

Säätötekniikan laboratorio
Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto

Prosessi- ja ympäristötekniikan opetuksen
tulevaisuuden haasteita

Juha Jaako
Sirpa Nelo

Raportti B No 27, Tammikuu 2001

Sisältö

Sisältö.....	ii
1 Johdanto	1
2 Muutostarpeita	3
2.1 Työelämän vaatimukset ja niissä tapahtuneet muutokset	3
2.2 Trendejä	6
3 Opetus ja oppiminen	11
3.1 Insinöörikoulutuksen komponentit.....	11
3.2 Muutosmahdollisuudet	13
3.3 Nykyinen oppimiskäsitys.....	15
4. Opetuksen kehittäminen prosessi- ja ympäristötekniikan osastossa .	17
5 Opetuksen kehittäminen Oulun yliopistossa	20
6 Yhteenveto.....	23
7 Lähteet	24

1 Johdanto

Tässä paperissa on pyritty hahmottelemaan prosessitekniikan opetuksen tulevaisuuden haasteita. Kirjoittajina ovat toimineet TkT, yliassistentti Juha Jaako säätötekniikan laboratorioista ja TkL, amanuenssi Sirpa Nelo.

Juha Jaakon osalta tekstiin ovat vaikuttaneet

- 15 vuoden työkokemus prosessitekniikan osastolla (nykyisin nimenä on prosessi- ja ympäristötekniikan osasto) opettajana ja tutkijana lämpö- ja diffuusiotekniikan, säätötekniikan, teollisuustalouden ja kemiallisen prosessitekniikan laboratorioissa;
- kasvatustieteen opinnot, jotka ovat edenneet cl-vaiheeseen;
- opettajan pedagogiset opinnot ammatillisessa opettajakorkeakoulussa;
- lukemattomat keskustelut osaston nykyisten ja entisten opettajien (joista nimeltä voi mainita seuraavat henkilöt: TkL Sirpa Nelo, TkL Tapio Tirri, TkL Eine Pöllänen, TkL Juha Lindfors, TkL Jyrki Heino, DI Aila Auvinen, DI Seppo Honkanen, DI Heli Rautjärvi, DI Kalervo Ukkola, DI Katariina Alha, DI Esko Juuso, prof. Jouko Härkki, prof. Kauko Leiviskä ja prof. Eino Tunkelo) ja opiskelijoiden kanssa opettamisesta ja oppimisesta;
- melkein yhtä lukemattomat keskustelut opettajankouluttajien (KL Kaija Kvist ja KL Säde-Pirkko Nissilä) kanssa;
- omatoiminen kognitiivisen psykologian opiskelu sekä
- kirjallisuuteen (noin 10000 sivua) tutustuminen.

Sirpa Nelon osalta tekstin syntymiseen ovat vaikuttaneet

- 9 vuoden työkokemus prosessitekniikan osastolla opettajana ja tutkijana lämpö- ja diffuusiotekniikan laboratorioissa ja ennen tätä lyhyen aikaa lehtorina Jyväskylän Teknillisessä oppilaitoksessa;
- 2 vuoden työkokemus prosessitekniikan osastolla amanuenssina, erityisesti opintoneuvojana;
- kasvatustieteen approbatur-opinnot sekä osallistuminen lukuisille Oulun yliopiston opetuksen kehittämissikön järjestämille pedagogisille kursseille;
- toiminta KOTKAssa vuoden 2000 alusta lähtien;
- keskustelut osaston opettajien ja opiskelijoiden kanssa sekä
- TkT Juha Jaakon ystävällinen pyyntö ryhtyä kirjoittamaan tätä paperia yhteistyössä hänen kanssaan

Tätä tekstiä ei olisi ilmeisesti koskaan syntynyt ellei *Chemical Engineering Education* -lehdessä olisi vuonna 2000 ilmestynyt erinomaista artikkelisarjaa nimeltään *The Future of Engineering Education*. Tässä tekstissä referoidaan paljon kyseistä artikkelisarjaa, mutta joistakin asioista kirjoittajat ovat artikkelisarjan kirjoittajien kanssa hyvinkin eri mieltä. Sarja on kuitenkin hyvinkin lukemisen arvoinen.

Paperiin on pyritty keräämään mahdollisuuksien mukaan myös suomalaisia lähteitä ja tutkimuksia, mutta näyttää pahasti siltä, ettei Suomessa tekniikan alan korkeakouluopetus ole opetuksen tutkijoita sanottavasti kiinnostanut. Tämä on kummallista, koska volyymiltaan tekniikan alan korkeakouluopetus on todella laajaa ja ongelmia alueella näyttää olevan.

Kiitokset prof. Kauko Leiviskälle tekstin kommentoimisesta.

Oulussa 12.01.2001 Juha Jaako & Sirpa Nelo

2 Muutostarpeita

2.1 Työelämän vaatimukset ja niissä tapahtuneet muutokset

Nykyhetkenä alkavan koulutuksen tulee vastata tulevaisuuden haasteisiin. Aikajänne koulutusta suunniteltaessa on viidestä kymmeneen vuotta. Tulevaisuuden ennustaminen on vaikeaa, mutta joitakin kehityskulkuja voi ajatella.

Rugarcia *et al.* (2000, 17-18) esittävät seuraavat seitsemän haastetta tulevaisuuden insinööreille¹:

1. Informaation lisääntyminen. Kirjojen ja tieteellisten julkaisujen määrä kasvaa jatkuvasti. Osa materiaalista ei ole edes paperimuodossa vaan CD-ROM levyillä ja tekstidokumentteina verkossa. Määrän lisääminen on tässäkin tapauksessa pienentänyt laatua.
2. Tekniikan kehittyminen ja monialaistuminen. Vajaa sata vuotta sitten ja osin myöhemminkin käytännön insinööri työ voitiin jakaa suhteellisen selväpiirteisiin osiin; oli konetekniikkaa, sähkötekniikkaa ja rakennustekniikkaa. Prosessi-insinöörin perustietämys oli suhteellisen selvästi määritelty ja se erosi huomattavasti esim. koneinsinöörin osaamisesta. Tilanne on muuttunut viimeisen vuosikymmenen aikana voimakkaasti; ei voi enää selvästi sanoa, mitä prosessi-insinöörin perusosaaminen tulee olemaan vaikkapa kymmenen vuoden kuluttua. Käytännön insinööri työ vaatii nykyisin monialaista lähestymistapoja; tukeutuminen prosessi-insinöörin perinteiseen osaamiseen ei enää riitä.
3. Globalisaatio. Kansainvälisillä markkinoilla toimiminen vaatii insinööreiltä myös muita valmiuksia kuin perinteistä insinööriosaaamista; on osattava kieliä ja ymmärrettävä erilaisten kulttuurien tapoja.
4. Ympäristöasiat. Ympäristöuhkat ja uusintumattomien raaka-aineiden väheneminen ovat (tai ne voivat olla) tulevaisuudessa ongelmallisia. Merkittäväksi voi tulla sellaisten tuotantolaitosten rakentaminen, jotka ovat voitollisia mutta jotka kuitenkin täyttävät ympäristövaatimukset.
5. Tekniikan yhteiskunnalliset vaikutukset. Yhä enemmän teknistyvässä yhteiskunnassa insinöörien tekemillä ratkaisuilla ei ole enää vain teknisiä vaan myös yhteiskunnallisia vaikutuksia. Perinteinen teknisen kehityksen suunta on ollut lisätä kulutusta ja saatua voittoa; näin ei välttämättä ole tulevaisuudessa.
6. Yrityskulttuurien muutokset. Perinteinen, jyrkän hierarkkinen yritys on todennäköisesti häviävä ilmiö yritysmaailmassa. Varsinkin vastavalmistuneiden insinöörien joukossa perinteinen yrityskulttuuri ei vaikuta kovin houkuttelevalta. Nyky-yrityksissä korostuvat tiimityö, projektiorganisaatiot ja asiantuntijajohtaminen. Perinteinen keskijohto näyttää häviävän organisaatioista ja päätösvaltaa siirretään alaspain. Tulevan insinöörin toimen-

¹ Näkökulma on tässä tietysti puhtaan pohjois-amerikkalainen (USA, Kanada, Meksiko), mutta tietyt tekijät ovat yleismaailmallisia.

kuva tulee todennäköisesti olemaan enemmän asiantuntijan kuin johtajan toimenkuva.

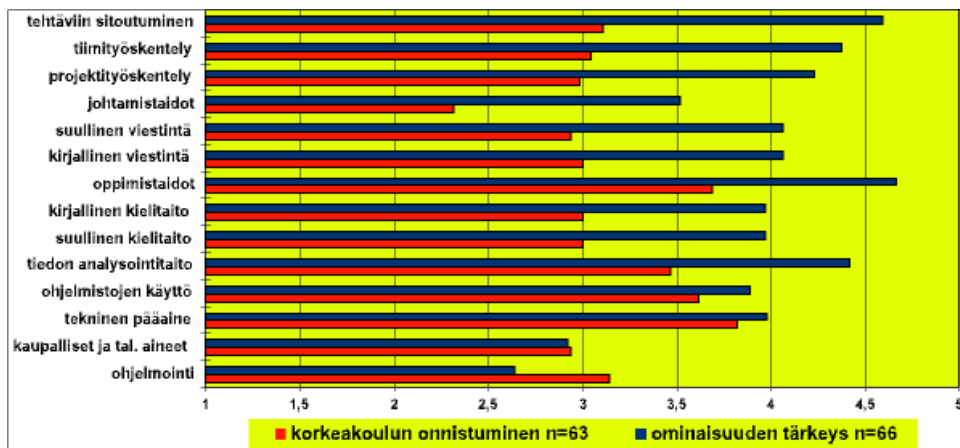
7. Nopea muutos. Nykyisin muutokset, jotka aikaisemmin vaativat useiden vuosien ajan, tapahtuvat muutamien kuukausien aikana. Opetusohjelmat, jotka yrittävät pysyä jatkuvasti ajan hermolla, eivät todennäköisesti vastaa tarkoitustaan. Siinä vaiheessa kun tarve on tunnistettu, kurssit kehitetty ja opiskelijat koulutettu, on uusi teknologia jo vanhaa teknologiaa. Opetusohjelma, jonka tavoitteena on elinikäinen oppiminen ja kyky sopeutua muutokseen, on todennäköisesti toimiva ratkaisu.

Millaisilla koulutuksellisilla ratkaisuilla prosessiteknikan opetuksessa näihin haasteisiin sitten voitaisiin vastata? Ilmeisesti ainakin seuraavat tekijät ovat avuksi.

1. Tiedon analysointikyky. Mikä on hyödyllistä tietoa ja mikä ei. Yhdysvaltain entinen presidentti Lyndon B. Johnson totesi aikanaan, että hänen työssään tärkeintä on *kyky erottaa kananpaska kanasalaatista*. Opetuksessa tulisi painottaa kykyä analysoida tietoa; passiivisesta kuuntelusta tulisi päästä eroon ja pyrkiä tilanteisiin, joissa opiskelija itse tekee oppimistyötä.
2. Poikkitieteellisyys ja perinteisten insinöörialojen rajojen hämärtyminen. Insinöörien kouluttaminen yksipuolisesti perinteisissä insinööriaineissa tuskin lisää opiskelijoiden kykyä tai halua poikkitieteelliseen tarkastelunäkökulmaan. Todellista valinnaisuutta (näennäisen sijasta) tulisi lisätä ja rohkaista opiskelijoita opiskelemaan muitakin aineita.
3. Vieraisiin kulttuureihin tutustuminen tapahtuu parhaiten opiskelijavaihdon ja ulkomailla työskentelyn avulla. Tätä toimintaa on tällä hetkellä tarjolla aika paljon, vaikka opiskelijat eivät kovin aktiivisesti mahdollisuutta käytäkään.
4. Ympäristöasiat. Osaston puitteisiin on lisätty viime vuosina ympäristötekniikan opetusta, joka on tärkeä kehityslinja. Ongelmana on se, että jos ympäristötekniikkaa opetetaan erillään muusta prosessiteknikasta, eivät ympäristöasiat integroidu esim. prosessisuunnittelussa työtehtävään vaan ne ymmärretään erillisinä, myöhemmin lisättävinä asioina.
5. Tämän kohdan haasteet voidaan ratkaista kohdan 2 toimilla.
6. Sinänsä ei ole ilmeisesti mielekäästä käsitellä opetuksessa erilaisten yrityskulttuurien olemusta. Mielekäästä on sen sijaan opettaa työskentelytapoja, jotka ovat yritysten arkipäivää. Näitä tapoja ei toisaalta ole järkevää opettaa erillisinä, so. omina kursseinaan, vaan ne tulisi integroida substanssiopetukseen, so. käytetään opetuksessa työtapoja, jotka simuloivat todellisia työtehtäviä. Tässä yhteydessä on syytä kritikoida opetuksessa käytettyä ulkomuistiin perustuvaa tenttiä; tätä valmiutta, so. kykyä muistaa ulkoa suuri määrä asioita, ei käytännön työelämässä tarvita.

7. Muutosvalmius. Opetuksessa olisi syytä korostaa esitetyn tiedon tilapäisyyttä ja suhteellisuutta sekä valmiutta ottaa vastaan uutta. Opetuksessa tulisi korostaa myös sitä, etteivät kursseilla annetut tiedot välttämättä riitä kovin moneksi vuodeksi työelämän puolella; insinöörin työ on jatkuvaa uuden oppimista ja sen soveltamista käytäntöön sekä myös jatkuvaa työpaikkojen vaihtoa ja lyhyitä, projektiluonteisia työsuhteita.

Edellä kuvattu näkökulma on hyvin laaja. Asiaa voidaan katsoa myös toisesta suunnasta. Miten sitten suomalainen DI-koulutus pystyy vastaamaan työelämän haasteisiin? Tekniikan Akateemiset (TEK, <http://www.tek.fi/>) on tehnyt joitakin selvityksiä aiheen tiimoilta; näistä selvityksissä tarkastellaan seuraavassa työpaikan saannin kannalta tärkeitä ominaisuuksia. Selvitys on vuodelta 1996.



Kuva 1. Työpaikan saannin kannalta tärkeät ominaisuudet²
(http://www.tek.fi/edut/ykspalvelut/koulutuspalvelut/sijoittu/k28_30.html)

Selvityksessä kartoitettiin seuraavaa: "Vuonna 1996 valmistuneiden DI:en välittömien esimiesten arviot korkeakoulujen/tiedekuntien onnistumisesta ensimmäisen työpaikan saannin kannalta tärkeiden ominaisuuksien opettamisessa. Arviot asteikolla 1-5; 1=ei ollenkaan tärkeä, 5=hyvin tärkeä". Tärkeimmiksi luokiteltuja ominaisuuksia oli 14. Esimiesten mielestä viisi tärkeintä olivat (tärkeysjärjestyksessä):

- Oppimistaidot
- Tehtäviin sitoutuminen
- Tiedon analysointitaito
- Tiimityöskentely
- Projektityöskentely

² Huomionarvoista on, ettei korkeakoululaitos suoranaisesti epäonnistu missään osiossa.

Vertaa listaa edellä oleviin seitsemään haasteeseen (Rugarcia *et al.* 2000, 17-18). Diplomi-insinöörien kouluttajat onnistuivat parhaiten seuraavien ominaisuuksien kohdalla:

- Tekninen pääaine
- Oppimistaidot
- Ohjelmistojen käyttö
- Tiedon analysointitaito
- Ohjelmointi

Listoissa on vain kaksi yhteistä ominaisuutta: oppimistaidot ja tiedon analysointitaito. Joidenkin ominaisuuksien tarpeen ja ominaisuuden tuottamisen välillä on suuri ero; näin nimenomaan seuraavissa viidessä tapauksessa (suurin ero ensin):

- Tehtäviin sitoutuminen
- Tiimityöskentely
- Projektityöskentely
- Johtamistaidot
- Suullinen viestintä

Pienin ero oli seuraavien neljän ominaisuuden kohdalla (pienin ero ensin):

- Kaupalliset ja tal. aineet
- Tekninen pääaine
- Ohjelmistojen käyttö
- Ohjelmointi

Mitä seurauksia edellä esitetyllä on opetuksen kannalta? Selvästikään opetuksen painopisteet eivät aivan vastaa työelämän tarpeita. Tilanteeseen voidaan puuttua opetuksellisin keinoin; on olemassa opetusmenetelmiä, joissa voidaan harjoittaa oppimistaitoja, tiedon analysointitaitoja ja ryhmässä työskentelemisen taitoja. Toisaalta on ehkä tarpeetonta tuottaa taitoja, joilla ei työelämässä ole tarvetta; tällainen taito on mm. taito muistaa asioita ulkoa.

Tietoteollisella alalla ongelmat ovat edellistä suurempia. Opetuksen työelämäpainotteisuudella (Similä 2000, 26) voidaan saavuttaa hyviä tuloksia.

2.2 Trendejä

Työelämässä tapahtuu muutoksia, mutta myös työelämään siirtyvissä henkilöissä tapahtuu muutoksia. Lisäksi osastolle tulevissa opiskelijoissa on tapahtunut muutoksia, jotka eivät välttämättä ole selviä henkilöille, jotka eivät tunne suomalaisen koulutusjärjestelmän muutoksia viime aikoina. Tutkimustietoa asiasta ei näytä olevan juuri tarjolla, mutta kirjoittajien toiminta osastolla yli vuosikymmenen ajan opetus- ja tutkimustehtävissä, kirjoittajien keskustelut opiskelijoiden ja opettajien kanssa sekä kirjoittajien tutustuminen nyky-

seen lehtikirjoitteluun on antanut riittävästi tietoa. Yhteenvetona voi todeta seuraavia trendejä.

Opiskelutavat. Opiskelijoiden opiskelutavoissa on tapahtunut viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana seuraavia muutoksia.

- Työssäkäynti on lisääntynyt opiskelun ohella. Ennen työssäkäynti koski pelkästään kesätyötä kesä-elokuussa. Ajan mittaan kesä pyrki venymään vapusta syyskuun loppuun ja nykyisin ollaan tilanteessa, jossa myös lukukausien aikana ollaan töissä. Varsinkin keväällä tilanne aiheuttaa ongelmia; opetus loppuu toukokuun alussa, mutta opiskelijat ovat olleet jo pari viikkoa töissä. Tilanne on realiteetti, johon osasto ei omilla toimillaan vaikuttaa. Eräs ratkaisu ongelmaan olisi etäopetuksen lisääminen joko klassisena kirjeopistona tai verkon kautta tapahtuvana. Lisäksi voisi harkita pelkkien kirjaintenttien ottamista opetukseen mukaan; myös kurssin suorittamiselle tulisi tarjota eri vaihtoehtoja.
- Lisääntyvä työssäkäynti tarkoittaa myös sitä, etteivät opiskelijat välttämättä ole enää Oulussa tai sen lähiympäristössä opiskellessaan. Jo matkakustannukset rajoittavat mahdollisuuksia osallistua opetukseen; ratkaisun ongelmaan näyttäisi tarjoavan etäopetus verkon kautta. On kuitenkin huomattava, ettei etäopetus kuitenkaan sovi kaikkiin kursseihin.
- Työssäkäynti näkyy myös siten, että opintojen loppuvaiheessa osa teekkareista siirtyy työelämään suorittamatta tutkintoaan loppuun. Asiaan tulisi kiinnittää laboratorioissa huomiota jo diplomityövaiheessa ja tiedottaa asiasta opintoneuvojalle. Näin työelämään liian aikaisin luiskahtajat saataisiin ehkä laboratorioden kanssa yhteistuumiin houkuteltua suorittamaan tutkintonsa loppuun. On syytä korostaa, että osaston ei odoteta tuottavan opintoviikkoja vaan tutkintoja ja jokainen valmistumatta jäänyt diplomi-insinööri on pois alimmalta riviltä, so. riviltä, jossa on esitetty valmistuneiden määrä.
- Opiskelijoissa on myös huomattavissa tietty pitkäjännitteisyyden puute. Kurssien substanssi ymmärretään vain ja ainoastaan ratkaisuksi lähiajan ongelmien käsittelemistä varten. Tähän saattaa vaikuttaa esimerkiksi edellä mainittu informaation lisääntyminen ja siitä johtuva vaikeus erottaa olennaiset asiat tietotulvasta. Eli oppimistaitojen ja tiedon analysointitaitojen merkitys korostuu.
- Toisaalta oman alan töissä käyminen todennäköisesti lisää opiskelijan mielenkiintoa ja motivaatiota oman alan kurssien opiskelemiseen ammatitaidon kasvattamiseksi. Tämä ei kuitenkaan saisi tapahtua valmistumisajan kustannuksella tai siten, ettei opiskelija valmistu ollenkaan.

Kilpailu opiskelijoista. Viime vuosina jatkunut taloudellinen noususuhdanne ja useiden teollisuuden alojen, erityisesti tietoteollisuuden, kasvu on johtanut suureen kysyntään eri alojen insinööreistä. Julkinen sektori on pyrkinyt vastaamaan haasteeseen lisäämällä tekniikan alan korkeakoulupaikkojen määrää, mikä on tietysti oikea ratkaisu. Rajoittavaksi tekijäksi ei näytä muodostuvan niinkään rahan puute, so. koulutusohjelmiin löytyy tiloja, rahoja ja jonkinlaisia opettajakin. Rajoittavaksi tekijäksi on tullut pitkän matematiikan lukiossa lukeneiden määrä. Tekniikan alan korkeakoulupaikkojen (ammattikorkeakoulu ja yliopistot) määrä on ylittänyt pitkän matematiikan lukijoiden määrän, jonka seurauksena on kaksi asiaa. Ensimmäinen on opiskelijan kannalta hyvä asia; opiskelupaikka on käytännössä varma. Toinen asia on osaston kannalta huono; keskitasoisista ja hyvistä opiskelijoista käydään tai tullaan käymään armotonta kilpailua kaikilla tasoilla. Osaston oman tulevaisuuden kannalta olisi syytä nostaa omaa profiilia, so. markkinoida osastoa lukiolaisille mutta *myös muihin oppilaitoksiin*.

Kilpailu opiskelijoista ei ole vielä nähdäksemme kovin paljon vaikuttanut osaston sisäänottoon, vaikkakin se alkaa näkyä yhteishaun ensisijaisten ja toissijaisten hakijoiden lukumäärissä (hakusijoja 5). Kolmantena opintovuonna opintosuuntaa valittaessa käy hyvin ilmi se tosiasia, että opiskelijat ovat hyvin selvillä siitä, missä parhaat palkat ja työllistymismahdollisuudet ovat; joissakin opintosuunnissa paikat eivät tahdo täyttyä. Usein jo pelkät mielikuvaseikat vaikuttavat paljon ja perinteisen savupiipputeollisuuden viehätysvoima näyttää osaksi kadonneen.

Kilpailu opiskelijoista on tietysti suunnannut katseen muualle. *Olisiko jossakin opiskelijoita, jotka voisivat tai haluaisivat valmistua diplomi-insinööriksi?* Tekniikan alalla on naisten osuus perinteisesti ollut pieni ja joillakin tekniikan osa-alueilla jopa olematon. Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto muodostaa tässä suhteessa poikkeuksen, koska prosessitekniikan puolella on sukupuolijakauma ollut jo pidemmän aikaan 30/70 (naiset %/miehet %) ja ympäristötekniikan alalla tilanne näyttää jakaumaa 70/30. Tilanne on sukupuolijakauman kannalta hyvä mutta rekrytoinnin kannalta huono; jäävätkö ainoaksi vaihtoehdoksi lukiossa lyhyen matematiikan lukeneet³. Tämä taas aiheuttaisi osaston opetukseen jonkinlaisia muutoksia, joiden täsmällinen muoto on arvailujen varassa. Nämä muutokset ovat ilmeisesti tulevaisuudessa ajankohtaisia.

Toinen rekrytoinnin kannalta otollinen ryhmä saattaisi kyllä olla ammattikorkeakoulujen 1. ja 2. vuosikursseilla opiskelevat. Tälläkin hetkellä osastolla nimittäin aloittaa vuosittain reilu 10 ammattikorkeakouluopintoja suorittanutta; rekrytoinnin kohdistaminen erityisesti tekniikan alan ammattikorkeakoulujen opiskelijoihin saattaisi nostaa tätä lukua. Turha hienotunteisuus muita oppilaitoksia kohtaan ei todennäköisesti tule olemaan osaston etu tulevaisuudessa; tietynlainen härskiys rekrytoinnissa voisi olla hyväksikin.

Kilpailu opiskelijoista jatkuu edelleen projekti- ja diplomitoihin rekrytoinnissa ja jatko-opiskelijoiden rekrytoinnissa.

³ Kuriositeettina mainittakoon, että osastolla aloitti syksyllä 2000 naisopiskelija, joka oli suorittanut lukion lyhyen matematiikan.

Yhteiskunnan vaatimukset. Jo pitkän aikaa on korkeakouluihin kohdistettu kritiikkiä pitkistä valmistumisaajoista. Prosessi- ja ympäristötekniikan osastossa perustutkinto valmistuu keskimäärin seitsemässä vuodessa kun tavoitteena on valmistuminen keskimäärin viidessä vuodessa. Täten osaston toiminta on valmistumisen suhteen pielessä n. 30 prosenttia. Viime aikoina on erityisesti opetusministeriön taholta mutta myös teollisuuden taholta haluttu nopeampia valmistumisaikoja. Kysymys kuuluukin: *Miten osasto pystyy lyhentämään valmistumisaikoja 30 prosenttia?* Ratkaisuksi on tarjottu tutorointia, opintojen ohjausta ja opetuksen kehittämistä, so. opiskelijat olisi saatava suorittamaan oppikurssit entistä nopeammin. Rajoitukset (esim. opintotuen rajoittaminen) eivät näytä johtavan opiskeluaikojen lyhenemiseen.

Opiskelija-aineksen muuttuminen. Kirjoittajien aloittaessa opintojaan 1970-luvun jälkipuoliskolla prosessitekniikan osastolla oli opiskelijoiden tausta oppimisen kannalta periaatteessa samanlainen; lukiossa oli suoritettu samat kurssit ja ylioppilastutkinnoissa oli saatu suunnilleen samanlaiset arvosanat. Lukion tehtävä oli tehdä samanlaisia korkeakoulukelpoisia opiskelijoita, jossa se onnistuikin.

Tilanne on noista ajoista muuttunut monella alueella. Muutoksien seurauksena opiskelija-aines on muuttunut heterogeenisemmäksi. Seuraavassa on lueteltu joitakin vaikuttajia:

- Lukio. Lukiossa on tapahtunut muutoksia. Ensimmäinen on ollut luokattomaan lukioon siirtyminen, jonka seurauksena lukio suorittaminen vie aikaa 2-4 vuotta. Lukiossa on myös huomattavasti enemmän valinnaisuutta. Lukio koostuu 75 kurssista, joista osa on pakollisia ja osa valinnaisia. Lukio-opiskelijan ei voi vielä olettaa kykenevän tekemään tulevaisuutensa kannalta mielekkäitä ratkaisuja, joten valintojen seurauksena lukioista valmistuu pitkän matematiikan lukijoita, jotka tietävät vain joitakin perusasioita fysiikasta ja kemiasta. Näillä opiskelijoilla näyttää olevan aikamoisia vaikeuksia prosessitekniikan opiskeluun liittyvien fysiikan ja kemian kurssien opiskelussa; kemian laitoksen suunnalta kuuluva rutina näyttäisi vahvistavan oletuksen⁴. Lyhyesti: lukio tuottaa opiskelijoita, joiden opiskeluvaihtoehtojensa on hyvin suuria eroja.
- Opiskelijoiden tausta. Opiskelijoita ei voi enää käsitellä homogeenisena massana. Opiskelijoiden joukossa on seuraavanlaisia opiskelijoita: jo ulkomailla kouluja käyneitä, ammattikorkeakouluissa opiskelleita, muissa tiedekunnissa opiskelleita sekä vieraista kulttuureista tulleita... . Uutena huomattava ilmiönä ovat tulleet toisen polven diplomi-insinöörit, joilla on usein jo hyvin jäsentynyt ja tavoitehakuinen kuva opiskelusta.

⁴ Ks. myös Aktuumi 4/2000, s. 39

Ratkaisumahdollisuuksia. Edellä mainitut trendit herättävät seuraavat kysymykset:

- Miten ratkaistaan opiskelijoiden lisääntyvän työssäkäynnin ongelma?
- Miten osasto pystyy kilpailemaan opiskelijoista?
- Miten osasto kykenee pitämään osaston jo valinneet opiskelijat osastolla? (esim. estämään opiskelijoiden siirtymisen muualle tai estämään opintojen keskeytymisen)
- Miten osasto kykenee opettamaan heterogeenista opiskelija-ainesta?

Suomessa ja ulkomailla on luonnollisesti törmätty muissakin opetusalan yksiköissä samoihin ongelmiin. Ratkaisuvaihtoehtoiksi on esitetty valinnaisuuden lisäämistä, tutorointia, sitouttamista, markkinointia ja etäopetusta tietoverkkojen avulla. Nämä kaikki ovat osaston puitteissa vielä joko aivan alkuasteellaan tai aivan tuntemattomia.

3 Opetus ja oppiminen

Ennen kuin tarkastellaan opetukseen vaikuttavia tekijöitä, palataan luvun 2.1 aiheeseen ja hahmotellaan tulevaisuuden insinöörin muotokuvaa.

3.1 Insinöörikoulutuksen komponentit

Rucargia *et al.* (2000, 18) ovat jakaneet insinöörikoulutuksen osaset kolmeen pääalueeseen:

- Insinöörin tietämys (knowledge). Insinöörin osaama faktatieto ja käsitteet⁵.
- Insinöörin taidot (skills). Insinöörin taito hallita ja soveltaa omaa tietämystään⁶. Tällaisia taitoja ovat laskentataidot ja tietokoneen käyttötaidot, kyky tehdä eksperimenttejä, analysointikyky, syntetisointi ja suunnittelu-kyky, evaluointikyky, viestintäkyvyt, johtamiskyky ja tiimityötaidot.
- Insinöörin asenteet (attitudes). Asenteet määrittelevät sen suunnan tai tavoitteet, joihin tietämystä ja taitoja käytetään. Asenteita ovat omat arvot, huolenaiheet, mieltymykset ja ennakoasenteet.

Tietämys on insinöörin tietopankki; taitoja käytetään työkalunomaisesti työstämään tietämystä, jotta tavoitteet saavutettaisiin. Tavoitteet taas määräytyvät tai niihin voimakkaasti vaikuttavat asenteet, jotka voivat olla tiedostettuja tai tiedostamattomia.

Insinöörikoulutuksen ominaispiirre tällä hetkellä on, että tiedon volyyymi kasvaa nopeammin kuin insinöörien koulutusohjelmien sisällöt; koulutusohjelma ei millään kykene kattamaan kaikkea tarpeelliseksi katsottavaa⁷. Suomessa, samoin kuin Pohjois-Amerikassakin (Rucargia *et al.* 2000, 19) prosessitekniikan insinöörit eivät enenevässä määrin menekään prosessiteollisuuden palvelukseen vaan aivan muualle. Tämä on tietysti osoitus prosessitekniikan koulutuksen laaja-alaisuudesta, mutta koulutuksen suunnittelijoille tästä seuraa ongelmia. Sellaisen koulutusohjelman, joka olisi sopiva prosessitekniikan opiskelijoille (jotka mahdollisesti menevät töihin muualle), suunnittelu näyttää vaikeutuvan jatkuvasti. Eräs ratkaisu olisi valinnaisuuden voimakas lisääminen ja nykyisen tiukasti säännellyn opinto-ohjelman purkaminen.

Erilaisia insinöörille tarpeellisia taitoja on listattu edellä⁸. Rucargia *et al.* (2000, 19) ovat jaotelleet nämä taidot seitsemään luokkaan:

- Kyky opiskella itsenäisesti ja yhteisöllisesti sekä kyky elinikäiseen oppimiseen.
- Ongelmanratkaisutaidot, kriittinen ajattelu ja luova ajattelu.

⁵ Tekstiä lukiessa on helppo huomata, että nykyinen insinöörikoulutus keskittyy faktatiedon lisäämiseen!

⁶ Taitoihin voi myös lukea taidon hallita ja ohjata omaa oppimistaan.

⁷ Yritys kattaa tätä tarvetta on ilmeisesti osasyypitkiin opiskeluaikoihin.

⁸ Tässä tekstissä sivuutetaan kysymys siitä, pitäisikö kouluttaa generalisteja vai spesialisteja. Asiasta tarkemmin esim. (Anon. 2000a, 2000b).

- Vuorovaikutustaidot ja tiimityötaidot.
- Viestintätaidot.
- Itsearviointitaidot.
- Taito ajatella kokonaisuuksia ja globaalissa mitassa.
- Kyky käsitellä muutoksia ja pärjätä muutostilanteissa.

Jokainen korkeakouluopettaja, joka on yrittänyt kehittää oppilaissaan em. taitoja, tietää kuinka vaikeasta ja haastavasta tehtävästä on kysymys. Vertaa edellistä listaa myös *ABET Engineering Criteria 2000* -ohjelmaan⁹.

Tässä yhteydessä ei ole tarpeen käydä läpi ongelmakenttää koko sen laajuudessa, koska relevanttia kirjallisuutta on tarjolla paljon (lähteet viitteestä Rugarcia *et al.* 2000, 24-25):

- Bransford J D & Stein B S, *The IDEAL Problem Solver*. W.H. Freeman and Co., San Francisco, 1984.
- Felder R M, *Meet Your Students: 7. Dave, Martha, and Roberto*, Chem. Engr. Education, 31(2), 106–107 (1997).
<http://www2.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Columns/Perry.html>.
- Fitch P & Culver R S, *Educational Activities to Stimulate Intellectual Development in Perry's Scheme*, 1984 ASEE Annual Conference Proceedings, p. 712-717. American Society for Engineering Education, Washington DC., 1984.
- Fogler H S & LeBlanc S E, *Strategies for Creative Problem Solving*. McGraw Hill, New York, 1995.
- Gibbs G, *The A to Z of Student Focused Teaching Strategies*. Educational Methods Unit, Oxford Polytechnic, Headington, UK (undated).
- Glaser R, *Education and Thinking: The Role of Knowledge*, American Psychologist, 55, 2–21 (1984).
- Hayes J R, *Complete Problem Solver*, 2nd edn. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, 1989.
- Johnson D W, Johnson R T & Smith K A, *Active Learning: Cooperation in the College Classroom*, 2nd edn. Interaction Book Co., Edina, MN, 1999.
- Kurfiss J G, *Critical Thinking: Theory, Research, Practice, and Possibilities*. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 2, Association for the Study of Higher Education, Washington, 1988.
- Norman G R, *Problem-Solving Skills, Problem Solving and Problem-Based Learning*, Medical Education, 22, 279-286 (1988).
- Paul R, *Critical Thinking: What Every Person Needs to Survive in a Rapidly Changing World*, 2nd edn. Foundation for Critical Thinking, Santa Rosa, CA, 1992.
- Perry W G, *Forms of Intellectual and Ethical Development in the College Years*. Holt, Rinehart and Winston, New York, 1968.

⁹ esim. <http://onlineethics.org/essays/education/herkert2.html> tai <http://newton.ecn.purdue.edu/~outcomes/ec3rd.html>

- Stice J E (ed.) *Developing Critical Thinking and Problem-solving Abilities*. New Directions in Learning and Teaching Series, No. 30, Jossey-Bass, San Francisco, 1987.
- Swartz R J & Perkins D N, *Teaching Thinking: Issues and Approaches*. Midwest Publications, Pacific Grove, CA, 1989.
- Wicklegren W A, *How to Solve Problems*. W.H. Freeman and Co., San Francisco, 1974.
- Woods D R et al., *Developing Problem Solving Skills: the McMaster Problem Solving Program*, J. Engr. Education, April, 86(2), 75-91(1997). Additional details about the MPS program may be obtained from <http://chemeng.mcmaster.ca/innov1.htm>.
- Woods D R, *Problem Solving in Practice*, in What Research Says to the Science Teacher. Vol. 5: Problem Solving. National Science Teachers Association, Washington, DC, 1989.
- Woods D R, *Problem-based Learning: How to Gain the Most from PBL*. Waterdown, 1994. Distributed by McMaster University Bookstore, Hamilton, ON, with additional guidebooks available from <http://chemeng.mcmaster.ca/innov1.htm>.

Asioiden kehittäminen ei ainakaan kaadu tiedon puutteeseen.

3.2 Muutosmahdollisuudet

Periaatteessa näyttää vallitsevan yksimielisyys (ainakin alan tutkijoiden mielestä) niistä tavoitteista, joihin opetuksella olisi tarkoitus pyrkiä insinöörinkoulutuksessa. *Tuottaako opetus niitä tietoja, taitoja ja asenteita, joita työelämä tarvitsee?* Edellä olevan tarkastelun perusteella näyttää siltä, ettei tuottaminen onnistu. Syitä on varmasti sysissä jos on sepissäkin. Edellä on tarkasteltu syisiä ja nyt olisi tarkoitus siirtää katse seppiin. Aloitukseksi sopii seuraava lainaus (Rugarcia *et al.* 2000, 16):

When we walk into an arbitrarily chosen engineering classroom in 2000, what do we see? Too often the same thing we would have seen in 1970, or 1940. The teacher stands at the front of the room, copying a derivation from his notes onto the board and repeating aloud what he writes. The students sit passively, copying from the board, reading, working on homework from another class, or daydreaming. Once in a while the teacher asks a question: the student in the front row who feels compelled to answer almost every question may respond, and the others simply avoid eye contact with the teacher until the awkward moment passes. At the end of the class, students are assigned several problems that require them to do something similar to what the teacher just did or simply to solve the derived formula for some variable from given values of other variables. The next class is the same, and so is the next, and the one after that . . . Nevertheless, *little evidence of anything that has*

appeared in articles and conferences on engineering education in the past half-century can be found in most of our classrooms and textbooks . . .

Näin siis Yhdysvalloissa ja Suomessa tilanne taitaa olla samanlainen, ainakin kirjoittajien kokemusten mukaan. Edellä kuvattu tapa opettaa on toistuvasti osoitettu melkein pä huonoimmaksi mahdolliseksi tavaksi opettaa; kuitenkin tapaa suositaan edelleen. Tehokkaampia tapoja (*ibid.*, 22) kuten yhteistoiminnallinen (tiimipohjainen) oppiminen (Felder *et al.* 2000c, 32; Koppinen & Pollari 1993, Passi & Vahtivuori 1998; Sahlberg & Leppilampi 1994; Sharan & Sharan 1992), induktiivinen (keksimiseen perustuva) oppiminen, avoimien ongelmien käyttö opettamisessa ja ongelmalähtöinen opetus käytetään hyvin vähän, vaikka oppimisen teoreettinen tutkimus (kognitiivinen psykologia) (Haile 1997-2000) tukee em. menetelmien käyttöä. Kirjallisuutta on tarjolla (McKeachie 1999, Wankat & Oreovicz 1993, Felder & Silverman 1988, Felder *et al.* 2000c).

Koulutuksen ja tekniikan alan koulututuksen erityisesti tulisi olla rationaalista toimintaa; tarkemmin sanottuna kun tavoitteen halutut ominaisuudet (valmis diplomi-insinööri) ovat tiedossa, niin tulisi valita ne välineet (opetusmenetelmät), joiden avulla tavoitteeseen päästään. Tämän toiminnan estää kuitenkin yliopistolaitoksessa tapahtunut muutos, jonka Rugarcia *et al.* (2000, 22) ovat esittäneet seuraavasti:

Modern universities have, with few exceptions, become totally dependent on research funds to support most of their functions, This circumstance has dictated the establishment of research achievement as the primary criterion for advancement up the faculty ladder, and the potential for research achievement as the primary criterion for faculty hiring. Individuals ... tend to put minimal effort into teaching so that they can concentrate on research, which they view (generally correctly) as the key to their career success.

Näin siis Yhdysvalloissa ja tilanne on Suomessakin todennäköisesti menossa tähän suuntaan.

Syitä edelliseen on useita ja ne ovat yliopistolaitoksessa toimiville tuttuja tekijöitä. Rugarcia *et al.* (2000, 22) ovat tehneet seuraavanlaisen listan, jonka olen soveltanut suomalaiseen käytäntöön:

- Nykyiset yliopistot saavat suuren osan tutkimusrahoituksestaan ns. budjetin ulkopuolelta. Prosessi- ja ympäristötekniikan henkilökunnan määrä on kirjoitushetkellä (lokakuu 2000) noin 200 ihmistä, joista vain 40 on opetuksen kanssa missään tekemisissä. Perustutkinto-opetus ei muodosta enää tärkeintä osaa osaston toiminnasta.
- Tutkimuksen korostaminen johtaa siihen, että opetukseen pyritään käyttämään mahdollisimman vähän aikaa ja opetustehtäviä vältellään.
- Melkein kaikilta osaston opettajilta puuttuu pedagoginen koulutus. Oletetaan, että oman alan korkeinta opetusta pystytään antamaan ilman min-

käänlaista opettajankoulutusta tai edes perehdyttämisjaksoa opetuksen perusteisiin.

- Edellisen seurauksena opetusmenetelmällinen tuntemus (didaktinen osaaminen) on joko huomattavan tai erittäin heikkoa. Pääosin turvaudutaan luennointiin. Opetusmenetelmien kirjo on kuitenkin huomattavan laaja (ks. esim. Vuorinen 1998).
- Luennointia käytetään myös kontrollin menettämisen pelossa. Jos opettajakeskeisestä opetuksesta siirrytään oppilaskeskeiseen, niin opetuksen suunnittelun vaatimukset kasvavat huomattavasti.
- Opiskelijatkaan eivät välttämättä halua käyttää uusia opetusmenetelmiä, koska ne edellyttävät opiskelijoilta aktiivisuutta ja totutuista toimintatavoista luopumista.

Rugarcia *et al.* (2000) ehdottavat seuraavia muutoksia, jotta insinöörikoulutus saataisiin haluttuun suuntaan:

- Opetusohjelman ja kurssirakenteen muuttaminen.
- Vaihtoehtoisten opetusmenetelmien käyttöönotto ja niiden tehokkuuden ja soveltuvuuden arviointi.
- Opetushenkilökunnan kouluttaminen.
- Opettamisen arvostuksen nostaminen.

3.3 Nykyinen oppimiskäsitys

Opettamisesta ja oppimisesta puhuminen ei ole mielekästä ilman, että puhutaan oppimiskäsityksistä. Opettaminen perustuu aina oppimiskäsitykseen, joka voi olla joko tiedostettu tai tiedostamaton; useimmiten kuitenkin tiedostamaton. Tarkastellaan seuraavassa konstruktivistista oppimiskäsitystä, johon opettamisen ja oppimisen tutkimus tällä hetkellä pääasiassa nojautuu.

Konstruktivistinen oppimiskäsitys (ks. esim. Wankat & Oreovicz 1993, 284-288) voidaan esittää seuraavien teesien avulla.

- Konstruktivistisen oppimiskäsityksen mukaan tieto ei siirry sellaisenaan henkilöltä toiselle, vaan oppija luo tiedosta oman konstruktion. Konstruktio on tietoa, joka muotoutuu ja rakentuu yksilön ajatteluprosessien kautta. Oppimistilanteessa syntyvään konstruktion vaikuttaa paitsi aistein havaitut seikat, myös oppijan omat ennakko-oletukset ja aikaisempi tieto, ympäröivä kulttuuri sekä oppimiskontekstin fyysiset, sosiaaliset ja emotionaaliset tekijät.
- Konstruktivistinen oppimiskäsitys painottaa oppijan valmiuksia (mitä jo tietää tai luulee asiasta); omaa aktiivista ja tavoitteellista toimintaa; omien kokemusten arviointia, tiedostamista ja ymmärtämistä; toiminnan merkityksellisyyttä ja oppimaan oppimista.

- Konstruktivistinen oppimisteoriolla ymmärretään yleisesti oppimisteoreettista näkemystä, jonka mukaan oppimista eivät ohjaa ensisijassa opettajan ulkoiset toimenpiteet, vaan oppijan oma aktiivinen toiminta tietorakenteidensa konstruoijana. (Siljander 1997, 23)

Verkossa on tarjolla sivuja, joiden avulla voi aloittaa alan opiskelun¹⁰:

- Konstruktivismi - <http://www.uta.fi/tyt/verkkotutor/konstr2.htm>
- Mathematics Education, Constructivism in the Classroom - <http://forum.swarthmore.edu/mathed/constructivism.html>
- Constructivism - http://carbon.cudenver.edu/~mryder/itc_data/constructivism.html

On syytä huomauttaa, että nykyinen käsitys opettamisesta perustuu konstruktivistiseen oppimisenäkemykseen, joka taas on vaikuttanut siihen, että opettajakeskeisistä opettamismenetelmistä on siirrytty oppijakeskeisiin opettamismenetelmiin. Menetelmällinen muutos perustuu siis oppimisen tutkimukseen ja siinä saatuihin tuloksiin; eikä, niinkuin joskus näkee väitettävän, haluun mielistellä opiskelijoita.

Muuta aiheeseen liittyvää kirjallisuutta:

- Saarinen Pirkko & Ruoppila Isto & Korkiakangas Mikko (1989) *Kasvatuspsykologian kysymyksiä*. Helsinki : Helsingin yliopisto. 266 s. ISBN 951-45-5936-3. s. 72-78.
- Leino Anna-Liisa & Leino Jarkko. (1990) *Oppimistyyli: Teoriaa ja käytäntöä*. Helsinki : Kirjayhtymä. 144 s. ISBN 951-26-3395-7.
- Haile J M (1997-2000).

¹⁰ Verkkolinkkejä löytyy runsaasti. Hakukoneeksi esim. <http://www.google.com/> ja hakusanaksi constructivism. Linkkejä tulee enemmän kuin tarpeeksi.

4. Opetuksen kehittäminen prosessi- ja ympäristötekniikan osastossa

Osaston opetuksen kehittäminen on aivan viime aikoihin saakka ollut pelkästään yksittäisten opettajien aktiivisuuden varassa ja mitään osastotason toimintayksikköä ei ole ollut¹¹. Tilanne on kuitenkin muuttunut lähinnä kahdesta syystä:

- Osaston opintoneuvonta hoidettiin pitkään sivutoimisesti siten, että joku assistenteista hoiti aina postia kaksi vuotta kerrallaan. Osaston kasvun ja velvoitteiden myötä tilanne muuttui siten, että tehtävää hoitamaan tarvittiin päätoiminen henkilö, joka toimii virkanimikkeellä amanuenssi. Virkaa on hoitanut vuodesta 1998 toinen kirjoittaja (TkL Sirpa Nelo), jolla on pitkä kokemus osaston toiminnasta sekä kokemusta opetuksesta ja tutkimustyön tekemisestä.
- Toinen merkittävä asia opetuksen kehittämisen kannalta on opetuksen kehittämistyöryhmä (POK), joka on perustettu osastoon jo vuonna 1994 mutta joka aloitti toimintansa vasta vuonna 1999.

Nykyisen opetuksen kehittämistyöryhmän edeltäjänä toimi vuonna 1999 palautepäivän valmistelutyöryhmä, joka järjesti ensimmäisen suunnitellun ja organisoidun palautepäivän 13.10.1999¹². Pohjamateriaalina oli opiskelijoilta tenttien yhteydessä keväällä 1999 kerätty opiskelijapalaute ja opettajilta saatu kurssipalaute. Palautepäivän yhteydessä olleiden ryhmätöiden avulla pyrittiin kartoittamaan opetuksen ongelmia. Kooste ryhmätöistä on kerätty kahteen paperiin

- Angerman M, Nelo S & Ranta K (toim.) (1999) *Opetuksen kehittämistyöryhmän raportti*. Oulun yliopisto, prosessiteknikan osasto.
<http://www.oulu.fi/prene/netscapella/pokrap99ver2000.pdf>
- Angerman M, Nelo S & Ranta K (toim.) (1999) *Opetuksen kehittämistyöryhmän raportin liitteet*. Oulun yliopisto, prosessiteknikan osasto.
<http://www.oulu.fi/prene/netscapella/pokliit99ver2000.pdf>

Palautepäivään osallistui noin 50 opiskelijaa ja 30 henkilökuntaan kuuluvaa.

Palautepäivän jälkeen aloitti POK varsinaisen toimintansa vuoden 2000 alussa. Osastoneuvoston päätöksen (10.1.2000) mukaisesti opetuksen kehittämistyöryhmän (POK) kokoonpano on seuraava: jokaisesta opintosuunnasta työryhmään kuuluu vähintään yksi opettajaedustaja ja yksi opiskelijaedustaja, yhteensä siis 18 henkilöä. POKin puheenjohtajana toimi professori Jouko Härkki ja sihteerinä amanuenssi Sirpa Nelo. POK on pitänyt kokouksia keski-

¹¹ Toimintaa on dokumentoitu sivulle <http://ntsai.oulu.fi/jaako/kehitystyo.html>.

¹² Osastolla järjestettiin jo 1990-luvun alkupuolella palautepäivä kolme kertaa, joista viimeinen keväällä 1995. Palautepäivien järjestämiseen tuli kuitenkin neljän vuoden aukko. 1990-luvun alun palautepäiviä oli järjestämässä pääasiassa Prosessikilta eikä niinkään osasto.

määrin kerran kuukaudessa, ensimmäinen kokous oli 22.03.2000. Maaliskuun lopussa 2000 kirjattiin opetuksen kehittämistyöryhmän tehtäviksi seuraavat:

- Opetussuunnitelma-asiat
- Opetuksen kehittämisasiat
 - Opiskelijapalautejärjestelmä
 - Osastolla annettavan opetuksen sisäisen kartoituksen koordinointi
 - Tutorointiasiat
 - Opiskelijoiden henkilökohtaisen neuvonnan koordinointi
 - Opetusmenetelmät ja opetuskyvyt
- Opiskelijoiden rekrytointi koulutusohjelmiin
- Muut tehtävät

POK on toiminut vilkkaasti, mutta kokouksiin ovat osallistuneet lähinnä siihen nimetyt henkilöt. POKin toiminta on tarkoitettu avoimeksi foorumiksi eli kuka tahansa voi osallistua toimintaan. Noin vuoden toiminnan jälkeen on havaittavissa, että suurinta osaa opettajakuntaa ei opetuksen kehittäminen ainakaan POKin puitteissa näytä kiinnostavan. Koska POKin tulisi kuitenkin toimia opetuksen kehittämisessä hyvässä hengessä, niin tietoa tulisi lisätä eli osaston henkilöstöä ja opiskelijoita pitäisi informoida mahdollisuudesta osallistua kokouksiin. POKin tulisi informoida toiminnastaan entistä enemmän esim. www-sivujen kautta.

POKin jäseniä olivat 12.12.2000 seuraavat henkilöt¹³:

Aaltonen Harri, Ahola Juha, Auvinen Aila, Heikkilä Auli
 Honkanen Seppo, Husu Tiina, pj. Härkki Jouko, Ikäheimonen Topi
 Jaako Juha, Kalinainen Janne, Kalliojärvi Tanja, Kamula Riitta
 Kortela Jukka, Koskenkari Tuomo, Käräjämäki Anu, Leinonen Mervi
 Mikkonen Esa, siht. Nelo Sirpa, Pasanen Kaisa, Pitsinki Anna-Leena
 Pulkkinen Ulla, Rajala Hanna-Kaisa, Rautjärvi Heli, Vasala Antti
 Wilamo Hanna

Ensimmäisen toimintavuotensa aikana POK on pohtinut ydinainesanalyysien ja kuormittavuuslaskennan merkitystä osaston opetuksessa ja evästännyt ohjekirjeellä osaston opettajia analyysien aloittamiseksi. Analyysien tekeminen liittyy teknillisen tiedekunnan päätökseen käynnistää kaikilla osastoilla opintojaksokohtaisten ydinainesanalyysien tekeminen. Perustana ydinainesanalyysien ja siihen liittyvän kuormittavuuslaskennan aloittamiselle voidaan pitää tavoitetta lyhentää valmistumisaikoja. Hanketta koordinoi TTK:ssa pedagoginen suunnittelija Katariina Alha. POK:in toimesta on tarkoitus järjestää osastolla tilaisuuksia, joissa laboratoriot voivat esitellä ja keskustella toistensa kanssa ydinaines- ja kuormittavuusanalyyseista sitten, kun opintojaksokohtaiset analyysit on saatu valmiiksi. Analyysit ovat hyödynnettävissä myös seuraavia opetussuunnitelmia laadittaessa.

¹³ Jäsenluettelo sivulla <http://www oulu.fi/prene/netscapella/pokjasenet.html>.

POK:issa on useaan otteeseen käsitelty opiskelijapalaute-asiaa. Tekn. yo Janne Kalinainen esitti alustuksena opiskelijan näkökulman palautejärjestelmästä ja lehtori Seppo Honkanen opettajan näkökulman. Keskustelujen pohjalta todettiin, että sekä palautteen sisältöä ja antotapaa olisi kehitettävä. Palautteen käsittelemiseksi täytyy olla toimiva palautteen käsittelyprosessi. Palautepäivää pidettiin tärkeän forumina opetuksen kehittämistyötä ajatellen. Toimivaan palautejärjestelmään kuuluu systemaattinen palautteen keruun tarkoituksenmukaisella palautekaavakkeella sekä palautteen systemaattinen käsittelyprosessi. Palautteella on merkitystä vasta silloin, kun se johtaa toimenpiteisiin opetuksen kehittämiseksi. Yiassistentti Juha Jaako esitelmöikin POK:issa aiheesta "Opiskelijapalautteen käyttö opetuksen kehittämistyössä". Esityksen pohjalta käytiin keskustelu ja pohdittiin, mitä toimenpiteitä osastolla tulisi palauteasian suhteen tehdä. Päätettiin, että järjestettäisiin palauteaiheinen keskustelutilaisuus eli eräänlainen palautepäivä osaston opettajille. Tilaisuuden tarkoituksena olisi antaa opettajille tietoa palautteen keruun ja käytön nykytilasta ja kannustaa ja opastaa heitä palautteen käyttämiseen opetuksen kehittämistyössä. Tällaista tilaisuutta ei kuitenkaan vielä ole järjestetty, sen sijaan opetuksen kehittämishenkilöiden työpajatyöskentelynä toteutettu Palautepäivä pidettiin lokakuussa 2000.

POK:issa käsiteltiin myös aihetta "Opetusmenetelmät ja opetuskyvyt sekä Opettajan pätevyys vs. oppimisen mielekkyys". Tähän liittyen assistentti E-P. Heikkinen Prosessimetallurgian laboratorion alusti aiheesta: "Käsityksiä opettamisesta ja opettajan merkityksessä". Alustus pohjautui Eetu Heikkisen raporttiin: Heikkinen E-P (2000) LUENTOPÄIVÄKIRJA - Teknistieteellisen alan pedagogisen asiantuntijuuden työpajaan. Aihetta pohdittiin myös näkökulmasta: "Opettajien määräysten pituudet ja niiden vaikutus opetukseen" ja päätettiin kartoittaa osaston assistenttien/yliassistenttien sekä muiden opettajien (pl. professorit) virkojen hoitamisen tilanne sekä heidän työkuormituksensa. Kartoituksen valmistuttua siitä raportoitii osastoneuvostolle.

Näitten aiheitten lisäksi POK:issa on käsitelty myös ABI-päivien järjestämistä, palautepäivän tuotoksia, kieliopinointien integrointia muuhun opetukseen, omaopettajatoiminnan ja tutoroinnin kehittämistä osastolla sekä monia muita opetuksen kehittämiseen liittyviä asioita.

Ensimmäisen toimintavuoden tuloksena olemme havainneet, että käsiteltäviä aiheita olisi tarjolla erittäin runsaasti. Jotta POK:in toiminta voisi olla tuloksellista ja tehokasta, täytynee tulevina vuosina kiinnittää erityistä huomiota käsiteltäviksi otettavien aiheiden priorisointiin.

5 Opetuksen kehittäminen Oulun yliopistossa

Oulun yliopistossa opetuksen kehittämistyötä tehty jo yli 20 vuotta. Ensimmäiset kurssit järjestettiin jo 1970-luvun lopulla. Kehittämistyötä koordinoi opetuksen kehittämissyksikkö¹⁴, joka mm. järjestää korkeakoulupedagogista henkilöstökoulutusta; tässä koulutuksessa on osa osaston henkilökuntaa jo ollut¹⁵. Koulutusta on tarjolla mm. seuraavilla alueilla:

- Pedagoginen asiantuntijuus
- Korkeakoulupedagogiikan jatkokurssi
- Portfoliokoulutus
- Opetusviestinnän kurssi
- Opetusviestinnän jatkokurssi
- Videoviestinnän kurssi
- Tuutorointikoulutus
- Power Pointia oppimateriaalin kehittämiseen
- Tenttikoulutus
- Tieto- ja viestintätekniikan opetusikäytön koulutus
- Laitoskohtainen koulutus
- Työnohjaus
- Oppimiskulttuurin teemavuosikymmen -koulutus

Kurssit ovat sinänsä mielenkiintoisia; niillä tutustuu yliopiston eri tiedekuntien opettajiin ja opetusmenetelmiin sekä saattaa saada hyviä vinkkejä omaan opetukseensa. Enemmän em. kursseista saa irti, jos opettajalla jo ennen kursseille menoa on ainakin jonkinlaista pedagogista koulutusta hankittuna (esim. kasvatustieteen approbatur¹⁶). Tällöin on helpompaa perehtyä kurssilla käsiteltävään aiheeseen, koska käytetty terminologia on tuttua. Ongelmana on tietysti, että vaikka aika monien tiedekuntien opettajilla kuuluukin jo perustutkintoon pedagogisia opintoja, teknillisessä tiedekunnassa ei juuri koskaan; tämä ilmiö on helppo huomata osaston tasolla. Suurimman kritiikin em. kursien osalta voisi kohdistaa siihen, että kursseilla keskitytään enemmän opetuksellisten kikkojen opettamiseen kuin varsinaiseen opettajankoulutukseen.

Lisäksi kehittämissyksikkö on tehnyt *Korkeakoulupedagogiikan perusmateriaalia* -sarjan, jossa on seuraavia kirjoja¹⁷:

- Karjalainen A & Kempainen T (1994) *Vaihtoehtoisia tenttikäytäntöjä. Ohjeita ja ideoita yliopistotenttien kehittämiseen.*

¹⁴ <http://www-hallinto oulu fi/optsto/opetkeh1/index.htm>

¹⁵ Kurssilla *Teknistiiteellisen alan pedagogisen asiantuntijuuden työpaja* käymisestä on Eetu-Pekka Heikkinen kirjoittanut luentopäiväkirjan, joka on luettavissa osoitteessa (<http://ntsai oulu fi/jaako/EPHLuentopaivakirja.pdf>).

¹⁶ Kasvatustieteen approbatur (15 ov) on helpoin suorittaa avoimen yliopiston puolella esim. kahden talven aikana. Avoimen yliopiston opetus annetaan iltaisin, joten se soveltuu hyvin työssäkävälle.

¹⁷ <http://www-hallinto oulu fi/optsto/opetkeh1/julkaisu/perus/perusmateriaali.html>

- Kekäle J (1994) *Luento-opetuksen kehittäminen. Vähemmällä luennoimalla parempiin tuloksiin.*
- Kuittinen M (1994) *Mitä luennoinnin sijaan? Malleja opiskelijan itsenäisen työskentelyn lisäämiseksi.*
- Karjalainen A & Kumpula H (1994) *Matkaopas tiedeyhteisöön.*
- Karjalainen A & Kumpula H (1997) *Explorer's Guide to Scientific Community.*
- Tenhula T, Kuure L, Koponen L & Karjalainen A (1996) *Akateeminen opetusportfolio yliopisto-opetuksen itsearvioinnissa ja meritoinnissa.*
- Erkkilä R, Kronqvist E & Kiiskilä S (1997) *Kuinka ohjata osaamista? - Pohdintoja portfoliokonsultoinnista.*

Kaikkien Oulun yliopiston tiedekuntien yhteistyöelin, korkeakoulutuksen kehittämistoimikunta, KOTKA, perustettiin vuonna 1977. KOTKAan nimetään jäsenet (opettaja- ja opiskelijajäsenet) kaikista tiedekunnista kolmivuotiskausittain, sihteerinä toimii Asko Karjalainen opetuksen kehittämissyksikön edustajana. KOTKAN tehtävänä on opetuksen laadun parantaminen ja se koordinoi kaikkea opetuksen kehittämiseen liittyvää toimintaa yliopistotasolla. Korkeakouluopetuksen kehittämistoimikunta on laatinut opetuksen kehittämissuhteen vuosille 2000-2004.

Lisäksi kehittämissyksikkö tarjoaa auditointipalveluja. Esimerkiksi prosessi-metallurgian laboratorio on yhteistyössä Asko Karjalaisen kanssa selvittänyt omaa opetustaan ja sen tasoa. Toinen kirjoittajista (Jaako) on ollut em. auditointitilaisuuksissa¹⁸ mukana ja tuntuu, että laboratorio on saanut ulkopuolisesta arvioinnista hyvän lisän opetuksen kehittämiseen. Opetuksen kehittämissyksikön toivoisi kuitenkin jalkautuvan, so. siirtyvän toimimaan opetuksen käytännön pariin ja pois hallintovirastosta. Nettisivuillaan opetuksen kehittämissyksikkö tosin kertoo, että

”Opetuksen kehittämissyksikön työntekijät tulevat pyydettyinä laitoksille kouluttamaan, ohjaamaan ja tiedottamaan esim. seuraavista aiheista:

- opiskelijoiden aktivointi, oppimiskulttuurin teemavuosisikymmen
 - tentit ja oppimisen arviointi
 - luento-opetuksen kehittäminen, suuret/pienet ryhmät
 - itseohjautuvat oppimiskäytännöt
 - tutor-opetus
 - ryhmien käyttö opetuksessa
 - opetuksen laadunarvioinnin ja meritoinnin kysymykset
 - portfolio opettajan ammattitaidon kehittämisessä
 - portfolio opetus- ja tenttimismenetelmänä
 - tieto- ja viestintätekniikan opetuskäyttö
- Koulutuksen tarkka sisältö ja ajankohta sovitaan laitoksen tarpeiden mukaan.”

¹⁸ Auditoinnin toteutuksesta ja tuloksista voi kertoa enemmän TkL Jyrki Heino (POMET).

Ilmeisesti prosessi- ja ympäristötekniikan osaston pitäisi aktiivisemmin olla yhteydessä kehittämissyksikköön ja vaatia tukea ja apua.

Opetuksen kehittäminen tietysti pohjautuu yliopiston hallituksen päätöksiin. Kiinnostuneet voivat tutustua seuraavaan paperiin:

- Karjalainen A (toim.) (1993) *Opetuksen laadun parantaminen Oulun yliopistossa*. Kehittämisohjelma (Hyväksytty hallituksen kokouksissa 15.12.1993 ja 24.10.1994). Oulun yliopisto : Opintotoimisto.

Edellistä tuoreemman näkökulman opetuksen kehittämiseen Oulun yliopistossa saa lukemalla seuraavan paperin:

- Karjalainen A (toim.) (2000) *Opetuksen kehittämisen suuntaviivoja Oulun yliopistossa*. Opetuksen kehittämisohjelma 2000. Oulun yliopisto : Oulun yliopiston korkeakouluopetuksen kehittämistoimikunta.

6 Yhteenveto

Tässä paperissa on pyritty hahmottamaan prosessi- ja ympäristötekniikan osaston opetuksen tulevaisuutta. Tekstissä on pyritty osoittamaan, että pohjatietoa opetuksen suunnittelua varten on tarjolla runsaasti. Tulevaisuuden opetuksen tavoitteet ja välineet tavoitteiden saavuttamiseksi ovat tarjolla.

Tällä hetkellä vaikuttaa siltä, että osaston opetuksen kannalta suurimpia ongelmia ovat seuraavat:

- Kunka isoksi ongelmaksi opiskelijoiden rekrytointi tulevaisuudessa muodostuu? Uusia opiskelijoita ei välttämättä ole tarjolla tulevaisuudessa nykyisiä määriä.
- Kuinka pitkät opiskeluajat (tällä hetkellä 7 vuotta) pystytään lyhentämään viiteen vuoteen?
- Miten osaston opetusohjelma pystyy vastaamaan tulevaisuuden ja erityisesti tulevaisuuden työelämän haasteisiin?
- Onnistutaanko osaston opetusta kehittämään haasteiden mukaiseksi?
- Riittääkö opettajia? Professorien aika kuluu nykytilanteessa rahoituksen hankkimisessa ja pääosa opetustehtävistä siirtynee assistenttien, yliasistenttien ja lehtoreiden tehtäväksi. Jossain vaiheessa opetushenkilökunnan määrä voi käydä liian pieneksi.

7 Lähteet

- Anon. (2000a) Tiedeyliopiston tulisi valmentaa generalisteja - Osa I. Aktuumi 1/2000. s. 24-27.
- Anon. (2000b) Tiedeyliopiston tulisi valmentaa generalisteja - Osa II. Aktuumi 2/2000. s. 18-22.
- Felder R M & Silverman L K (1988) *Learning and Teaching Styles in Engineering Education*. Eng. Ed., 78(7), 674.
- Felder R M, Rugarcia A & Stice J E (2000a) *The Future of Engineering education. Part 5. Assessing Teaching Effectiveness and Educational Scholarship*. Chemical Engineering Education, 34(3), 198(2000).
(<http://www2.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/Quartet5.pdf>)
- Felder R M, Stice J E & Rugarcia A (2000b) *The Future of Engineering education. Part 6. Making Reform Happen*. Chemical Engineering Education, 34(3), 208(2000).
(<http://www2.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/Quartet6.pdf>)
- Felder R M, Woods D R, Stice J E & Rugarcia A (2000c) *The Future of Engineering education. Part 2. Teaching Methods that Work*. Chemical Engineering Education, 34(1), 26(2000).
(<http://www2.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/Quartet2.pdf>)
- Haile J M (1997-2000), *Toward Technical Understanding*.
(i) *Part 1. Brain Structure and Function*. Chem. Engr. Education, 31(3), 152–157 (1997).
(ii) *Part 2. Elementary Levels*. Chem. Engr. Education, 31(4), 214–219 (1997).
(iii) *Part 3. Advanced Levels*. Chem. Engr. Education, 32(1), 30–39 (1998).
(iv) *Part 4. A General Hierarchy Based on the Evolution of Cognition*. Chem. Engr. Education, 34(1), 48–54 (2000).
(v) *Part 5. General Hierarchy Applied to Engineering Education*. Chem. Engr. Education, 34(2), 138–143 (2000).
- McKeachie W J (1999) *Teaching Tips: Strategies, Research, and Theory for College and University Teachers*, 10th ed., Houghton Mifflin, Boston, MA.
- Rugarcia A, Felder R M, Woods D R & Stice J E (2000) *The Future of Engineering education. Part 1. A Vision for a New Century*. Chemical Engineering Education, 34(1), 16(2000).
(<http://www2.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/Quartet1.pdf>)
- Siljander P (1997) *Kasvatustieteen palattava kasvatuksen tutkimukseen*. Aktuumi 4/1997.
- Similä J (2000) *Tietoteollisen alan koulutus yliopistoissa ja työelämän tarpeet*. Aktuumi 2/2000.
- Stice J E, Felder R M, Woods D R & Rugarcia A (2000) *The Future of Engineering education. Part 4. Learning How to Teach*. Chemical Engineering Education, 34(2), 118(2000).
(<http://www2.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/Quartet4.pdf>)

- Wankat P & Oreovicz F S (1993) *Teaching Engineering*. McGraw-Hill, New York.
(<http://www.asee.org/pubs/teaching.htm>) tai
(<http://ntsat.oulu.fi/jaako/Teaching%20engineering.pdf>)
- Woods D R, Felder R M, Rugarcia A & Stice J E (2000) *The Future of Engineering education. Part 3. Developing Critical Skills*. *Chemical Engineering Education*, 34(2), 108(2000).
(<http://www2.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/Quartet3.pdf>)
- Vuorinen I (1998) *Tuhat tapaa opettaa - Menetelmäopas opettajille, kouluttajille ja ryhmän ohjaajille*. Resurssi: Tampere. ISBN 952-9798-00-8.
- Koppinen M-L & Pollari J (1993). *YHTEISTOIMINNALLINEN OPPIMINEN— Tie tuloksiin*. Opetus 2000, WSOY.
- Passi A & Vahtivuori S (1998) *From Cooperative learning towards Communalism*. In Tella, S. (toim.) 1998. *Aspects of Media Education: Strategic Imperatives in the Information Age*. Media Education Centre. Department of Teacher Education. University of Helsinki. Media Education Publications 8.
- Sahlberg P & Leppilampi A (1994) *YKSINÄÄN VAI YHTEISVOIMIN?— Yhdessäoppimisen mahdollisuuksia etsimässä*. Helsingin yliopisto. Vantaan täydennyskoulutuslaitos.
- Sharan S & Sharan Y (1992) *Expanding Cooperative Learning through Group Investigation*. New York: Teachers College Press

ISBN 951-42-5889-4

ISSN 1238-9404

Oulun yliopisto

Säätötekniikan laboratorio - Sarja B

Toimittaja: Leena Yliniemi

9. Tervahartiala P & Leiviskä K, Tilastollinen prosessinohjaus: ohjelmistoverailu. Elokuu 1999. ISBN 951-42-5343-4.
10. Jaako J, Eräitä optimointitehtäviä. Syyskuu 1999. 39 s. ISBN 951-42-5352-3.
11. Jaako J, Yksinkertaisia prosessimalleja. Syyskuu 1999. 73 s. ISBN 951-42-5353-1.
12. Jaako J, MATLAB-ohjelman käyttö eräissä prosessiteknisissä laskuissa. Syyskuu 1999. 61 s. ISBN 951-42-5354-X.
13. Jaako J, Säätötekniikan laboratorion opetuskokeiluja I - Portfoliomuotoisen kurssin toteutus ja tulokset. Helmikuu 2000. 28 s. ISBN 951-42-5544-5.
14. Ahola T, Ruuska J, Juuso E & Leiviskä K, Paperikoneen katkoherkkyyssindikaattori. Helmikuu 2000. 33 s. ISBN 951-42-5563-1.
15. Ylikunnari J, InTouch valvomo-ohjelmiston implementointi lämmönsiirron identifiointiprosessiin (PS II:n harjoitustyölaiteisto). Maaliskuu 2000. ISBN 951-42-5568-2.
16. Mäki T & Juuso E, Tapahtumapohjainen sumea lingvistinen yhtälöjärjestelmä lääkevalmisteiden koostumusten ja valmistusprosessien tutkimuksessa. Kesäkuu 2000. ISBN 951-42-5678-6.
17. Jaako J, Säätötekniikan laboratorion opetuskokeiluja II - Apuopettaja opettajan apuna. Elokuu 2000. 22 s. ISBN 951-42-5742-1.
18. Sivonen J, Johdatus säätötekniikkaan, opetuslaitteiston suunnittelu ja toteutus. Syyskuu 2000. 20 s. ISBN 951-42-5795-2.
19. Mutka P, Neuraalilaskenta ja epälineaarinen dynamiikka komponenttien kulutus- ja myyntiennusteiden laatimisessa. Joulukuu 2000. 41 s. ISBN 951-42-5873-8.
20. Komulainen K & Juuso E, Vikatietojen hyödyntäminen funktionaalisessa testauksessa. Joulukuu 2000. 22 s. ISBN 951-42-5874-6.
21. Ikäheimonen J, Juuso E, Leiviskä K & Murtovaara S, Sulfaattisellun menetelmät, keiton ohjaus ja massan pesu. Joulukuu 2000. 48 s. ISBN 951-42-5875-4.
22. Ikäheimonen J, Juuso E, Leiviskä K, Murtovaara S & Sutinen R, Keittoliipä- ja massa-analyysi sellun keitossa ja pesussa. Joulukuu 2000. 35 s. ISBN 951-42-5876-2.
23. Sievola H & Juuso E, Tilastollisten menetelmien käyttö piirilevyn asettelu- ja juotostarkastuksen simuloimiseen elektroniikkateollisuudessa. Joulukuu 2000. 15 s. ISBN 951-42-5877-0.
24. Alajärvi K & Juuso E, Aikasarjoihin pohjautuva älykäs ennustaminen DataEngine ohjelmistoa käyttäen. Joulukuu 2000. 23 s. ISBN 951-42-5878-9.
25. Rahikka L & Juuso E, Sulfaattisellun eräkeittoprosessin jatkuvatoiminen analysointi. Joulukuu 2000. 36 s. ISBN 951-42-5879-7.
26. Pirttimaa M & Leiviskä K, Tilastollinen prosessinohjaus: Pastapainoprosessin tehdaskokeet. Joulukuu 2000. ISBN 951-42-5884-3.
27. Jaako J & Nelo S, Prosessi- ja ympäristötekniikan opetuksen tulevaisuuden haasteita. Tammikuu 2001. 25 s. ISBN 951-42-5889-4.

Oulun yliopistopaino

Oulu 2001