katsovan, että pienryhmätyöskentely on parempi. Tosin Excel-laskuharjoituksen palautteen mukaan kovin suuri ryhmä oli hankala, koska käytännössä tietokoneen ääressä suoritusta koodaamassa pystyy kerrallaan istumaan vain yksi henkilö. Soveltuvin tapa suorittaa Excel-laskuharjoitus on varmaankin suorittaa se maksimissaan 3 hengen ryhmässä.

Kotitehtävien osalta kuvan 8 "jakauma" on laajempi, ja useimmin niitä palautettiin yksittäisinä suorituksina. Jotkut tekivät suorituksen pareittain.

5. HYVÄÄ JA HUONOA SEKÄ KEHITTÄMISMAHDOLLISUUKSIA

Kurssia kokonaisuutena tarkastellessa yksi toimivimmista osista oli tuntiassistentin pitämät laskuharjoitukset. Luennot tупpaavat menemään liian herkästi yksinpuheluksi, mutta pienryhmissä tehtävillä luentotehtävillä saa vaihtelua tähän ja opiskelijat arvostavat näitä tehtäviä palautteen perusteella. Jonkin verran keskustelua opettajan ja opiskelijoiden välillä luennoilla on, mutta enemmänkin voisi olla. Vaihtoehtoisia luentotapoja pitää miettiä edelleen.

Koti- ja laskutehtäviä suorittaa tietty aktiivinen porukka, samoin kuin seminaariesitelmiä. Heitä hyvitetäänkin tästä aktiivisuudesta tietyn lisäpistelaskennan mukaisesti. Luentotehtävien ratkaisujen palautuksista hyvitetään myös lisäpisteitä.

Pakollinen laskuharjoitus Excel-laskentaohjelmalla oli ensimmäistä kertaa kurssilla mukana. Huolimatta suorituksen aikana esiintyneistä vaikeuksista, tämä tehtävä

kuitenkin tuli hyväksytysti palautettua 72 opiskelijan osalta. Liikaa vaikeuksia tehtävän ratkaisussa oli etenkin kohdassa b). Ratkaisu tähän on ohjeistamisen ja neuvonnan lisääminen. Kuin myös ryhmäkoon rajaaminen maksimissaan kolmeen henkilöön.

Opiskelijoiden pitämät seminaarit onnistuivat hyvin. Kirjalliset ja suulliset esitykset olivat erinomaisia. Ne myös antoivat hyvää vaihtelua opetukseen, viimeisellä luentokerralla.

Oppimispäiväkirja epäonnistui, koska sen palautti vain kolme opiskelijaa, eli kattavaa "otantaa" ei sen avulla voida tehdä. Se jää pois tulevina vuosina.

Moodle oppimisalustana oli hyvä tapa koota tiedotus ja tehtävien palautukset samaan paikkaan. Tosin Moodlesta huolimatta sähköpostiin tuli tiedusteluja ja tehtävien palautuksia. En oppinut täysin hyödyntämään Moodlen mahdollisuuksia. Varsinainen verkkokurssihan "Teollisuuden prosessit" ei ole.

Mielessäni on käynyt ajatus, että kurssin luento/teoria-osuuden suorittamisen voisi toteuttaa kokonaan opiskelijoiden harjoitustöinä pienryhmissä. Miksei myös laskuharjoitukset. Täten kirjallista tenttimistä kurssin päätteeksi ei tarvittaisi ollenkaan, vaan suoritukset arvioitaisiin ryhmätöiden raporttien avulla. Tätä ideaa hankaloittaa se, että opiskelijoilla ei ole osallistumispakkoa luennoille. Lisäksi käytännössä monet opiskelijat eivät pääse kurssin luennoille, vaikka haluaisivatkin. Ratkaisu voisi olla se, että ne opiskelijat, jotka haluaisivat sitoutua pienryhmätehtäviin, ilmoittautuisivat etukäteen ennen kurssin alkamista. Toiset sitten kävisivät kuten ennenkin luennoilla ja tenttisivät. Ongelmana tässä on myös se, että tarvittaisiin lisää opetusresursseja. Pienryhmäohjaus pitäisi käytännössä suurimmaksi osaksi hoitaa tuntiassistenttien avulla.

Kuten kappaleessa 1.1 totesin, TAMKissa englanniksi pitämäni aika lailla samansisältöiseen opetukseen syksyllä 2007 kuuluivat ekskursion eli vierailut alan yrityksiin ja heidän tuotantoprosesseihinsa tutustuminen. Tätä samaa toivetta on aika ajoin tullut myös TTY:n kurssin palautelomakkeissa. Tällaiset ekskursion olisivat tottakai hyviä, koska niissä opiskelijat näkisivät paikan päällä käytännössä, miten homma toimii. Mutta sivutoimisena tuntiopettajana ekskursion järjestäminen vaatisi ylimääräistä aikaa ja vaivaa niiden järjestämiseksi ja itse vierailut veisivät useamman päivän. Toistaiseksi ekskursion ei ole siis järjestetty, vaan prosessien toimintaa on näytetty valokuvien ja videoiden avulla. Tällaisen aineiston hankkimisessa hankaluutena on ollut, että yritykset eivät kovin yksityiskohtaista tietoa prosesseistaan halua jakaa, liikesalaisuuksien takia.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä työssä tarkasteltiin Tampereen teknillisen yliopiston, Energia- ja prosessitekniikan laitoksen kurssin ENER-7010 "Teollisuuden prosessit" toteutumista opetusjaksolla joulukuu 2007 - maaliskuu 2008. Vaikka kurssi toteutetaan yliopistossa, se voitaisiin toteuttaa samoin metodein ammattikorkeakouluissa, sisällön laajuutta hieman sopeuttamalla.

Erityisesti asiaa tarkasteltiin kurssin lisätehtävien kannalta. Pienryhmissä suoritettujen tehtävien toteutumista tarkasteltiin suorituksista tehtyjen tilastojen sekä opiskelijapalautteen valossa. Lisäksi lisätehtävien suorittamisen luonnetta vertailtiin tutkivan oppimisen prosessin teoriaan, sen osatekijöiden toteutumisen kautta. Eli kuinka hyvin opiskelijoita onnistuttiin "ajatteluttamaan" kurssin aikana.

Ajatteluttaminen ja opiskelijoiden itsenäinen vastuunotto opiskelusta on hyvä tapa saada opiskelijoita pintaoppimisesta kohti syväoppimista, joka on paljolti ongelmana nykymuotoisessa opiskelussa, sekä insinöörialan yliopistoissa että ammattikorkeakouluissa. Pintaoppimisen menetelmät eivät vastaa niihin tarpeisiin, joita työelämä asettaa valmistuville insinööreille.

Kurssin lisätehtävät olivat: luentotehtävät, kotitehtävät, seminaariesitelmät, pakollinen laskuharjoitus Excel-taulukkolaskennan avulla, sekä oppimispäiväkirja. Kurssin Moodle-sivulle ilmoittautuneita oli yli 100 henkilöä, mutta esimerkiksi 14.3.2008 pidetyssä tenttitilaisuudessa tentin läpäisi 51 opiskelijaa. Luennoilla kävi 15 - 40 opiskelijaa per kerta.

Oppimispäiväkirja epäonnistui, koska sitä palautti vain kolme opiskelijaa. Tosin samansuuntaista palautetta sai anomyymeillä palautelomakkeilla paljon paremmin.

Luento- ja kotitehtävät opiskelijat kokivat varsin mielekkäiksi ja niistä palautetut suoritukset olivat tasokkaita. Seminaariesitelmät olivat myös tasokkaita, vaikkakin niihin osallistui vain 16 opiskelijaa.

Pakollisen Excel-laskuharjoituksen suorituksessa oli ongelmia, etenkin kohdan b) yhtälöparin ratkaisussa. Siitä huolimatta määräaikaan 14.3.2008 mennessä tehtävän suoritti hyväksytysti 72 opiskelijaa. Ilmeistä on, että tehtävän ohjeistusta pitää tulevana opetuskertoina parantaa. Pienryhmän koko pitää rajata 3 henkilöön.

Lisätehtäviä tarkasteltiin myös tutkivan oppimisen prosessin osatekijöiden avulla, eli kuinka hyvin opiskelijoiden "ajatteluttaminen" onnistui. Seminaari- ja luentotehtävät olivat eniten tutkivan oppimisen "mukaisia", koska niissä työ tehdään pienryhmissä kriittisesti prosessia arvioiden. Seminaariesitelmissä tietoa haetaan useista lähteistä ja sitä arvioidaan kriittisesti. Laskutyypisissä tehtävissä mielestäni tutkivan oppimisen menetelmien soveltamisesta ei välttämättä olekaan juuri lisäarvoa.

Moodlen käytössä opetusalustana oli hyviä kokemuksia, mutta siitä huolimatta osa tiedonvaihdesta opiskelijoihin kulki sähköpostin kautta.

Keskeinen toteamukseni tästä tutkimuksesta on, että tutkivan oppimisen prosessin osatekijät eivät ole täysin uusi asia tämän tyyppisessä kurssin toteutuksessa - tuttuja osatekijöitä on enemmänkin koottu yhteen tutkivan oppimisen teorian alle.

Tämä työ tuotti uuden ajatuksen siitä, että kurssin luento/teoria-osuus ja miksei laskutehtävätkin, suoritettaisiin kokonaan pienryhmätehtävinä. Täten kirjallisesta tenttimisestä voitaisiin luopua. Toteutuksen käytännön mahdollisuudet pitää kuitenkin selvittää. Ilmeistä on, että opettajaresursseja vaadittaisiin enemmän. Samoin olisi siinä tapauksessa, jos opiskelijoiden toivomia ekskursioita prosessiteollisuuden yritysryhmiin järjestettäisiin.

7. LÄHTEET

Hakkarainen, K., Lonka, K. & Lipponen, L. 2001. Tutkiva oppiminen. Älykkään toiminnan rajat ja niiden ylittäminen. Porvoo, WSOY.

Hakkarainen, K., Bollström-Huttunen, M., Pyysalo, R. ja Lonka, K. 2005. Tutkiva oppiminen käytännössä. Matkaopas opettajille. Helsinki: WSOY.

Karvonen, Kari, 18.2.2008, keskustelu (opetusharjoitteluni ohjaava opettaja).

TAMK Study Guide 2007-2008: E-11052 Industrial Processes,
[http://ops.tamk.fi/ops/ops.php?y=2006&c=329&mod=438&unit=1157&re\[4225\]=1&lang=en](http://ops.tamk.fi/ops/ops.php?y=2006&c=329&mod=438&unit=1157&re[4225]=1&lang=en)

Tampereen teknillinen yliopisto: Opinto-opas 2007-2008,
<http://www.tut.fi/public/oppaat/opas2007-2008/perus/laitokset/Energia-japroessitekniikka/ENER-7010.html>

Tutkiva oppiminen, katsottu 14.3.2008,
<http://www.tutkiva.edu.hel.fi/tutkivaoppiminen.html>

Tutkivan oppimisen osatekijät, katsottu 14.3.2008
<http://www.tutkiva.edu.hel.fi/osatekijat.html>

8. LIITELUETTELO

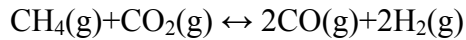
Liite 1. Esimerkki pakollisen Excel-laskuharjoituksen tehtävänannosta.

Liite 2. Esimerkki Excel-taselaskuharjoituksen ratkaisusta.

Liite 3. Opiskelijoiden palautelomake.

Liite 1. Esimerkki pakollisen Excel-laskuharjoituksen tehtävänannosta

Laskuharjoitustehtävä kohdallasi on seuraava. Prosessiin syötetään kaasuseos, ja siinä tapahtuu seuraava reaktio



Reaktio on endotermijen ja sen lämpö on 248.08 kJ/mol (298.15 K)

Kaasun koostumus on seuraava: CH₄ 3 mol-%, CO₂ 10 mol-%, CO 15 mol %, H₂ 15 ja N₂ loput. Prosessin paine on 5 bar ja kaasujen sisäännyöttölämpötila 900 °C.

a) Tee Excel-tiedosto jossa

määritä prosessin ainetase, alkuainetase sekä energiatase. Määritä näiden avulla kaasuseoksen ulostulokoostumus

ja lämpötila, kun CH₄:n konversio on 50 %. Oleta perustaksi vaikkapa 100 mol/s kaasua sisään.

Käytä lämpötaseen ratkaisuun Excelin "Goal seek" tai "Tavoitteen haku"-toimintoa.

Tutki Excelillä, miten ulostulolämpötila muuttuu jos CH₄:n konversio kasvaa? Miten lämpötila muuttuu jos metaanin suhteellinen sisäänmenopitoisuus muuttuu?

b) Laske kaasun ulostulokoostumus kemiallisen tasapainon avulla Excelillä. Huomaa, että tällöin pitää ratkaista yhtä aikaa ulostulolämpötila ja kemiallisen tasapainon mukainen ulostulokoostumus.

Reaktiotasapainovakio saadaan seuraavasta yhtälöstä: $K = K_0 \cdot \exp(-G/(8.315 \cdot (T_g + 273.15)))$
Missä $K_0 = 6.2583\text{E}+14$ ja $G = 259352.6312$

Oleta kaasujen lämpötilaksi (T_g) prosessin sisällä, että T_g on kaasun sisään- ja ulostulolämpötilan keskiarvo.

Käytä lämpötaseen ja tasapainoyhtälön ratkaisuun Excelin "Goal seek" tai "Tavoitteen haku"-toimintoa. Tarvittavat kaasujen aineominaisuudet saat oheisesta liitteestä.

Voit/voitte tehdä työn yksin, parina tai ryhmässä, max. 5 henkilöä.

Tehtävän palautus Excelillä Moodleen viimeistään 6.3.2008.

terveisin

Jukka Konttinen

Liite 2. Esimerkki Excel-taselaskuharjoituksen ratkaisusta.

REAKTIO		CH ₄ (g)+H ₂ O(g) = CO(g)+3H ₂ (g)		a)		CH ₄ n konversio:		Reaktioilmoitus:	
				Kaasun paine:		5 bar		205.895 kJ/mol (298.15 K)	
				Kaasun lämpötila:		800 C		800 C	
ALUEIÄSE Paruella:									
100 mols kaasua sisään									
Tilv. osuus									
%		6.00	20.00	25.00	25.00	24.00	100		
	5 CH ₄ (g)	6.00	96.26	1073.15	2.609E+05	3.00	48.13	1034.892583	1.220E+05
	20 H ₂ O(g)	20.00	360.31	1073.15	5.876E+05	17.00	306.26	1034.892583	4.722E+05
	25 CO(g)	25.00	700.26	1073.15	6.021E+05	28.00	784.29	1034.892583	6.393E+05
	25 H ₂ (g)	25.00	50.40	1073.15	5.732E+05	34.00	68.54	1034.892583	7.400E+05
	24 N ₂	24.00	672.31	1073.15	5.732E+05	24.00	672.31	1034.892583	5.430E+05
	100 yhteensä:	100	1879.54		2.597E+06	106.00	1879.54		2.517E+06
ALKUAIKETAASE:									
Lämpötila ulos: 781.7 C									
Lämpötila sisään: 537057.113 J/s									
ENERGIAIASE:									
Lämpötila ulos: 781.7 C									
Lämpötila sisään: 0.00 J/s									
Alueiäse, ulos-sisään: 0.00 J/s									
Alueiäse, ulos-sisään: 0.00 J/s									
TASAPAINO:									
G: 223731.2061 KJ									
K: 1.21895E+13									
X: 48.21 %									
K=(pCO)/(pH ₂) ³ (pCH ₄) ³ (pH ₂ O)									
K _{Model} : 15.7899 --> K: 44.7738									
Eroitus: 28.9839									
b) muuten sama, mutta CH ₄ n konversio pitää laskea tasapainoyhtälön avulla									
ENERGIAIASE:									
Lämpötila ulos: 818.7 C									
Lämpötila sisään: 1.04E+04 J/s									
Lämpötila ulos: 709.9 C									
Lämpötila sisään: 709.9 C									
Alueiäse, ulos-sisään: 709.9 C									
Alueiäse, ulos-sisään: 709.9 C									
TASAPAINO:									
G: 223731.2061 KJ									
K: 1.21895E+13									
X: 48.21 %									
K=(pCO)/(pH ₂) ³ (pCH ₄) ³ (pH ₂ O)									
K _{Model} : 15.7899 --> K: 44.7738									
Eroitus: 28.9839									

Liite 3. Opiskelijoiden palautelomake.

Palaute kurssista ENER-7010 TEOLLISUUDEN PROSESSIT

KURSSIN TAVOITE: Tutustuttaa opiskelija suomalaisen teollisuuden tärkeimpiin prosesseihin, kuten metsäteollisuuden, perusmetallien valmistuksen ja kemian teollisuuden prosesseihin. Prosessiesimerkkien avulla tarkastellaan eri faaseissa kulkevia ainevirtoja ja muodostetaan prosessille ja sen osaprosesseille aine- ja energiataseita. Erityisesti selvitetään prosessien ympäristövaikutuksia ja energian käyttöä. Lisäksi käydään läpi prosessien kehitysmahdollisuuksia.

Osallistuin luennoille yhteensä ____ kertaa

Osallistuin laskuharjoituksiin yhteensä ____ kertaa

Anna arvosana 1 - 4:

1. Saavutettiin opinto-oppaan mukaiset tavoitteet? 1) ei lainkaan... 4) erittäin hyvin ____

2. Oliko sisällön laajuus toteutuskelpoinen opintojakson pituuteen (4 op) verrattuna? ____

3. Opitko käytetyillä opetusmenetelmillä?

- luennot: 1) huonosti... 4) erinomaisesti ____

- laskuharjoitukset: 1) huonosti... 4) erinomaisesti ____

4.

- luentojen lisätehtävät? 1) eivät relevantteja... 4) tukivat asian omaksumista erinomaisesti ____

- kotitehtävät? 1) eivät relevantteja... 4) erinomainen lisä oppimisessa ____

- laskutehtävät? 1) eivät relevantteja... 4) tukivat asian omaksumista erinomaisesti ____

- pakollinen laskuharjoitus 1) ei relevantti... 4) tuki asian omaksumista erinomaisesti ____

5. Pienryhmätyöskentely?

- luennoilla 1) olisi onnistunut yksin toimien... 4) ryhmässä keskustelu toimiva tapa ____

- kotitehtävissä 1) olisi onnistunut yksin toimien... 4) ryhmässä työskentely toimiva tapa ____

- pakollinen laskuharjoitus 1) olisi onnistunut yksin toimien... 4) ryhmässä työskentely toimiva tapa ____

6. Mielipiteesi käytetyistä opetusmenetelmistä? Kommentteja:

7. Muita parannus/muutosehdotuksia: